

ISSN 2311-2905 (print)  
ISSN 2542-0933 (online)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

**Учредитель и издатель**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Российский ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации*

**Главный редактор Р.М. Тихилов**



**Том 23, № 4, 2017**

Индекс для подписки в агентстве «Роспечать» 15393

# Травматология и ортопедия России

Главный редактор

**Тихилов Рашид Муртузалиевич** – д-р мед наук, профессор  
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Заместитель главного редактора

**Шубняков Игорь Иванович** – канд. мед. наук, главный научный сотрудник  
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Ответственный секретарь редколлегии

**Колесникова Ирина Владимировна** (РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Редакционная коллегия

**Агаджанян В.В.** – д-р мед. наук, профессор

(Научно-клинический центр охраны  
здоровья шахтеров, Ленинск-Кузнецкий, Россия)

**Ахтямов И.Ф.** – д-р мед. наук, профессор

(Казанский ГМУ, Казань, Россия)

**Баиндурашвили А.Г.** – академик РАН, д-р мед. наук,  
профессор (НИДОИ им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия)

**Бережной С.Ю.** – д-р мед. наук

(«Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России,  
Москва, Россия)

**Божкова С.А.** – д-р мед. наук

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Воронцова Т.Н.** – д-р мед. наук

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Гржибовский А.М.** – д-р мед. наук, профессор

(Национальный институт общественного здравоохранения  
Норвегии, Осло, Норвегия)

**Губин А.В.** – д-р мед. наук

(РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова», Курган, Россия)

**Дулаев А.К.** – д-р мед. наук, профессор

(Первый СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова,  
Санкт-Петербург, Россия)

**Загра Л.** – д-р медицины, профессор

(Ортопедический институт Галеацци, Милан, Италия)

**Корнилов Н.Н.** – д-р мед. наук

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Королев А.В.** – д-р мед. наук, профессор

(Европейская клиника спортивной травматологии  
и ортопедии, Москва, Россия)

**Котельников Г.П.** – академик РАН, д-р мед. наук, профессор

(Самарский ГМУ, Самара, Россия)

**Кочиш А.Ю.** – д-р мед. наук, профессор

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Кренн В.** – д-р медицины, профессор

(Центр гистологии, цитологии и молекулярной диагностики, Трир,  
Германия)

**Кузнецов И.А.** – д-р мед. наук, профессор

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Кульджанов Д.** – д-р медицины, профессор

(Университет Сент-Луиса, Сент-Луис, США)

**Маланин Д.А.** – д-р мед. наук, профессор

(ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский  
университет» Волгоград, Россия)

**Миронов С.П.** – академик РАН, д-р мед. наук, профессор

(ЦИТО им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия)

**Мурылев В.Ю.** – д-р мед. наук, профессор

(Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия)

**Неверов В.А.** д-р мед. наук, профессор

(Северо-Западный ГМУ им. И.И. Мечникова,  
Санкт-Петербург, Россия)

**Норкин И.А.** – д-р мед. наук, профессор

(Саратовский НИИТО, Саратов, Россия)

**Парвизи Дж.** – д-р медицины, профессор

(Институт Ротмана, Филадельфия, США)

**Перка К.** – д-р медицины, профессор

(Центр скелетно-мышечной хирургии Университетской  
клиники Шарите, Берлин, Германия)

**Пташников Д.А.** – д-р мед. наук, профессор

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Родоманова Л.А.** – д-р мед. наук, профессор

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Садовой М.А.** – д-р мед. наук, профессор

(Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна,  
Новосибирск, Россия)

**Середа А.П.** – д-р мед. наук

(Федеральное медико-биологическое агентство,  
Москва, Россия)

**Соломин Л.Н.** – д-р мед. наук, профессор

(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

**Томас П.** – д-р медицины, профессор

(Мюнхенский университет, Мюнхен, Германия)

**Томсен М.** – д-р медицины, профессор

(Клиника Миттельбаден, Баден-Баден, Германия)

**Хоминец В.В.** – д-р мед. наук

(Военно-медицинская академия  
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия)

**Хубэ Р.** – д-р медицины

(Центр эндопротезирования, Мюнхен, Германия)

**Шевцов В.И.** – д-р мед. наук, профессор

(Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия)

**Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, в базу данных Emerging Sources Citation Index (Web of Science), в Российский индекс научного цитирования, международные базы публикаций открытого доступа Directory of Open Access Journals и Google Scholar, крупнейшую в мире библиографическую базу данных WorldCat, в базы данных ВИНТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».**

Журнал «Травматология и ортопедия России» основан в 1993 г.

Зарегистрирован Государственным комитетом по печати. Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 0110540 от 12.04.1993.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается с письменного разрешения редакции.

Ссылка на журнал «Травматология и ортопедия России» обязательна.

Адрес редакции: 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8, тел.: 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org

Редакторы **Колесникова И.В.**, **Кузнецова А.В.**

Технический редактор **Гаврилова С.В.**

ISSN 2311-2905 (print)  
ISSN 2542-0933 (online)

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

# TRAUMATOLOGIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

**Founder and Publisher**

Federal State Budget Institution  
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
of Healthcare Ministry of Russian Federation

**Editor-in-Chief** R.M. Tikhilov



**Vol. 23, N 4, 2017**

# Traumatology and Orthopedics of Russia

## Editor-in-Chief

**Rashid M. Tikhilov** – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Deputy editor

**Igor I. Shubnyakov** – Cand. Sci. (Med.)

(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Executive secretary

**Irina V. Kolesnikova**

(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

## Editorial Board

**Vagram V. Agadzhanian** – Dr. Sci. (Med.), Professor  
(Scientific and Clinical Center of Miners' Health,  
Leninsk-Kuznetsky, Russia)

**Ildar F. Akhtyamov** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Kazan State  
Medical University, Kazan, Russia)

**Aleksey G. Baidurashvili** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member  
of Russian Academy of Sciences (Turner Scientific Institute  
for Children's Orthopedic, St. Petersburg, Russia)

**Sergey Yu. Berezhnoy** – Dr. Sci. (Med.) (Medicentre of Main  
Administration for Service to the Diplomatic Corps Moscow, Russia)

**Svetlana A. Bozhkova** – Dr. Sci. (Med.) (Vreden Russian Research  
Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

**Tatyana N. Vorontsova** – Dr. Sci. (Med.) (Vreden Russian Research  
Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

**Andrey M. Grjibovski** – Dr. Sci. (Med.), Professor  
(Norwegian Institute of Public Health, Oslo, Norway)

**Aleksander V. Gubin** – Dr. Sci. (Med.) (Ilizarov Russian Scientific Center  
for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia)

**Aleksander K. Dulaev** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Pavlov First Saint  
Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia)

**Luigi Zagra** – MD, Professor (Galeazzi Orthopedic Institute,  
Milan, Italy)

**Nikolay N. Kornilov** – Dr. Sci. (Med.) (Vreden Russian Research  
Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

**Andrey V. Korolev** – Dr. Sci. (Med.), Professor (European Clinic  
of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO),  
Moscow, Russia)

**Gennady P. Kotel'nikov** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member  
of Russian Academy of Sciences (Samara State Medical University,  
Samara, Russia)

**Aleksander Yu. Kochish** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian  
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

**Veit Krenn** – MD, Professor (Center for Histology, Cytology  
and Molecular Diagnostics, Trier, Germany)

**Igor A. Kuznetsov** – Dr. Sci. (Med.), Professor  
(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

**Djoldas Kuldjanov** – MD, Professor (St. Louis University,  
St. Louis, USA)

**Dmitry A. Malanin** – Dr. Sci. (Med), Professor, (Volgograd State Medical  
University, Volgograd, Russia)

**Sergey P. Mironov** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member  
of Russian Academy of Sciences (Priorov Central Russian Research  
Institute of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia)

**Valery Yu. Murylev** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Sechenov First Moscow  
State Medical University, Moscow, Russia)

**Valentin A. Neverov** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Mechnikov  
North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia)

**Igor A. Norkin** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Saratov Research  
Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov, Russia)

**Javad Parvizi** – MD, Professor (Rothman Institute,  
Philadelphia, USA)

**Carsten Perka** – MD, Professor (Charité – University Medicine,  
Berlin, Germany)

**Dmitry A. Ptashnikov** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian  
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

**Lyubov A. Rodomanova** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian  
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

**Mikhail A. Sadovoy** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Tsiv'yan  
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics,  
Novosibirsk, Russia)

**Andrey P. Sereda** – Dr. Sci. (Med.) (Federal Research  
and Clinical Center of Medicine and Rehabilitation of Federal Medical  
Biological Agency, Moscow, Russia)

**Leonid N. Solomin** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian  
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

**Peter Thomas** – MD, Professor (Ludwig Maximilian University,  
Munich, Germany)

**Marc Thomsen** – MD, Professor (Mittelbaden Clinics Baden-Baden  
Balg, Baden-Baden, Germany)

**Vladimir V. Khomeinets** – Dr. Sci. (Med.) (Kirov Military Medical  
Academy, St. Petersburg, Russia)

**Robert Hube** – MD (Center of Joint Replacement, Munich, Germany)

**Vladimir I. Shevtsov** – Dr. Sci. (Med.), Professor  
(Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology  
and Orthopedics, Novosibirsk, Russia)

The journal is listed among the peer-reviewed scientific periodicals recommended  
by Russian State Commission for Academic Degrees and Titles.

The journal is currently indexed in Emerging Sources Citation Index (Web of Science), Russian Science Citation Index,  
and in international open publications databases Google Scholar and Directory of Open Access Journals,  
in the world's largest bibliographic database WorldCat,

database of the Russian Institute for Scientific and Technical Information at Russian Academy of Science.

Information about the journal is published annually in Ulrichsweb Global Serials Directory.

Journal "Traumatology and Orthopaedics of Russia" founded in 1993. Registered by Russian State Press Committee.  
Media registration certificate N 0110540 dated 12.04.1993. Full and partial copying or reproduction of journal materials permitted only upon  
written consent of the editorial office with a mandatory reference to the journal.  
Editorial office address: 8, Acad. Baikova str., St. Petersburg, Russia 195427.  
Phone +7 (812) 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org.

Editors: **I.V. Kolesnikova, A.V. Kuznetsova** Technical editor: **S.V. Gavrilova**

## СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА .....	7	НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ	
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		<b>Schnettler R., Franke J., Rimashevskiy D., Zagorodniy N., Batpenov N., Unger R.E., Wenisch S., Barbeck M.</b> Allogeneic Bone Grafting Materials – Update of the Current Scientific Status .....	92
<b>Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Коган П.Г.</b> Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз? .....	9	<b>Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М.</b> Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава .....	101
<b>Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Баиндурашвили А.Г., Белянчиков С.М., Хусаинов Н.О., Овечкина А.В.</b> Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонок? .....	18	<b>Дианов С.В., Домовитов С.В., Жужнев А.В., Шикунев Д.А., Семенов А.Л.</b> Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза .....	112
<b>Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярко К.А.</b> Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвоночных суставов поясничного отдела позвоночника .....	29	СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ	
<b>Камшилов Б.В., Тряпичников А.С., Чегуров О.К., Жданов А.С., Зайцева О.П.</b> Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра .....	39	<b>Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Королев А.В.</b> Массивная посттравматическая гетеротопическая оссификация коленного сустава (случай из клинической практики) .....	118
<b>Бережной С.Ю.</b> Ятрогенный <i>hallux varus</i> : причины формирования деформации, возможности чрескожной хирургической коррекции (ретроспективный анализ серии клинических наблюдений) .....	48	<b>Павлов В.В., Кирилова И.А., Ефименко М.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З.</b> Двухэтапное реэндопротезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики) .....	125
<b>Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Жабин Г.И., Шулепов Д.А., Злобин О.В.</b> Особенности артроскопического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава .....	58	ОБЗОРЫ	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		<b>Рикун О.В., Хоминец В.В., Федотов А.О.</b> Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки (обзор литературы) .....	134
<b>Ступина Т.А., Степанов М.А.</b> Структурная реорганизация суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с накостной пластиной .....	70	<b>Агеенко А.М., Павлов В.В., Садовой М.А., Шелякина О.В., Овтин М.А.</b> Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов (обзор литературы) .....	146
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ		ЮБИЛЕИ	
<b>Кузьменко Д.В., Лобанов Г.В., Шатова О.П.</b> Ферментативная активность PDGF при замедленной консолидации переломов .....	78	<b>Рашид Муртузалиевич Тихилов</b> К 60-летию со дня рождения .....	156
<b>Коновальчук Н.С., Румакин В.П., Сорокин Е.П., Ласунский С.А., Фомичев В.А.</b> Импинджмент-синдром сухожилия короткой малоберцовой мышцы после переломов пяточной кости (морфологические аспекты) .....	83	ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ	
		<b>Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю.</b> Роман Романович Вреден – выдающийся отечественный хирург, ученый и педагог (к 150-летию со дня рождения) ....	158
		НЕКРОЛОГ	
		<b>Александр Самуэльевич Аврунин</b> .....	163
		<i>Указатель статей, опубликованных в 2017 году</i> .....	164
		<i>Авторский указатель за 2017 год</i> .....	167

## CONTENTS

EDITORIAL.....	7	NEW TECHNIQUES IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS	
CLINICAL STUDIES		<b>Schnettler R., Franke J., Rimashevskiy D., Zagorodniy N., Batpenov N., Unger R.E., Wenisch S., Barbeck M.</b> Allogeneic Bone Grafting Materials – Update of the Current Scientific Status.....	92
<b>Chugaev D.V., Kornilov N.N., Kogan P.G.</b> Efficiency and Safety of Tourniquet during Total Knee Arthroplasty: When to Perform Release? .....	9	<b>Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Gorbatov R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M.</b> Custom Triflange Acetabular Components in Revision Hip Replacement (Experience Review).....	101
<b>Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Baindurashvili A.G., Belyanchikov S.M., Khusainov N.O., Ovechkina A.V.</b> Surgical Treatment of Children with Congenital Lumbar Scoliosis: Complete or Partial Resection of Malformed Vertebrae? .....	18	<b>Dianov S.V., Domovитov S.V., Zhuzhnev A.V., Shikunov D.A., Semenov A.L.</b> New Method of Acetabular Orientation Measurement in THA...112	
<b>Volkov I.V., Karabaev I.Sh., Ptashnikov D.A., Kononov N.A., Poyarkov K.A.</b> Potential of Ultrasound-Guided Lumbar Facet Radiofrequency Denervation.....	29	CASE REPORTS	
<b>Kamshilov B.V., Tryapichnikov A.S., Chegurov O.K., Zhdanov A.S., Zaitseva O.P.</b> Features of THA in Patients with High Congenital Hip Dislocation.....	39	<b>Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Il'in D.O., Afanasyev A.P., Logvinov A.N., Korolev A.V., Frolov A.V.</b> Massive Posttraumatic Heterotopic Ossification of Knee Joint (Case Report) .....	118
<b>Berezhnoy S.Yu.</b> Iatrogenic <i>Hallux Varus</i> : Causes of Deformity and Possibilities of Percutaneous Surgical Correction (Retrospective Analysis of Case Reports).....	48	<b>Pavlov V.V., Kirilova I.A., Efimenko M.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z.</b> Two-Stage Revision Hip Replacement Patients with Severe Acetabulum Defect (Case Report).....	125
<b>Salikhov M.R., Kuznetsov I.A., Zhabin G.I., Shulepov D.A., Zlobin O.V.</b> Arthroscopic Treatment of Patients with Lateral Humeral Epicondylitis (Tennis Elbow) .....	58	REVIEWS	
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES		<b>Rikun O.V., Khominets V.V., Fedotov A.O.</b> Modern Trends in Surgical Treatment of Patients with ACL Ruptures (Literature Review).....	134
<b>Stupina T.A., Stepanov M.A.</b> Knee Cartilage and Synovial Membrane Structural Changes during Tibia Distraction with Plating.....	70	<b>Ageenko A.M., Pavlov V.V., Sadovoy M.A., Shelyakina O.V., Ovtin M.A.</b> Fast-Track Hip and Knee Arthroplasty (Literature Review) .....	146
RESEARCH METHODS		JUBILEE	
<b>Kuzmenko D.V., Lobanov G.V., Shatova O.P.</b> PDGF Enzymatic Activity in Patients with Delayed Fracture Consolidation .....	78	<b>Rashid M. Tikhilov</b> 60 <sup>th</sup> Anniversary of the Birth.....	156
<b>Kononalchuk N.S., Rumakin V.P., Sorokin E.P., Lasunskii S.A., Fomichev V.A.</b> Impingement-Syndrome of Peroneus Brevis Tendon after Calcaneal Fractures (Morphological Aspects).....	83	MEMORIAL DATES	
		<b>Tikhilov R.M., Kochish A.Yu.</b> Roman R. Vreden – Outstanding Surgeon, Scientist and Teacher (150 <sup>th</sup> Anniversary of the Birth) .....	158
		OBITUARY	
		<b>Alexandr S. Avrunin</b> .....	163
		<i>Index of articles published in 2017</i> .....	164
		<i>Author's index 2017</i> .....	167



**Уважаемые коллеги, читатели  
журнала «Травматология и ортопедия  
России»!**

В редакционной колонке мы анонсируем статьи, представленные в этом номере. С удовлетворением хочется отметить расширение географии представленных публикаций, актуальность научных работ и хорошую доказательную базу исследований.

Шесть из шестнадцати статей посвящены вопросам эндопротезирования крупных суставов, что свидетельствует о важности этого направления современной травматологии и ортопедии.

В частности, проблема целесообразности применения турникета и времени его релиза при эндопротезировании коленного сустава достаточно давно и активно обсуждается в научной литературе, однако консенсуса по данному вопросу достичь пока не удалось. Открывающая этот выпуск журнала статья Д.В. Чугаева с соавторами продолжает эту дискуссию. На сегодняшний день при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава многие хирурги на фоне управляемой гипотонии и применения транексамовой кислоты перестали использовать дренирование раны. Аналогичный вопрос при эндопротезировании коленного сустава не имеет единого ответа и требует дальнейшего всестороннего обсуждения. Авторы приводят аргументы в пользу позднего релиза турникета без дренирования и без выполнения гемостаза перед ушиванием раны.

Не менее актуальной и обсуждаемой является проблема эндопротезирования тазобедренного сустава при высоком вывихе бедра. Существует достаточно большое количество публикаций, в которых приведены результаты различных вариантов укорачивающих остеотомий бедренной кости с применением как специальных бедренных компонентов, так и ножек Вагнера. Б.В. Камшилов с соавторами в статье «Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у больных с высоким врожденным вывихом бедра» делятся успешным опытом артропластики путем укорачивающей

подвертельной остеотомии бедра с использованием стандартных бедренных компонентов.

Многие авторы считают оптимальное позиционирование компонентов эндопротеза ключевым фактором успешного эндопротезирования тазобедренного сустава, а также необходимым условием его послеоперационной стабильности. Профессор С.В. Дианов с соавторами предлагают простой и доступный способ расчета угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза, используя послеоперационные рентгенограммы тазобедренного сустава и костей таза в прямой проекции.

Тему эндопротезирования продолжает обзор литературы А.М. Агеенко с соавторами, в котором анализируются публикации, посвященные ускоренной реабилитации после замены сустава тазобедренного сустава, так называемой технологии fast-track. Для нашей страны эта методика достаточна нова. В 2015 г. было организовано «Междисциплинарное научное хирургическое общество Фаст Трак», которое поставило своей целью внедрение в России концепции ускоренного восстановления пациентов.

Пропорционально числу выполняемых в мире первичных операций эндопротезирования возрастает и количество ревизионных вмешательств. Некоторые пациенты переносят несколько операций по замене компонентов, что неизбежно ведет к дефициту костной ткани в перипротезной зоне. Проблема замещения костных дефектов при ревизионном эндопротезировании является сейчас одной из самых острых и активно обсуждается в научной литературе.

В этом выпуске мы представляем две работы, посвященные этой актуальной теме. А.А. Корыткин с соавторами делятся первым опытом применения при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов, созданных с использованием компьютерного моделирования и 3D-печати. В России эти технологии нашли клиническое применение относительно недавно, поэтому каждая новая публикация вызывает интерес у специалистов.

Свое решение проблемы предлагают В.В. Павлов с соавторами из Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна. Они описывают методику двухэтапного реэндопротезирования. В ходе первого оперативного вмешательства выполняют заполнение дефекта аллотрансплантатом, обогащенным аутологичными тромбоцитами (PRF-технология), а после перестройки аллотрансплантата производят ревизионное эндопротезирование с имплантацией стандартных конструкций эндопротеза.

В определенной степени перекликается с вопросами эндопротезирования тема заготовки и использования костных трансплантатов. Работа, представленная известным австрийским специ-

алистом Рейнхардом Шнеттлером совместно с коллегами из России и Казахстана расширяет представление о современных возможностях применения аллогенного костного материала.

В противовес недостаточности костно-пластического материала при травматолого-ортопедических операциях формирование костных оссификатов после тяжелых травм нередко представляет значительную проблему. Группой авторов из Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (Москва) представлено наблюдение массивного оссификата области коленного сустава у 44-летней женщины, развившегося после сравнительно небольшой травмы.

Две статьи в этом выпуске посвящены проблемам спинальной хирургии. И.В. Волков с соавторами обсуждают возможности ультразвуковой навигации при радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника, которая является эффективным методом лечения фасеточного болевого синдрома. С.В. Виссарионов с соавторами представили результаты сравнительного исследования эффективности двух методов хирургической коррекции врожденной деформации поясничного отдела позвоночника у детей.

Известный российский ортопед, специализирующийся на лечении деформаций переднего отдела стопы, С.Ю. Бережной представил новую работу, посвященную относительно редкой разновидности деформации стопы — *hallux varus*. Эта деформация, как правило, является осложнением хирургического лечения *hallux valgus*. Автор уточняет причины и сроки формирования ятрогенного *hallux varus*, в том числе путем сравнения результатов хирургических вмешательств на стопах одного пациента, оценивает возможность и эффективность применения чрескожной техники в его хирургическом лечении.

Одной из основных причин болевого синдрома у пациентов с последствиями переломов пяточной кости является латеральный импинджмент-синдром, который приводит к хронической травматизации сухожилий, развитию тендинита и теносиновита. На сегодняшний день в литературе нет публикаций, освещающих морфологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы. Поэтому исследование, выполненное Н.С. Коновальчуком с соавторами, несомненно, будет способствовать пониманию динамики этих процессов и выбору правильного подхода к лечению пациентов с данной патологией.

Несмотря на то, что проблеме хирургического лечения пациентов с разрывами передней крес-

тообразной связки коленного сустава посвящено огромное количество публикаций, продолжают дебаты о преимуществах различных артроскопических методик ее восстановления. До последнего времени анатомической называли лишь двухпучковую реконструкцию ПКС, которая соответствует классическому представлению о топографической анатомии нативной связки. В настоящее время в клинической практике стала применяться биомеханически обоснованная однопучковая анатомическая реконструкция ПКС с применением изометрично расположенного аутоотрансплантата, что представляет собой качественно новый этап развития этого направления. О.В. Рикун с соавторами провели анализ зарубежных и отечественных научных публикаций последних лет по данной проблеме, результаты которого представили в обзоре «Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки».

Еще одной работой, посвященной эффективности артроскопических технологий, является статья М.Р. Салихова с соавторами о лечении латерального эпикондилита локтевого сустава.

Одним из осложнений при удлинении конечности методом Илизарова является нарушение функций смежных суставов. Мы предлагаем вашему вниманию результаты экспериментального исследования Т.А. Ступиной с соавторами, которые проследили динамику изменений суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при distractionном остеосинтезе голени в комбинации с накостной пластиной. Авторам удалось установить, что гистологические изменения суставного хряща соответствуют начальным стадиям остеоартроза и сопровождаются гиповаскуляризацией и денервацией синовиальной оболочки.

Статья группы авторов из Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького посвящена изучению ферментативной активности тромбоцитарного фактора роста при замедленной консолидации переломов.

В целом хочется отметить существенное преувеличение в журнале работ, посвященных проблемам ортопедии, в ущерб вопросам неотложной травматологии, что, вероятно, требует некоторой коррекции. Поэтому мы просим коллег, которые занимаются лечением острой травмы, быть более активными и надеемся опубликовать их работы в следующих выпусках журнала.

Поздравляю читателей нашего журнала с наступающим Новым 2018 годом и желаю успехов в лечении пациентов и проведении исследований!

Главный редактор журнала «Травматология и ортопедия России»  
профессор Р.М. Тихилов



# Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз?

Д.В. Чугаев, Н.Н. Корнилов, П.Г. Коган

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

## Реферат

**Актуальность.** Использование пневмотурникета (жгута) во время тотального эндопротезирования коленного сустава является высокоэффективной опцией, позволяющей уменьшить время оперативного вмешательства и снизить объем интраоперационной кровопотери. Разные исследователи пропагандируют различающиеся между собой тактические подходы к продолжительности использования турникета во время артропластики — так называемые ранний и поздний релизы.

**Цель исследования** — оценить эффективность и безопасность применения различных методик использования пневмотурникета во время первичного тотального эндопротезирования коленного сустава.

**Материал и методы.** 72 пациента с терминальной стадией гонартроза рандомизированно были разделены на две группы по 36 человек в каждой: I — с применением пневмотурникета на протяжении всего оперативного вмешательства, включая ушивание раны (поздний релиз турникета); II — с применением пневмотурникета до окончания имплантации компонентов эндопротеза и выполнением гемостаза после релиза пневмотурникета с последующим ушиванием операционной раны (ранний релиз турникета). Во время нахождения пациента в стационаре оценивали: показатели периоперационной кровопотери и изменения показателей крови, потребность в переливании гемотрансфузионных сред, выраженность болевого синдрома по шкале VAS, скорость восстановления функции коленного сустава, количество послеоперационных осложнений.

**Результаты.** Продолжительность операции в изучаемых группах составила  $70 \pm 15,4$  мин в группе I (поздний релиз) и  $95 \pm 27,5$  мин в группе II (ранний релиз) ( $p = 0,001$ ). На 7-е сутки после выполненного оперативного вмешательства были отмечены статистически значимые отличия ( $p < 0,05$ ): снижение уровня показателей гемоглобина, эритроцитов и гематокрита у больных, которым выполняли ранний релиз пневмотурникета, было более выраженным. При оценке скорости восстановления функции коленного сустава по шкале KSS, интенсивности болевого синдрома, количества ишемических и тромбозмболических осложнений значимых статистических отличий у пациентов обеих групп выявлено не было.

**Заключение.** Применение пневмотурникета на протяжении всей операции с релизом турникета после ушивания операционной раны не приводит к резкому увеличению количества ишемических и тромбозмболических осложнений. В то же время, применение данной методики в значительной степени сохраняет показатели гемоглобина, эритроцитов и гематокрита на высоком уровне, без их критического снижения.

**Ключевые слова:** эндопротезирование коленного сустава, пневмотурникет, кровопотеря, кровосбережение.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17

Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Коган П.Г. Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз? *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):9-17. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17.

**Cite as:** Chugaev D.V., Kornilov N.N., Kogan P.G. [Efficiency and Safety of Tourniquet during Total Knee Arthroplasty: When to Perform Release?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4): 9-17. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17.

Чугаев Дмитрий Валерьевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Dmitry V. Chugaev. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: dr.chugaev@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 31.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 01.11.2017.

# Efficiency and Safety of Tourniquet during Total Knee Arthroplasty: When to Perform Release?

D.V. Chugaev, N.N. Kornilov, P.G. Kogan

*Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia*

## Abstract

Use of a pneumatic tourniquet during total knee arthroplasty is an effective option allowing reduction of the time of surgery and intraoperative blood loss. At the same time, there are a lot of researchers who advocate differing tactical approaches to the duration of the tourniquet application — the so-called “early” and “late” releases.

*Purpose of the study.* To assess the effectiveness and safety of various methods of tourniquet use during primary total knee arthroplasty.

*Material and methods.* 72 patients with end-stage knee osteoarthritis were randomly divided into two equal prospective groups: 1) keeping the tourniquet throughout the surgery, including wound closure (late release); 2) performing knee arthroplasty using the tourniquet until after implantation of the prosthesis component and implementation of hemostasis after the release of the tourniquet (early release). Such aspects as perioperative blood loss and changes in blood counts, blood transfusion volume, and severity of pain on the VAS scale, the rate of recovery of the knee joint function and number of postoperative complications were assessed during hospital stay of patients.

*Results.* The duration of procedures was  $70 \pm 15,4$  min for the Group I with tourniquet throughout surgery (late release) and  $95 \pm 27,5$  for the Group II with early release ( $p = 0,001$ ). On the 7th day after the arthroplasty the authors observed statistically significant differences ( $p < 0,05$ ) in the dynamics of reducing the level of hemoglobin, red blood cells and hematocrit in patients of compared groups — in patients who underwent late release of the tourniquet, these indicators were higher. When assessing the rate of recovery of knee joint function according to the KSS -and the intensity of the pain syndrome no significant statistical differences were found in the patients of both groups.

*Conclusion.* Application of the tourniquet throughout the surgery to release after closure of the surgical wound does not lead to a sharp increase in the number of ischemic and thromboembolic complications, while at the same time, the application of this methodology to a large extent maintains hemoglobin indicators, red blood cells and hematocrit at a high level without a critical decrease.

**Keywords:** knee arthroplasty, intraoperative blood loss, tourniquet, drain.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-9-17

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Несмотря на то, что применение пневмотурникета (жгута) во время артропластики коленного сустава, по мнению ряда авторов, может быть ассоциировано с ишемическим повреждением четырехглавой мышцы бедра, более выраженным болевым синдромом в послеоперационном периоде, проблемами с заживлением послеоперационной раны и увеличением количества тромбоэмболических осложнений, пневмотурникет в ортопедии применяется достаточно широко [1–6]. Этому способствуют очевидные преимущества, которые он позволяет получить: уменьшение продолжительности оперативного вмешательства, снижение объема интраоперационной кровопотери, отличная визуализация во время оперативного вмешательства, обеспечение оптимальных условий для цементной фиксации имплантата [7–9].

На настоящий момент существует несколько методик, применяемых при тотальном эндопротезировании коленного сустава:

1) использование интраоперационно жгута, который обеспечивает минимальную кровопотерю во время операции, но зачастую не позволяет выполнить адекватный гемостаз;

2) отказ от использования во время операции пневмотурникета, что не препятствует выполнению тщательного последовательного гемостаза на разных этапах оперативного вмешательства;

3) использование пневмотурникета во время оперативного вмешательства, релиз пневмотурникета, выполнение гемостаза и ушивание операционной раны без жгута [10].

Кроме непосредственно факта использования жгута во время артропластики коленного сустава, значимым влиянием на развитие осложнений и эффективность турникета может обладать и методика его использования, в частности, на каком этапе вмешательства будет произведен его релиз [7]. С одной стороны, использование пневмотурникета до окончания полимеризации цемента, его ранний релиз и выполнение гемостаза, позволяют

оценить степень кровоточивости мягких тканей и произвести коагуляцию поврежденных во время хирургического доступа кровеносных сосудов. С другой стороны, за счет эффекта постишемической гиперемии кровотечение бывает более значимым, чем без использования жгута, и в течение короткого времени приводит к большому объему интраоперационной кровопотери [11]. Многие авторы, изучающие различные методики применения пневмотурникета, рекомендуют использовать его на протяжении всего оперативного вмешательства с ушиванием раны наглухо, без дренирования полости коленного сустава [12, 13]. Повсеместное применение подобного подхода ограничивает разумное опасение многих ортопедов относительно возможности интраоперационного повреждения крупного сосуда, отсутствие контроля за качеством выполнения гемостаза и риск развития в послеоперационном периоде гемартроза [14]. Если хирургическое вмешательство затягивается более чем на 1,5–2 ч, время также может выступать фактором, обуславливающим необходимость релиза пневмотурникета, чтобы избежать ишемического повреждения мягких тканей и увеличения риска тромбоэмболических осложнений [15]. Хотя большинство современных исследований показывают, что подобная тактика эффективна в отношении кровосбережения и безопасна в плане развития послеоперационных осложнений [16]. При проведении анализа литературы по данному вопросу обращают на себя внимание противоречивые выводы исследователей, зачастую пропагандирующих диаметрально противоположные подходы к кровосбережению при первичной артропластике коленного сустава, что не позволяет окончательно и с абсолютной уверенностью выбрать единственно верный подход.

**Цель исследования** — оценить эффективность и безопасность применения различных методик использования пневмотурникета во время первичного тотального эндопротезирования коленного сустава.

### Материалы и методы

Среди изучаемых пациентов преобладали больные с гонартрозом, сочетающимся с варусной деформацией на уровне коленного сустава (фронтальная деформация до 25°). В исследование не были включены пациенты с обширными дефектами костей, формирующих коленный сустав, требующие использования различного рода пластических вмешательств на коленном суставе и использования эндопротезов с повышенной фронтальной стабилизацией.

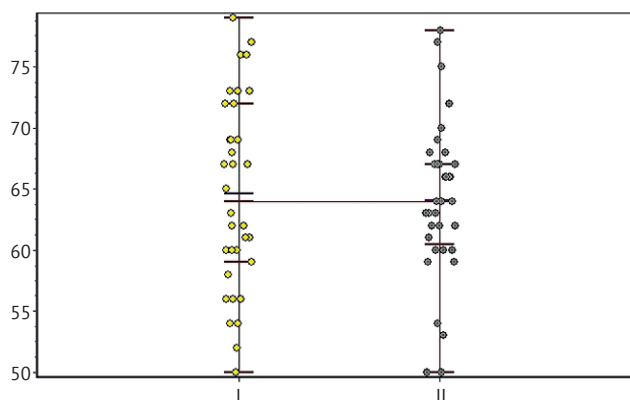
Семьдесят два пациента с терминальной стадией гонартроза, нуждающихся в выполнении то-

тального эндопротезирования коленного сустава, с индексом массы тела менее 42, были рандомизированно разделены на две проспективные группы, отличающиеся по типу используемого хирургического кровосберегающего пособия:

I группа (n = 36) (поздний релиз турникета), где применяли пневмотурникет на протяжении всего оперативного вмешательства, включая ушивание раны;

II группа (n = 36) (ранний релиз турникета), где использовали пневмотурникет до окончания имплантации компонентов эндопротеза и выполняли гемостаз после релиза пневмотурникета с последующим ушиванием операционной раны.

Средний возраст пациентов в группе с пневмотурникетом на протяжении всего оперативного вмешательства составил  $64,6 \pm 7,5$  лет, в группе с гемостазом перед ушиванием раны —  $63,9 \pm 6,7$  лет. Статистически значимых различий значений возраста получено не было ( $p > 0,05$ ) (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение пациентов по возрасту (группа I — пневмотурникет на протяжении всей операции без дренажа, группа II — релиз турникета перед ушиванием раны и гемостазом без дренажа) ( $p > 0,05$ )

**Fig. 1.** Patients distribution depending on age (group I — tourniquet during the whole surgery without drain, group II — tourniquet release prior to wound closure and hemostasis without drain) ( $p > 0,05$ )

### Хирургическое лечение пациентов

В качестве анестезиологического пособия применяли спинномозговую анестезию с использованием бупивакаина в дозировке 15–20 мг. Всем пациентам за 30 мин до начала операции вводили 1,5 г транексамовой кислоты внутривенно. Оперативное лечение производили в положении пациента на спине, с оперируемой нижней конечностью фиксированной упором ортопедического стола. На верхнюю треть бедра накладывали пневмотурникет, который активировали, создавая в манжете давление 270–300 мм рт. ст. У всех пациентов был применен передний доступ

к коленному суставу (передне-медиальный — для пациентов с варусной деформацией и передне-латеральный по Кемблишу — у пациентов с вальгусной деформацией). С помощью стандартного набора инструментов для выполнения артропластики коленного сустава с использованием общепринятых методик выполняли костные резекции бедренной и большеберцовой костей, подготавливали ложа для компонентов эндопротеза, выполняли их цементирование и ушивание раны. Среди имплантированных эндопротезов в обеих группах преобладали имплантаты с сохранением передней крестообразной связки (CR) — 87%. Дренирование полости коленного сустава у пациентов изучаемых групп не выполняли.

Сравнение между двумя группами было проведено по следующим параметрам: объем интра- и послеоперационной кровопотери: лабораторные показатели крови (гемоглобин, количество эритроцитов, гематокрит), потребность в переливании гемотрансфузионных сред, выраженность болевого синдрома по шкале VAS, скорость восстановления функции коленного сустава (опороспособность, амплитуда и овладение весом конечности), количество послеоперационных осложнений.

В связи с несовершенством существующих в настоящий момент индексов для определения объема интраоперационной кровопотери невозможно учесть в рутинной работе операционной бригады такие факторы, как испарение крови, пропитывание кровью мягких тканей и операционного белья и иные виды латентной кровопотери. Поэтому для определения объема интраоперационной кровопотери нами была использована визуальная метрическая оценка количества собранной в градуированную колбу аспиратора жидкости.

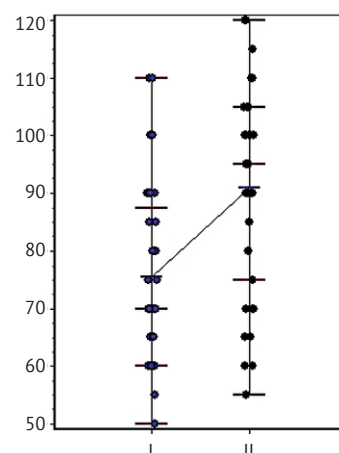
В послеоперационном периоде у пациентов клинически оценивали наличие ишемических и тромбоземболических осложнений, а накануне перед выпиской из стационара выполняли УЗИ вен нижних конечностей.

После получения исходных данных пациентов были составлены электронные таблицы с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Для статистической обработки полученных данных мы использовали программы InStat+ ver.3.37 (2005) и Past ver.2.17 (2012). Большая часть исследуемых данных не соотносилась с нормальным распределением, поэтому для их обработки мы использовали методы непараметрической статистики.

## Результаты

Средняя продолжительность операции составила  $70 \pm 15,4$  мин для I группы (с пневмотурникетом) в течение всего оперативного вмешательства

и  $95 \pm 27,5$  для II группы, в которой перед ушиванием раны производили гемостаз (рис. 2).



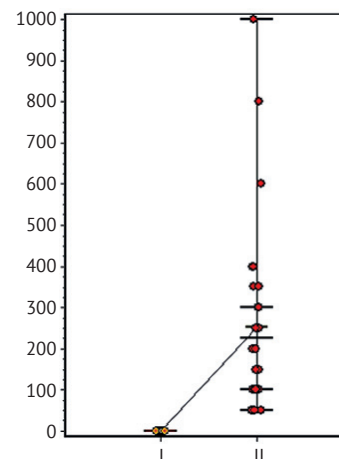
**Рис. 2.** Продолжительность оперативного вмешательства в изучаемых группах, мин ( $p = 0,001$ )

**Fig. 2.** Surgery time in studied groups, min ( $p = 0,001$ )

Операция в группе I проходила значительно быстрее, чем в группе II ( $p = 0,001$ ). В среднем продолжительность хирургического вмешательства в группе I была меньше на  $15 \pm 11,6$  мин.

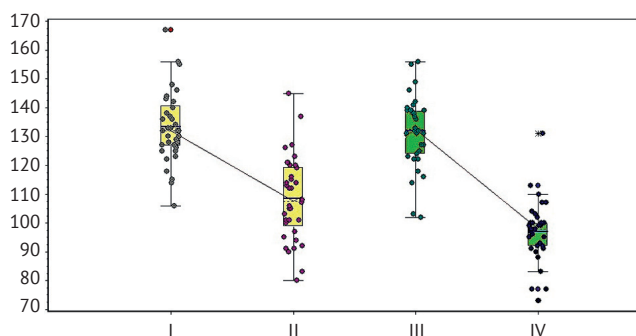
Статистическая оценка показателей кровопотери в I группе (с пневмотурникетом на протяжении всего оперативного вмешательства) по сравнению с группой II (с гемостазом перед ушиванием раны) не производилась в связи с нулевыми значениями кровопотери в группе I (рис. 3).

При оценке уровня гемоглобина у обследуемых пациентов до операции были зафиксированы статистически не отличающиеся показатели ( $p = 0,9$ ) ( $133,4 \pm 12,3$  г/л в группе I (I на рис. 4) и  $132 \pm 12,5$  г/л в группе II (III на рис. 4)). На 7-е сутки после выполненного оперативного вмешательства были отмечены статистически значимые отличия ( $p = 0,02$ ) в динамике снижения уровня гемоглобина между группами, в среднем составившие  $108,4 \pm 14,5$  г/л (для группы с пневмотурникетом на протяжении всей операции) (II на рис. 4) и  $96,9 \pm 10,7$  г/л (для группы с гемостазом перед ушиванием операционной раны) (IV на рис. 4).



**Рис. 3.** Объем интраоперационной кровопотери в изучаемых группах, мл

**Fig. 3.** Intraoperative blood loss in studied groups, ml

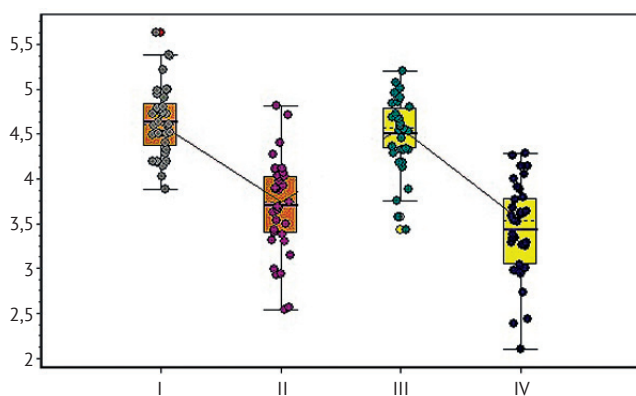


**Рис. 4.** Показатели уровня гемоглобина до операции и на 7-е сутки послеоперационного периода в изучаемых группах, г/л

**Fig. 4.** Hemoglobin values prior to surgery and on 7th day after the surgery in studied groups, g/l

Разница в уровне гемоглобина до и после операции для группы с поздним релизом турникета составила  $24,9 \pm 12,5$  г/л, и  $35 \pm 12,3$  — для группы с ранним релизом, причем полученные значения оказались статистически значимо ( $p = 0,03$ )

Показатели уровня эритроцитов в крови изучаемых пациентов до операции статистически не отличались ( $p = 0,3$ ) (I и III на рис. 5), но после выполненного оперативного вмешательства демонстрировали сходную с показателями гемоглобина динамику снижения, наиболее выраженную в группе пациентов, которым выполнялся гемостаз перед ушиванием операционной раны ( $p = 0,04$ ) (II и IV на рис. 5). Разница в уровне эритроцитов до и после операции для группы с поздним релизом турникета составила  $0,9 \pm 0,4$  г/л и  $1,06 \pm 0,4$  г/л для группы с ранним релизом.

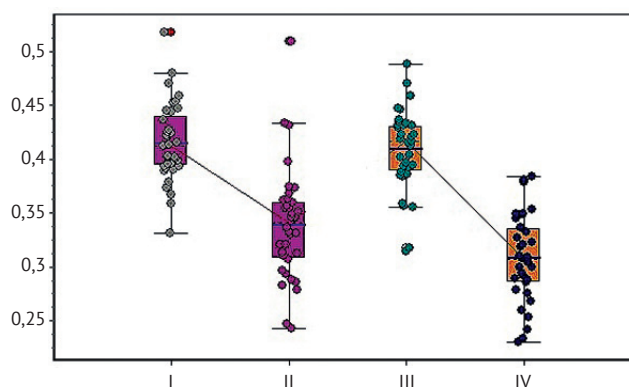


**Рис. 5.** Показатели уровня эритроцитов до операции и на 7-е сутки послеоперационного периода в изучаемых группах,  $\times 10^{12}$

**Fig. 5.** Red blood cells level prior to surgery and on 7<sup>th</sup> day after the surgery in the groups,  $\times 10^{12}$

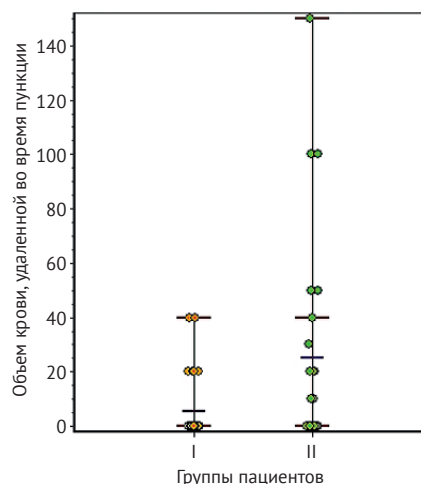
Показатели уровня гематокрита на дооперационном этапе (I и III на рис. 6) также статистически значимо не отличались ( $p = 0,7$ ). В раннем послеоперационном периоде разница в уровне гематокрита для группы с поздним релизом турникета составила  $0,07 \pm 0,04$  г/л, и  $0,1 \pm 0,03$  г/л для группы с ранним релизом.

Количество пункций коленного сустава в послеоперационном периоде было сопоставимо в изучаемых группах ( $p = 0,2$ ), но объем крови, эвакуированной из полости коленного сустава, был больше в группе II ( $p < 0,05$ ) (рис. 7, табл.).



**Рис. 6.** Показатели уровня гематокрита до операции и на 7-е сутки послеоперационного периода в изучаемых группах, г/л

**Fig. 6.** Hematocrit levels prior to surgery and on 7<sup>th</sup> day after the surgery in the groups, g/l



**Рис. 7.** Объем крови, удаленной из полости коленного сустава во время пункции, мл

**Fig. 7.** Blood volume evacuated from joint space aspiration, ml

**Количество пункций коленного сустава в изучаемых группах**  
**The number of knee aspirations in groups**

Группы пациентов	Количество пациентов в группе, <i>n</i>	Количество пункций коленного сустава, <i>n</i>	Количество пункций коленного сустава, %	Количество пациентов, которым понадобилось выполнение двух и более пункций
I	36	8	22,22	1
II	36	17	38,89	4

Переливание гемотрансфузионных сред понадобилось в двух случаях, причем оба пациента были из группы II, в которой выполняли релиз турникета и гемостаз перед ушиванием операционной раны. По одному послеоперационному осложнению зафиксировано в обеих группах: в группе I — краевой некроз раны, благополучно разрешившийся после консервативного лечения, и в группе II — гематома операционной раны, потребовавшая санирующего вмешательства с благоприятным клиническим исходом.

При оценке скорости восстановления функции коленного сустава по шкале KSS, интенсивности болевого синдрома, возможности овладения весом конечности значимых статистических отличий у пациентов обеих групп выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

На протяжении 3 мес. после операции среди пациентов обеих групп не зафиксировано ни одного случая перипротезной инфекции, тромбоемболических осложнений (тромбоз вен нижних конечностей, ТЭЛА).

### Обсуждение

Высокий уровень объема периоперационной кровопотери во время эндопротезирования коленного сустава обусловлен рядом факторов, таких как травматичность вмешательства; обильная васкуляризация мягких тканей, окружающих коленный сустав; наличие обширных костных ран (костные ложа для компонентов эндопротеза) [17, 18]. Диффузная кровоточивость из мягких тканей и костных опилов приводит к ухудшению визуализации в операционной ране, ухудшает цементную технику, приводит к развитию постгеморрагической анемии в послеоперационном периоде, что требует простых и эффективных решений по профилактике данных негативных аспектов, сопутствующих артропластике.

У пациентов, включенных в наше исследование, не было зафиксировано тромбоемболических осложнений. Но стоит указать, что в современных условиях частота этих осложнений столь мала, что для изучения влияния турникета, отказа от дренирования и прочих факторов, группы исследова-

ния должны быть значительно больше. Исследуя изменения показателей гемоглобина, эритроцитов и гематокрита, наилучшие показатели мы выявили в группе с поздним релизом турникета. Опыт применения данной методики позволил установить, что отказ от осуществления гемостаза после выполненного основного этапа хирургического пособия, не влечет за собой необходимость выполнения большего количества пункций коленного сустава.

Проблема так называемого раннего релиза турникета и его целесообразности достаточно активно обсуждается в литературе, хотя консенсус по данному вопросу не достигнут. Так, P. Zhang с соавторами, проведя анализ 16 исследований, пришли к выводу, что ранний релиз турникета (перед ушиванием операционной раны) статистически значимо увеличивает объем периоперационной кровопотери, что в значительной степени нивелирует благоприятные эффекты использования жгута, хотя в то же время выполнение гемостаза перед ушиванием операционной раны позволило уменьшить количество периоперационных осложнений, в первую очередь, — «малых инфекционных» [11]. Сходные результаты были получены и в нашем исследовании, в котором группа пациентов с ранним релизом турникета показала худшие результаты по показателям снижения гемоглобина / эритроцитов / гематокрита и количеству эвакуированной во время пункций крови по сравнению с группой пациентов с поздним релизом жгута. Метаанализ, выполненный K.R.V.S. Rama с соавторами, также выявил статистически значимый кровосберегающий эффект релиза пневмотурникета после ушивания операционной раны, хотя так же, как и в метаанализе P. Zhang с соавторами, количество осложнений, связанных с заживлением операционной раны, было больше [7]. Сходные данные получены С. Yildiz с соавторами, по результатам исследования которых релиз пневмотурникета после ушивания операционной раны и перекрытие дренажной трубки в течение первых 6 ч после операции позволили уменьшить послеоперационную кровопотерю и величину снижения уровня гемогло-

бина [19]. Подобная тактика была подтверждена и метаанализом, выполненным T.W. Tai с соавторами, которые показали, что перекрытие дренажа после тотального эндопротезирования на срок 3–4 ч не оказывает негативного воздействия на количество послеоперационных осложнений и реабилитацию, но значительно уменьшает дренажную кровопотерю и благоприятно влияет на уровень гемоглобина у исследуемых пациентов в послеоперационном периоде [20].

Логическим продолжением тактики перекрытия дренажа является применение пневмотурникета с его релизом после ушивания раны и отказ от дренирования полости коленного сустава. P.R. Padala с соавторами, используя интраоперационно медикаментозный «коктейль» с адреналином и отказавшись от дренирования полости коленного сустава, установили, что данная методика показывает хороший кровосберегающий результат и безопасна для пациента [21]. Сходным образом мы поступили и в нашем исследовании, отказавшись от дренирования полости коленного сустава, причем это решение, как и в сходных работах, не привело к тому, чтобы результаты эндопротезирования (нарушение заживления раны, рецидивирующие массивные гемартрозы, глубокая инфекция, проблемы ранней реабилитации) статистически значительно изменились.

Оригинальное исследование было выполнено C.S. Oh с соавторами, которые оценивая безопасность применения жгута, для минимизации риска осложнений, связанных с его применением, в первую очередь у пациентов старшей возрастной группы, изучали эффект ишемического preconditionирования, заключающийся в подготовке головного мозга и других внутренних органов к резкому увеличению концентрации продуктов метаболизма, высвобождающихся при выполнении релиза пневмотурникета. Исследователи накладывали манжеты пневмотурникета на оба бедра пациента и до выполнения хирургического доступа производили активацию манжеты турникета на контралатеральной оперируемой конечности трижды с экспозицией по 15 мин. Полученные исследователями данные показывают, что описываемый прием в значительной степени снижает негативные эффекты использования пневмотурникета и может быть использован рутинно, преимущественно у пациентов пожилого возраста [22]. Каждая из описанных выше методик имеет свои положительные и отрицательные стороны, но в настоящее время используется исходя зачастую лишь из личных предпочтений оперирующего хирурга, и можно констатировать, что ни в России, ни за рубежом нет единства в определении наиболее рациональной тактики применения пневмотурникета.

Все вышеуказанные исследования имеют определенные ограничения, связанные с количеством пациентов, использованными конструкциями (только заднестабильзированные или эндопротезы с сохранением задней крестообразной связки), с использованием дренажа или отказом от него. Безусловно, проведенное нами исследование также имеет ограничения, так как не были изучены результаты использования пневмотурникета у пациентов с гонартрозом, сопровождающимся тяжелой деструкцией коленного сустава, у пациентов, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование. В этих случаях из-за большей продолжительности оперативного вмешательства и зачастую значительных технических трудностей время операции превышает допустимое время экспозиции жгута. Патологически измененные мягкие ткани коленного сустава при ревизионных вмешательствах обладают большей тенденцией к кровоточивости, чем мягкие ткани интактного коленного сустава. Пациенты с терминальным ожирением также являются не самым благоприятным объектом для применения пневмотурникета во время тотального эндопротезирования, так как крайне выраженный слой подкожной жировой клетчатки не позволяет манжете пневмотурникета обеспечить достаточную компрессию и использовать жгут эффективно. Нами не рассматривалась в качестве осложнения выраженная имбибиция кожи и подкожной жировой клетчатки кровью, так как мы не выявили корреляции между так называемыми «гематомами» и значимым снижением уровня гемоглобина и эритроцитов и трудностями с ранней реабилитацией.

### Заключение

Учитывая тот факт, что большинству пациентов было выполнено стандартное первичное эндопротезирование коленного сустава, не требовавшее замещения костных дефектов костей, формирующих коленный сустав, или использования ревизионных систем, объем кровопотери во всех изучаемых группах не был критическим. Но в то же время существующая на дооперационном этапе анемия, скрытая кровопотеря, продолжающаяся после укрытия послеоперационной раны капиллярное кровотечение и другие факторы приводили к развитию у обследуемых пациентов постгеморрагической анемии.

Проведенное исследование показало, что применение пневмотурникета на протяжении всей операции не приводит к резкому увеличению количества ишемических и тромбоэмболических осложнений у пациентов изучаемых групп и в значительной степени сохраняет показатели гемоглобина, эритроцитов и гематокрита на высоком уровне, без их критического снижения.

Исследуя динамику изменения показателей гемоглобина, эритроцитов и гематокрита, наилучшие мы выявили в группе с поздним релизом турникета без дренирования коленного сустава и без выполнения гемостаза перед ушиванием раны. Опыт применения данной методики позволил установить, что отказ от осуществления гемостаза после выполненного основного этапа хирургического пособия не приводит к увеличению частоты пункций коленного сустава. Динамика изменения интенсивности болевого синдрома и уровень восстановления функциональной активности прооперированных пациентов находилась на сходном уровне без статистически значимых отличий.

Таким образом, можно заключить, что применение позднего релиза турникета с отказом от дренирования полости коленного сустава без выполнения гемостаза является безопасной и эффективной процедурой, обладающей высокой кровосберегающей способностью. Применение пневмотурникета в пределах 270–300 мм рт. ст. не приводит к увеличению интенсивности болевого синдрома и не ассоциировано с большим количеством послеоперационных осложнений и может быть рекомендовано как высокоэффективная опция при тотальном эндопротезировании.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература / References

- Olivecrona C., Tidermark J., Hamberg P., Ponzer S., Cederfjäll C. Skin protection underneath the pneumatic tourniquet during total knee arthroplasty: A randomized controlled trial of 92 patients. *Acta Orthop.* 2006;77(3):519-523. DOI: 10.1080/17453670610012539.
- Din R., Geddes T. Skin protection beneath the tourniquet a prospective randomized trial. *ANZ J Surg.* 2004;74(9):721-722. DOI: 10.1111/j.1445-1433.2004.03143.x.
- Mayer C., Franz A., Harmsen J.-F., Queitsch F., Behringer M., Beckmann J., Krauspe R., Zilkens C. Soft-tissue damage during total knee arthroplasty. *J Orthop.* 2017;14(3):347-353. DOI: 10.1016/j.jor.2017.06.015.
- Abdel-Salam A., Eyres K.S. Effects of tourniquet during total knee arthroplasty. A prospective randomised study. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(2):250-253.
- Yi S., Tan J., Chen C., Chen H., Huang W. The use of pneumatic tourniquet in total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(10):1469-1476. DOI: 10.1007/s00402-014-2056-y.
- Guler O., Mahirogullari M., Isyar M., Piskin A., Yalcin S., Mutlu S., Sahin B. Comparison of quadriceps muscle volume after unilateral total knee arthroplasty with and without tourniquet use. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(8):2595-2605. DOI: 10.1007/s00167-015-3872-5.
- Rama K.R.B.S., Apsingi S., Poovali S., Jetti A. Timing of tourniquet release in knee arthroplasty. Meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):699-705. DOI: 10.2106/JBJS.F.00497.
- Vertullo C.J., Nagarajan M. Is cement penetration in TKR reduced by not using a tourniquet during cementation? A single blinded, randomized trial. *J Orthop Surg.* 2017;25(1):230949901668432. DOI: 10.1177/2309499016684323.
- Verburg H., van de Ridder L.C., Verhoeven V.W.J., Pilot P. Validation of a measuring technique with computed tomography for cement penetration into trabecular bone underneath the tibial tray in total knee arthroplasty on a cadaver model. *BMC Med Imaging.* 2014;14(1):29. DOI: 10.1186/1471-2342-14-29.
- Huang Z.Y., Pei F.X., Ma J., Yang J., Zhou Z.K., Kang P., De, Shen B. Comparison of three different tourniquet application strategies for minimally invasive total knee arthroplasty: a prospective non-randomized clinical trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(4):561-570. DOI: 10.1007/s00402-014-1948-1.
- Zhang P., Liang Y., He J., Fang Y., Chen P., Wang J. Timing of tourniquet release in total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(17):e6786. DOI: 10.1097/MD.0000000000006786.
- Lee Q.J., Mak W.P., Hau W.S., Yeung S.T., Wong Y.C., Wai Y.L. Short duration and low suction pressure drain versus no drain following total knee replacement. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2015;23(3):278-281. DOI: 10.1177/230949901502300302.
- Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Сорокин Е.П. Современные хирургические аспекты кровосбережения в тотальном эндопротезировании коленного сустава (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал.* 2017;13(2):273-279. Chugaev D.V., Kornilov N.N., Sorokin E.P. [Modern surgical aspects in blood loss management in total knee arthroplasty]. *Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal* [Saratov Journal of Medical Scientific Research] 2017;13(2):273-279. (in Russian).
- Papalia R., Zampogna B., Franceschi F., Torre G., Maffulli N., Denaro V. Tourniquet in knee surgery. *Br Med Bull.* 2014;111(1):63-76. DOI: 10.1093/bmb/ldu012.
- Власов С.В., Сафронов Н.Ф., Власова И.В., Тлеубаева Н.В. Факторы риска тромбогеморрагических осложнений при эндопротезировании коленного сустава. *Политравма.* 2009;(2):36-41. Vlasov S.V., Safronov N.F., Vlasova I.V., Tleubaeva N.V. [Risk factors of thrombohemorrhagic complications in knee joint endoprosthesis]. *Politravma* [Polytrauma]. 2009;(2):36-41. (in Russian).
- Huang Z., Ma J., Zhu Y., Pei F., Yang J., Zhou Z., Kang P., Shen B. Timing of tourniquet release in total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2015;38(7):445-451. DOI: 10.1097/MD.0000000000006786.
- Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Артропластика коленного сустава. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2012. 228 p. Kulyaba T.A., Kornilov N.N. Arthroplastika kolennogo sustava [Total knee arthroplasty]. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena, 2012. 228 p. (in Russian).
- Чугаев Д.В., Корячкин В.А., Корнилов Н.Н., Сорокин Е.П. Нехирургические методики кровосбережения у больных при тотальном эндопротезировании коленного сустава (обзор литературы). *Трансфузиология.* 2017;18(1):23-28. Chugaev D.V., Koryachkin V.A., Kornilov N.N., Sorokin E.P. [Nonsurgical blood loss management technique in patients with total knee arthroplasty (Literature review)]. *Transfuziologija* [Transfusiology]. 2017;18(1):23-28. (in Russian).



19. Yildiz C., Koca K., Kocak N., Tunay S., Basbozkurt M. Late tourniquet release and drain clamping reduces postoperative blood loss in total knee arthroplasty. *HSS J.* 2014;10(1):2-5. DOI: 10.1007/s11420-013-9363-7.
20. Tai T.-W., Yang C.-Y., Jou I.-M., Lai K.-A., Chen C.-H. Temporary drainage clamping after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty.* 2010;25(8):1240-1245. DOI: 10.1016/j.arth.2009.08.013.
21. Padala P.R., Rouholamin E., Mehta R.L. The role of drains and tourniquets in primary total knee replacement: a comparative study of TKR performed with drains and tourniquet versus no drains and adrenaline and saline infiltration. *J Knee Surg.* 2004;17(1):24-27.
22. Oh C.-S., Kim S.-H., Lee J., Rhee K.Y. Impact of remote ischaemic preconditioning on cerebral oxygenation during total knee arthroplasty. *Int J Med Sci.* 2017;14(2):115-122. DOI: 10.7150/ijms.17227.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ:

*Чугаев Дмитрий Валерьевич* — лаборант-исследователь отделения диагностики заболеваний и повреждений ОДС, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Корнилов Николай Николаевич* — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Коган Павел Геннадьевич* — лаборант-исследователь отделения лечения травм и их последствий, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Dmitry V. Chugaev* — Researcher, Orthopaedic Surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Nikolai N. Kornilov* — Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Pavel G. Kogan* — Researcher, Orthopaedic Surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

# Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонка?

С.В. Виссарионов<sup>1,2</sup>, К.А. Картавенко<sup>1</sup>, Д.Н. Кокушин<sup>1</sup>, А.Г. Баиндурашвили<sup>1,2</sup>,  
С.М. Белянчиков<sup>1</sup>, Н.О. Хусаинов<sup>1</sup>, А.В. Овечкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России  
Парковая ул., д. 64-68, Пушкин, Санкт-Петербург, 196603, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»  
Минздрава России  
Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

## Реферат

**Цель исследования** — сравнить эффективность хирургической коррекции врожденной деформации позвоночника поясничной локализации путем экстирпации или частичной резекции аномального позвонка у пациентов детского возраста.

**Материал и методы.** Проведено клинико-лучевое исследование 68 пациентов с врожденной деформацией поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка. Возраст пациентов варьировал от 6 мес. до 16 лет 2 мес. (в среднем 4 года 5 мес.). Распределение по полу — 41 девочка, 27 мальчиков. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от объема удаляемых структур аномального позвонка. В 1-ю группу вошли 52 пациента, которым выполняли экстирпацию полупозвонка, во 2-ю группу 16 пациентов с частичной резекцией тела аномального позвонка. Сроки наблюдения: от 2 до 9 лет (в среднем — 3 года 10 мес.).

**Результаты.** У пациентов 1-й группы угол сколиоза после операции составил 0–21°, угол остаточного локального кифоза от –33° до 9°. Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 0 до 22°, кифотического — от –31 до 10°. У пациентов 2-й группы величина сколиоза после операции составила от 3 до 27°, остаточного локального кифоза — от –30 до 12°. Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 7 до 41°, кифотического — от –26° до 8°. Выявлены значимые различия в величине угла сколиоза после операции и коррекции сколиотического компонента врожденной деформации позвоночника: в 1-й группе угол сколиоза после операции в среднем составил 3,3° (коррекция — 94%), во 2-й группе — 13,6° (коррекция — 80%) ( $p < 0,05$ ). Угол сколиоза в отдаленном периоде у пациентов 1-й группы составил в среднем 5° (коррекция — 92%) и был статистически значимо меньше ( $p < 0,05$ ), чем у пациентов 2-й группы, где угол сколиоза составил в среднем 18,3° коррекция — 62%.

**Заключение.** Экстирпация полупозвонка со смежными дисками позволила достичь практически полного исправления имеющегося врожденного искривления металлоконструкцией с фиксацией минимального количества позвоночно-двигательных сегментов, создать благоприятные условия для физиологического развития позвоночного столба в процессе роста ребенка и сохранить стабильность достигнутого результата в отдаленном послеоперационном периоде. Таким образом, при коррекции врожденного сколиоза у детей на фоне изолированного нарушения формирования позвонка в поясничном отделе позвоночника рационально проводить полное удаление аномального позвонка вне зависимости от возраста пациента.

**Ключевые слова:** врожденный сколиоз, экстирпация полупозвонка, частичная резекция тела полупозвонка.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28

Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Баиндурашвили А.Г., Белянчиков С.М., Хусаинов Н.О., Овечкина А.В. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонка? *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):18-28.  
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28.

**Cite as:** Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Baidurashvili A.G., Belyanchikov S.M., Khusainov N.O., Ovechkina A.V. [Surgical Treatment of Children with Congenital Lumbar Scoliosis: Complete or Partial Resection of Malformed Vertebrae?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):18-28. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28.

Кокушин Дмитрий Николаевич. Парковая ул., д. 64-68, Пушкин, Санкт-Петербург, 196603, Россия / Dmitry N. Kokushin. 41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russian Federation; e-mail: turner01@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 24.11.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 04.12.2017.

# Surgical Treatment of Children with Congenital Lumbar Scoliosis: Complete or Partial Resection of Malformed Vertebrae?

S.V. Vissarionov<sup>1,2</sup>, K.A. Kartavenko<sup>1</sup>, D.N. Kokushin<sup>1</sup>, A.G. Baidurashvili<sup>1,2</sup>, S.M. Belyanchikov<sup>1</sup>, N.O. Khusainov<sup>1</sup>, A.V. Ovechkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics  
Parkovaya ul., 6468, Pushkin, St. Petersburg, Russian Federation, 196603

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University  
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russian Federation

## Abstract

*The purpose of the study* – to compare the effectiveness of surgical correction of spine lumbar congenital deformity by complete or partial resection of the abnormal vertebra in children.

*Material and Methods.* 68 children with isolated congenital malformation of the lumbar area of the spine were evaluated both clinically and instrumentally. Age of the patients was 6 months – 16 years 2 months (mean – 4 years 5 months). There were 41 female and 27 male patients. Patients were divided in two groups depending on the volume of the surgery. First group ( $n = 52$ ) consisted of patients treated with complete hemivertebrae resection. Second group ( $n = 16$ ) consisted of patients treated with partial resection of the malformed vertebrae.

*Results.* After the surgery in the 1st group scoliotic curve was 0 to 21° and kyphotic curve was from -33 to 9°. 9 years post-op scoliotic and kyphotic curves were 0 to 22° and -31 to 10° respectively. In the 2nd group scoliotic curve was 3 to 27° and kyphotic curve was from -30 to 12°. 9 years post-op scoliotic and kyphotic curves were 7 to 41° and -26 to 8° respectively. Significant differences in the amount of scoliotic curve correction were revealed between the groups: in the 1st group mean Cobb angle for the scoliotic curve after surgery was 3,3° (correction – 94%), in the 2nd group – 13,6° (correction – 80%) ( $p < 0,05$ ). Mean Cobb angle for the scoliotic curve in the long-term period was 5° (correction – 92%) for the 1st group which was significantly lower ( $p < 0,05$ ) comparing to the 2nd group (mean Cobb angle 18,3° correction – 62%).

*Conclusion.* Our data showed higher efficacy of the complete resection of the hemivertebrae comparing to its partial resection in pediatric patients with isolated malformation in the lumbar spine. Complete removal of the vertebrae body, its growth plates and disks allowed to achieve radical correction of the deformity and to perform short fusion of the adjacent segments which was crucial for further normal growth and development of the child's spine with saving the results in the long-term period. Thus complete resection of the malformed vertebrae with radical correction and short segment fusion is the most appropriate option in surgical treatment of pediatric patient of any age with isolated vertebrae malformation in the lumbar spine.

**Keywords:** congenital scoliosis, hemivertebrae extirpation, hemivertebrae partial resection.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-18-28

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** this study was carried out within the framework of the Union State program «Development of new spinal systems using prototyping technologies in the surgical treatment of children with severe congenital deformities and spine injuries».

## Введение

Врожденный сколиоз, обусловленный нарушением формирования позвонков – самый частый порок развития позвоночника, приводящий к прогрессирующему характеру течения деформации [1–4].

Различные подходы к хирургическому лечению врожденных деформаций позвоночного столба при изолированном полупозвонке в зависимости от возраста пациентов и их результаты описаны в многочисленных работах последнего десятилетия [5–9, 12–15]. J. Dubousset с соавторами считают, что оперативное лечение детей при изолированном нарушении формирования позвонка целесообразно выполнять в младенческом возрасте, обосновывая такое положение менее тяжелым послеоперационным периодом у этой категории

пациентов по сравнению с течением восстановительного периода у больных старшей возрастной группы [9]. X. Peng с соавторами утверждают, что резекция полупозвонка и коррекция вызванной им врожденной деформации с использованием транспедикулярной металлоконструкции у пациентов до 5 лет является малотравматичным, простым и безопасным методом лечения по сравнению с такой операцией у детей старшего возраста [14]. В последних исследованиях D.G. Chang с соавторами показали, что при полном удалении полупозвонка у детей до 10 лет с врожденным сколиозом можно достичь коррекции деформации без опасных ятрогенных осложнений и предотвратить прогрессирование остаточных дуг искривлений в зоне вмешательства. Средний угол сколиотиче-

ской деформации после операции уменьшился с 34,4 до 8,6°, а при долгосрочных наблюдениях составил 12,9° [7].

Экстирпация полупозвонка и коррекция врожденной деформации, по данным литературы, обычно проводится у детей младшей возрастной категории, однако описаны случаи успешной резекции полупозвонка с транспедикулярной фиксацией и у подростков. Так, в одном из исследований средний возраст 35 оперированных пациентов с кифосколиозом на фоне поясничного полупозвонка составлял 17 лет. Величина коррекции сколиотического компонента деформации через 26 мес. после хирургического вмешательства составила 67,9%, кифотического — 72,5% [12, 13].

Другие исследователи оценивали результаты частичной резекции сегментированного полупозвонка с использованием заднего доступа и транспедикулярной фиксации при врожденном сколиозе у 18 пациентов в возрасте от 14 лет до 21 года. Протяженность фиксации составила от 2 до 11 позвонков. У одного пациента выявлено осложнение, связанное с установленной металлоконструкцией [15].

Ряд исследователей у пациентов старшего возраста предпочитают выполнять не удаление аномального позвонка, а частичную резекцию его тела с выше- и нижележащими дисками, сопровождая вмешательство коррекцией врожденной деформации в сочетании с формированием костного блока 360°. Авторы объясняют такой подход к лечению этой категории пациентов снижением риска возникновения возможных неврологических нарушений в ходе операции [11, 12].

Однако до настоящего времени в литературе не опубликованы результаты сравнительных исследований эффективности хирургического лечения детей с врожденной деформацией позвоночника при изолированном пороке развития путем удаления тела аномального позвонка и его частичной резекции.

**Цель исследования** — сравнить и оценить результаты коррекции врожденной деформации позвоночника при изолированном боковом или заднебоковом полупозвонке поясничной локализации путем его удаления или частичной резекции у пациентов детского возраста.

### Материал и методы

Под наблюдением находилось 68 пациентов в возрасте от 6 мес. до 16 лет 2 мес. с врожденной деформацией поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка (средний возраст — 4 года 5 мес.). Распределение больных по полу: 41 девочка и 27 мальчиков.

У 6 пациентов аномалия развития позвоночника была представлена боковым полупозвонком, у остальных 62 причиной деформации являлся заднебоковой полупозвонки. В одном наблюдении боковые полупозвонки локализовались на уровне L<sub>1</sub> и L<sub>2</sub>, в двух — на уровне L<sub>3</sub> и L<sub>4</sub>. Все боковые полупозвонки являлись комплектами. Распределение локализации заднебоковых полупозвонков по областям поясничного отдела: в области грудопоясничного перехода — у 23 (37%) пациентов, в поясничном отделе позвоночника — у 28 (48%) пациентов, в пояснично-крестцовом отделе — у 11 (15%) детей. У 19 пациентов в возрасте до 7 лет полупозвонки имел правостороннее расположение, у 23 — левостороннее (табл. 1). У 10 пациентов школьного возраста полупозвонки имел правостороннее расположение, у 16 — левостороннее (табл. 2).

Всем пациентам до и после операции проводили клинично-неврологическое и рентгенологическое исследования (рентгенограммы позвоночника в положении пациента лежа в двух стандартных проекциях), а также КТ грудного и пояснично-крестцового отделов позвоночника.

Таблица 1/Table 1

#### Локализация и расположение полупозвонков у пациентов дошкольного возраста

#### The localization and location of hemivertebrae in preschool age patients

Локализация полупозвонков	D	S	Общее кол-во
Грудопоясничные	7	6 (1)*	14
Поясничные	9 (1)*	10 (1)*	21
Пояснично-крестцовые	2	5	7
Всего	19	23	42

\* В скобках указано количество пациентов с боковыми полупозвонками.

**Локализация и расположение полупозвонков у пациентов школьного возраста**  
**The localization and location of hemivertebrae in school age patients**

Локализация полупозвонков	D	S	Общее кол-во
Грудопоясничные	2 (1)*	8	11
Поясничные	5 (1)*	4 (1)*	11
Пояснично-крестцовые	1	3	4
Всего	10	16	26

\* В скобках указано количество пациентов с боковыми полупозвонками.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от объема удаляемых структур аномального позвонка. В 1-ю группу вошли 42 пациента в возрасте до 7 лет и 10 в возрасте 7–10 лет, которым выполняли удаление всех костных структур порочного позвонка совместно с выше- и нижележащими межпозвонковыми дисками и эпифизарными пластинками соседних позвонков. Во 2-ю группу вошли 16 пациентов в возрасте от 5 лет 4 мес. до 16 лет 2 мес., у которых в ходе хирургического вмешательства ограничивались частичной резекцией тела аномального позвонка с дискэктомией прилежащих дисков и удалением его задних опорных структур.

*Техника хирургического вмешательства.* У больных с полупозвонками в грудопоясничном переходе и поясничном отделе позвоночника хирургическое вмешательство выполняли из комбинированного (переднебокового и дорсального) доступа. Из дорсального доступа осуществляли операцию у больных с пояснично-крестцовой локализацией порока.

При локализации полупозвонка на уровне первого поясничного позвонка переднебоковой этап операции имел свои особенности подхода к передним отделам порочно развитого сегмента позвоночника, одной из которых являлось выполнение внебрюшинной торакофренолюботомии. При локализации тела аномального позвонка на уровне L<sub>2</sub>–L<sub>4</sub> позвонков подход осуществляли путем внебрюшинного люмботомического доступа.

Из дорсального доступа осуществляли удаление задних опорных структур аномального позвонка и исправление врожденной деформации позвоночника металлоконструкцией путем выполнения сегментарной контракции и дистракции опорных элементов спинального имплантата, установленных на смежные с аномальным позвонки. Компоновка и количество имплантированных транспедикулярных винтов имели свои особенности у пациентов различных возрастных групп. У детей в возрасте до трех лет опорные эле-

менты устанавливали в соседние тела позвонков унилатерально, только со стороны расположения полупозвонка; у детей старше трех лет металлоконструкцию устанавливали с двух сторон относительно линии остистых отростков в тела позвонков смежных с аномальным. Данные различия были обусловлены большей ригидностью врожденной деформации позвоночника у детей старше трех лет. Транспедикулярные винты после частичной резекции тела полупозвонка устанавливали в тела позвонков на протяжении основной сколиотической дуги искривления. Протяженность фиксации спинальной системой при этом не превышала семь позвонков, включая аномально развитый.

После проведения радикальной коррекции деформации завершали второй этап операции созданием заднего локального спондилодеза аутокостью вдоль спинального имплантата. Затем пациента снова поворачивали на бок, противоположный расположению удаленного или частично резецированного порочного позвонка, с целью формирования переднего корпорозеда. После экстирпации полупозвонка костный трансплантат устанавливали враспор в оставшийся клиновидный дефект, на границе передней и средней опорной колонны. После частичной резекции тела полупозвонка передний корпорозед осуществляли фрагментами аутокости, которые укладывали между телами выше- и нижележащих интактных позвонков и оставшейся частью аномального полупозвонка на уровне передних двух опорных колонн позвоночника. К послеоперационному ложу устанавливали дренаж с малым активным разрежением. Рану послойно ушивали.

Пациентам с локализацией порока в пояснично-крестцовой области операцию выполняли только из дорсального доступа. В положении ребенка на животе выполняли разрез вдоль линии остистых отростков от уровня L<sub>4</sub> до S<sub>2</sub> позвонка. Скелетировали задние опорные элементы позвонков с обеих сторон на уровне доступа. Удаляли полудугу аномального позвонка кусачками

Люэра. Дуральный мешок смещали медиально. Дорсальный и вентральный корешки спинного мозга, расположенные во влагалище дурального мешка, отводили в каудальном направлении. Тело полупозвонка удаляли вместе с прилегающими к нему межпозвонковыми дисками. В тела выше- и нижележащих соседних интактных позвонков относительно аномального с обеих сторон относительно линии остистых отростков устанавливали транспедикулярные винты. Вместо удаленного тела полупозвонка устанавливали титановый сетчатый протез тела позвонка, заполненный фрагментами аутокости. Выполняли полную коррекцию врожденной деформации, осуществляя distraction по вогнутой стороне и контракцию по выпуклой стороне искривления. Завершали операцию созданием заднего локального спондилодеза вдоль спинального имплантата. Рану послойно ушивали наглухо.

Контрольное рентгенологическое исследование позвоночника осуществляли сразу после операции, через 6 мес. после нее, в последующем осмотры выполняли не реже одного раза в год. Спинальный имплантат удаляли после создания выраженного костного блока, в среднем через 1,5–2 года после его установки, и продолжали динамическое и рентгенологическое наблюдение за пациентами. Результаты хирургического лечения пациентов дошкольного и школьного возрастов прослежены на протяжении от 2 до 9 лет. Отдаленный период наблюдения пациентов школьного возраста после экстирпации полупозвонка составил от 2 до 5 лет (средний срок — 3 года 10 мес.).

Статистический анализ проводился в программе Statistica 10. Для оценки уровня значимости различий применяли критерий Фишера (результат считали статистически значимым при  $p < 0,05$ ).

## Результаты

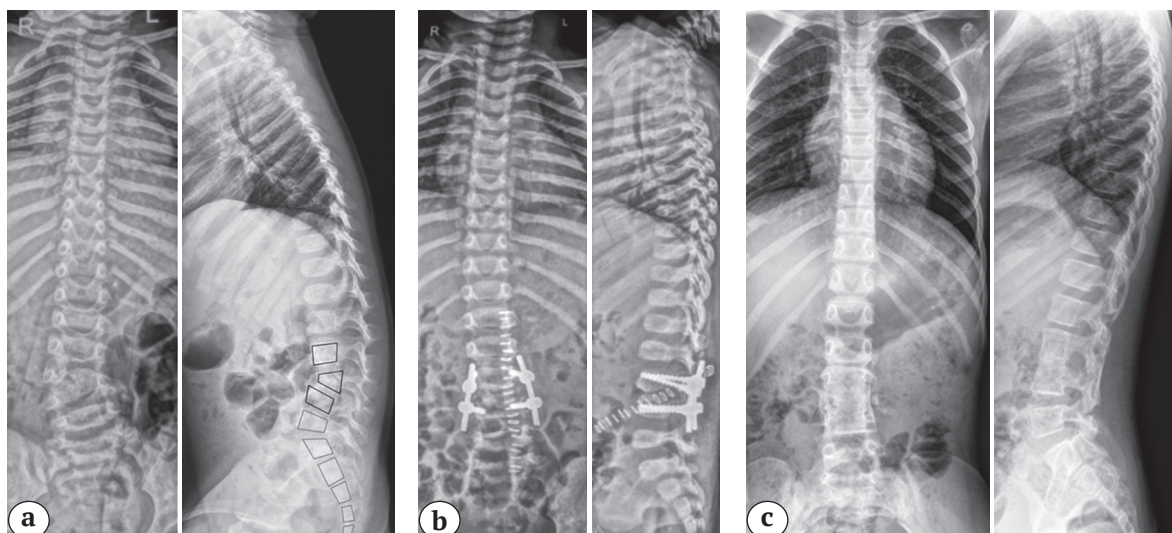
При клиническом исследовании у детей дошкольного возраста до операции в ортопедическом статусе отмечалась деформация позвоночника в поясничном отделе, сопровождающаяся перекосом таза, асимметрией углов лопаток, треугольников талии, наличием паравертебрального мышечного валика, формирующегося на стороне порока (100% наблюдений), асимметрия надплечий (95%), нарушение баланса туловища с отклонением общего центра массы в сторону локализации аномального позвонка (85%). Кроме этого отмечалась асимметрия ямок ромба Михаэлиса (60% наблюдений). У детей школьного возраста, помимо этих нарушений, определялась деформация нижних ребер грудной клетки, приводящая к формированию реберного горба на стороне аномального позвонка (25%).

При осмотре пациентов дошкольного и школьного возраста после операции и в процессе динамического наблюдения клинически отмечалось улучшение в ортопедическом статусе, выражавшееся в нивелировании асимметрии надплечий, углов лопаток, треугольников талии и ямок ромба Михаэлиса. Происходила нормализация баланса туловища за счет ликвидации перекоса таза, восстановления физиологических фронтального и сагиттального профилей позвоночника.

При проведении спондилографии у 3 больных дошкольного возраста с наличием боковых полупозвонков угол сколиоза до операции колебался от 31 до 42° (среднее: 35,6°). У 39 пациентов с заднебоковыми полупозвонками угол сколиоза до операции составлял от 28 до 46° (среднее: 34,4°), угол локального патологического кифоза — от 8 до 44° (среднее: 24,2°). У 3 больных школьного возраста с боковыми полупозвонками угол сколиоза до операции составил от 36 до 47° (среднее: 41,1°). У 23 пациентов с заднебоковыми полупозвонками угол сколиоза до операции составлял от 30 до 57° (среднее: 39,3°), угол локального патологического кифоза — от 8 до 35° (среднее: 29,2°).

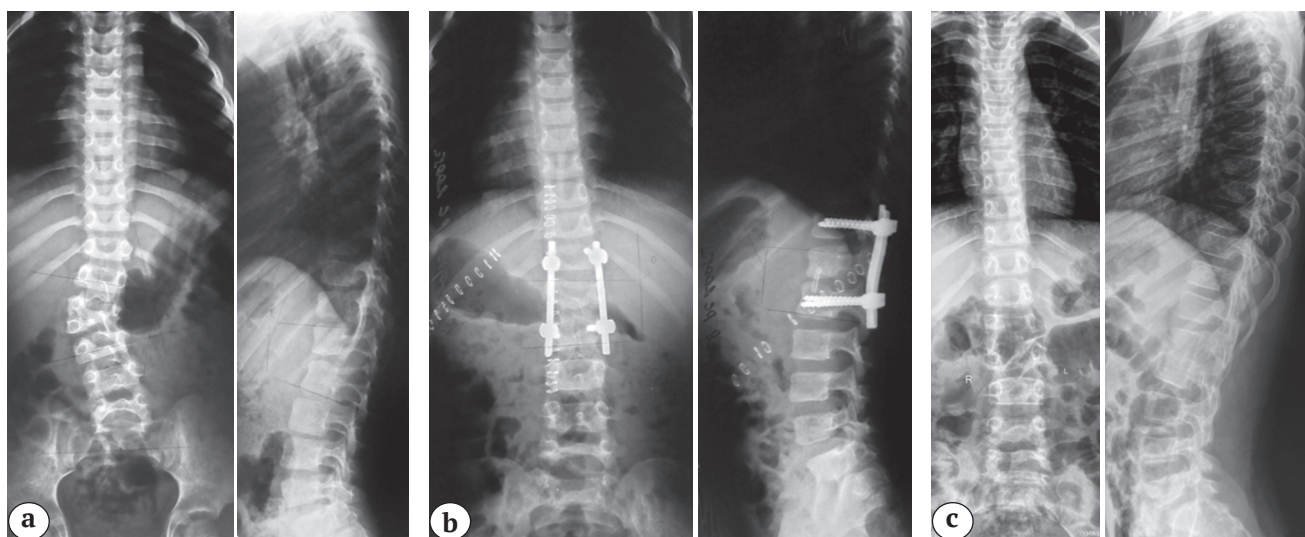
У пациентов 1-й группы после экстирпации полупозвонка величина сколиоза составила от 0 до 21° (среднее: 3,3°), остаточного локального кифоза — от -33 до 9° (среднее: -12,5°). Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 0 до 22° (среднее: 5°), кифотического — от -31 до 10° (среднее: -12°). Величина коррекции основной сколиотической дуги после операции составила от 81 до 100%, через 9 лет после вмешательства — от 77 до 100%. Коррекция локального патологического кифоза соответствовала радикальной при положении смежных позвонков в сагиттальной плоскости в положении лордоза и составила 80–100% после операции и 75–100% через 9 лет после вмешательства (рис. 1, 2).

У пациентов 2-й группы при частичной резекции аномального позвонка в результате инструментальной коррекции деформации позвоночника величина сколиоза после операции составила от 3 до 27° (среднее: 13,6°), остаточного локального кифоза — от -30 до 12° (среднее: -6,4°). Через 9 лет после операции величина остаточного сколиотического компонента составляла от 7 до 41° (среднее: 18,3°), кифотического — от -26° до 8° (среднее: -5,1°). Величина коррекции основной сколиотической дуги после операции составила 52–92%, через 9 лет после вмешательства — от 16 до 86%. Коррекция локального патологического кифоза соответствовала 67–100% после операции и 61–100% через 9 лет после вмешательства (рис. 3).



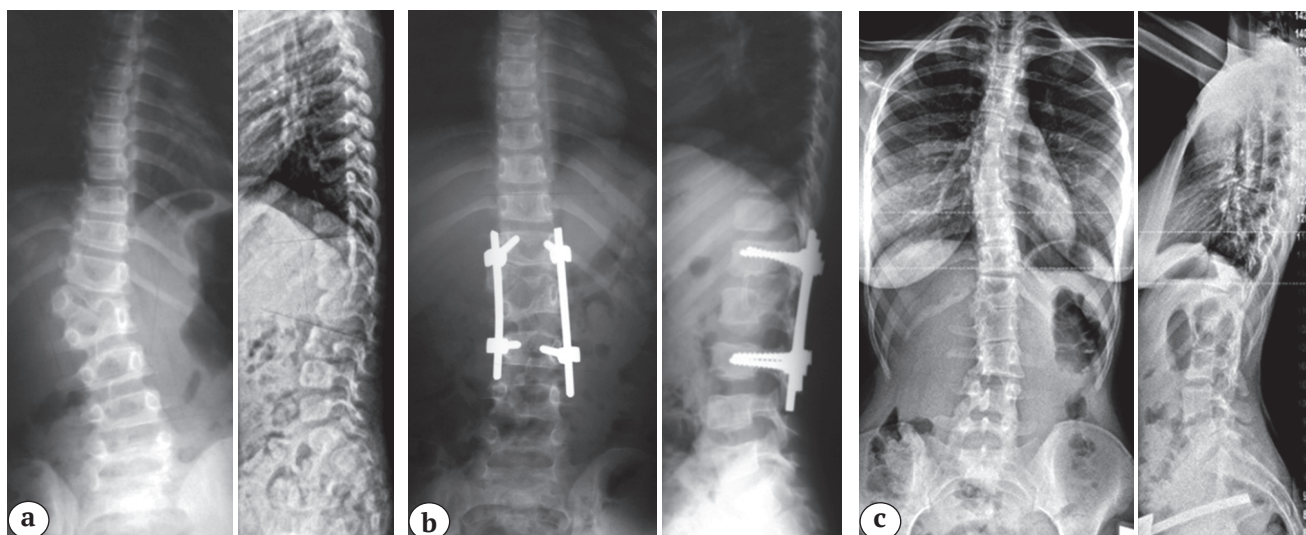
**Рис. 1.** Спондилограммы пациента в двух проекциях после экстирпации заднебокового правостороннего полупозвонка  $L_4$ : а — до операции, возраст 3 года 10 мес., угол сколиоза на уровне позвонков  $L_3$ - $L_5$  —  $37^\circ$ , локальный патологический кифоз на уровне позвонков  $L_3$ - $L_5$  —  $43^\circ$ ; б — после операции, возраст 3 года 11 мес., установлена билатеральная транспедикулярная металлоконструкция на уровне позвонков  $L_3$ - $L_5$ ; в — через 9 лет после операции, возраст 13 лет 2 мес., транспедикулярная металлоконструкция удалена, ось позвоночника во фронтальной плоскости прямая, сформирован локальный циркулярный костный блок на уровне позвонков  $L_3$ - $L_4$

**Fig. 1.** Serial x-ray of a patient after surgical right-sided lumbar  $L_4$  hemivertebra excision: a — AP and lateral x-ray before surgical treatment at the age of 3 y. 10 mon., scoliotic curve at the level of  $L_3$ - $L_5$  is  $37^\circ$ , local kyphotic deformity at the level of  $L_3$ - $L_5$  is  $43^\circ$ ; b — surgical treatment was performed with bilateral transpedicular spinal implant placed at the level of  $L_3$ - $L_5$ , both scoliotic and kyphotic curve correction was achieved; c — 9 years after surgical treatment, 13 y. 2 mon. of age, metal implant was removed, circumferential local bony fusion at the  $L_3$ - $L_4$  level is formed



**Рис. 2.** Спондилограммы пациента К. в двух проекциях после экстирпации заднебокового правостороннего полупозвонка  $L_2$ : а — до операции, возраст 6 лет 10 мес., угол сколиоза на уровне позвонков  $L_1$ - $L_3$  —  $45^\circ$ , локальный патологический кифоз на уровне позвонков  $L_1$ - $L_3$  —  $19^\circ$ ; б — после операции, возраст 7 лет, установлена билатеральная транспедикулярная металлоконструкция на уровне позвонков  $Th_{12}$ - $L_3$ ; в — через 5 лет после операции, возраст 12 лет, транспедикулярная металлоконструкция удалена, ось позвоночника во фронтальной плоскости прямая, сформирован локальный циркулярный костный блок на уровне позвонков  $L_1$ - $L_3$

**Fig. 2.** Serial AP and lateral x-ray of a patient after surgical right-sided lumbar  $L_2$  hemivertebra excision: a — before surgical treatment at the age of 6 y. 10 mon., local scoliotic curve at the level of  $L_1$ - $L_3$  is  $45^\circ$ , local kyphotic curve at the level of  $L_1$ - $L_3$  is  $19^\circ$ ; b — surgical treatment was performed at the age of 7 y. with bilateral transpedicular spinal implant placed at the level of  $Th_{12}$ - $L_3$ ; c — 5 years after surgical treatment, 12 y. of age, metal implant was removed, circumferential local bony fusion at the  $L_1$ - $L_3$  level is formed



**Рис. 3.** Спондилограммы пациента Ш. в двух проекциях после частичной резекции заднебокового правостороннего полупозвонка  $L_1$ : а — до операции, возраст 7 лет 2 мес., угол сколиоза на уровне позвонков  $Th_{12}-L_2$  —  $47^\circ$ , локальный патологический кифоз на уровне позвонков  $Th_{12}-L_2$  —  $24^\circ$ ; б — после операции, возраст 7 лет 3 мес., установлена билатеральная транспедикулярная металлоконструкция на уровне позвонков  $Th_{12}-L_3$ ; в — через 8 лет после операции, возраст 16 лет 2 мес., транспедикулярная металлоконструкция удалена, сформирован локальный циркулярный костный блок на уровне позвонков  $Th_{12}-L_2$

**Fig. 3.** Serial AP and lateral x-ray of a patient after surgical right-sided lumbar  $L_1$  hemivertebra partial resection: а — before surgical treatment at the age of 7 y. 2 mon., local scoliotic curve at the level of  $Th_{12}-L_2$  is  $47^\circ$ , local kyphotic curve at the level of  $Th_{12}-L_2$  is  $24^\circ$ ; б — surgical treatment was performed at the age of 7 y. 3 mon. with bilateral transpedicular spinal implant placed at the level of  $Th_{12}-L_3$ ; в — 8 years after surgical treatment, 16 y. 2 mon. of age, metal implant was removed, frontal alignment is close to normal, circumferential local bony fusion at the  $Th_{12}-L_2$  level is formed

При проведении сравнительного анализа статистически значимых различий между показателями выраженности сколиоза и локального патологического кифоза до операции у пациентов 1-й и 2-й групп нами не выявлено. Также не отмечено статистически значимых различий между исследуемыми группами в величине и коррекции локального патологического кифоза как непосредственно после операции, так и в отдаленном периоде наблюдения.

При статистическом анализе были выявлены значимые различия в величине угла сколиоза после операции и коррекции сколиотического компонента врожденной деформации позвоночника. Так, в 1-й группе угол сколиоза после операции в среднем составил  $3,3^\circ$  (коррекция — 94%), тогда как во 2-й группе —  $13,6^\circ$  (коррекция — 80%) ( $p < 0,05$ ).

При проведении сравнительного анализа выраженности сколиоза и коррекции сколиотического компонента врожденной деформации позвоноч-

ника в отдаленном периоде наблюдения нами также были отмечены статистически значимые отличия между исследуемыми группами. Угол сколиоза в отдаленном периоде у пациентов 1-й группы составил в среднем  $5^\circ$  (коррекция — 92%) и был значимо меньше ( $p < 0,05$ ) по сравнению с аналогичными параметрами у пациентов 2-й группы — в среднем  $18,3^\circ$  (коррекция — 62%) (табл. 3).

Осложнений в раннем и позднем послеоперационном периодах в виде переломов и дестабилизации металлоконструкции, инфицирования послеоперационной раны не отмечалось ни в одной из групп. Ни у одного из больных не наблюдалось неврологических нарушений на протяжении всего периода наблюдения.

Через 1,5–2 года после операции, когда в зоне хирургического вмешательства по данным компьютерно-томографического исследования позвоночника, формировался выраженный костный блок, у всех пациентов 1-й и 2-й групп металлоконструкции удаляли.



**Результаты хирургического лечения пациентов на основании данных  
спондилографии**

**The results of surgical treatment of patients based on spondylography**

Параметр	1-я группа (n = 52)		2-я группа (n = 16)	
	Угол деформации, град.	Коррекция деформации, %	Угол деформации, град.	Коррекция деформации, %
Сколиоз до операции	34,4 (28...46)	—	39,3 (30...57)	—
Локальный патологический кифоз до операции	24,2 (8...44)	—	29,2 (8...35)	—
Сколиоз после операции	3,3* (0...21)	94* (81–100)	13,6* (3...27)	80* (52–92)
Локальный патологический кифоз после операции	-12,5 (-33...9)	92 (80–100)	-6,4 (-30...12)	88 (67–100)
Сколиоз через 9 лет после операции	5* (0...22)	92* (77–100)	18,3* (7...41)	62* (16–86)
Локальный патологический кифоз через 9 лет после операции	-12 (-31...10)	90 (75–100)	-5,1 (-26...8)	85 (61–100)

\* –  $p < 0,05$ .

### Обсуждение

В настоящее время хирургическое лечение врожденного сколиоза, обусловленного нарушением формирования позвонка, включает в себя три основных компонента: удаление костных структур аномального позвонка, коррекция и стабилизация деформации позвоночника металлоконструкцией и проведение спондилодеза [1–9].

В ходе проведенного анализа результатов хирургического лечения установлено, что у пациентов как дошкольного, так и школьного возраста после экстирпации полупозвонка из комбинированного доступа удавалось практически полностью исправить врожденное искривление позвоночника как во фронтальной, так и сагиттальной плоскостях. Восстановление физиологического профиля в позвоночно-двигательном сегменте создавало условия для нормального роста и развития позвоночного столба в процессе роста у детей раннего возраста. Это положение подтверждалось сохранением стабильности достигнутого результата в отдаленном послеоперационном периоде. У всех больных (100%) после операции и в отдаленном периоде наблюдения после удаления металлоконструкции отмечалось отсутствие прогрессирования как сколиотического, так и кифотического компонентов деформации в процессе дальнейшего роста ребенка. Мы связываем этот факт с полностью исправленной врожденной деформацией в поясничном отделе и восстановленными, близкими к физиологическим, фронталь-

ным и сагиттальным профилями позвоночника. С нашей точки зрения, радикальная коррекция врожденной деформации в ходе хирургического вмешательства с фиксацией минимального количества позвоночно-двигательных сегментов у детей раннего возраста создавала благоприятные условия для физиологического развития позвоночного столба в целом в процессе роста ребенка. Это положение является кардинальным и основополагающим в лечении детей с врожденным искривлением позвоночника и отличается от мнений других специалистов, осуществляющих весь объем хирургического вмешательства только из дорсального доступа [13–17].

Необходимо отметить, что у пациентов с полностью удаленным полупозвонком хороший результат коррекции был достигнут как при использовании унилатеральной, так и билатеральной металлоконструкции. Унилатеральная металлоконструкция позволяла уменьшить длительность и травматичность операции у пациентов до 3-летнего возраста, а билатеральный спинальный имплантат у больных старшей возрастной группы, установленный с опорой на соседние с аномальным позвонки, позволял минимизировать протяженность металлофиксации. В пояснично-крестцовой области стабильный результат коррекции обеспечивала моносегментарная билатеральная транспедикулярная металлоконструкция в сочетании с формированием пояснично-крестцового корпородеза протезом тела (mesh) с костной плас-

тикой. Титановый протез, установленный вместо удаленного тела аномального позвонка, обеспечивал прочность, стабильность на уровне передней и средней колонн позвоночника и создавал условия для восстановления физиологического фронтального и сагиттального профиля позвоночника на этом уровне.

Удаление тела аномального позвонка у пациентов старшей возрастной группы является сложным и тяжелым хирургическим вмешательством и создает большой риск развития неврологических нарушений [16–18]. Учитывая этот факт, некоторые авторы предлагают выполнять частичную резекцию тела аномального позвонка с выше- и нижележащими межпозвоночными дисками в сочетании со стабилизацией врожденного искривления [13]. Существуют также исследования, в которых показана эффективность селективной частичной гемивертебротомии из заднего доступа при коррекции врожденного кифосколиоза на фоне полупозвонка у детей старшего возраста (9–14 лет). G. Chu с соавторами считают, что такая методика может сбалансировать рост позвоночника с двух сторон и обеспечить достижение удовлетворительного терапевтического эффекта посредством устранения избыточного центра роста [19].

Однако, с нашей точки зрения, отсутствие полноценной коррекции искривления способствует формированию условий для прогрессирования деформации в процессе дальнейшего роста ребенка. Проведенное исследование показало, что у пациентов после частичной резекции полупозвонка в сочетании с дискэктомией удалось добиться меньшей величины коррекции, чем у пациентов, которым удаляли тело аномального позвонка. Необходимо отметить, что у пациентов этой группы с целью коррекции и стабилизации врожденной деформации позвоночника были установлены билатеральные и протяженные металлоконструкции, которые захватывали в среднем три позвонка. У больных этой группы в процессе дальнейшего роста и развития ребенка в 25% наблюдений отмечалось прогрессирование сколиотической деформации позвоночника в процессе дальнейшего роста ребенка, через 2–3 года после удаления металлоконструкции. Этот факт мы связываем с невозможностью радикальной коррекции врожденной деформации у пациентов с частичной резекцией аномального позвонка, наличием остаточной сколиотической деформации позвоночника от 14 до 25°, которая в дальнейшем способствовала прогрессированию сколиотического компонента искривления. Прогрессирования остаточного кифотического компонента деформации не выявлено ни у одного пациента, в некоторых наблюдениях имела место тенденция к самокоррекции исправленной дефор-

мации в сагиттальной плоскости независимо от варианта оперативного вмешательства.

## Заключение

Таким образом, с учетом результатов коррекции врожденной деформации поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка мы рекомендуем удаление аномального позвонка с выше- и нижележащими дисками, сопровождающееся радикальной коррекцией искривления металлоконструкцией в сочетании с костной пластикой, вне зависимости от возраста пациента.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** работа выполнена в рамках программы Союзного государства «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

## Литература / References

1. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Картавенко К.А., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2012;(3):33-37. DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37. Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Kartavenko K.A., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital deformity of the lumbar and lumbosacral spine]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2012;(3):33-37. DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37.
2. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А. Оперативное лечение врожденной деформации груднопоясничного отдела позвоночника у детей. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2013;1(1):10-15. DOI: 10.17816/PTORS1110-15. Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Belyanchikov S.M., Murashko V.V., Kartavenko K.A. [Surgical treatment of congenital deformation of thoracolumbar spine in children]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitelnaya hirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2013;1(1): 10-15. DOI: 10.17816/PTORS1110-15.
3. Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков. *Хирургия позвоночника*. 2013;(2):32-37. DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37. Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital thoracic spine deformity associated with vertebral malformation]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2013;(2):32-37. DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37.
4. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002. 430 с.

- Mihailovskii M.V., Fomichev N.G. Khirurgiya deformatsii pozvonochnika [Surgery of spinal deformities]. Novosibirsk, 2002. 430 p.
5. Benli I., Aydin E., Alanay A., Üzümcügil O., Büyükgüllü O., Kiş M. Results of complete hemivertebra excision followed by circumferential fusion and anterior or posterior instrumentation in patients with type-IA formation defect. *Eur Spine J.* 2006;15(8):1219-1229. DOI: 10.1007/s00586-005-0039-y.
  6. Bollini G., Docquier P.L., Viehweger E., Launay F., Jouve J.L. Lumbar hemivertebra resection by combined approach. *Spine.* 2006;31(11):1232-1239. DOI: 10.1097/01.brs.0000217616.17692.a0
  7. Chang D.G., Kim J.H., Ha K.Y., Lee J.S., Jang J.S., Suk S.I. Posterior hemivertebra resection and short segment fusion with pedicle screw fixation for congenital scoliosis in children under age 10 years: greater than 7-year follow-up. *Spine.* 2015;40(8):484-491. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000809.
  8. Chen Y.T., Wang S.T., Liu C.L., Chen T.H. Treatment of congenital scoliosis with single-level hemivertebrae. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(4):431-438. DOI: 10.1007/s00402-008-0596-8.
  9. Dubousset J., Zeller R., Miladi L., Wicart P., Mascard E. Orthopedic treatment of spinal deformities in infancy and early childhood. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006;92(1):73-82.
  10. Ferreyra A.C., Ocampo G.A. Congenital kyphoscoliosis due to hemivertebra treatment options and results. *Rec Adv Scoliosis.* 2012;19:331-344. DOI: 10.5772/38784.
  11. Imrie M.N. A "simple" option in the surgical treatment of congenital scoliosis. *Spine J.* 2011;11(2):119-121. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.12.007.
  12. Zou Chuanqi, Qiu Hao, Zhang Zhengfeng, Zhou Yue, Chu Tongwei. Evaluation of outcomes of posterior hemivertebra resection in the treatment of congenital kyphoscoliosis with hemivertebra. *J Pract Orthop.* 2014;20(11):965-968. (in Chinese). DOI: 108-5572(2014)11-0965-05.
  13. Li X.F., Liu Z.D., Hu G.Y., Chen B., Zhong G.B., Zang W.P., Wang H.T. Posterior unilateral pedicle subtraction osteotomy of hemivertebra for correction of the adolescent congenital spinal deformity. *Spine J.* 2011;11(2):111-118. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.08.028.
  14. Peng X., Chen L., Zou X. Hemivertebra resection and scoliosis correction by a unilateral posterior approach using single rod and pedicle screw instrumentation in children under 5 years of age. *J Pediatr Orthop B.* 2011;20(6):397-403. DOI: 10.1097/BPB.0b013e3283492060.
  15. Liu Zudeng, Li Xinfeng, Hu Guangyu, Cheng Bin, Zhong Guibin, Zang Weiping, Lao Lifeng, Wang hantao. Posterior transpedicular hemivertebra wedge osteotomy for correction of congenital spinal deformity. *Chinese J Bone Joint Surg.* 2011;04(4). (in Chinese). DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2011.04.003.
  16. Рябых С.О., Губин А.В., Савин Д.М., Филатов Е.Ю. Результаты резекции полупозвонков грудного и поясничного отделов дорсальным педикулярным доступом у детей. *Гений ортопедии.* 2015;(4):42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47. Ryabikh S.O., Gubin A.V., Savin D.M., Filatov E.Yu. [The results of thoracic and lumbar hemivertebrae resection by a dorsal pedicular approach in children]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2015;(4):42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47.
  17. Рябых С.О., Филатов Е.Ю., Савин Д.М. Результаты экстирпации полупозвонков комбинированным, дорсальным и педикулярным доступами: систематический обзор. *Хирургия позвоночника.* 2017;(1):14-23. DOI: 10.14531/ss2017.1.14-23. Ryabikh S.O., Filatov E.Yu., Savin D.M. [Results of hemivertebra excision through combined, posterior and transpedicular approaches: systematic review]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2017;(1):14-23. DOI: 10.14531/ss2017.1.14-23.
  18. Mladenov K., Kunkel P., Stuecker R. Hemivertebra resection in children, results after single posterior approach and after combined anterior and posterior approach: a comparative study. *Eur Spine J.* 2012;21(3):506-513. DOI: 10.1007/s00586-011-2010-4.
  19. Chu G., Huang J., Zeng K., Guo Q., Zhang H. A modified surgical procedure for congenital kyphoscoliosis: selective partial hemivertebrectomy via posterior-only approach. *Childs Nerv Syst.* 2015;31(6):923-929. DOI: 10.1007/s00381-015-2630-9.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Виссарионов Сергей Валентинович* — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной и учебной работе, руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Картавенко Кирилл Александрович* — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Кокوشин Дмитрий Николаевич* — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Sergei V. Vissarionov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Science, Head of the Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; Professor of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

*Kirill A. Kartavenko* — Cand. Sci. (Med.), Attending Surgeon, Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitry N. Kokushin* — Cand. Sci. (Med.), Research Associate, Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Баиндурашвили Алексей Георгиевич* — д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; заведующий кафедрой детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Белянчиков Сергей Михайлович* — канд. мед. наук, заведующий отделением патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Хусаинов Никита Олегович* — научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Овечкина Алла Владимировна* — канд. мед. наук, доцент, ученый секретарь ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Alexey G. Baindurashvili* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; Head of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

*Sergey M. Belyanchikov* — Cand. Sci. (Med.), Chief of the Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Nikita O. Khusainov* — Research Associate of the Department Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Alla V. Ovechkina* — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Academic Secretary, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

# Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника

И.В. Волков<sup>1, 2</sup>, И.Ш. Карабаев<sup>2</sup>, Д.А. Пташников<sup>1, 4</sup>, Н.А. Коновалов<sup>3</sup>, К.А. Поярко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России Ул. Оптиков, д. 54, Санкт-Петербург, 197345, Россия

<sup>3</sup> ФГАУ «Национальный научно-практический центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, Москва, 125047, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

## Реферат

**Цель исследования** — оценить возможности использования УЗ-навигации при выполнении радиочастотной денервации (РЧД) межпозвонковых суставов (МПС) поясничного отдела позвоночника.

**Материал и методы.** Выполнено проспективное контролируемое когортное исследование. В исследование включено 50 пациентов с хроническим болевым синдромом, которым выполнялась РЧД МПС L<sub>III</sub>-S<sub>I</sub> позвонков с двух сторон. Пациенты были поделены на две группы. В основную группу вошло 25 пациентов, которым РЧД проводилась под ультразвуковой навигацией с ФС-контролем правильности установки канюль перед началом абляции. В контрольной группе, состоящей также из 25 пациентов, РЧД проводилась только под ФС-контролем. Отбор пациентов проводился на основании предварительной тестовой блокады МПС при условии снижения боли на 50% от исходного. Для оценки исходов использовалась цифровая шкала боли NRS-11 и индекс Освестри (OID), оценивалась точность попадания канюлей в необходимую зону, проводился поиск факторов, влияющих на точность попадания.

**Результаты.** В результате вмешательства произошло значимое снижение исследуемых показателей в обеих группах ( $p < 0,001$ ), положительный исход достигнут у 18 (72%) пациентов основной группы и 16 (64%) контрольной группы, различия не были статистически значимыми ( $p = 0,564$ ). Из 200 попыток проведения канюль под УЗ-контролем 169 (84,5%) были успешными при ФС-контроле, в большинстве случаев (187 из 200, 93,5%) требовалось не менее 3 попыток переустановки канюли. Среднее время выполнения вмешательства под УЗ-контролем составило  $47,3 \pm 1,13$  мин. Фасеточный угол и уровень вмешательства определены в качестве предикторов точности попадания, отношение шансов 0,93 при 95% доверительном интервале 0,894–0,963, и 0,51 при 0,32–0,805 соответственно.

**Выводы.** Выполнение РЧД МПС поясничного отдела позвоночника с использованием УЗ-навигации позволяет достигнуть относительно высокой точности попадания канюлей в зону прохождения артикулярной ветви. Возможности навигации снижаются на уровне L<sub>v</sub> и S<sub>I</sub> позвонков, что определяется наличием особенностей строения МПС в виде коронарной ориентации фасеток с формированием узкого пространства между поперечным и верхним суставным отростком, затрудняющим сканирование. Недостатком УЗ-контроля является длительность процедуры и необходимость неоднократной переустановки канюль, ухудшающих переносимость пациентом вмешательства.

**Ключевые слова:** дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, спондилоартроз, фасеточный болевой синдром, интервенционное лечение боли, радиочастотная денервация, ультразвуковая навигация.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38

Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярко К.А. Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):29-38. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.

**Cite as:** Volkov I.V., Karabaev I.Sh., Ptashnikov D.A., Konovalov N.A., Poyarkov K.A. [Potential of Ultrasound-Guided Lumbar Facet Radiofrequency Denervation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):29-38. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.

✉ Волков Иван Викторович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Ivan V. Volkov. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation; e-mail: ivanvolkov@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 28.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 11.10.2017.

# Potential of Ultrasound-Guided Lumbar Facet Radiofrequency Denervation

I.V. Volkov<sup>1,2</sup>, I.Sh. Karabaev<sup>2</sup>, D.A. Ptashnikov<sup>1,4</sup>, N.A. Konovalov<sup>3</sup>, K.A. Poyarkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation

<sup>2</sup> Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine  
54, ul. Optikov, St. Petersburg, 197345, Russian Federation

<sup>3</sup> Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery  
16, 4<sup>th</sup> Tverskaya-Yamskaya ul., Moscow, 125047, Russian Federation

<sup>4</sup> Mechnikov North-Western State Medical University  
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russian Federation

## Abstract

The aim of the study was to evaluate the possibility of US navigation for Radiofrequency denervation (RFD) of the lumbar facets.

**Material and Methods.** The authors performed a prospective controlled cohort study which included 50 patients with chronic pain syndrome who underwent RFD L<sub>III</sub>-S<sub>I</sub> facets on both sides. The main group (US) included 25 patients, who underwent US guided navigation with FScontrol of the correct placement of the cannula prior to ablation. In the control group (FS) the RFD was performed only under FS control. Patients were selected after preliminary test block of medial branch with 50% pain reduction from the baseline. Patients with overweight, spinal deformity, pronounced degenerative changes, spinal stenosis and developmental anomalies were not included in the study. For the evaluation of outcomes, the numeric pain scale NRS-11 and the Oswestry index (ODI) were used, the accuracy of the cannula position was assessed and factors determining the accuracy were searched.

**Results.** As a result of the intervention, there was a significant decrease of NRS-11 and ODI criteria in both groups ( $p < 0.001$ ), a positive outcome was achieved in 18 (72%) of US patients and 16 (64%) of FS patients,  $p = 0.564$ . Of the 200 attempts to position the cannula under the ultrasound control, 169 (84.5%) were successful, in most cases (187 out of 200, 93.5%) at least 3 attempts were required to reposition the cannula. The average time for performing the procedure under the ultrasound control was  $47.3 \pm 1.13$  minutes. The facet angle and procedure level were defined as predictors of the cannula positioning accuracy, odds ratio 0.93 (95% CI 0.894–0.963) and 0.51 (95% CI 0.32–0.805), respectively.

**Conclusion.** RFD of lumbar facet under ultrasound navigation allows to achieve a relatively high accuracy of the cannula position into the zone of passage of the articular branch. The navigation capabilities are reduced at the level of L<sub>V</sub> and S<sub>I</sub> vertebrae due to structural features of the joints, namely coronary orientation of the facets with the formation of a narrow space between the transverse and upper articular process, which create difficulties for scanning. The disadvantage of ultrasound control is the lengthy procedure and the need for repeated reinsertion of the cannulae worsening the patient's tolerance of procedure.

**Keywords:** degenerative diseases of the spine, spondyloarthritis, facet pain syndrome, interventional pain treatment, radiofrequency denervation, ultrasound navigation.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

## Введение

Поражение межпозвонковых суставов (МПС) при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника (ДДЗП) является одной из основных причин хронического болевого синдрома в поясничном отделе. Частота выявления спондилоартроза, по данным лучевого обследования и секционных находок, составляет от 24 до 82% у пациентов моложе 40 лет, достигает 100% у пациентов старше 60 лет и не имеет значимой связи с характером болевого синдрома [1, 2]. Частота фасеточного болевого синдрома составляет от 17 до 45% в популяции в целом и до 16% после хирургических вмешательств, что определено при диагностических

контролируемых блокадах [3–5]. Интервенционные методы лечения боли демонстрируют лучшие результаты в отношении фасеточного болевого синдрома по сравнению с консервативным лечением [6]. Основными интервенциями на МПС являются интраартикулярные блокады, блокады медиальных ветвей (МВ) первичной задней ветви спинальных нервов, различные виды нейротомий МВ. Радиочастотная денервация (РЧД) МПС с уровнем доказательности А-В и рекомендациями I–II класса является наиболее эффективным вмешательством [4, 7]. Использование навигации при выполнении противоболевых интервенций является обязательным условием. Наиболее часто используется

флюороскопия (ФС). Ультразвуковая (УЗ) навигация является безопасной и дешевой альтернативой флюороскопии, а также основным методом при вмешательствах на сосудах, мышцах, периферической нервной системе. Показаны возможности использования УЗ-навигации при выполнении спинальных интервенций [8]. При диагностике и лечении фасеточного болевого синдрома УЗ-навигация, по данным литературы, применяется исключительно для выполнения блокад МВ. Точность позиционирования инъекционных игл и эффективность сравнима с блокадами под контролем рентгена [9–12].

**Цель исследования** — проанализировать возможности использования ультразвуковой навигации при выполнении радиочастотной денервации межпозвоночных суставов поясничного отдела позвоночника.

### Материал и методы

**Дизайн исследования.** Выполнено проспективное контролируемое когортное исследование.

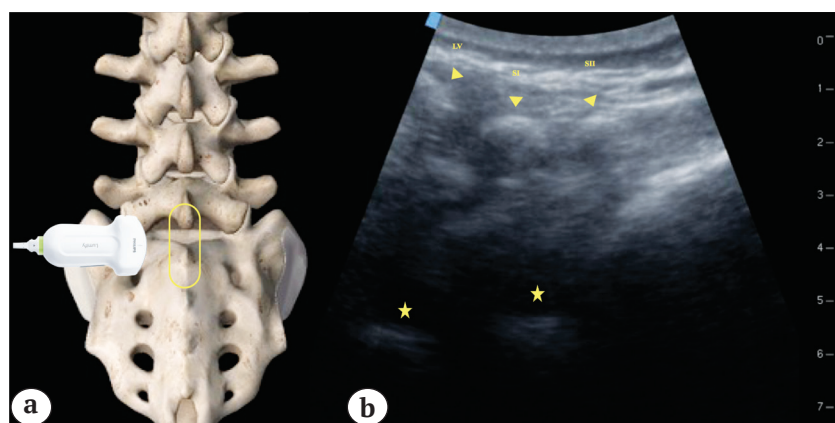
**Условия и сроки проведения.** Исследование выполнено в период с 2016 по 2017 г., включены данные обследования 50 пациентов, разделенных на две группы. Всем пациентам выполнялась РЧД МПС L<sub>III</sub>-S<sub>I</sub> позвонков с двух сторон, что подразумевает абляцию МВ L<sub>2</sub>-L<sub>5</sub> спинальных нервов. В основную группу вошли 25 пациентов, которым выполнялась радиочастотная денервация межпозвоночных суставов под УЗ-навигацией с дополнительным ФС-контролем. В контрольной группе, в которую вошли также 25 пациентов, вмешательство проводилось только под ФС-контролем.

**Критерии соответствия.** В исследование включали пациентов с хроническим фасеточным болевым синдромом, устойчивым к консервативному лечению, с уровнем боли 4 и более баллов по цифровой шкале боли (NRS-11) и/или нарушением жизнедеятельности из-за боли в спине 20% и более по индексу Освестри (ODI). Фасеточный характер болевого синдрома подтверждался на основании

тестовой блокады МВ L<sub>III</sub>-S<sub>I</sub> с двух сторон местным анестетиком (раствор ропивакаина 0,2%, 2 мл) под ФС-контролем при условии снижения выраженности болевого синдрома на 50% и более по шкале NRS-11 (или при уменьшении до 3 баллов и менее) и на 20% по ODI от исходного (или при уменьшении по ODI до 19% и менее) в течение 30 мин после процедуры с возобновлением боли в течение 24 ч после вмешательства.

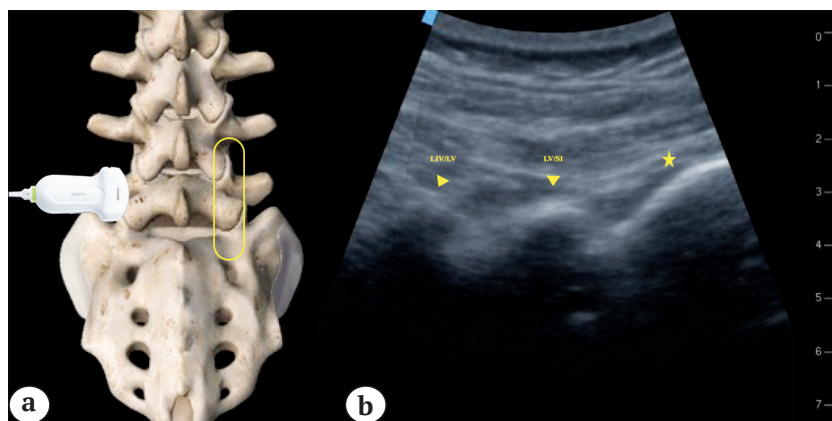
**Критерии исключения** — индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м<sup>2</sup>, наличие деформации позвоночника и спондилолистеза, наличие аномалий развития позвоночника, наличие дегенеративного стеноза позвоночного канала, оперативное вмешательство на поясничном отделе позвоночника в анамнезе.

**Описание медицинского вмешательства.** Все вмешательства проводились одним исследователем в условиях операционной, оборудованной передвижным рентгеновским аппаратом с С-дугой в положении лежа на животе под местной анестезией с мониторингом витальных функций. В основной группе осуществлялось предварительное УЗ-сканирование для выявления основных анатомических ориентиров, использовался конвексный УЗ-датчик с рабочей частотой 1,4–5,5 МГц. При продольном срединном сканировании выводились остистые отростки (рис. 1), при парамедианном сканировании — межпозвоночные суставы (рис. 2) и поперечные отростки (рис. 3), что позволяло выполнить счет позвонков и определить уровень вмешательства. При поперечном сканировании основной задачей было визуализировать зону прохождения МВ — стык поперечного и верхнего суставного отростка (рис. 4). Для РЧД использовалась канюля 20G длиной 10 см с рабочим концом 10 мм. Пункция кожи производилась после обработки операционного поля с использованием стерильного УЗ-геля и стерильного чехла для УЗ-датчика. Проведение канюли осуществлялось при продольном сканировании в плоскости (рис. 5) до контакта с костью в зоне прохождения МВ.



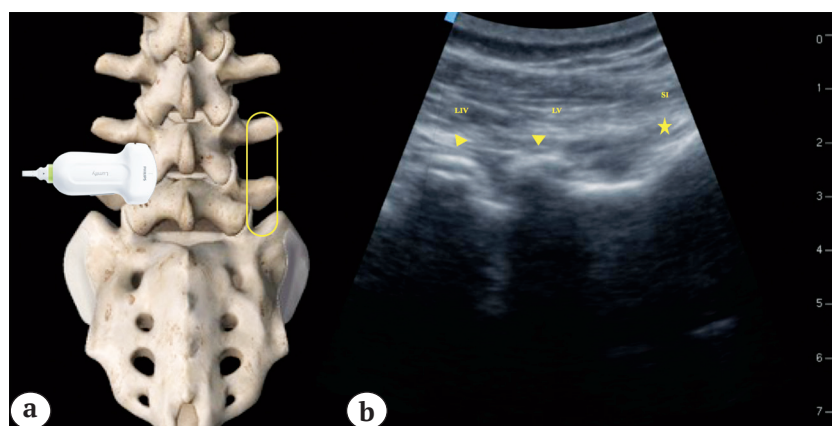
**Рис. 1.** Положение датчика (а) и ультрасонограмма (b) при продольном срединном сканировании. Визуализированы остистые отростки (▼) и эпидуральное пространство (★)

**Fig. 1.** Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning in longitudinal median scanning. Spinous processes (▼) and epidural space (★)



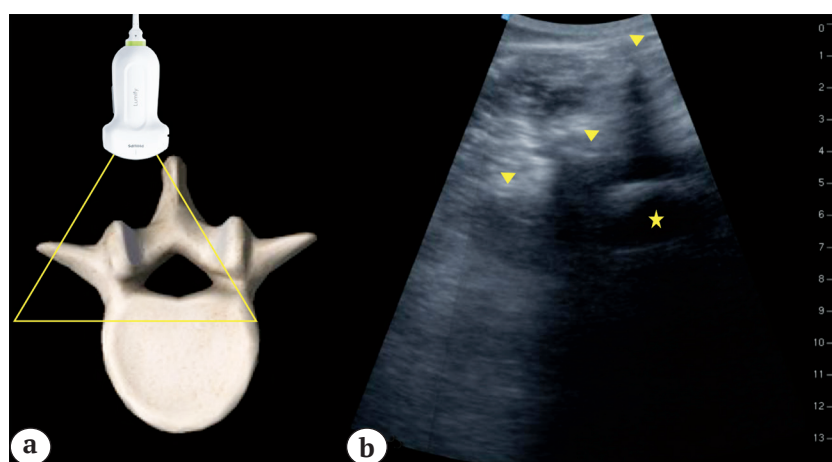
**Рис. 2.** Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при продольном парамедианном сканировании. Визуализированы межпозвоночные суставы (▼) и задняя поверхность крестца (★)

**Fig. 2.** Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning in longitudinal paramedian scanning. Visualization of zygapophysial joints (▼) are posterior aspect of sacrum (★)



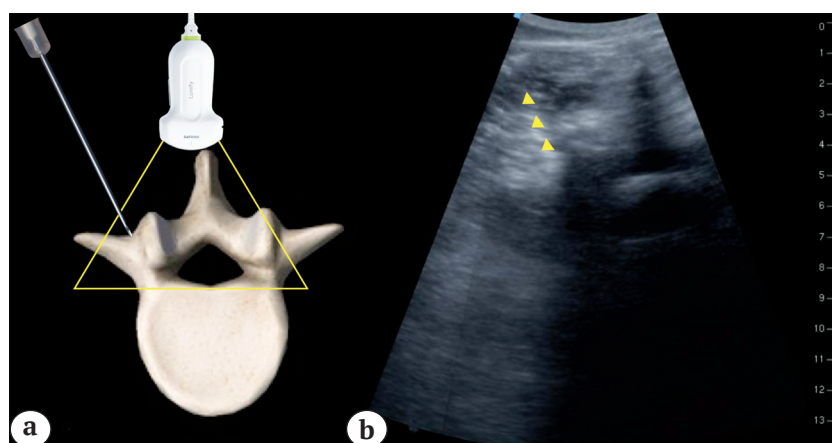
**Рис. 3.** Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при продольном парамедианном сканировании. Визуализированы поперечные отростки (▼) и крыло крестца (★)

**Fig. 3.** Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning in longitudinal paramedian scanning. Visualization of transverse processes (▼) and sacral ala (★)



**Рис. 4.** Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при поперечном сканировании. Визуализированы поперечный, верхний суставной и остистый отростки позвонка (▼), эпидуральное пространство (★)

**Fig. 4.** Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning intratransverse scanning. Visualization of transverse, upper articular and spinous processes (▼) and epidural space (★)



**Рис. 5.** Положение датчика (a) и ультрасонограмма (b) при проведении канюли. Акустическая тень от канюли (▼)

**Fig. 5.** Sensor (a) and ultrosonogram (b) positioning during cannula placement. Cannula acoustic shadow (▼)



После установки канюли выполнялась тестовая сенсорная стимуляция. При появлении «новых» ощущений в зоне вмешательства, напряжении менее 1 В и отсутствии ощущений в нижней конечности тест считался положительным. При моторной стимуляции проводилась проверка сокращений мышц нижней конечности при напряжении 1 В.

В случае положительной сенсорной и отрицательной моторной стимуляции делался вывод о точном попадании в зону прохождения МВ. Для обеспечения дополнительной безопасности пациента и контроля попадания выполнялась контрольная рентгенография. При неправильном положении (в том числе при неверном уровне) канюля повторно устанавливалась под ФС-контролем. Режим абляции — 90°, 90 сек. Перед абляцией для анестезии зоны деструкции вводился раствор ропивакаина 0,2%, для профилактики неврита МВ — триамцинолона ацетат 40 мг суммарно.

В случае отрицательной стимуляции производилось переустановка иглы под УЗ-контролем в краниальном направлении до ощущения «провала» с края поперечного отростка, повторялась стимуляция. При неэффективности 10 попыток установки и стимуляции выполнялась контрольная рентгенография для уточнения положения канюли. Канюля переустанавливалась под ФС-контролем, на другом уровне вновь продолжалось под УЗ-контролем.

В контрольной группе вмешательство проводилось только под ФС-контролем. Канюля устанавливалась в область стыка верхнего суставного и поперечного отростка у верхнего края последнего. В случае положительной сенсорной и отрицательной моторной стимуляции проводилась абляция МВ с теми же условиями, что и для основной группы.

### Исходы лечения

**Основные исходы.** Клинические результаты выполненных вмешательств оценивались на основе анализа динамики болевого синдрома и нарушений жизнедеятельности по индексам NRS-11 и ODI до и через 30 дней после процедуры. Месячный интервал между вмешательством и оценкой результата был выбран с целью уменьшения количества ложноположительных результатов вследствие действия кортикостероидов. Положительным результатом считалось снижение индекса NRS-11 на 50% (или при NRS-11 <4) и ODI на 20% от исходного (или при ODI <20%). Оценка точности попадания в зону прохождения МВ (попадание/промах) в основной группе производилась при анализе контрольных рентгенограмм. Для выявления влияния строения МПС и выраженности дегенеративных изменений на точность попадания в основной группе по данным КТ или магнитно-резонансной томографии (МРТ) для каждого МПС проводилась

оценка степени дегенерации МПС по D. Weishaupt с соавторами [13] и определялась величина фасеточного угла (ФУ). ФУ измерялся по аксиальным сканам между линией, проходящей через суставную щель, и сагиттальной плоскостью.

**Дополнительные исходы.** Учитывались и сравнивались значения порогового напряжения при сенсорной стимуляции, количество переустановок канюль, время проведения вмешательства для обеих групп, лучевая нагрузка для контрольной группы. Исходя из Методических указаний МУ 2.6.1.2944-11 о контроле эффективных доз облучения пациентов, для каждой процедуры рассчитывалась эффективная доза облучения в мкЗв по формуле:

$$E = \text{ПДП} \times K_d,$$

где E — эффективная доза облучения; ПДП — произведение дозы на площадь измеряемое проходной ионизационной камерой рентгеновского аппарата;  $K_d$  — коэффициент перехода от значения ПДП к эффективной дозе.

**Статистическая обработка данных.** Проверка соответствия эмпирических законов распределения исследуемых показателей показала значимое отличие большинства из них от теоретического закона нормального распределения по критерию Шапиро – Уилка ( $p < 0,05$ ). В соответствии с этим для статистического описания показателей использовались медиана и межквартильный интервал (Me [25%;75%]), а для проверки статистических гипотез — непараметрические методы анализа. Оценка значимости различий количественных и качественных показателей между группами проводилась, соответственно, по U-критерию Манна – Уитни и  $\chi^2$ -критерию Пирсона. При малом количестве ожидаемых значений в таблице сопряженности использовался точный тест Фишера. Оценка значимости различий количественных и качественных показателей до и после лечения внутри групп — по T-критерию Уилкоксона и тесту Мак-Немара. Для выявления статистической связи между показателями проводился корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Для выявления предикторов точности попадания проводился бинарный логистический анализ с определением отношения шансов (ОШ) с доверительным интервалом (ДИ) 95%.

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Все пациенты, включенные в исследование, дали письменное информированное согласие.

### Результаты

Средний возраст пациентов основной группы составил  $41,4 \pm 1,82$ , контрольной группы —  $38,8 \pm 2,09$ , женщины составили 52% (13) и 36% (9) соответственно.

Распределение МПС в зависимости от уровня и степени их дегенерации по D. Weishaupt с авторами, а также средние значения ФУ на уровнях вмешательства представлены в таблице 1. Пациентов с III степенью дегенерации в исследовании не было.

В обеих группах после выполненной РЧД произошло значимое снижение исследуемых показателей (табл. 2), статистически значимых различий между группами не выявлено. Исходя из заданных критериев, положительные результаты вмешательства достигнуты у 18 (72%) пациентов основной группы и у 16 (64%) контрольной группы. Различия не являлись статистически значимыми ( $p = 0,564$ ).

Всем пациентам основной и контрольной групп выполнены вмешательства и проведена оценка исходов в запланированном объеме. В основной группе выполнено 200 попыток проведения канюль под УЗ-контролем, из которых 169 (84,5%) были однозначно успешны, по данным сенсорной стимуляции и контрольной рентгенографии. В 2-х случаях (1%) при отрицательной сенсорной стимуляции положение канюль было правильным

при ФС-контроле. В 9 случаях (4,5%) при положительной стимуляции на рентгенограммах выявлена ошибка уровня, в 20 случаях (10%) попытки локализовать МВ при сенсорной стимуляции были безуспешны, при контроле положение канюль было неверным. В целом у 9 пациентов из 25 (36%) была хотя бы одна ошибка установки канюли под УЗ-контролем. В большинстве случаев (187 из 200, 93,5%) требовалось не менее 3 попыток переустановки канюли. Средний порог сенсорной стимуляции составил  $0,61 \pm 0,03$  В, среднее время выполнения вмешательства под УЗ-контролем составило  $47,3 \pm 1,13$  мин.

В контрольной группе из 200 попыток проведения канюли в 1 (0,5%) случае получен отрицательный результат при стимуляции (порог превышал 1 В), в 136 (68%) случаях правильная установка достигнута с первой попытки. Средний порог сенсорной стимуляции составил  $0,39 \pm 0,03$  В, среднее время выполнения вмешательства под ФС-контролем составило  $29,8 \pm 0,45$  мин, что значимо ниже, чем в основной группе ( $p < 0,001$ ). Средняя эффективная доза составила  $0,7 \pm 0,09$  мЗв.

Таблица 1/Table 1

**Распределение МПС в зависимости от степени дегенеративных изменений и величины фасеточного угла у пациентов основной группы ( $n = 200$ )**  
**Distribution of zygapophysial joints depending on degeneration degree and facet angle in patients of main group ( $n = 200$ )**

Уровень	0 степень	I степень	II степень	Фасеточный угол
L <sub>II</sub> -L <sub>III</sub>	24	24	2	28 [25;34]
L <sub>III</sub> -L <sub>IV</sub>	16	27	7	41 [28,75;49,5]
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub>	15	23	12	53 [32;62,75]
L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub>	18	21	11	52 [43,25;60,75]
Всего	73 (36,5%)	95 (47,5%)	32 (16%)	-

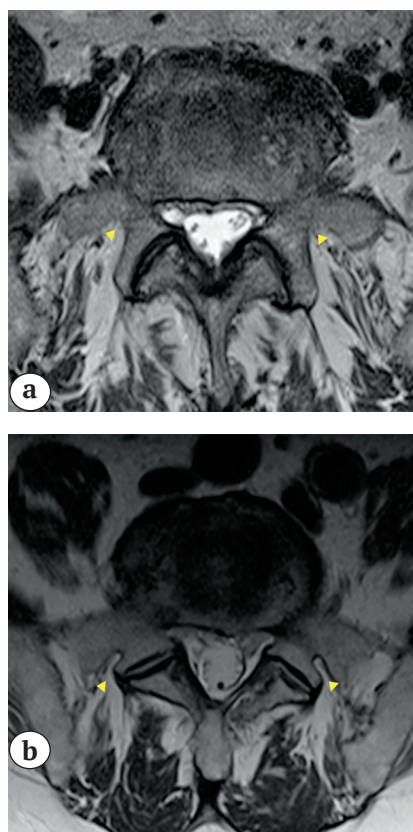
Таблица 2/Table 2

**Динамика исследуемых показателей по NRS-11 и ODI после РЧД ( $n = 25$ )**  
**Dynamics of investigated criteria NRS-11 and ODI after radiofrequency denervation ( $n = 25$ )**

Шкала	Группа	До РЧД	После РЧД	$P^*$
NRS-11	Основная группа	6 [5;7]	3 [2;3]	<0,001
	Контрольная группа	6 [5;8]	3 [1;5]	<0,001
	$p^{**}$	0,641	0,969	
ODI	Основная группа	33 [28;41]	16 [8;21]	<0,001
	Контрольная группа	34 [30;42]	17 [13;22]	<0,001
	$p^{**}$	0,465	0,567	

\* — уровень значимости различий до и после РЧД; \*\* — уровень значимости различий между группами.

При исследовании зависимости между факторами и исходами на точность попадания в зону прохождения МВ оказывали влияние уровень вмешательства (Спирмен:  $\rho = -0,214$ ,  $p = 0,002$ ) и величина ФУ (Спирмен:  $\rho = -0,279$ ,  $p < 0,001$ ). При наличии взаимосвязи между собой (Спирмен:  $\rho = 0,593$ ,  $p < 0,001$ ) эти факторы использовались для дальнейшего регрессионного анализа. Степень дегенерации МПС не имела связи с точностью попадания (Спирмен:  $p = -0,124279$ ,  $p = 0,081$ ). При регрессионном анализе факторов риска наилучшие показатели получены для ФУ (ОШ 0,93 при 95% ДИ; 0,894–0,963), чем для уровня вмешательства (ОШ 0,51 при 95% ДИ; 0,32–0,805). Величина ФУ оказывала влияние на форму МПС и, как следствие, на особенности строения зоны прохождения МВ (рис. 6). При более фронтальной ориентации фасеток происходило формирование «желоба» в зоне стыка поперечного (или крыла крестца) и верхнего суставного отростка, его визуализация была затруднена при УЗ-сканировании из-за костных артефактов. На уровне  $L_5/S_1$  визуализацию также могла ограничивать подвздошная кость.



**Рис. 6.** Зона прохождения МВ (▼) при различной форме МПС: сагиттальная (а) и фронтальная (б) ориентация фасеток

**Fig. 6.** Medial branch location (▼) in various types of zygapophysial joints with sagittal (a) and frontal (b) orientation of facets

## Результаты и обсуждение

По данным ряда исследований, лучевая нагрузка во время проведения интервенционного лечения боли в перерасчете соответствует средним эффективным дозам 0,3–0,5 мЗв с разбросом от 1,7 до 9,2 мЗв [14, 15]. В данной работе эффективная доза облучения при выполнении РЧД составляла около 0,7 мЗв, однако всем пациентам выполнялась тестовая блокада МВ для подтверждения фасеточного характера болевого синдрома со схожей лучевой нагрузкой. Такие значения могут превышать основные пределы эффективных доз ионизирующего излучения от техногенных источников установленные нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009, СанПиН 2. 6. 1. 2523-09) не более 1 мЗв/год в течение 5 последовательных лет, но не больше 5 мЗв/год, даже без учета других лучевых диагностических и лечебных процедур. Лучевая нагрузка — один из недостатков использования ФС наряду с необходимостью иметь дорогостоящее оборудование и специализированное помещение. С учетом эффективности, прогрессирующего развития и распространения противоболевых интервенций использование мобильной и относительно дешевой УЗ-навигации дает очевидные преимущества.

В представленной работе удовлетворительные результаты РЧД составили 72% в основной и 64% в контрольной группе, что сравнимо с результатами других исследований [4, 7, 16], в которых использовались схожие системы оценки исходов и отбор на вмешательство проводился на основании однократных тестовых блокад с условием снижения болевого синдрома на 50% и больше после блокады. Именно отбор пациентов на РЧД определяет эффективность процедуры, данные лучевой диагностики и клинического обследования имеют низкую значимость [17]. Наибольшую диагностическую ценность имеет тест блок с порогом снижения боли 75% и выше [4]. Использование сложных критериев отбора пациентов может увеличивать эффективность РЧД до 89–92% [18]. С учетом основной задачи настоящего исследования была использована наиболее простая и распространенная процедура отбора.

В исследованиях, посвященных блокадам МВ под УЗ-контролем, демонстрируется точное попадание иглы и адекватное распространение контраста при ФС-контроле в 62–100% случаев, результаты были ниже у пациентов с ожирением [19], спондилолистезом [20], наибольшие затруднения были при блокадах МВ  $L_5$  [9–11]. При выполнении РЧД МПС существует необходимость точного позиционирования канюли для абляции рядом с целевым нервом, так как зона термоабляции не

превышает 5–8 мм [21], это достигается использованием сенсорной и моторной стимуляции [22]. Для увеличения вероятности точного попадания в настоящее исследование не включались пациенты с избыточным весом, деформацией позвоночника, выраженными дегенеративными изменениями суставов. Рекомендуемый порог сенсорной стимуляции составляет 0,5 В [22], однако в работе S.P. Cohen соавторами [23] отмечается отсутствие взаимосвязи и значения порога стимуляции и клинических результатов РЧД, авторы допускали увеличение этого значения до 1 В. Порог стимуляции в настоящем исследовании также был увеличен до 1 В, и средние значения сенсорного ответа были значительно выше в основной группе по сравнению с контрольной, в большинстве случаев превышая 0,5 В. Правильное положение канюли в результате принятых допущений и ограничений достигнуто в 84,5% случаев.

Основными факторами, определяющими точность попадания в зону прохождения МВ, по данным настоящего исследования, являются особенности строения МПС и уровень вмешательства. В работах Y. Masharawi с соавторами показано постепенное увеличение линейных размеров суставных отростков, расстояния между ними в коронарной плоскости и величины ФУ к нижним-поясничным сегментам [24, 25]. Это приводит к изменениям и во взаимоотношениях между верхним суставным и поперечным отростками (или крыла крестца) с формированием узкого пространства, что может затруднять УЗ-локацию. ФУ является легко определяемым параметром. При развороте фасеток в коронарную плоскость необходимо прогнозировать трудности при навигации, возможно выполнение компьютерной томографии для детальной оценки зоны прохождения МВ. Наиболее простым методом прогнозирования является, безусловно, предварительное УЗ-сканирование на этапе первичного консультирования или выполнения тестовой блокады. Вопрос о значимости дегенеративных изменений МПС для УЗ-навигации остается открытым. P. Rahimzadeh с соавторами сообщают об изменениях соаноанатомии фасеток при дегенерации в виде уменьшения расстояния между смежными МПС [26]. В настоящее исследование пациенты с крайней степенью изменений не попадали исходя из критериев отбора (отсутствие деформации, стенозов позвоночного канала). Для уточнения необходимы дальнейшие исследования.

Необходимо отметить большую длительность процедур под УЗ-контролем и большее количество переустановок канюль, что однозначно снижает переносимость процедуры пациентом.

### Ограничения исследования

Исследование демонстрирует наличие технической возможности выполнения РЧД под УЗ-контролем с относительно высокой точностью попадания, однако после каждой успешной или неуспешной установки канюли производилась контрольная рентгенография, в результате чего у оператора была возможность точной ориентации и коррекции дальнейших проведений канюли под УЗ-контролем. В случае отсутствия контроля, вероятнее всего, точность была бы ниже, возможно, и с худшими клиническими результатами. Стоит отметить строгие критерии отбора, отсутствие в группах пациентов с выраженными дегенеративными изменениями, что также однозначно повлияло на результат.

### Благодарности

За ценные замечания и советы в процессе подготовки статьи авторы выражают признательность М.Д. Иванову, врачу-анестезиологу ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, ведущему специалисту Клиники лечения боли «МЕДИКА»

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература / References

1. Eubanks J.D., Lee M.J., Cassinelli E., Ahn N.U. Prevalence of lumbar facet arthrosis and its relationship to age, sex, and race: an anatomic study of cadaveric specimens. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19):2058-2062. DOI: 10.1097/brs.0b013e318145a3a9.
2. Kalichman L., Li L., Kim D.H., Guermazi A., Berkin V., O'Donnell C.J., Hoffmann U., Cole R., Hunter D.J. Facet joint osteoarthritis and low back pain in the community-based population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(23):2560-2565. DOI: 10.1097/brs.0b013e318184ef95.
3. Da Rocha I.D., Cristante A.F., Marcon R.M., Oliveira R.P., Letaif O.B., de Barros Filho T.E.P. Controlled medial branch anesthetic block in the diagnosis of chronic lumbar facet joint pain: the value of a three-month follow-up. *Clinics (Sao Paulo)*. 2014;69(8):529-534. DOI: 10.6061/clinics/2014(08)05.
4. Manchikanti L., Abdi S., Atluri S., Benyamin R.M., Boswell M.V., Buenaventura R.M. et al. An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part II: guidance and recommendations. *Pain Physician*. 2013;16 (2 Suppl):S49-283.
5. Manchikanti L., Manchukonda R., Pampati V., Damron K.S., McManus C.D. Prevalence of facet joint pain in chronic low back pain in postsurgical patients by controlled comparative local anesthetic blocks. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88 (4):449-455. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.01.015

6. Falco F.J.E., Manchikanti L., Datta S., Sehgal N., Geffert S., Onyewu O. et al. An update of the effectiveness of therapeutic lumbar facet joint interventions. *Pain Physician*. 2012;15(6):E909-953.
7. Van Zundert J., Vanelderen P., Kessels A., van Kleef M. Radiofrequency treatment of facet-related pain: Evidence and controversies. *Curr Pain Headache Rep*. 2012;16(1): 19-25. DOI: 10.1007/s11916-011-0237-8.
8. Hurdle M.F. Ultrasound-Guided Spinal Procedures for Pain: A Review. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2016;27(3):673-686. DOI: 10.1016/j.pmr.2016.04.011.
9. Greher M., Scharbert G., Kamolz L.P., Beck H., Gustorff B., Kirchmair L., Kapral S. Ultrasound-guided lumbar facet nerve block: a sonoanatomic study of a new methodologic approach. *Anesthesiology*. 2004;100(5): 1242-1248.
10. Greher M., Kirchmair L., Enna B., Kovacs P., Gustorff B., Kapral S., Moriggl B. Ultrasound-guided lumbar facet nerve block: accuracy of a new technique confirmed by computed tomography. *Anesthesiology*. 2004;101(5):1195-1200.
11. Shim J.K., Moon J.C., Yoon K.B., Kim W.O., Yoon D.M. Ultrasound-guided lumbar medial-branch block: a clinical study with fluoroscopy control. *Reg Anesth Pain Med*. 2006;31(5):451-454. DOI: 10.1016/j.rapm.2006.06.246.
12. Han S.H., Park K.D., Cho K.R., Park Y. Ultrasound versus fluoroscopy-guided medial branch block for the treatment of lower lumbar facet joint pain: A retrospective comparative study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(16):e6655. DOI: 10.1097/MD.0000000000006655.
13. Weishaupt D., Zanetti M., Boos N., Hodler J. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiol*. 1999;28(4):215-219. DOI: 10.1007/s002560050503.
14. Hanu-Cernat D.E., Duarte R., Raphael J.H., Mutagi H., Kapur S., Senthil L. Type of interventional pain procedure, body weight, and presence of spinal pathology are determinants of the level of radiation exposure for fluoroscopically guided pain procedures. *Pain Pract*. 2012;12(6):434-439. DOI: 10.1111/j.1533-2500.2011.00521.x
15. Choi M.H., Choi B.G., Jung S.E., Byun J.Y. Factors related to radiation exposure during lumbar spine intervention. *J Korean Med Sci*. 2016;31(Suppl 1):S55-S58. DOI: 10.3346/jkms.2016.31.S1.S55.
16. Коновалов Н.А., Прошутинский С.Д., Назаренко А.Г., Королишин В.А. Радиочастотная денервация межпозвоночных суставов при лечении болевого фасеточного синдрома. *Вопросы нейрохирургии. Журнал им. Н.Н. Бурденко*. 2011;75(2):51-55. Kononov N.A., Proshutinskii S.D., Nazarenko A.G., Korolishin V.A. [Radiofrequency denervation of intervertebral joints in management of facet pain syndrome]. *Zhurnal "Voprosy neurokhirurgii" im. N.N. Burdenko* [Burdenko's Journal of Neurosurgery]. 2011;75(2):51-55. (in Russian).
17. Rubinstein S.M., van Tulder M. A best-evidence review of diagnostic procedures for neck and low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2008;22(3):471-482. DOI: 10.1016/j.berh.2007.12.003.
18. Derby R., Melnik I., Lee J.E., Lee S.H. Correlation of lumbar medial branch neurotomy results with diagnostic medial branch block cutoff values to optimize therapeutic outcome. *Pain Med*. 2012;13(12):1533-1546. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2012.01500.x.
19. Rauch S., Kasuya Y., Turan A., Neamtu A., Vinayakan A., Sessler D.I. Ultrasound-guided lumbar medial branch block in obese patients: a fluoroscopically confirmed clinical feasibility study. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34(4): 340-342. DOI: 10.1097/aap.0b013e3181ada563.
20. Greher M., Moriggl B., Peng P.W., Minella C.E., Zacchino M., Eichenberger U. Ultrasound-guided approach for l5 dorsal ramus block and fluoroscopic evaluation in unpreselected cadavers. *Reg Anesth Pain Med*. 2015;40(6):713-717. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000314.
21. Cosman E.R.Jr, Dolensky J.R., Hoffman R.A. Factors that affect radiofrequency heat lesion size. *Pain Med*. 2014;15(12):2020-2036. DOI: 10.1111/pme.12566.
22. Cohen S.P., Hurley R.W., Christo P.J., Winkley J., Mohiuddin M.M., Stojanovic M.P. Clinical predictors of success and failure for lumbar facet radiofrequency denervation. *Clin J Pain*. 2007;23(1):45-52. DOI:10.1097/01.ajp.0000210941.04182.ea.
23. Cohen S.P., Strassels S.A., Kurihara C., Lesnick I.K., Hanling S.R., Griffith S.R., Buckenmaier C.C., Nguyen C. Do sensory stimulation threshold affect lumbar facet radiofrequency denervation outcomes? A prospective clinical correlational study. *Anesth Analg*. 2011;113(5):1233-1241. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31822dd379.
24. Masharawi Y., Rothschild B., Salame K., Dar G., Peleg S., Hershkovitz I. Facet tropism and interfacet shape in the thoracolumbar vertebrae: characterization and biomechanical interpretation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(11):E281-292. DOI: 10.1097/01.brs.0000164098.00201.8d
25. Masharawi Y., Rothschild B., Dar G., Peleg S., Robinson D., Been E, Hershkovitz I. Facet orientation in the thoracolumbar spine: three-dimensional anatomic and biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(16):1755-1763. DOI: 10.1097/01.brs.0000134575.04084.ef.
26. Rahimzadeh P., Faiz H.R., Baghaee A.R., Nader N.D. Sonoanatomic indices of lumbar facet joints in patients with facetogenic back pain in comparison to healthy subjects. *J Clin Anesth*. 2017;36:67-71. DOI: 10.1016/j.jclinane.2016.10.005.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Волков Иван Викторович — канд. мед. наук, старший научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; врач-нейрохирург ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Ivan V. Volkov — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Neurosurgeon, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

*Карбаев Игорь Шамансурович* — канд. мед. наук, доцент, заведующий нейрохирургическим отделением ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

*Пташников Дмитрий Александрович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий научным отделением патологии позвоночника и костной онкологии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава России; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Коновалов Николай Александрович* — член-корр. РАН, д-р мед. наук, заведующий отделением спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный научно-практический центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва

*Поярков Константин Александрович* — врач-нейрохирург ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

*Igor' Sh. Karabaev* — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of Neurosurgical department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitry A. Ptashnikov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Spinal Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Head of Traumatology and Orthopedic Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

*Nikolai A. Kononov* — Corresponding Member of RAS, Dr. Sci. (Med.), Head of Spinal Department, Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russian Federation

*Konstantin A. Poyarkov* — Neurosurgeon, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

# Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра

Б.В. Камшилов, А.С. Тряпичников, О.К. Чегуров, А.С. Жданов А.С., О.П. Зайцева

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительной травматологии и ортопедии» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России  
Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, 640014, Россия

## Реферат

**Цель исследования** — оценить краткосрочные и среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием стандартного бедренного компонента и укорачивающей подвертельной остеотомии бедра при высоком вывихе.

**Материал и методы.** За период с 2010 г. по 2016 г. 16 пациентам с высоким вывихом бедра были выполнены 18 операций эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией. Состояние пациентов оценивали при помощи клинических, рентгенологических методов, а также по шкале Харриса до и после операции.

**Результаты.** Средняя оценка по шкале Харриса увеличилась с  $39,7 \pm 1,4$  до  $84,7 \pm 1,6$  баллов. За период наблюдения, составившего в среднем  $24 \pm 2,4$  мес., было отмечено два случая отсутствия консолидации в зоне остеотомии и один случай транзиторной нейропатии седалищного нерва. Двум пациентам с несращениями фрагментов бедра потребовалось ревизионное вмешательство. Среднее увеличение длины нижней конечности составило  $3,65 \pm 0,21$  см.

**Вывод.** Эндопротезирование тазобедренного сустава с укорачивающей подвертельной остеотомией является эффективным методом лечения больных с вывихом бедра IV ст. по Crowe, позволяющим добиваться хороших кратко- и среднесрочных результатов. Использование стандартных клиновидных ножек обеспечивает стабильную фиксацию их относительно дистального и проксимального фрагментов бедренной кости, что создает условия для последующего сращения.

**Ключевые слова:** высокий вывих бедра, эндопротезирование тазобедренного сустава, укорачивающая остеотомия бедренной кости.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47

## Features of THA in Patients with High Congenital Hip Dislocation

B.V. Kamshilov, A.S. Tryapichnikov, O.K. Chegurov, A.S. Zhdanov, O.P. Zaitseva

Ilizarov Russian Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopedics”  
6, ul. M. Ulyanova, Kurgan, 640014, Russian Federation

## Abstract

There are a fair number of papers presenting the outcomes of total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in neglected hip dislocation. In most of them the authors used long modular stems or Wagner stems as a femoral component. The reports describing the outcomes of such procedures with standard femoral stems are rather rare.

Камшилов Б.В., Тряпичников А.С., Чегуров О.К., Жданов А.С., Зайцева О.П. Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):39-47. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47.

**Cite as:** Kamshilov B.V., Tryapichnikov A.S., Chegurov O.K., Zhdanov A.S., Zaitseva O.P. [Features of THA in Patients with High Congenital Hip Dislocation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):39-47. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47.

Тряпичников Александр Сергеевич. Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, 640014, Россия / Aleksandr S. Tryapichnikov. 6, ul. M. Ulyanova, Kurgan, 640014, Russian Federation; e-mail: pich86@bk.ru.

Рукопись поступила/Received: 09.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 07.11.2017.

*The purpose* of this study was to evaluate short-term and medium-term outcomes of total hip arthroplasty with standard femoral stems and shortening subtrochanteric osteotomy for treatment of high hip dislocation.

*Materials and Methods.* From 2010 to 2016 the authors performed 18 hip arthroplasties with shortening subtrochanteric osteotomy in 16 patients with high hip dislocation. All patients were clinically evaluated using Harris Hip Score and radiography prior to and after the surgery.

*Results.* The mean Harris Hip Score significantly improved compared to preoperative values from  $39.7 \pm 1.4$  to  $84.7 \pm 1.6$ . At mean follow-up of  $24 \pm 2.4$  months the authors observed 2 case of nonunion at osteotomy site and 1 case of transient nerve palsy. Revision surgery was performed in 2 patients due to nonunion. The mean limb lengthening was  $3.65 \pm 0.21$  cm.

*Conclusion.* Our data demonstrated that total hip arthroplasty with subtrochanteric osteotomy is an effective technique for treatment of Crowe type III-IV congenital hipdislocation with high rate of successful fixation on the typical femoral stem, healing of osteotomy site and satisfactory short- and medium-term clinical outcomes. The non-modular tapered stem provides sufficient stability in distal and proximal parts of the femur. The use of standard tapered stem allows to achieve good healing rates of the osteotomy.

**Keywords:** high hip dislocation, total hip arthroplasty, shortening femoral osteotomy.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у больных с высоким врожденным вывихом бедра является технически сложным оперативным вмешательством, поскольку восстановление анатомического и биомеханического центра вращения сустава может привести к избыточному удлинению нижней конечности, чрезмерному натяжению периартикулярных тканей, тугоподвижности сустава, ранней асептической нестабильности и нейропатии седалищного нерва [1–9]. Поэтому установка вертлужного компонента в истинную вертлужную область требует укорачивающей остеотомии для уменьшения чрезмерного натяжения мягких тканей, улучшения условий функционирования отводящих мышц и снижения риска неврологических осложнений [3, 5, 10–14]. Существуют два основных варианта укорачивающей остеотомии бедра: проксимальная остеотомия по Т. Раавилайнен и подвертельная остеотомия. В современной литературе можно найти достаточно свидетельств успешного применения обоих способов [1, 3, 15–17] и единичные упоминания о дистальной укорачивающей остеотомии [18, 19]. Однако выполняемое таким образом реконструктивное эндопротезирование сопряжено с риском несращения фрагментов бедра в зоне остеотомии, что может послужить причиной повторной операции [4, 11, 20–23], а продолжительность артропластики с укорачивающей остеотомией и объем интраоперационной кровопотери значительно увеличиваются по сравнению с первичным эндопротезированием [8]. Мы отдаем предпочтение подвертельной укорачивающей остеотомии бедренной кости.

**Цель исследования** — оценить эффективность эндопротезирования тазобедренного сустава с укорачивающей подвертельной остеотомией бедра при высоком врожденном вывихе.

## Материал и методы

В период с 2010 по 2016 г. на лечении в клинике находилось 16 пациентов (18 суставов) с высоким вывихом бедра. Критерием включения в исследование было наличие дисплазии вертлужной впадины IV ст. по классификации J.F. Crowe. Критериями исключения были системная или локальная инфекции и тяжелые соматические заболевания. Среднее относительное укорочение конечности (при одностороннем вывихе) составило  $4,93 \pm 0,29$  см (минимальное — 3 см, максимальное — 7 см). Средний возраст оперированных пациентов составил 45 лет (от 25 до 65 лет). В исследуемой группе было 15 женщин (94,5%) и один мужчина (5,5%). Исследование было одобрено комитетом по этике ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации 1975 г., пересмотренными в 2008 г. Все вертлужные и бедренные компоненты были бесцементными. В 13 случаях была имплантирована чашка R-3 (Smith&Nephew), в 3 случаях установлена Trilogy (Zimmer). Чашка Cerafit (Ceraver) и чашка EcoFit (ImplantCast) использовались в одном случае. Во время двух (11%) операций для достижения удовлетворительного покрытия чашки применялась костная пластика вертлужной впадины массивным аутооттрансплантатом из головки бедренной кости. Использовались вертлужные компоненты малого



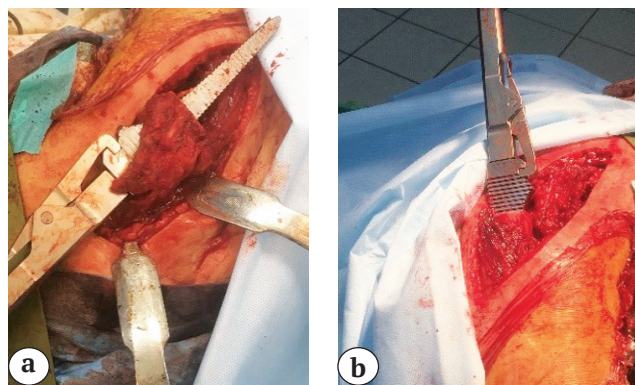
размера 44–48 мм. Среди бедренных компонентов преобладали клиновидные ножки прямоугольного сечения SL-Plus (Smith&Nephew), Alloclassic (Zimmer) и Dialoc (ImplantCast), которые применялись в 13, 3 и 1 случае соответственно. У одного больного была установлена ножка Cerafit (Ceraver). В 5 (27,7%) случаях, когда не удавалось добиться удовлетворительной ротационной стабильности, применялся накостный остеосинтез.

**Техника операции.** Все операции выполнялись в положении на здоровом боку после тщательного операционного планирования. В 15 случаях использовался доступ по Хардингу, продолженный дистально, в 3 случаях — доступ по Watson — Jones.

Рассекались подкожная клетчатка и широкая фасция. После рассечения капсулы выполнялось вывихивание головки бедра. На уровне, определенном при предоперационном планировании, производилась остеотомия шейки бедра. Рашпилями малых размеров выполнялась обработка канала бедренной кости. Производилась мобилизации мягких тканей дистальнее малого вертела при помощи распатора, и выполнялась подвертельная остеотомия бедра. Проксимальный отдел бедра отводился, открывая доступ к вертлужной впадине.

Устанавливали ретракторы Хомана за переднюю и заднюю стенки вертлужной впадины. Часто вертлужная впадина имела вид «вигвама», отмечалась гипоплазия ее краев. Для определения истинной вертлужной области мы использовали несколько спиц, введенных монокортикально, и выполняли контрольную рентгенографию. Вертлужная впадина обрабатывалась фрезами малого размера. В 84% случаев после имплантации впадины применялись винты для ее дополнительной фиксации.

Перед остеотомией мы обязательно обрабатывали канал бедренной кости рашпилями с антеверсией 10–15° относительно мышечков бедра. Бедренная кость на 3–4 см дистальнее малого вертела скелетировалась и отграничивалась защитниками от мягких тканей. Уровень остеотомии бедренной кости определялся во время предоперационного планирования. Отмерив необходимое расстояние от большого вертела, мы определяли уровень резекции. Протяженность проксимального фрагмента (расстояние от вершины большого вертела до уровня остеотомии) в среднем составляла  $6,8 \pm 0,21$  см. На поверхности бедренной кости выполнялись продольные метки долотом для определения ротации. Производилась поперечная остеотомия бедренной кости с резекцией фрагмента бедренной кости протяженностью 2–4,5 см ( $2,9 \pm 0,2$  см). Затем рашпиль вводился внутрь канала проксимального фрагмента, и измерялась длина дистальной части рашпиля, которая должна быть погружена внутрь дистального фрагмента (рис. 1).



**Рис. 1.** Этапы операции:

- a — обработка проксимального фрагмента бедренной кости;
- b — обработка дистального фрагмента бедренной кости

**Fig. 1.** Stages of surgical technique:  
a — handling of proximal femur portion;  
b — handling of distal femur portion

Для достижения достаточной фиксации мы добивались погружения рашпиля в дистальный фрагмент на глубину не менее 5 см. Обработка канала дистального фрагмента производилась рашпилем на необходимую глубину с учетом ранее нанесенных ротационных меток. В канал дистального и проксимального фрагментов устанавливался рашпиль, и проверялись ротационная стабильность и контакт фрагментов. Во время пробного вправления использовали головку минимальной длины. Если не удавалось низвести и вправить бедро, осуществлялась дополнительная резекция дистального фрагмента. После того, как удавалось добиться стабильного сустава с удовлетворительным объемом движений и без избыточного натяжения мягких тканей, имплантировали бедренный компонент. В 5 (27,7%) случаях, когда оставались сомнения в стабильности фиксации фрагментов бедренной кости относительно друг друга, использовали накостный остеосинтез.

Оценка клинико-функционального состояния всех пациентов до и после операции производилась по шкале Харриса. Телерентгенограммы нижних конечностей от уровня крыльев подвздошных костей до голеностопных суставов были выполнены в 14 случаях. Компьютерная томография была назначена 10 больным до операции при необходимости визуализировать пространственные взаимоотношения в тазобедренном суставе и оценить степень дефицита костной ткани в истинной вертлужной области. Рентгенологически оценивались положение компонентов эндопротеза и степень консолидации фрагментов бедренной кости. При исследовании рентгенограмм, выполненных с фокусом 1,0, определялось смещение

центра ротации каудально и увеличение офсета. Удлинение конечности после операции определяли клинически и контролировали по данным телерентгенометрии.

Статистическая обработка проводилась с помощью программы Microsoft Excel 2010. Применялись методы описательной статистики: вычисляли среднее значение (M) и ошибку среднего (m). Различия показателей считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

## Результаты

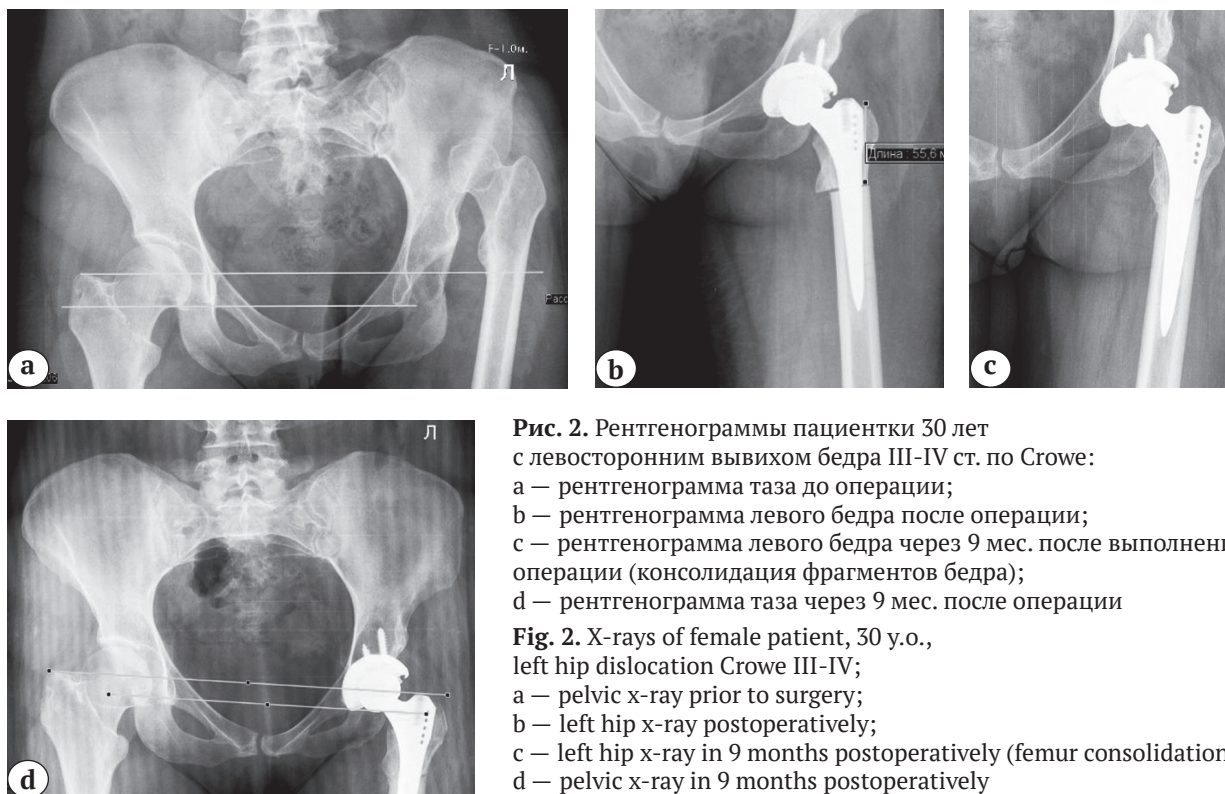
Прослежены результаты всех 18 операций в сроки от 8 до 48 мес., средний период наблюдения составил  $24 \pm 2,4$  мес. Продолжительность операции в среднем составила  $209 \pm 14$  мин (от 90 до 275 мин), средний объем интраоперационной кровопотери —  $734 \pm 49$  мл (от 300 до 1100 мл). До оперативного лечения состояние по шкале Харриса составило в среднем  $39,7 \pm 1,4$  балла (от 27,3 до 48 баллов). Сращение фрагментов бедренной кости в зоне остеотомии определялось клинически и по данным рентгенографии и было достигнуто в среднем за 7 мес. (от 5 до 8 мес.). Исключением являлись 2 (11%) пациента, у которых консолидация не произошла, вследствие чего потребовались повторные операции с накостным остеосинтезом и костной аллопластикой.

Средняя продолжительность госпитализации составила  $22,9 \pm 1,5$  дня (от 14 до 50). Более длительные сроки госпитализации объясняются нестандартностью данных клинических случаев и необходимостью дополнительного обследования перед операцией.

После операции относительная длина нижней конечности увеличилась на  $3,65 \pm 0,21$  см (от 2 до 5,1 см). Большой вертел сместился каудально в среднем на  $5,97 \pm 0,46$  см (от 3,3 до 8,6 см). Офсет увеличился на  $7,8 \pm 0,9$  мм (от 2 до 13 мм).

Средняя оценка по шкале Харриса значительно отличалась от исходной ( $p < 0,001$ ) и составила  $84,7 \pm 1,6$  балла (от 73 до 90). Хорошие и отличные результаты (оценка по шкале Харриса более 80 баллов) были получены в 15 (83,3%) случаях. Оценка по шкале Харриса у больных с несращением фрагментов бедра составляла 68,5 и 64 балла, что соответствовало плохому результату (менее 70 баллов). Окончательный результат лечения был расценен как удовлетворительный (менее 80 баллов) у 3 пациентов, из которых у 2 было несращение бедренной кости в зоне остеотомии.

На представленных рентгенограммах показан результат эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией у больной с высоким вывихом бедра (рис. 2).



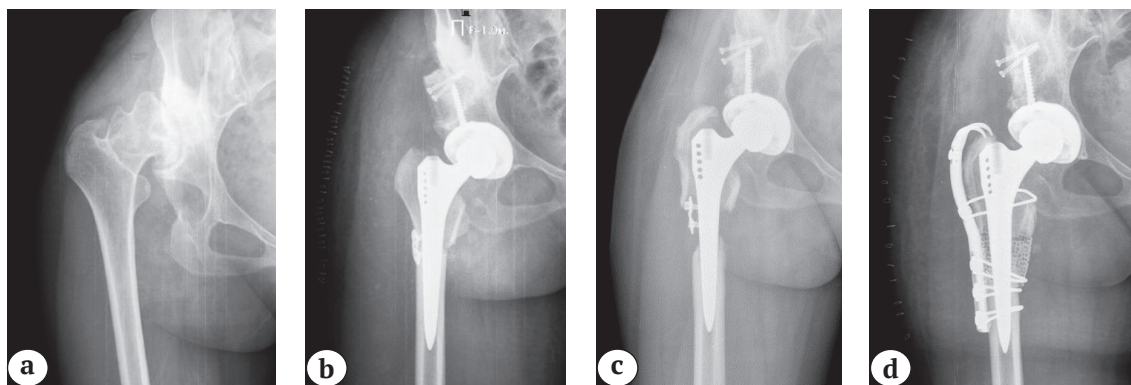
**Рис. 2.** Рентгенограммы пациентки 30 лет с левосторонним вывихом бедра III-IV ст. по Crowe: а — рентгенограмма таза до операции; б — рентгенограмма левого бедра после операции; в — рентгенограмма левого бедра через 9 мес. после выполнения операции (консолидация фрагментов бедра); д — рентгенограмма таза через 9 мес. после операции

**Fig. 2.** X-rays of female patient, 30 y.o., left hip dislocation Crowe III-IV; а — pelvic x-ray prior to surgery; б — left hip x-ray postoperatively; в — left hip x-ray in 9 months postoperatively (femur consolidation); д — pelvic x-ray in 9 months postoperatively

**Осложнения и повторные операции.** Интраоперационный перелом дистального фрагмента во время установки ножки произошел в одном случае. Для фиксации перелома применялся серкляж, впоследствии отмечалась консолидация.

Одна больная, у которой удлинение нижней конечности после операции составило 4,5 см, предъявляла жалобы на боли по наружной поверхнос-

ти стопы и голени. Двигательная функция была сохранена. Потребовалось лечение тракционной нейропатии малоберцовой порции седалищного нерва в специализированном отделении с проведением курсов нейротропной терапии и установкой временных эпинеуральных электродов. На контрольном осмотре через 8 мес. после операции моторного и сенсорного дефицита не выявлено.



**Рис. 3.** Рентгенограммы пациентки 44 лет, с правосторонним вывихом бедра:  
 а — до операции;  
 б — после эндопротезирования с дополнительной фиксацией 8-образной пластиной;  
 с — отсутствие сращения и смещение фрагментов через год после операции;  
 д — после ревизионного вмешательства и фиксации системой Accord с костной аутопластикой

**Fig. 3.** X-rays of female patient, 44 y.o., left hip dislocation;  
 a — prior to surgery;  
 b — after replacement with additional fixation by 8-type plate;  
 c — non healing and displacement of fragments 1 year postoperatively;  
 d — after revision surgery and fixation by Accord system with bone grafting

Несращение фрагментов бедренной кости в области выполненной остеотомии произошло у двух больных, которые предъявляли жалобы на боли в области верхней трети бедра во время движения. В обоих случаях отсутствовала консолидация между проксимальным и дистальным фрагментами бедра. Однако при выполнении рентгенографии и во время ревизионного вмешательства абсолютных признаков асептической нестабильности ножки относительно дистального фрагмента бедра выявлено не было. Во время повторной операции выполнена накостная фиксация проксимального и дистально фрагментов бедра с костной аллопластикой (рис. 3).

В исследуемой группе не было случаев тромбоза глубоких вен, перипротезной инфекции и признаков износа полиэтилена.

### Обсуждение

Большинство авторов солидарны в том, что при подвертельной укорачивающей остеотомии во время эндопротезирования у больных с высоким вывихом бедра ножка протеза должна играть

роль «интрамедулярного гвоздя» [5, 23–25]. В то же время, чтобы повысить стабильность фиксации остеотомированных фрагментов, используют такие способы фиксации, как удлиненные и/или модульные ножки [5, 11, 20, 26, 27], кабельные системы и серкляжи [11, 20, 28], различные накостные фиксаторы [4, 8, 11, 22, 23], костную ауто- и аллопластику [4, 20, 26], а также комбинацию этих способов [4, 8, 11, 20].

В большинстве исследований отмечается, что консолидация в зоне остеотомии была достигнута в срок от 12 нед. до 1 года [4, 6–8, 22, 24, 26, 27, 29]. Однако частота несращений была также высока. По общему мнению, замедленная консолидация и формирование ложного сустава — распространенное осложнение при выполнении подобных операций [4, 8, 11, 20, 21, 29]. По данным нашего исследования, частота образования ложного сустава в зоне остеотомии бедренной кости составила 11,1%. Это соотносится с заявленной в литературе частотой несращений фрагментов бедренной кости и выживаемостью бедренных компонентов эндопротеза (табл.).

**Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава при высоком вывихе бедра с применением подвертельной укорачивающей остеотомии (по данным литературы)**

**Consolidated data on THA outcomes in patients with high hip dislocation using subtrochanteric shortening osteotomy**

Авторы	Срок наблюдения, лет	Количество оперированных суставов	Выживаемость бедренных компонентов, %	Оценка по шкале Харриса до операции, баллы	Оценка по шкале Харриса после операции, баллы	Длина резецируемого фрагмента бедра, см
D. Becker и R.B. Gustilo, 1995	2,6	7	86			4,5
W. Bruce с соавторами, 2000	4,5	9	89	31	81	1,7
N. Senerc с соавторами, 2002	4	28	93			3,2
J. Masonis с соавторами, 2003	5,8	21	91	32,5	73,6	3,8
B. Erdemli с соавторами, 2005	5	25	96	37,8	95	4,2
M.-S.Park с соавторами, 2007	4,8	24	87,5	35,4	81,6	3,4
N. Yalcin с соавторами, 2010	6	44	88,5	36,2	81,2	
Ö. Kılıçoğlu с соавторами, 2013	6,8	20	90	33	83	4,5
K. Oinuma с соавторами, 2014	3,7	12	100			2,5
H. Sofu с соавторами, 2015	4,8	73	87	38,6	83,7	3,5
H. Akiyama с соавторами, 2011	5	15	80			3,8
J. Zhu с соавторами, 2015	3,5	21	95	52	90	1,5
M. Ollivier с соавторами, 2016	10	28	89	43	87	4
Среднее	5,1±0,35	25,1±3	90,1±1	37,7±1,2	84,3±1,3	3,4±1,9

M.-S. Park с соавторами выполняли артропластику, используя модульные бедренные компоненты, стандартные клиновидные и дистально фиксирующиеся ножки в сочетании с аутопластикой и фиксацией пластинами. Авторы обращают внимание, что в трех случаях, когда консолидация не наступила, применялись обычные клиновидные ножки [11].

K. Oinuma с соавторами в своей работе отдают предпочтение модульным компонентам (S-ROM), сообщая о 100% выживаемости на протяжении 3,7 лет [27].

Ортопеды из Китая в своей практике использовали ножку Wagner при эндопротезировании у 21 пациента с высоким вывихом бедра. В качестве осложнений авторами описаны: вывих, несращение фрагментов бедра, потребовавшее замены бедренного компонента, и три случая нейропатии. Все осложнения развились в первый год после операции [28].

Публикуя опыт 73 операций эндопротезирования с подвертельной укорачивающей остеотомией, H. Sofu с соавторами приводят данные о 6 замененных конических ножках. Причинами ревизий были отсутствие консолидации, глубокая перипротезная инфекция и рецидивирующий вывих [22].

Многие ортопеды придают большое значение способу обработки торцевых поверхностей, выполняя косую или ступенчатую (step-cut) остеотомию для увеличения стабильности фиксации в зоне остеотомии, считая, что от этого зависит длительность консолидации фрагментов и успех лечения в целом [8, 20, 22, 24–26, 29]. Однако выполнение косой и step-cut остеотомии достаточно трудоемко и увеличивает объем интраоперационной кровопотери и продолжительность операции в целом [22]. F. Yildiz с соавторами в экспериментальном исследовании не выявили статистически значимого различия между различными типами

подвертельной остеотомии при ротационной и аксиальной нагрузке [30].

**Ограничения исследования.** Короткие сроки наблюдения не позволяют сделать вывод о долгосрочной выживаемости компонентов эндопротеза. Однако некоторые авторы считают, что если не возникло ранних осложнений, таких как несращение в зоне остеотомии или вывих бедра, то риск развития новых осложнений в первые 10 лет невысок [21]. Анализ отдаленных результатов лечения планируется представить в последующих работах.

## Выводы

Бесцементное эндопротезирование тазобедренного сустава с имплантацией чашки в истинную вертлужную область и подвертельной укорачивающей остеотомией является эффективным методом лечения пациентов с высоким вывихом бедра. Однако при данной хирургической тактике существует риск несращения фрагментов бедренной кости, что снижает эффективность лечения и требует повторных оперативных вмешательств. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что использование клиновидных ножек прямоугольного сечения позволяет получить хорошие результаты лечения в короткие и средние сроки наблюдения. В тех случаях, когда остаются сомнения в стабильности фиксации фрагментов бедренной кости и самого бедренного компонента, необходимо выполнение накостного остеосинтеза.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

1. Павлов В.В., Шнайдер Л.С., Голенков О.И. Алгоритм выбора метода обработки бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава на фоне дисплазии Crowe IV ст. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(6). Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25600>. Pavlov V.V., Shnaider L.S., Golenkov O.I. [The selection algorithm of femur processing of hip-joint on the dysplasia Crowe IV]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;(6). Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25600>.
2. Полулях М.В., Герасименко С.И., Полулях Д.М. Особенности эндопротезирования кульшового сустава заугом врожденного вывиху бедра в взрослых. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2016;(1):10-14. DOI: 10.15674/0030-59872016110-14. Poluliakh M.V., Gerasimenko S.I., Poluliakh D.M. [The peculiarities of arthroplasty under the conditions of congenital hip dislocation in adult]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics]. 2016;(1):10-14. (in Ukraine). DOI: 10.15674/0030-59872016110-14.
3. Тихилов Р.М., Мазуренко А.В., Шубняков И.И., Денисов А.О., Близняков В.В., Билык С.С. Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с укорачивающей остеотомией по методике Т. Paavilainen при полном вывихе бедра. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):5-15. Tikhilov R.M., Mazurenko A.V., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Bliznyukov V.V., Bilyk S.S. [Results of hip arthroplasty using Paavilainen technique in patients with congenitally hip dislocated]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(1):5-15.
4. Akiyama H., Kawanabe K., Yamamoto K., Kuroda Y., So K., Goto K., Nakamura T. Cemented total hip arthroplasty with subtrochanteric femoral shortening transverse osteotomy for severely dislocated hips: outcome with a 3- to 10-year follow-up period. *J Orthop Sci*. 2011;(16):270-277.
5. Eskelinen A., Remes V., Ylinen R., Helenius I., Tallroth K., Paavilainen T. Cementless total hip arthroplasty in patients with severely dysplastic hips and a previous Schanz osteotomy of the femur. *Acta Orthop*. 2009;80(3):263-269.
6. Wang D., Li L.-L., Wang F.-Y., Pei F.-X., Zhou Z.-Y. Long-term results of cementless total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe IV developmental dysplasia. *J Arthrop*. 2016;15. DOI: 10.1016/j.arth.2016.11.005.
7. Zagra L., Bianchi L., Mondini A., Ceroni R.G. Oblique femoral shortening osteotomy in total hip arthroplasty for high dislocation in hip with dysplasia. *Int Orthop*. 2015;39(9):1797-1802. DOI: 10.1007/s00264-015-2865-9.
8. Zhu J., Shen C., Chen X., Cui Y., Peng J., Cai G. Total hip arthroplasty with a non-modular conical stem and transverse subtrochanteric osteotomy in treatment of high dislocated hips. *J Arthroplasty*. 2015;30(4):611-614. DOI: 10.1016/j.arth.2014.11.002.
9. Huo M.H., Zatorsky L.E., Keqqi K.J. Oblique femoral osteotomy in cementless total hip arthroplasty. Prospective consecutive series with a 3-year minimum follow-up period. *J Arthroplasty*. 1995;10(3):319-327.
10. Мазуренко А.В., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Николаев Н.С., Плиев Д.Г., Близняков В.В. Оценка возможности восстановления длинны конечности у пациентов с тяжелой степенью дисплазии тазобедренного сустава при различных вариантах хирургической техники эндопротезирования. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(3):16-20. Mazurenko A.V., Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Nikolaev N.S., Pliev D.G., Bliznyukov V.V. [Evaluation of the possibility of restoration of leg length in patients with severe hip dysplasia in different variants of surgical technique of hip replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;(3):16-20.
11. Park M.-S., Kim K.-H., Jeong W.-Ch. Transverse subtrochanteric shortening osteotomy in primary total hip arthroplasty for patients with severe hip developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2007;22(7):1031-1036. DOI: 10.1016/j.arth.2007.05.011.
12. Норкин И.А., Анисимова Е.А., Воскресенский О.Ю., Юсупов К.С., Анисимов Д.И., Летов А.С., Попрыга Д.В., Попов А.Н. Морфометрическое обоснование

- алгоритма выбора метода хирургического лечения диспластического коксартроза. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2015; 11(2):182-186.
- Norkin I. A., Anisimova E.A., Voskresenskii O.Yu., Yusupov K.S., Anisimov D.I., Letov A.S. et al. [Morphometric justification of algorithm of the choice of method of surgical treatment of dysplastic coxarthrosis]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Journal of Medical Scientific Research]. 2015;11(2):182-186.
13. Ozan F., Uzun E., Gurbuz K., Kayuncu S., Altay T., Kayali C. Total hip arthroplasty in the developmental dysplasia of the hip using transverse subtrochanteric osteotomy. *J Orthop*. 2016;13(4):259-263. DOI: 10.1016/j.jor.2016.06.010.
  14. Tozun R., Beckas B., Sener N. [Total hip arthroplasty in the treatment of developmental dysplasia of the hip]. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2007;41(Suppl 1):80-86. (in Turkish).
  15. Paavilainen T., Hoikka V., Paaovolainen P. Cementless total hip arthroplasty for congenitally dislocated or dysplastic hips. Technique for replacement with a straight femoral component. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(297):71-81.
  16. Hasegawa Y., Iwase T., Kanoh T., Seki T., Matsuoka A. Total hip arthroplasty for Crowe developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2012;(27):1629-1635.
  17. Thorup B., Mechlenburg I., Soballe K. Total hip replacement in the congenitally dislocated hip using the Paavilainen technique. *Acta Orthop*. 2009;80(3):259-262. DOI: 10.3109/17453670902876789.
  18. Koulouvaris P., Stafylas K., Sculco T., Xyenakis T. Distal femoral shortening in total hip arthroplasty for complex primary hip reconstruction. A new surgical technique. *J Arthroplasty*. 2008;23(7):992-998. DOI: 10.1016/j.arth.2007.09.013.
  19. Ахмедов Б.Г., Ткачев А.А., Чилилов А.А. Корректирующая остеотомия бедренной кости в комплексном лечении пациентов с высоким вывихом бедренной кости. *Высокотехнологичная медицина*. 2016;(4):20-28. Akhmedov B.G., Tkachev A.A., Chililov A.M. [Distal femoral varus osteotomies and hip arthroplasty in patient with hip high dislocation and valgus malalignment in the knee joint]. *Vysokotekhnologichnaya medicina* [The High-Tech Medicine]. 2016;(4):20-28.
  20. Masonis J. L., Patel J. V., Miu A., Bourne R., McCalden R., McDonald S., Rorabeck C. Subtrochanteric shortening and derotational osteotomy in primary total hip arthroplasty for patients with severe hip dysplasia: 5-year follow-up. *J Arthroplasty*. 2003;18(3 Suppl 1): 68-73. DOI: 10.1054/arth.2003.50104.
  21. Ollivier M., Abdel M.A., Krych A.J., Trousdale R.T., Berry D.J. Long-term results of total hip arthroplasty shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe IV developmental dysplasia. *J Arthrop*. 2016;31(8): 1756-1760. DOI: 10.1016/j.arth.2016.01.049.
  22. Sofu H., Kockara N., Gursu S., Issin A., Sahin V. Transverse subtrochanteric shortening osteotomy during cementless total hip arthroplasty in Crowe type 3 or 4 developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2015;30(6):1019-1023. DOI: 10.1016/j.arth.2015.01.045.
  23. Yalcin N., Kilisarslan K., Karatas F., Mutlu T., Yildirim H. Cementless total hip arthroplasty with subtrochanteric transverse shortening osteotomy for severely dysplastic hips. *Hip Int*. 2010;20(1):87-93.
  24. Kilicoglu O., Turker M., Akgul T., Yazicioglu O. Cementless total hip arthroplasty with modified oblique femoral shortening osteotomy in Crowe type IV congenital hip dislocation. *J Arthroplasty*. 2013;28(1):117-125. DOI: 10.1016/j.arth.2012.06.014.
  25. Sener M., Tozun R., Asik M. Femoral shortening and cementless arthroplasty in high congenital dislocation of the hip. *J Arthroplasty*. 2002;17(1): 41-48.
  26. Bruce W.J. M., Rizkallan S.M., Kwon Y.M., Goldberry J.A., Walsh W.R. A new technique of subtrochanteric shortening in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2000;15(5):617-626.
  27. Oinuma K., Tamaki T., Muiura Y., Kaneyama R., Shiratsuchi H. Total hip arthroplasty with subtrochanteric shortening osteotomy for Crowe grade 4 dysplasia using the direct anterior approach. *J Arthroplasty*. 2014;29(3):626-629. DOI: 10.1016/j.arth.2013.07.038.
  28. Becker D.A., Gustilo R.B. Double-chevron subtrochanteric shortening derotational femoral osteotomy combined with total hip arthroplasty for the treatment of complete congenital dislocation of the hip in the adult. Preliminary report and description of a new surgical technique. *J Arthroplasty*. 1995;10(3): 313-318.
  29. Erdemli B., Yilmaz C., Atalar H., Guzel B., Cetin I. Total hip arthroplasty in developmental high dislocation of the hip. *J Arthroplasty*. 2005;20(8):1021-1028. DOI: 10.1016/j.arth.2005.02.003.
  30. Yildiz F., Kilicoglu O., Dikmen G., Bozdogan E., Sunbuloglu E. Biomechanical comparison of oblique and step-cut osteotomies used in total hip arthroplasty with femoral shortening. *J Orthop Sci*. 2016;21(5):640-646. DOI: 10.1016/j.jos.2016.04.015.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тряпичников Александр Сергеевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник лаборатории реконструктивного эндопротезирования и артроскопии ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительной травматологии и ортопедии» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Камшилов Борис Викторович — канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 7 ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительной травматологии и ортопедии» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Aleksandr S. Tryapichnikov — Cand. Sci. (Med.), Junior Researcher, Laboratory for Reconstructive Joint Replacements and Arthroscopy, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Boris V. Kamshilov — Cand. Sci. (Med.), Head of Department of Traumatology and Orthopedics N 7, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

*Чегуров Олег Константинович* — д-р мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 16 ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительной травматологии и ортопедии» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Жданов Алексей Сергеевич* — заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 2 ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительной травматологии и ортопедии» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Зайцева Ольга Павловна* — врач травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительной травматологии и ортопедии» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Oleg K. Chegurov* — Dr. Sci. (Med.), Head of Department of Traumatology and Orthopedics N 16, Ilizarov Russian Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopedics”, Kurgan, Russian Federation

*Aleksey S. Zhdanov* — Head of Department of Traumatology and Orthopedics N 2, Ilizarov Russian Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopedics”, Kurgan, Russian Federation

*Ol’ga P. Zaitseva* — Orthopedic Surgeon, Department N 7, Ilizarov Russian Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopedics”, Kurgan, Russian Federation

# Ятрогенный *hallux varus*: причины формирования деформации, возможности чрескожной хирургической коррекции (ретроспективный анализ серии клинических наблюдений)

С.Ю. Бережной

Филиал «Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России  
2-й Боткинский проезд, д. 5, кор. 5, Москва, 125284, Россия

## Реферат

**Актуальность.** *Hallux varus* — относительно редкая разновидность деформации стопы, как правило, являющаяся осложнением хирургического лечения *hallux valgus*. К типичным причинам формирования ятрогенного *hallux varus* относятся избыточная резекция медиального края головки первой плюсневой кости; чрезмерное сближение первой и второй плюсневых костей; агрессивный латеральный релиз первого плюснефалангового сустава; сильное натяжение его медиальных мягкотканых структур; сухожильно-мышечный дисбаланс.

**Цель исследования** — уточнить причины и сроки формирования ятрогенного *hallux varus*; оценить возможность и эффективность применения чрескожной техники в его хирургическом лечении.


**Материал и методы.** С 2012 по март 2017 г. обследована 31 пациентка с ятрогенным *hallux varus*. Все варусные деформации были односторонними. Средний возраст пациенток составил 57 лет (от 39 до 74). Сроки после первичных вмешательств до осмотра варьировали от 2 до 44 лет. Хирургической коррекции отклонения большого пальца стопы кнутри подверглись 14 пациенток. Все вмешательства осуществлялись чрескожным методом в условиях пролонгированной проводниковой анестезии на уровне голеностопного сустава. Турникет не накладывался. Для коррекции *hallux varus* применялись следующие чрескожные методики: обратная остеотомия Akin основной фаланги первого пальца (P1) — 10 наблюдений, артродез ПФС1 — 3 операции, остеотомия основной фаланги второго пальца (P2) — 1 случай.

**Результаты.** Все вмешательства осуществлены чрескожным методом. Раневых и инфекционных осложнений не отмечено. Пациентки остались полностью удовлетворены результатами 12 вмешательств, удовлетворены с оговорками в 2 случаях.


**Выводы.** Визуальные проявления *hallux varus* определяются не только углом наклона кнутри оси основной фаланги первого пальца относительно оси первой плюсневой кости, но и величиной первого межплюсневого угла. Помимо хорошо известных причин, к определяющим формирование *hallux varus* факторам относятся удлинение первой плюсневой кости и нестабильность первого плюснефалангового сустава. В редких случаях к формированию *hallux varus* приводит только один из факторов; как правило, речь идет об их сочетании и взаимном усилении. Несмотря на демонстрацию эффективности чрескожной техники в коррекции *hallux varus*, малое число наблюдений в исследовании не позволяет пока дать рекомендации по применению конкретных чрескожных методик в зависимости от различных клинических проявлений *hallux varus*.

**Ключевые слова:** ятрогенная деформация, варусная деформация первого пальца стопы, чрескожная хирургия стопы, артродез, обратная остеотомия Akin.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-48-57

 Бережной С.Ю. Ятрогенный *hallux varus*: причины формирования деформации, возможности чрескожной хирургической коррекции (ретроспективный анализ серии клинических наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):48-57. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-48-57.

**Cite as:** Berezhnoy S.Yu. [Iatrogenic *Hallux Varus*: Causes of Deformity and Possibilities of Percutaneous Surgical Correction (Retrospective Analysis of Case Reports)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):48-57. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-48-57.

 Бережной Сергей Юрьевич. 2-й Боткинский проезд, д. 5, кор. 5, Москва, 125284, Россия / Sergey Yu. Berezhnoy. 2-y Botkinskiy proezd, 5, Moscow, 125284, Russian Federation; e-mail: Doktor@Berezhnoi.ru

Рукопись поступила/Received: 21.10.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 20.11.2017.



# Iatrogenic *Hallux Varus*: Causes of Deformity and Possibilities of Percutaneous Surgical Correction (Retrospective Analysis of Case Reports)

S.Yu. Berezhnoy

Medical Center of the Main Administration for Services to the Diplomatic Corps (GlavUpDK) at the Ministry of Foreign Affairs of Russian Federation  
2-й Боткинский проезд, 5, Moscow, Russia, 125284

## Abstract

**Introduction.** *Hallux varus* is a relatively rare foot deformity. Commonly, *hallux varus* is a complication after the *hallux valgus* surgery and typically is the result of the first metatarsal medial eminence over resection, first and second metatarsal excessive convergence, over release of the lateral soft tissues, overtightening of the medial soft tissues and soft tissue imbalance of the first metatarsophalangeal joint.

**The purpose** of this study was to clarify the causes and timing of the iatrogenic *hallux varus* formation and to evaluate the possibility and efficiency of percutaneous techniques in its surgical treatment.

**Material and Methods.** Thirty-one feet (31 females suffering from iatrogenic *hallux varus*) were examined clinically and radiologically, including 14 patients who underwent surgery. The average age of the whole group was 57 years (range, 39 to 74), the subgroup of operated patients — 60 years (range from 53 to 68). The time after primary interventions before the examination varied from 2 to 44 years. The mean follow-up after surgery was 6 months (range from 1.5 to 54).

**Results.** No infection or wound-healing issues were observed. Overall, the patients were completely satisfied with the outcomes of 12 surgeries and satisfied with reservation in 2 cases.

**Conclusions.** The visual manifestations of *hallux varus* are determined not only by the *hallux varus* angle, but also by the value of the first intermetatarsal angle. In addition to well-known factors, *hallux varus* formation is determined by first metatarsal bone elongation and first metatarsophalangeal joint instability. In rare cases, only one of the factors leads to the *hallux varus*; as a rule, we see a combination of factors with their mutual reinforcement. Despite the demonstration of usage possibility and the efficiency of percutaneous techniques in *hallux varus* correcting, a small number of observations in the study does not yet allow giving recommendations on the use of specific percutaneous techniques depending on the various clinical manifestations of *hallux varus*.

**Keywords:** iatrogenic deformity, *hallux varus*, percutaneous foot surgery, arthrodesis, reverse Akin osteotomy.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-48-57

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

## Введение

*Hallux varus* — довольно редкая разновидность деформации стопы [1–5]. В подавляющем большинстве случаев отклонение первого пальца кнутри является осложнением хирургического лечения *hallux valgus* [6–8]. Благодаря легкой узнаваемости (рис. 1), а также широкой распространенности операции МакБрайда, самое частое и наиболее серьезное осложнение которой — *hallux varus* [9], данное патологическое состояние хорошо известно ортопедам. Несмотря на это, большинство исследований деформации представляет собой единичные [3] или небольшие серии [1, 4–6] случаев и обзоры литературы, в которых анализируется ограниченное число хирургических техник [3, 10].

Наиболее частыми причинами формирования *hallux varus* большинство исследователей считают избыточную резекцию медиального края головки

первой плюсневой кости (M1); чрезмерное сближение первой и второй плюсневых костей при коррекции *metatarsus primus varus*; излишне агрессивный латеральный релиз первого плюснефалангового сустава (ПФС1); слишком сильное натяжение медиальных мягкотканых структур ПФС1; сухожильно-мышечный дисбаланс [3, 11, 5, 8]. Но может ли *hallux varus* развиваться за счет изолированного влияния каждого из перечисленных факторов? Или для его формирования необходимо совокупное действие различных причин, в том числе не упомянутых выше? Хирургические методы, применяемые для коррекции отклонения большого пальца стопы кнутри, делятся на суставосберегающие, эндопротезирование и артродез первого плюснефалангового сустава [3, 9, 12]. В свою очередь, суставосберегающие вмешательства могут затрагивать преимущественно мягкотканые [4, 12] или костные [1, 5, 6] структуры. Возможно

ли применение чрескожных техник для коррекции *hallux varus*? Ответы на вышеперечисленные вопросы важны как для профилактики отклонения первого пальца стопы кнутри, так и для лечения данной ятрогенной деформации. Однако найти их в доступных источниках нам не удалось, так же, как и упоминаний о возможности и тактике чрескожной хирургии при коррекции *hallux varus*.



**Рис. 1.** Фото и рентгенограмма стопы пациентки 74 лет через 12 лет после первичного вмешательства (выписка не сохранилась): помимо полного вывиха первого пальца кнутри, компонентами данной сложной деформации являются *hallux hyperextensus*, варусная деформация второго-четвертого пальцев, молоткообразная деформация третьего пальца

**Fig.1.** Image and x-ray of a female patient, 74 y.o., 12 years after primary surgery (no extract from medical history was not presented): this complex deformity is consisted of a complete medial dislocation of hallux, *hallux hyperextensus*, varus deformity of second, third and fourth toes, hammer third toe

**Цель исследования** — уточнить причины и сроки формирования ятрогенного *hallux varus*, в том числе путем сравнения результатов хирургических вмешательств на стопах одного пациента; оценить возможность и эффективность применения чрескожной техники в его хирургическом лечении.

### Материал и методы

С 2012 по март 2017 г. автор статьи обследовал (в объеме клинического осмотра и рентгенографии) 31 пациентку с ятрогенным *hallux varus*. Все варусные деформации были односторонними, несмотря на то что 27 больным первичные вмешательства выполнялись на обеих стопах. Средний возраст пациенток составил 57 лет (от 39 до 74). Наиболее многочисленной была подгруппа от 60 лет и старше — 16 случаев (51,6%). Сроки после первичных вмешательств до осмотра пациенток варьировали от 2 до 44 лет. Чаще всего (83,9% наблюдений, 26 пациенток), варусная деформация начинала незаметно появляться через несколько или много лет после первичной операции и мед-

ленно прогрессировала в течение длительного времени. Поэтому точно определить сроки начала ее формирования большинство пациенток не могли. Ниже представлен примерный список первичных вмешательств, о характере которых нередко приходилось догадываться по рентгенограммам и расположению рубцов на коже, поскольку у значительной части пациентов документы о ранее проведенных операциях не сохранились:

- операция ЦИТО или ее варианты (открытоугольная базальная остеотомия М1 и стяжка плюсневых костей в сочетании с резекционной артропластикой ПФС1 или без таковой) — 8 случаев;
- базальная остеотомия М1 в сочетании с резекционной артропластикой ПФС1 — 7 случаев;
- резекционная артропластика ПФС1 — 5 случаев (включая 2 операции Шеде – Брандеса);
- операция МакБрайда — 4 случая;
- остеотомия scarf — 2 случая;
- шевронная остеотомия — 1 случай;
- характер вмешательства определить не удалось — 4 случая.

Хирургической коррекции отклонения большого пальца стопы кнутри подверглись 14 пациенток. Во всех случаях одновременно исправлялись сопутствующие *hallux varus* компоненты деформации других лучей. Средний возраст оперированных больных составил 60 лет (от 53 до 68). Операции на вторых стопах по поводу других разновидностей ятрогенных деформаций выполнены в 4 случаях (в двух — одноэтапно, еще в двух — с интервалом в 3 и 12 мес.).

Все вмешательства осуществлялись чрескожным методом в условиях пролонгированной проводниковой анестезии на уровне голеностопного сустава. Турникет не накладывался. Для коррекции *hallux varus* применялись следующие чрескожные методики: обратная остеотомия Akin основной фаланги первого пальца (P1) — 10 наблюдений, артродез ПФС1 — 3 операции, остеотомия основной фаланги второго пальца (P2) — 1 случай. Особенности хирургической техники чрескожного артродеза первого плюснефалангового сустава, а также чрескожной удлиняющей тенотомии длинного разгибателя первого пальца (EHL) по поводу *hallux hyperextensus* (3 случая) описаны ранее [13].

*Особенности хирургической техники выполнения обратной чрескожной остеотомии основной фаланги первого пальца Akin при hallux varus.* Остеотомия (на 7 стопах) осуществлялась через тыльномедиальный прокол мягких тканей (рис. 2 а) на уровне основания P1 микрофрезой Shannon 2×12 (2×15) мм. Перед началом пропила фреза укладывалась на тыльную поверхность основной фаланги (рис. 2 б). В отличие от стандартной техники, при которой желательна не повредить наружный кортикальный слой фаланги, обратная остеотомия

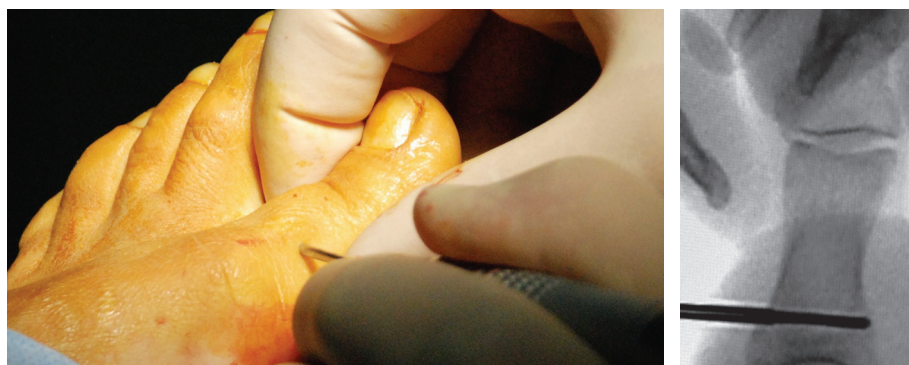
требует сохранения медиального кортикального слоя. Соответственно, производилось круговое движение фрезой от тыльной поверхности P1 к подошвенной и далее к медиальной. При этом пересекались тыльный, латеральный и подошвенный кортикальный слои. По достижении медиального кортикального слоя фреза извлекалась, после чего остеотомия «замыкалась» усилием рук хирурга. При необходимости движение фрезы повторялось между сомкнутыми фрагментами фаланги до достижения необходимой коррекции. Внутренняя фиксация остеотомированных фрагментов не применялась.

На трех стопах остеотомия P1 была выполнена через тыльнолатеральный доступ (рис. 3).

Хирургическая техника данной модификации вмешательства является зеркальным отражением стандартной чрескожной остеотомии Akin [14]. В 13 случаях коррекция *hallux varus* сопровождалась манипуляциями на латеральных лучах.

В одном наблюдении для устранения отклонения первого пальца кнутри и к тылу оказалось достаточно выполнения чрескожной остеотомии основной фаланги второго пальца.

**Протокол послеоперационного ведения.** Ходьба с полной нагрузкой на оперированную стопу разрешалась через 4–5 ч после всех операций. Гипсовая иммобилизация и средства дополнительной опоры не применялись. Первая перевязка (со снятием швов после артродеза ПФС1) выполнялась через 2 нед. после вмешательства. Продолжительность ходьбы в послеоперационном ботинке с разгрузкой переднего отдела составляла 6 нед. после артродеза первого плюснефалангового сустава; в остальных случаях — 4 нед. в ботинке на ровной подошве. Через 4 нед. после операции снимали фиксирующую пальцы повязку, и пациенты приступали к разработке движений в суставах оперированных пальцев (исключая суставы, подвергшиеся артродезу).



**Рис. 2.** Фото и рентгенограмма первого пальца стопы перед выполнением обратной остеотомии Akin

**Fig. 2.** Image and x-ray of hallux prior to reverse Akin osteotomy



**Рис. 3.** Пациентка 68 лет, страдающая ревматоидным артритом; 44 года после первичного вмешательства: а — фото стопы перед повторной операцией; б — стопа в момент завершения чрескожного вмешательства (osteotomy основных фаланг всех пальцев, тенотомия сгибателей второго-пятого пальцев; дистальная остеотомия пятой плюсневой кости по поводу «болезни портных») — капля крови указывает на место прокола кожи для тыльнолатерального доступа к P1; в — повязка, фиксирующая все 5 пальцев в желаемом положении; д — фото стопы через 3 мес. после операции

**Fig. 3.** Female patient of 68 y.o., rheumatoid arthritis; 44 years after primary surgery: а — foot after revision surgery; б — foot after percutaneous surgery (osteotomy of proximal phalanges, flexor tenotomy of second, third, fourth and fifth toes; distal osteotomy of fifth metatarsal due to tailor's deformity) — blood drop indicates skin puncture for dorso-laterall approach to P1; в — dressing to fix all five toes in desired position; д — foot image 3 months postoperatively

## Результаты и обсуждение

Средний срок наблюдения оперированных пациенток составил 6 мес. (от 1,5 до 24). Все больные госпитализировались на одни сутки. Осмотры проводились через 2 и 4 нед. во время смены и снятия повязок и через 3–4 мес. после операций, когда назначалась контрольная рентгенография. Далее осмотры, по возможности, выполнялись через 6, 12 мес. и позже. В некоторых случаях пациентки осматривались вне представленного графика. Раневых и инфекционных осложнений не отмечено. В 3 случаях артродеза ПФС1 костный анкилоз был зарегистрирован при первой контрольной рентгенографии.

Для оценки достигнутых результатов использовался критерий удовлетворенности пациенток составляющими хирургического вмешательства, направленными на устранение деформации большого пальца (полностью удовлетворена, удовлетворена с оговорками, не удовлетворена). К категории «удовлетворена с оговорками» относили случаи, когда на фоне в целом отличного или хорошего результатов сохранялись моменты, доставлявшие пациенткам неудобство или дискомфорт при некоторых физических нагрузках, ношении обуви и т.п. Пациентки остались полностью удовлетворены результатами 12 вмешательств, удовлетворены с оговорками в 2 случаях (приводятся оценки, зафиксированные во время последнего осмотра). Учитывая, что в ходе всех операций одновременно исправлялись деформации других лучей, сопутствующие *hallux varus*, анализ послеоперационных результатов с использованием рейтинговой системы AOFAS или других подобных ей шкал не производился. Объяснялось это невозможностью изолированной балльной оценки отдельных этапов хирургических вмешательств.

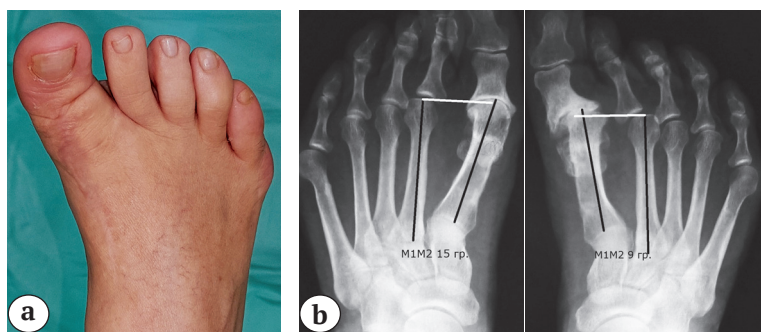
### Клинические примеры

Пациентка Ш., 54 года, служащая, госпитализирована в клинику 23.03.2017. Из анамнеза: в 1991 г. перенесла реконструктивные операции на обеих стопах по методике ЦИТО (выписка не сохранилась) с хорошим эффектом в течение длительного времени. Через много лет

появились жалобы на прогрессирующую деформацию правой стопы, боль и ограничение подвижности сустава большого пальца, наличие болезненной выпуклости на наружном крае правой стопы.

При осмотре: походка симметрична, отека стоп нет. Правая стопа: *hallux varus*; *hallux hyperextensus*; объем движений в ПФС1 резко ограничен, движения болезненны во всем диапазоне; болезненная при надавливании выпуклость на наружном крае стопы в проекции головки пятой плюсневой кости (M5) (рис. 4 а). На рентгенограмме: щель первого плюснефалангового сустава правой стопы резко сужена, суставные поверхности деформированы; *hallux varus*; первый межплюсневый угол (M1M2) 9°; варусная деформация второго пальца с его подвывихом кнутри; преобладание длины M1 над длиной M2. При сравнении рентгенограмм двух стоп выявляется больший M1M2 на левой стопе (15°), меньшая относительная длина M1 слева; дегенеративные изменения в ПФС1 слева выражены в значительно меньшей степени (рис. 4 б).

Пациентке в день госпитализации, в условиях пролонгированной проводниковой анестезии на уровне голеностопного сустава выполнена чрескожная реконструктивная операция, включавшая артродез ПФС1 с фиксацией сустава двумя титановыми бесшляпочными винтами; корригирующие остеотомии P2 и M5, удлинняющую тенотомию ЕНЛ. Послеоперационный период протекал гладко. Выписана из стационара на следующий день. Рекомендована ходьба в реабилитационном ботинке с разгрузкой переднего отдела стопы в течение 6 нед. При осмотре через 4 мес. после вмешательства: боли не беспокоят, походка симметрична, стопа не отекает. Сохраняется незначительное, не доставляющее беспокойств отклонение первого пальца кнутри. Переразгибание ногтевой фаланги первого пальца и болезненная выпуклость на наружном крае стопы устранены. Пациентка довольна достигнутым результатом. На рентгенограмме: состоявшийся костный анкилоз ПФС1; консолидация остеотомии P2; убедительные и типичные для чрескожных остеотомий пятой плюсневой кости признаки начавшегося процесса консолидации фрагментов M5 в виде «пьедестала» на медиальной поверхности проксимального фрагмента; увеличение M1M2 (до 14°) — эффект артродеза ПФС1 при *hallux varus* (рис. 5), соответствующий результатам других исследований [15].



**Рис. 4.** Пациентка Ш., 54 года:  
а — фото правой стопы; б — рентгенограммы обеих стоп с разметкой, позволяющей оценить взаимоотношение относительной длины M1 и M2 и величины первых межплюсневых углов до операции

**Fig. 4.** Female patient Sh., 54 y.o.:  
a — image of right foot; b — x-rays of both feet with marking to evaluate correlation of relative length of M1 and M2 as well as value of first intermetatarsal angles prior to surgery



**Рис. 5.** Пациентка Ш.: фото (а) и рентгенограмма (b) правой стопы через 4 мес. после операции (пояснения в тексте)

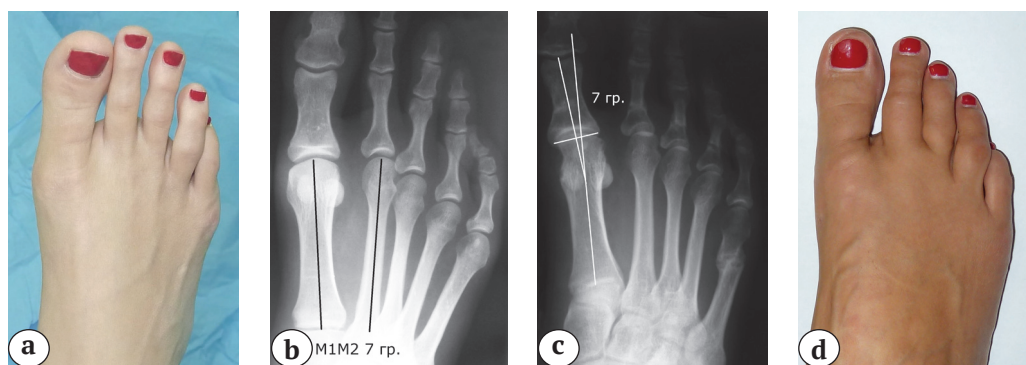
**Fig. 5.** Female patient Sh.: image (a) and x-ray (b) of the right foot 4 months postoperatively

Отклонение первого пальца кнутри, являвшееся нормой для человека несколько миллионов лет назад, о чем свидетельствуют находки окаменевших отпечатков стоп [16], сегодня относится к достаточно редкой разновидности деформаций, в подавляющем большинстве случаев формирующейся после оперативного лечения *hallux valgus*. В зависимости от вида хирургического вмешательства частота развития *hallux varus* может колебаться от 1 до 13% [5, 11], достигая, по данным некоторых авторов, более 20% в общей структуре послеоперационных деформаций переднего отдела стопы [9]. Основным рентгенологическим признаком варусной деформации первого пальца большинство исследователей считает отрицатель-

ный угол отклонения большого пальца кнаружи (*hallux valgus angle* — HVA) [8, 10, 11]. Но всегда ли совпадают рентгенологические и клинические проявления данного состояния?

На рисунке 6 представлен пример отсутствия внешних признаков *hallux varus* при угле отклонения P1 кнутри 7°.

А вот другой пример, когда при отсутствии рентгенологических признаков *hallux varus* имеются его внешние проявления. Пациентка Н. 45 лет обратилась за помощью через 1 год после остеотомии scarf, выполненной при M1M2 14° (рис. 7 а). Результатом первичной операции стала необычная ситуация: остеотомия не получилась, и вмешательство на первой плюсневой, по сути дела, свелось к агрессивной медиальной экзостозэктомии головки M1 (рис. 7 б). Поводом для повторной операции послужили жалобы пациентки на отклонение первого пальца кнаружи и наличие болезненных выпуклостей на медиальном и латеральном краях стопы (рис. 7 с). Было выполнено чрескожное вмешательство, включавшее резекцию выступавшего внутреннего края основания P1, остеотомии Akin и M5. При осмотре через 3 мес.: выпуклостей на наружном и внутреннем краях стопы нет. Пациентка удовлетворена достигнутым результатом. Клинически отмечается *hallux varus* легкой степени, не доставляющий беспокойств (рис. 7 d). Каковы же данные рентгенографии? Если ориентироваться на проксимальную суставную поверхность основной фаланги и диафизарную ось проксимального фрагмента, то речь пойдет о легкой степени *hallux valgus*.



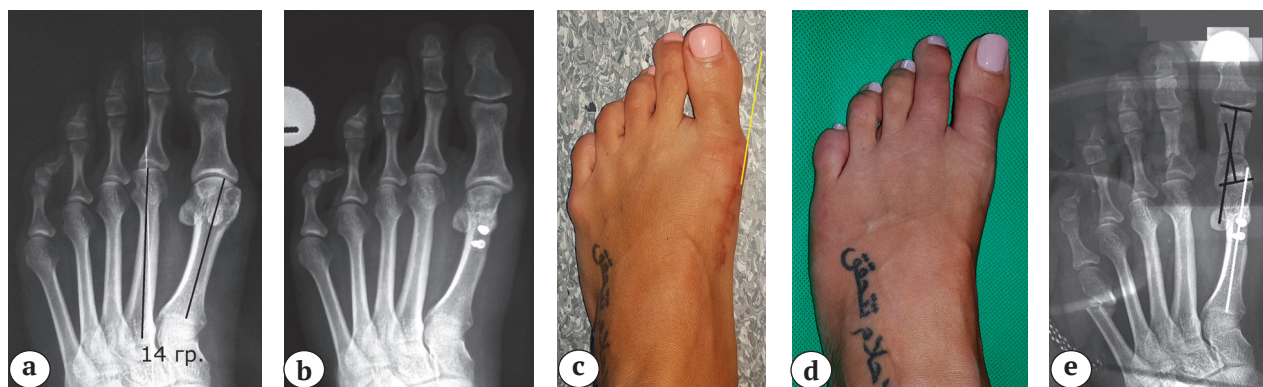
**Рис. 6.** Пациентка Л. в возрасте 31 года обратилась за помощью в связи с неудовлетворенностью внешним видом стоп (слишком длинными вторыми и третьими пальцами, «шишками» на наружных краях):

а, b — фото и рентгенограмма правой стопы до операции; с, d — фото и рентгенограмма стопы через 3 мес. после чрескожного вмешательства (операция Шедде, остеотомии Akin, основных фаланг второго-четвертого пальцев и пятой плюсневой кости) — несмотря на фиксируемый на рентгенограмме угол отклонения P1 кнутри 7°, визуальные проявления *hallux varus* отсутствуют, достигнут отличный клинический результат

**Fig. 6.** Female patient L., 31 y.o., was dissatisfied with foot appearance (too long second and third toes, excrescences on external margins): a, b — image and x-ray of the right foot prior to surgery; c, d — image and x-ray of foot 3 months after percutaneous procedure (Shede procedure, Akin osteotomy, proximal phalanges of second, third and fourth toes and fifth metatarsal), despite 7° varus angle of P1 identified on the x-ray there is no visual manifestation, excellent clinical outcome

Если же в качестве ориентира использовать ось дистального фрагмента P1, то и в этом случае варусная деформация первого пальца не регистрируется (рис. 7 е). Как же объяснить ее визуальные проявления? Полагаем, что разница с предыдущим примером, где наоборот, *hallux varus* определялся только рентгенологически, состоит в величине M1M2. В первом случае он был совсем маленьким, во втором — 14°. Получается, что при наличии *metatarsus primus varus*, даже если ось основной фаланги первого пальца будет совпадать с осью M1 (условная желтая линия на рисунке 7 с), клинически будет возможно диагностировать *hallux varus*. Помимо этого, визуальные проявления варусной дефор-

мации могут усиливаться за счет гиперкоррекции при выполнении остеотомии Akin — приема, к которому мы часто прибегаем при устранении *hallux valgus*, выделяя формирующееся при этом искривление P1 в отдельную разновидность деформации — *hallux varus interphalangeus* (по аналогии с *hallux valgus interphalangeus*). Таким образом, клинические проявления *hallux varus* определяются не только углом наклона кнутри оси P1 относительно оси M1, но и, в значительной мере, величиной первого межплюсневых угла: при одинаковом угле наклона кнутри первого пальца визуальные проявления деформации будут ярче у пациента с большим M1M2.



**Рис. 7.** Пациентка Н. 45 лет:

а — исходная рентгенограмма левой стопы;

б, с — рентгенограмма и фото стопы через год после первичной операции;

д, е — фото и рентгенограмма стопы через 3 мес. после повторного вмешательства (пояснения в тексте)

**Fig. 7.** Female patient N. 45 y.o.:

a — initial x-ray of left foot;

b, c — x-ray and image one year after primary surgery;

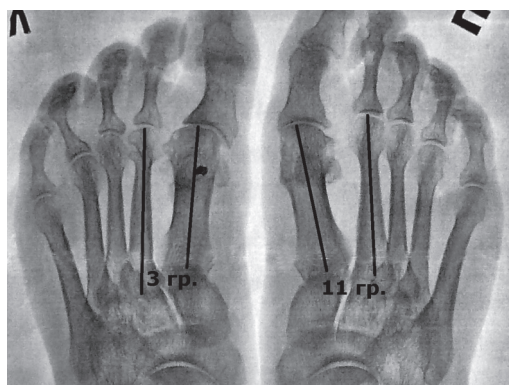
d, e — image and x-ray 3 months after revision surgery

Описываемые большинством исследователей факторы, способствующие отклонению первого пальца кнутри, перечислены во введении. Но достаточно ли изолированного влияния каждого фактора для формирования *hallux varus*? На наш взгляд, чаще всего речь идет о их сочетании и взаимном усилении. Лучше понять значение различных факторов может помочь сравнение оперированных стоп одного и того же пациента в тех случаях, когда на одной из стоп после операции развился *hallux varus*, а на другой нет. Три подобных примера представлены на рисунках 8, 9 и 10.

То есть к перечисленным выше факторам, провоцирующим развитие *hallux varus*, можно добавить удлинение (как относительное, так и абсолют-

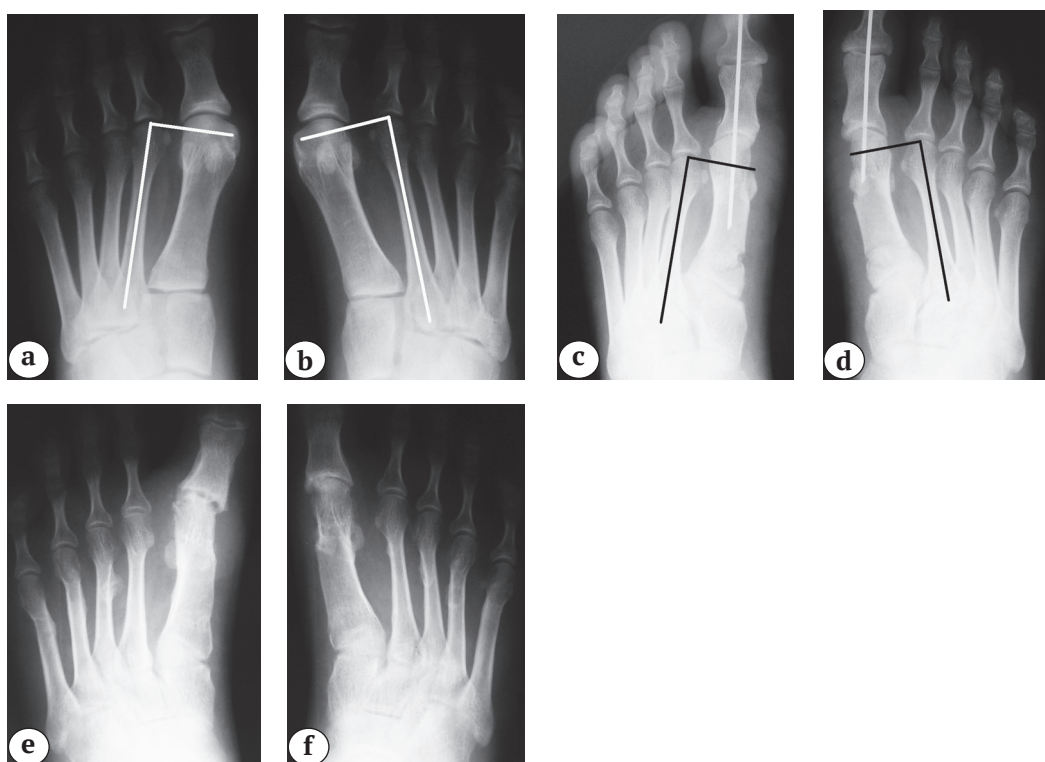
ное) первой плюсневой кости и нестабильность ПФС1, развившуюся на фоне его нарастающей деструкции.

Каков же в данном случае основной предрасполагающий к развитию *hallux varus* фактор? При сравнении рентгенограмм обеих стоп видны одинаково короткие M1 с одинаково маленькими головками, одинаковые первые межплюсневые углы. На наш взгляд, причина заключается в нестабильности первых плюснефаланговых суставов. До тех пор, пока силы, действовавшие на первый палец левой стопы, уравновешивали друг друга, он оставался прямым, как и на другой стопе. Давление второго пальца привело к нарушению равновесия и появлению деформации, тут же исчезнувшей при прекращении действия деформирующей силы.



**Рис. 8.** Пациентка Х. 60 лет, через 5 лет после первичных операций (*hallux varus* на левой стопе развился через 2 года после вмешательства): на правой стопе была выполнена операция Шеде, на левой — операция МакБрайда, приведшая к избыточному сближению первой и второй плюсневых костей (M1M2 на правой стопе 11°, на левой — 3°), что в сочетании с латеральным релизом основания P1 и, возможно, избыточным натяжением медиальной капсулы ПФС1 явилось причиной формирования *hallux varus*

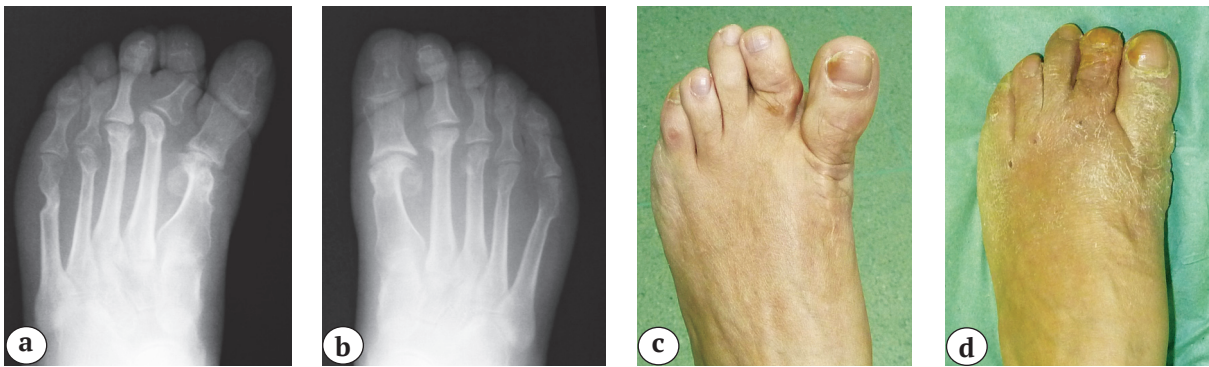
**Fig. 8.** Female patient H. of 60 y.o., 5 years after primary surgeries (*hallux varus* on left foot developed 2 years after procedure): Shede procedure was performed on right foot and McBride procedure — on the left resulting in excessive convergence of first and second metatarsal (M1M2 angle of 11° on right foot, 3° — on left), which in combination with lateral release of P1 basis and possibly over extension of the medial capsule of first metatarsophalangeal joint resulted in *hallux varus* formation



**Рис. 9.** Рентгенограммы стоп пациентки К. 48 лет до (а, б), сразу после (с, д) и через 7 лет (е, ф) после операций по методике ЦИТО: на фоне исходного преобладания длины первых плюсневых костей (а, б) сближение M1 и M2 привело к их еще большей относительной длине, а базальные остеотомии с вклиниванием костных аутографтов — к увеличению абсолютной длины; при этом трансартикулярная фиксация спицами позволила исключить влияние возможного избыточного натяжения медиальных мягкотканых структур на формирование *hallux varus*, резекцию медиальных выпуклостей нельзя назвать избыточной, зато отчетливо видно большее удлинение M1 на левой стопе (с). Результат через 7 лет (е, ф): грубые деструктивные изменения в первом плюснефаланговом суставе левой стопы плюс отклонение первого пальца кнутри (е).

На правой стопе, где M1 короче, дегенеративные изменения выражены в значительно меньшей степени

**Fig. 9.** Female patient K., 48 y.o., x-rays prior to (a, b), immediately after (c, d) and in 7 years (e, f) after procedure of Central institute of traumatology and orthopaedics (CITO): considering initial prevalence of first metatarsal length (a, b) the convergence of M1 and M2 resulted in a their greater relative length; basis osteotomies with bone autografting resulted in absolute length increase; transarticular pin fixation allowed to exclude influence of possible excessive medial soft tissues tensioning on *hallux varus* formation, medial eminence resection is not excessive but greater lengthening of M1 on left foot (c) is clearly observed. Outcome in 7 years (e, f): severe destructive changes in the first metatarsophalangeal joint of left foot and *hallux varus* (e). Degenerative changes were much less marked on the right foot with a shorter M1



**Рис. 10.** Рентгенограммы стоп и фото левой стопы пациентки Г. 53 лет через 7 лет после первичной операции (вероятно, стяжки плюсневых костей и резекционной артропластики ПФС1) (а–с); через 4 года после первичного вмешательства была выполнена резекция головки P2 по поводу молоткообразной деформации второго пальца, результатом которой явились изменение его формы и *hallux varus*. Внимательный осмотр позволил предположить, что отклонение первого пальца кнутри и к тылу обусловлено давлением на него деформированного второго пальца. Выполнена чрескожная операция, включавшая остеотомию P2 с трансартикулярной фиксацией второго пальца спицей на 4 нед., а также субкапитальную остеотомию M2-M4 по поводу центральной метатарзалгии: выпрямление второго пальца привело к самопроизвольной установке большого пальца на место (d)

**Fig. 10.** X-rays and image of left foot, female patient G. of 53 y.o., 7 years after primary surgery (apparently bracing of metatarsal and resection arthroplasty of first metatarsophalangeal joint) (a–c); 4 years after the primary surgery a resection of P2 head was performed due to hammer deformity of second toe which resulting into *hallux varus* formation. Careful examination allow conclusion that *hallux varus* and *valgus* resulted from pressure of deformed second toe. Percutaneous procedure was performed including P2 osteotomy with transarticular pin fixation of second toe and subcapital M2-M4 osteotomy due to central metatarsalgia evident in such M1 shortening: straightening of second toe resulted in spontaneous repositioning of hallux (d)

Таким образом, благодаря использованию сравнительного анализа рентгенограмм пациентов, подвергшихся хирургическим вмешательствам на обеих стопах, можно утверждать, что к хорошо известным причинам развития *hallux varus* (избыточная резекция медиального края головки M1; чрезмерное сближение первой и второй плюсневых; излишне агрессивный латеральный релиз, слишком сильное натяжение медиальных мягкотканых структур, сухожильно-мышечный дисбаланс ПФС1), необходимо добавить удлинение (относительное или абсолютное) первой плюсневой кости и нестабильность первого плюснефалангового сустава. При этом лишь часть вышеперечисленных факторов (избыточная резекция головки M1, чрезмерное сближение M1 и M2, удлинение первой плюсневой кости) может быть объективизирована путем выполнения рентгенографии. О воздействии других мы можем догадываться, анализируя особенности первичного вмешательства, или судить по косвенным признакам. В редких случаях к формированию *hallux varus* приводит только один из факторов. Как правило, речь идет об их сочетании и взаимном усилении. Нельзя забывать и о том, что отклониться кнутри большой палец может только в случае нейтрального или отрицательно угла наклона дистальной суставной площадки первой плюсневой кости (DMAA). Как бы близко

не располагались головки M1 и M2, при положительном DMAA *hallux varus* не сформируется.

В большинстве наблюдений данной работы отклонение первого пальца кнутри постепенно развивалось через несколько или много лет после первичной операции на фоне нарастающих дегенеративно-дистрофических, а то и деструктивных изменений в ПФС1. С одной стороны, этот факт говорит об относительности долгосрочных оценок результатов применения различных хирургических техник, в большинстве исследований ограничивающихся 1–5 годами. С другой стороны — подчеркивает важность умения предвидеть на многие годы вперед эффект различных хирургических действий. Удлинение первой плюсневой кости является одним из основных факторов, способных привести к медленному разрушению ПФС1 с развитием на этом фоне *hallux varus*.

Хирургические вмешательства, применяемые при лечении варусной деформации первого пальца стопы, отличаются крайним разнообразием [4, 5, 7, 9, 12]. Для коррекции *hallux varus* нами была использована чрескожная техника. Во всех случаях получены удовлетворительные результаты. При этом малое число наблюдений не позволяет нам пока дать рекомендации по применению конкретных чрескожных техник в зависимости от степени выраженности, ригидности и других проявлений варусной деформации первого пальца.



Пациенты дали добровольное информированное согласие на публикацию клинических наблюдений.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература / References

- Choi K.J., Lee H.S., Yoon Y.S., Park S.S., Kim J.S., Jeong J.J., Choi Y.R. Distal metatarsal osteotomy for hallux varus following surgery for hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(8):1079-1083. DOI: 10.1302/0301-620X.93B8.26430.
- Crawford M.D., Patel J., Giza E. Iatrogenic hallux varus treatment algorithm. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(3):371-384. DOI: 10.1016/j.fcl.2014.06.004.
- Davies M.B., Blundell C.M. The treatment of iatrogenic hallux varus. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(2):275-284. DOI: 10.1016/j.fcl.2014.02.010.
- Hsu A.R., Gross C.E., Lin J.L. Bilateral hallux varus deformity correction with a suture button construct. *Am J Orthop.* 2013;42(3):121-124.
- Rochwerger A., Curvale G., Groulier P. Application of bone graft to the medial side of the first metatarsal head in the treatment of hallux varus. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(12):1730-1735.
- Akhtar S., Malek S., Hariharan K. Hallux varus following scarf osteotomy. *Foot (Edinb).* 2016;29:1-5. DOI: 10.1016/j.foot.2016.09.004.
- Kannegieter E., Kilmartin T.E. The combined reverse scarf and opening wedge osteotomy of the proximal phalanx for the treatment of iatrogenic hallux varus. *Foot (Edinb).* 2011;21(2):88-91. DOI: 10.1016/j.foot.2011.01.011.
- Trnka H.J., Zettl R., Hungerford M., Mühlbauer M., Ritschl P. Acquired hallux varus and clinical tolerability. *Foot Ankle Int.* 1997;18(9):593-597. DOI: 10.1177/107110079701800913.
- Машков В.М., Несенюк Е.Л., Безродная Н.В., Шахматенко И.Е. Коррекция варусной деформации первого пальца стопы, возникшей в результате хирургического лечения *hallux valgus*. *Травматология и ортопедия России.* 2010;1(55):21-27.
- Mashkov V.M., Nesenyuk E.L., Bezrodnaya N.V., Shakhmatenko I.E. [The correction of hallux varus deformity in consequence of surgical treatment for hallux valgus]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;1(55):21-27. (in Russian).
- Vanore J.V., Christensen J.C., Kravitz S.R., Schuberth J.M., Thomas J.L., Weil L.S., Zlotoff H.J., Couture S.D. Diagnosis and Treatment of First Metatarsophalangeal Joint Disorders. Section 3: *Hallux Varus*. *J Foot & Ankle Surg.* 2003;3(48):137-142.
- Donley B.G. Acquired Hallux Varus. *Foot Ankle Int.* 1997;18(9):586-592. DOI:10.1177/107110079701800911.
- Gradisek B.P., Weil L.Jr. Tendon transfers and salvaging options for *hallux varus* deformities. *Clin Podiatr Med Surg.* 2016;33(1):85-98. DOI: 10.1016/j.cpm.2015.06.008.
- Бережной С.Ю. Артроз первого плюснефалангового сустава: чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической методики, клинко-рентгенологическая классификация. *Травматология и ортопедия России.* 2017;1(23):8-22. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.
- Berezhnoy S.Yu. [First metatarsophalangeal joint osteoarthritis: percutaneous surgery, choice of a surgical procedure, clinical and radiographic classification]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;1(23):8-22. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.
- Бережной С.Ю., Афанасьев Д.С. Двойная чрескожная остеотомия основной фаланги как способ устранения грубых вальгусных деформаций первого пальца стопы. *Астраханский медицинский журнал.* 2012;6(4):116-118.
- Berezhnoy S.Yu., Afanasyev D.S. [Double percutaneous proximal phalanx osteotomy as the way of correction of severe *hallux valgus* deformities]. *Astrahanskiy meditsinskiy jurnal* [Astrakhan Medical Journal]. 2012;6(4):116-118. (in Russian).
- Geaney L.E., Myerson M.S. Radiographic results after hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux varus. *Foot Ankle Int.* 2015;36(4):391-394. DOI: 10.1177/1071100714560400.
- Day M.H., Wickens E.H. Laetoli Pliocene hominid footprints and bipedalism. *Nature.* 1980;286:385-387. DOI:10.1038/286385a0.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Сергей Юрьевич Бережной — д-р мед. наук врач травматолог-ортопед Филиала «Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России, Москва

### INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Sergey Yu. Berezhnoy — Dr. Sci. (Med.) Orthopedic Surgeon, Medical Center of the Main Administration for Services to the Diplomatic Corps (GlavUpDK) at the Ministry of Foreign Affairs of Russian Federation, Moscow, Russian Federation

# Особенности артроскопического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава

М.Р. Салихов, И.А. Кузнецов, Г.И. Жабин, Д.А. Шулепов, О.В. Злобин

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

## Реферат

В течение прошлого десятилетия клинические и анатомические исследования показали, что латеральный эпикондилит можно успешно лечить артроскопическим методом.

*Цель исследования* — определить оптимальный метод оперативного лечения пациентов с латеральным эпикондилитом.

*Материал и методы.* Комплексное исследование состояло из двух разделов: анатомического и клинического. Анатомический раздел включал в себя прецизионную препаровку разгибательной группы мышц предплечья. Клинический раздел исследования заключался в сравнительном анализе статистически корректных и сопоставимых по тяжести заболевания групп пациентов, прооперированных открытым и артроскопическим методами. Все пациенты были разделены на три группы. Пациентам I группы был выполнен артроскопический релиз короткого лучевого разгибателя запястья (КЛРЗ) без декорткации наружного надмыщелка плечевой кости. II группа — пациенты, которым выполнен артроскопический релиз КЛРЗ в сочетании с декорткацией наружного надмыщелка плечевой кости. В III группе пациентам был выполнен открытый релиз КЛРЗ.

*Результаты.* У пациентов, которым был выполнен релиз КЛРЗ артроскопическим методом, болевой симптом был менее выражен, чем у пациентов, которым релиз КЛРЗ проводили в сочетании с декорткацией большого надмыщелка, или чем у пациентов, которых оперировали открытым способом ( $p < 0,05$ ). Выраженность боли по визуальной аналоговой шкале VAS в I группе снизилась с 7 до 1 балла, во II группе — с 7 до 3 баллов, в III группе — с 7 до 4 баллов. Среднее время, необходимое для полного выздоровления, составляло  $24,2 \pm 7,8$  суток в I группе,  $39,4 \pm 5,6$  суток во II группе, и  $60,2 \pm 15,6$  суток в III группе ( $p < 0,05$ ). Функциональное состояние после лечения больных по шкале MEPS через 9 нед. в I группе улучшилось с 60 до 79 баллов, во II группе — с 62 до 75 баллов, в III группе — с 60 до 75 баллов.

*Заключение.* Бурение или удаление надкостницы поврежденного надмыщелка не дает положительного эффекта. Декорткация имеет такой недостаток, как усиление послеоперационных болей, что приводит к снижению амплитуды движений в локтевом суставе и повышенной кровоточивости раны. У пациентов, которым выполнялся артроскопический релиз КЛРЗ, наблюдалась минимальная послеоперационная боль, на фоне которой возможна ранняя реабилитация и быстрый возврат к повседневной и профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** локоть теннисиста, артроскопическое лечение, заболевания локтевого сустава.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-58-69

Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Жабин Г.И., Шулепов Д.А., Злобин О.В. Особенности артроскопического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):58-69. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-58-69.

**Cite as:** Salikhov M.R., Kuznetsov I.A., Zhabin G.I., Shulepov D.A., Zlobin O.V. [Arthroscopic Treatment of Patients with Lateral Humeral Epicondylitis (Tennis Elbow)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):58-69. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-58-69.

Салихов Марсель Рамильевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Marsel R. Salihov. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: virus-007-85@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 08.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 17.10.2017.

# Arthroscopic Treatment of Patients with Lateral Humeral Epicondylitis (Tennis Elbow)

M.R. Salikhov, I.A. Kuznetsov, G.I. Zhabin, D.A. Shulepov, O.V. Zlobin

*Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia*

## Abstract

In the past decade the clinical and anatomical studies proved that lateral humeral epicondylitis can be successfully treated arthroscopically.

*Purpose* of the study is to identify the optimal method of surgical treatment for patients with lateral humeral epicondylitis.

*Material and Methods.* The authors conducted an integral study consisting of two sections: clinical and anatomical. Anatomical section included precision preparation of extensor muscles of the forearm. Clinical section was dedicated to comparative analysis of statistically valid and matched by lesion severity groups of patients who underwent open and arthroscopic procedures. All patients were divided into three groups. Patients of Group I underwent arthroscopic release of extensor carpi radialis brevis tendon (ECRB) without decorticating of the lateral humeral epicondyle. Patients of Group II underwent arthroscopic release of ECRB in combination with decortication of the lateral humeral epicondyle. Patients in Group III underwent an open release of ECRB.

*Results.* Patients who underwent arthroscopic release of ECRB demonstrated less pronounced pain syndrome as compared to patients after ECRB release along with decortication of epicondyle or after open release ( $p < 0,05$ ). VAS pain score in Group I decreased from 7 to 1 point, in Group II — from 7 to 3 points, in Group III — from 7 to 4 points. Mean time until full recovery after the surgery was  $24,2 \pm 7,8$  days in Group I,  $39,4 \pm 5,6$  days in Group II and  $60,2 \pm 15,6$  days in Group III ( $p < 0,05$ ). Functional outcomes were assessed by Mayo Elbow Performance Score (MEPS) in 9 weeks postoperatively: Group I — improvement from 60 to 79 points, Group II — from 62 to 75 points, Group III — from 60 to 75 points.

*Conclusion.* Drilling or removal of periosteum of the damaged epicondyle does not provide a positive effect. Decortication also has certain disadvantages like postoperative pain intensification leading to lesser range of motion in elbow and increased bleeding of the wound. Patients after simple release of ECRB demonstrated minimal postoperative pain which allows early rehabilitation and return to daily and professional activities.

**Keywords:** elbow tennis, arthroscopy, elbow joint, ECRB.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-58-69

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Латеральный эпикондилит, или «локоть теннисиста», является одной из наиболее частых причин возникновения боли и дисфункции в локтевом суставе и дистальном отделе верхней конечности [1, 2, 3]. При латеральном эпикондилите характерным признаком является боль, появляющаяся при разгибании кисти с сопротивлением, при медиальном — боль, появляющаяся при сгибании кисти с сопротивлением [4, 5]. В латеральной области поражаются сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья и общего разгибателя пальцев, а в медиальном — сухожилие общего сгибателя [6]. При гистологическом исследовании в пораженном сухожилии выявляется ангиофибробластическая гиперплазия [7].

Это заболевание встречается у 1–4% населения, как правило, в возрасте 35–50 лет [8–10]. Впервые термин «локоть теннисиста» применил в 1882 г. Н.Р. Morris, а годом позже Н.Р. Major дал более точное его определение. Это название забо-

левание получило из-за того, что наиболее часто оно диагностируется у людей, увлекающихся теннисом или другими видами спорта, в которых используется ракетка [11, 12]. Хотя латеральный эпикондилит традиционно ассоциируется с игрой в теннис, в 95% случаев его причиной является профессиональная либо иная повседневная деятельность, сопровождающаяся многократно повторяющимся резким напряжением или длительным статическим напряжением мышц, берущих начало в области надмышцелков [13, 14].

Как правило, латеральный эпикондилит хорошо поддается консервативному лечению, которое включает такие методы, как ношение брейсов, лечебная физкультура, инъекции кортикостероидов, акупунктура [15–17]. Общепринятым методом лечения является назначение нестероидных противовоспалительных препаратов [18, 19]. В качестве альтернативных способов консервативного лечения были предложены инъекции ботулотоксина и ударно-волновая терапия [20–22].

Показанием к оперативному вмешательству является сохранение симптомов заболевания более полугода несмотря на проводимое консервативное лечение [23, 24].

В литературе имеются данные нескольких исследований, в которых авторы сравнивали эффективность и безопасность открытого и артроскопического методов лечения латерального эпикондилита. R.E. Peart с соавторами получили 72% отличных и хороших результатов в группе артроскопического лечения и 69% — в группе открытого лечения. Пациенты сравнивались по уровню боли, функции конечности, удовлетворенности, срокам реабилитации. Осложнений не наблюдалось ни в одной из групп [25]. F. Rubenthaler с соавторами сообщают о 75% отличных и хороших результатов после артроскопического лечения по сравнению с 60% у пациентов, перенесших открытые вмешательства [26].

Проблема хирургического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава с рациональным использованием артроскопии в настоящее время не решена. Прежде всего, четко не определены наиболее удобные и безопасные артроскопические доступы к локтевому суставу, при которых артроскопия будет наиболее безопасна. Анализ современных источников литературы показал, что как за рубежом, так и в нашей стране недостаточно изучены вопросы о сроках, показаниях и противопоказаниях к консервативному и оперативному лечению и особенностях их проведения у пациентов с данной патологией.

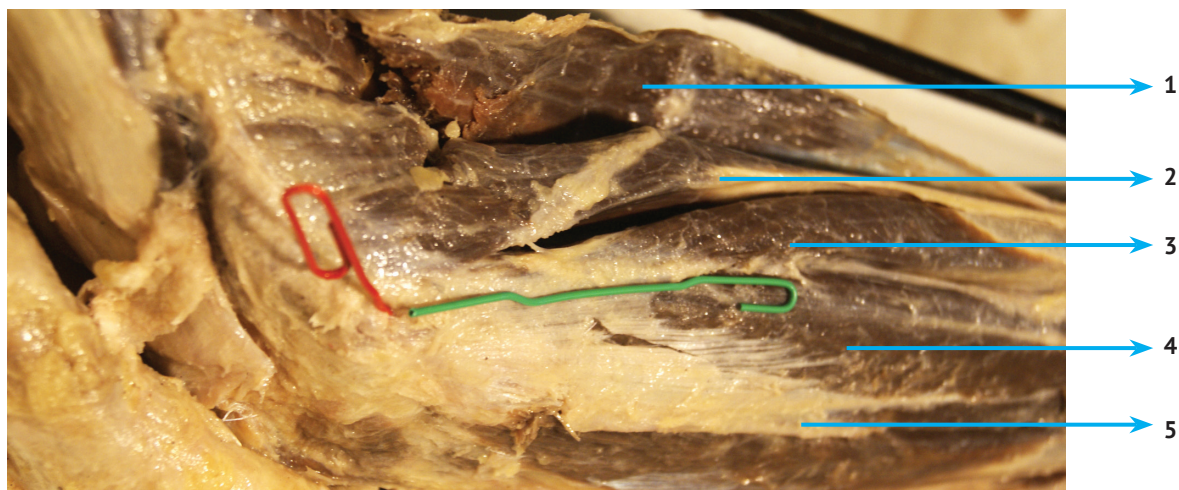
Таким образом, необходимо оптимизировать методику артроскопического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава путем определения наиболее безопасных и удобных артроскопических доступов к локтевому суставу, разработки алгоритма подбора пациентов для лечения артроскопическим методом и совершенствования хода и техники самой операции.

**Цель исследования** — определить оптимальный метод оперативного лечения пациентов с латеральным эпикондилитом на основании результатов анатомо-клинического исследования и сравнить исходы лечения открытым.

### Материал и методы

Комплексное клиничко-анатомическое исследование включало в себя две взаимосвязанные общей целевой установкой раздела: анатомический и клинический.

Анатомический раздел включал в себя прецизионную препаровку разгибательной группы мышц предплечья (12 фиксированных препаратов верхней конечности) с целью изучения особенностей (размеры и локализация) области прикрепления сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья к латеральному надмыщелку плечевой кости. Также изучались особенности топографии лучевой коллатеральной связки локтевого сустава, которая играет важную роль при проведении релиза разгибателей предплечья (рис. 1).



**Рис. 1.** Анатомический препарат правого локтевого сустава с разгибательной группой мышц предплечья: 1 — плечелучевая мышца; 2 — длинный лучевой разгибатель запястья; 3 — короткий лучевой разгибатель запястья; 4 — общий разгибатель пальцев; 5 — разгибатель мизинца. Красной меткой отмечен латеральный надмыщелок плечевой кости, зеленой меткой — расположение сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья

**Fig. 1.** Anatomical specimen of the right elbow with extensor muscles of the forearm: 1 — *m. brachioradialis*; 2 — *m. extensor carpi radialis longus*; 3 — *m. extensor carpi radialis brevis*; 4 — *m. extensor digitorum communis*; 5 — *extensor digiti minimi*. Lateral humeral epicondyle with red mark, location of *extensor carpi radialis brevis* tendon — with green mark

Клинический раздел исследования заключался в сравнительном анализе статистически корректных и сопоставимых по тяжести заболевания пациентов, прооперированных открытым и артроскопическими методами. Для этого были проанализированы результаты лечения 90 пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава, проведенного в отделении №15 РНИИТО им. Р.Р. Вредена с 2013 по 2016 г. открытым и артроскопическими методами. Пациенты были поделены на три группы: I группа — 30 пациентов (средний возраст  $42 \pm 4,5$  года), которым выполнен артроскопический релиз КЛРЗ без декортикации наружного надмыщелка плечевой кости, II группа — 30 пациентов (средний возраст  $44 \pm 6,3$  лет), которым выполнен артроскопический релиз КЛРЗ в сочетании с декортикацией наружного надмыщелка плечевой кости, и III группа — 30 пациентов (средний возраст  $43 \pm 5,2$  лет), которым выполнен открытый релиз КЛРЗ. Распределение пациентов по возрасту представлено в таблице 1.

Пациентам I и II групп операцию выполняли через проксимальный-латеральный и проксимальный-медиальный артроскопические доступы в положении больного на боку (рис. 2).

В обеих группах выполнялись следующие хирургические этапы:

- 1) идентификация КЛРЗ (I, II группы);
- 2) резекция капсулы, для визуализации короткого лучевого разгибателя запястья (КЛРЗ) и длинного лучевого разгибателя запястья (ДЛРЗ) (I, II группы);
- 3) резекция КЛРЗ между ДЛРЗ и наружным надмыщелком так, чтобы оставаться выше срединной линии плечелучевого сустава для минимальной травматизации лучевой коллатеральной связки (I, II группы).
- 4) Декортикация наружного надмыщелка плечевой кости (II группа).

При артроскопии локтевого сустава использовался 2,4-миллиметровый, 30-градусный артроскоп, который устанавливали через проксимальный медиальный доступ для визуализации головки лучевой кости и прилегающей суставной капсулы (рис. 3а). Далее идентифицировали точку для формирования проксимального латерального доступа (рис. 3б). Следующим этапом проводилась резекция капсулы сустава. Для выполнения этой задачи использовали радиочастотный монополярный аблятор и шейвер (рис. 3с). После выделения сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья выполняли его релиз при помощи basketного выкусывателя (рис. 3д).

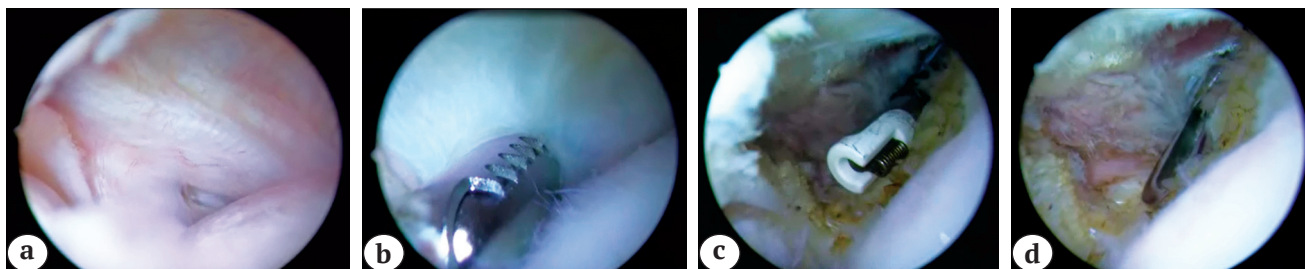
Таблица 1/ Table 1

**Распределение пациентов по полу и возрасту**  
**Gender and age of patients**

I группа — 30 пациентов					II группа — 30 пациентов					II группа — 30 пациентов				
Пол		Возраст			Пол		Возраст			Пол		Возраст		
м	ж	20-30	31-40	41-50	м	ж	20-30	31-40	41-50	М	ж	20-30	31-40	41-50
21	9	3	7	20	19	11	3	5	12	19	11	3	5	12
70%	30%	10%	23,3%	66,7%	63%	37%	15%	25%	60%	63%	37%	15%	25%	60%



**Рис. 2.** Укладка пациентов I и II группы с топографией артроскопических доступов  
**Fig. 2.** Positioning of patients from Group I and Group II with marking of arthroscopic approaches



**Рис. 3.** Основные этапы артроскопического релиза короткого лучевого разгибателя у пациента с латеральным эпикондилитом: а — визуализация головки лучевой кости и прилегающей суставной капсулы через проксимальный-медиальный артроскопический доступ; б — идентификация точки для формирования проксимального латерального доступа; в — резекция капсулы сустава с помощью радиочастотного монополярного аблятора и шейвера; д — релиз короткого лучевого разгибателя запястья при помощи баскетного выкусывателя

**Fig. 3.** Main stages of arthroscopic release of *extensor carpi radialis brevis* tendon in a patient with lateral epicondylitis: а — visualization of radial head and adjacent articular capsule through the proximal medial arthroscopic approach; б — identification of entry point for proximal lateral approach; в — resection of articular capsule using radiofrequency unipolar ablator and shaver; д — ECRB release with basket punch

Пациентам III группы с латеральным эпикондилитом проводили операцию Гомана. Операция заключалась в осуществлении доступа к месту прикрепления короткого лучевого разгибателя запястья и общего разгибателя пальцев к латеральному надмыщелку плечевой кости с последующей их дезинсерцией (рис. 4).



**Рис. 4.** Операция Гомана при латеральном эпикондилите у пациентов III группы. Красной линией отмечена проекция дезинсерции короткого лучевого разгибателя запястья и общего разгибателя пальцев

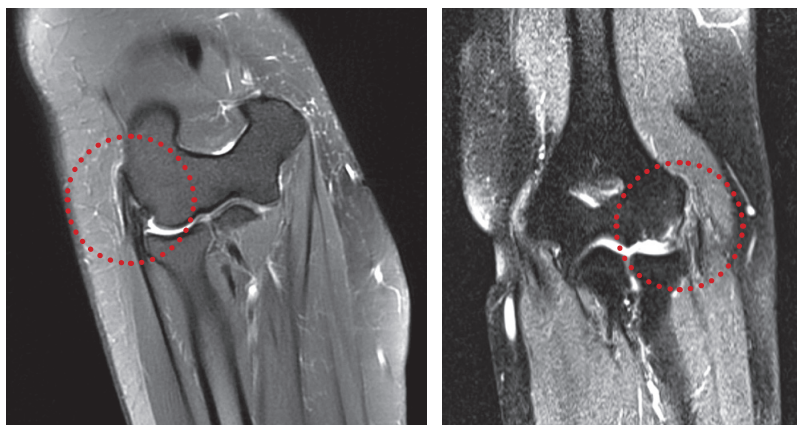
**Fig. 4.** Hohmann procedure in lateral epicondylitis in patients of Group III. Red line marks a projection of disinsertion of ECRB and *extensor digitorum communis*

Пациенты всех групп в течение 6 мес. безуспешно проходили консервативную терапию, включающую ношение бандажа, инъекции кортикостероидов, терапию ударной волной.

При исследовании пациентов всех групп выявлены следующие клинические признаки:

- локальная боль при пальпации латерального надмыщелка;
- симптом Томсена;
- симптом Велша.

Из дополнительных методов исследования использовались данные МРТ (рис. 5).



**Рис. 5.** МРТ локтевого сустава с признаками латерального эпикондилита локтевого сустава. Красным штрихом выделено поврежденное сухожилие короткого лучевого разгибателя запястья

**Fig. 5.** MR tomography of elbow featuring signs of lateral epicondylitis. Red dots mark damaged *extensor carpi radialis brevis* tendon

Боль оценивали по визуальной аналоговой шкале (VAS), состояние функции локтевого сустава — по шкале Mayo Elbow Performance Score (MEPS), предложенной в 1986 г. и с тех пор широко используемой специалистами, в предоперационном периоде, через 1, 6 и 9 нед. после операции (табл. 2). Также проводили сравнение результатов длительности операции и госпитализации у пациентов сформированных групп.

Обработку данных проводили в программе Past306 с последующим построением наглядных графиков, диаграмм, таблиц.

Полученные в экспериментальной части данные оценивались с помощью непараметрических критериев, средние величины публиковались в виде медианы и 95% доверительного интервала. При статистическом анализе трех сформированных и пролеченных клинических групп результаты оценивались как параметрические, где средние величины публиковались в виде средней величины ± стандартное отклонение. При помощи критериев Шапиро — Вилкоксона проверялась нормальность распределения выборок. Для оценки критериев статистической значимости различий средних величин в зависимых выборках исполь-

зовался *t*-критерий для зависимых выборок и альтернативный непараметрический тест-критерий Вилкоксона парных сравнений. Для независимых выборок с целью оценки критериев статистической значимости мы использовали *t*-критерий для независимых выборок. Непараметрическими альтернативами параметрического критерия для данных выборок мы использовали *U*-критерий Манна — Уитни и двухвыборочный критерий Колмогорова — Смирнова.

### Результаты

При изучении анатомических особенностей области прикрепления сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья к наружному надмыщелку плечевой кости выявлено, что оно имеет ромбовидную форму (рис. 6).

По результатам проведенных замеров определялась площадь основания прикрепления изучаемого сухожилия к плечевой кости. Расчеты выполнялись по формуле:

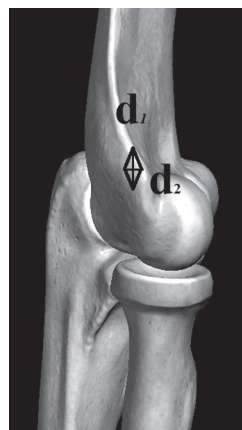
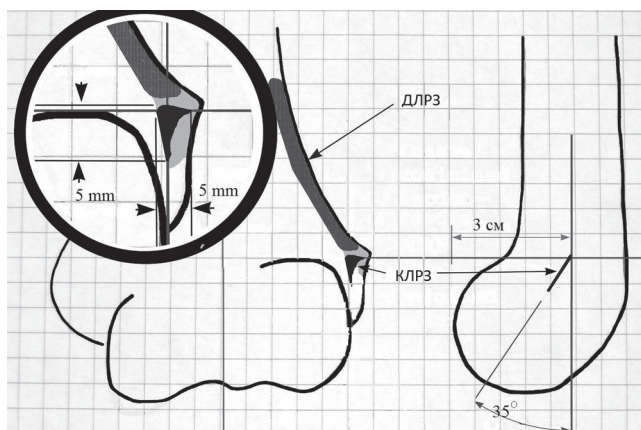
$$S = \frac{1}{2} d_1 \times d_2,$$

где  $d_1$  — высота ромба;  $d_2$  — ширина ромба (табл. 3).

Таблица 2/Table 2

#### Шкала функциональной оценки локтевого сустава Mayo Elbow Performance Score

Критерий	Позиция	Баллы
Амплитуда движений (0,2 балла/градус)	Арка 100°	20
	Арка 50–100°	15
	Арка менее 50°	5
Сила	Нормальная	12
	Легкая потеря (до 80% по сравнению с противоположной)	8
	Умеренная потеря (до 50%)	4
	Тяжелая потеря	0
Стабильность	Нормальная	10
	умеренная потеря	5
	Нестабильность	0
Боль	Нет	45
	Легкая (активность не изменен)	30
	Умеренная (во время или после активности)	15
	Тяжелая (в покое)	0
Функциональный результат	Отличный	90–100
	Хороший	75–89
	Удовлетворительный	60–74
	Плохой	Менее 60



**Рис. 6.** Область прикрепления короткого лучевого разгибателя запястья к наружному надмыщелку плечевой кости: ромбовидная зона прикрепления сухожилия,  $d_1$  — высота ромба,  $d_2$  — ширина ромба

**Fig. 7.** Footprint area of extensor carpi radialis brevis tendon to external epicondyle: rhomboid footprint area,  $d_1$  — footprint height,  $d_2$  — footprint width

**Таблица 3/ Table 3**  
**Результаты измерений области прикрепления сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья к наружному надмыщелку плечевой кости**  
**Measurements of footprint area of extensor carpi radialis brevis tendon in relation to lateral humeral epicondyle**

№	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	S ромба, мм <sup>2</sup>
1	10	5	25
2	11	6	33
3	9	4	18
4	8	4	16
5	10	6	30
6	7	4	14
7	11	5	27,5
8	9	4	18
9	8	3	12
10	9	4	18
11	10	5	25
12	7	3	10,5
Me	9	4	18
(ДИ 95%)	(8,2–10,0)	(3,8–,1)	(16,0–25,2)

$d_1$  — высота ромба;  $d_2$  — ширина ромба.

Средняя площадь основания сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья у места прикрепления к наружному надмыщелку плечевой кости составила в среднем 18 (16,0–25,2) мм<sup>2</sup>, что важно учитывать при выполнении релиза изученного сухожилия при эпикондилите.

Обращает на себя внимание особенность топографии лучевой коллатеральной связки, при

которой резекцию сухожилия короткого лучевого разгибателя не следует проводить ниже срединной линии плечелучевого сустава (рис. 7).

Оценка результата по шкале функциональной оценки локтевого сустава MEPS до и через 1, 6 и 9 нед. после оперативного лечения пациентов всех групп обобщены в таблице 4.



**Рис. 7.** Топография лучевой коллатеральной связки. Пунктиром отмечена срединная линия плечелучевого сустава

**Fig. 7.** Topography of the radial collateral ligament. Dotted line marks midline of radioulnar joint



Таблица 4/Table 4

**Оценка функционального состояния до и после оперативного лечения по шкале MEPS**  
**Assessment of functional outcomes prior to surgery and postoperatively in patients by MEPS**

Группа	До операции	Через 1 нед. после операции	Через 6 нед. после операции	Через 9 нед. после операции
I	60±5,5	75±4,3	79±2,6	79±2,7
II	62±5	60±3,2	75±3,9	75±1,8
III	60±3,9	60±3,2	75±2,9	75±1,7

При оценке болевого синдрома у пациентов по шкале VAS выявлено выраженное и стойкое снижение боли в отдаленном периоде по сравнению с предоперационным периодом. Кроме того, у пациентов I группы боль в отдаленном периоде была менее выражена, чем у пациентов других групп (табл. 5).

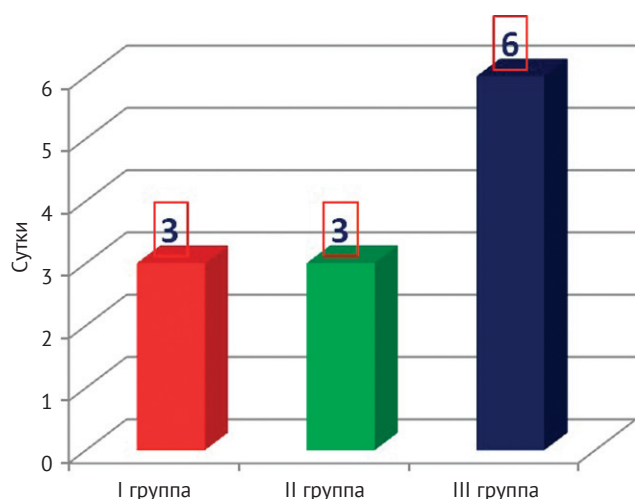
Средний результат оценки шкале VAS в отдаленном периоде: I группа – 0,7±0,3 балла; II группа – 3,0±0,2 балла; III группа – 4,0±0,5 балла.

Сравнение результатов длительности операции и госпитализации у пациентов представлены на рисунках 8 и 9.

Таблица 5/Table 5

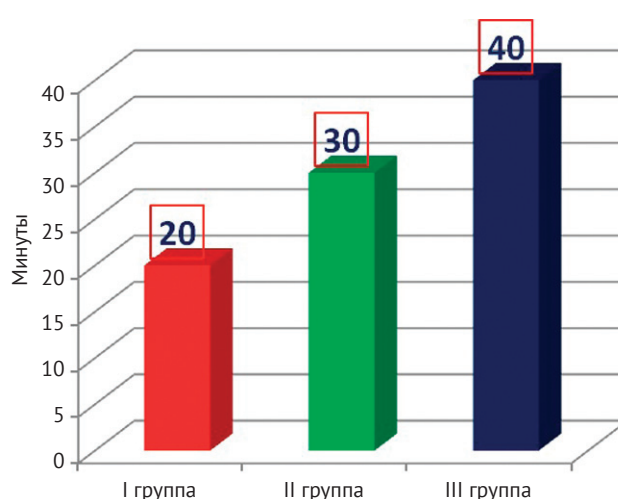
**Оценка болевого синдрома по VAS до и после оперативного лечения**  
**VAS pain assessment prior to surgery and postoperatively in patients**

Группа	До операции	Через 1 нед.	Через 6 нед.	Через 9 нед.
I	7,0±0,8	4,0±0,9	1,0±0,8	0,7±0,3
II	7,0±0,8	5,4±0,9	4,0±0,8	3,0±0,2
III	7,0±0,4	6,0±0,5	5±0,5	4,0±0,5



**Рис. 8.** Средние сроки госпитализации больных I, II, III групп, сутки

**Fig. 8.** Mean hospital stay of patients in Groups I, II and III, in days



**Рис. 9.** Средняя продолжительность операции у больных I, II, III групп, мин

**Fig. 9.** Mean surgery time in patients of Groups I, II and III, minutes

Анализ результатов по шкале функциональной оценки локтевого сустава MEPS и визуальной аналоговой шкале боли (VAS) позволил сделать заключение о том, что изолированный артроскопический релиз короткого лучевого разгибателя запястья у пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава позволяет достигнуть значительного улучшения функционального состояния пациентов и тем самым повысить качество жизни.

Артроскопическая дезинсерция КЛРЗ является эффективным методом лечения больных с латеральным эпикондилитом. Декортикация при латеральном эпикондилите приводит к усилению боли после операции и не улучшает клинические результаты.

Мы представляем технику для артроскопического релиза КЛРЗ, состоящую из четырех шагов:

1) идентификация КЛРЗ путем диагностической артроскопии;

2) резекция капсулы для открытия короткого лучевого разгибателя запястья (КЛРЗ) и длинного лучевого разгибателя запястья (ДЛРЗ);

3) резекция КЛРЗ между ДЛРЗ и наружным надмышцелком плечевой кости так, чтобы не спускаться ниже срединной линии плече-лучевого сустава для сохранения лучевой коллатеральной связки;

4) декортикация прикрепления КЛРЗ (остается на усмотрение хирурга).

При сравнении времени операции в трех группах было определено, что время госпитализации пациентов снизилось в I и II группах — на 50% по сравнению с пациентами III группы.

Продолжительность операции при использовании артроскопической техники снизилась на 50% в I группе; на 25% в II группе по сравнению с пациентами, прооперированными открытым методом.

Функциональный результат лечения пациентов с латеральным эпикондилитом оценивали через 9 нед. по шкале MEPS. Во всех трех группах функциональный результат был оценен как хороший (I группа —  $79 \pm 2,7$ ; II группа —  $75 \pm 1,8$ ; III группа —  $75 \pm 1,7$ ).

## Обсуждение

Все хирургические способы лечения латерального эпикондилита можно разделить на открытые, открытые мини-инвазивные, чрескожные и артроскопические [23, 24].

При открытых вмешательствах выполняют резекцию надмышцелка, резекцию (релиз) круговой связки и синовиальной оболочки, релиз короткого лучевого разгибателя запястья и общего разгибателя пальцев, удлинение дистального сухожилия, денервацию, декомпрессию лучевого нерва и другие манипуляции [8, 27].

Самое большое количество наблюдений представили в 1993 г. J. Verhaar с соавторами. Они на-

блюдали 57 пациентов в среднем в течение 5 лет после открытого хирургического лечения эпикондилита. Через 6 нед. после операции 40% из них жаловались на среднюю и выраженную боль, через год такие жалобы предъявляли 24% больных. Через 5 лет, несмотря на значительное улучшение, 9% пациентов все же испытывали боль от умеренной до выраженной, а 28% жаловались на другие симптомы [28].

Чрезкожные методы хирургического лечения эпикондилита также получили широкое распространение. Впервые чрескожный релиз описали S.H. Baumgard и D.R. Schwartz в 1982 г. B. Yerger и T. Turner в 1995 г. впервые выполнили эту операцию в амбулаторных условиях под местной анестезией. Чрескожный релиз места прикрепления общего разгибателя обеспечивает до 90% хороших и отличных результатов [29].

Наиболее распространенным методом является идентификация и иссечение всех измененных тканей в области прикрепления сухожилия разгибателя в сочетании с созданием костного ложа и последующей реаппроксимацией апоневроза [2].

В последние два десятилетия предпочтение отдается артроскопическим методам лечения как более щадящим, однако решение о выборе способа хирургического лечения зависит от степени заболевания, имеющихся симптомов и предпочтений хирурга [30]. Кадаверные исследования доказали, что артроскопия позволяет безопасно и эффективно резецировать основание короткого лучевого разгибателя запястья (КЛРЗ) в 100% случаев и в 90% — основание общего разгибателя пальцев [31].

К преимуществам артроскопического лечения можно отнести возможность дебридмента сухожилия без разделения апоневроза общего разгибателя, возможность визуализации полости сустава с целью диагностики внутрисуставной патологии и более короткий период послеоперационной реабилитации [25, 32].

Некоторые предпочитают проводить дебридмент латеральной капсулы сустава с окружающими его тканями, что может отрицательно сказаться на плечелучевом суставе, другие сосредоточены на дебридменте разгибателей [9].

S.L. Baker Jr. и C.L. Baker 3<sup>rd</sup>. в 2008 г. опубликовали долгосрочные результаты артроскопического релиза короткого лучевого разгибателя запястья у 30 пациентов со средним сроком наблюдения 130 мес., 86,7% из них были полностью удовлетворены результатами лечения [32].

R. Grewal с соавторами выполнили артроскопический релиз у 36 пациентов, страдающих латеральным эпикондилитом, 25 из которых были заняты на производстве тяжелым трудом с повторяющимися движениями. В среднем через 42 мес. удовлетворенность пациентов результатами ле-

чения по VAS составила 8 баллов из 10, средний балл по шкале MEPS —  $78,6 \pm 16,5$ . Четырнадцать пациентов считали себя полностью здоровыми; 16 сказали, что чувствуют себя значительно лучше; 5 не почувствовали улучшений, и только один пациент сообщил, что ему стало хуже, чем до лечения. Авторы не выявили связи между результатами лечения и такими факторами, как возраст пациентов, длительность заболевания, сопутствующая патология оперируемого сустава, тип поражения. Значительно худшие результаты были получены у тех пациентов, которые были заняты тяжелым физическим трудом [3].

В течение прошлого десятилетия клинические и анатомические исследования показали, что латеральный эпикондилит можно успешно лечить артроскопически. Анатомические исследования помогли хирургам идентифицировать ключевые анатомические ориентиры и определить место прикрепление сухожилия короткого лучевого разгибателя запястья (КЛРЗ), что в свою очередь обеспечило безопасность техники артроскопической резекции. В литературе опубликованы исследования артроскопической резекции гистологически измененной ткани (КЛРЗ) в сочетании с декортикацией бокового надмыщелка, разнящиеся своими результатами. В связи с вышеизложенным возникла необходимость сравнения ранних результатов при данных объемах оперативного вмешательства.

Анализ литературы по теме исследования показывает, что проблемы хирургического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава, как и определения места в нем артроскопической технологии, в настоящее время полностью не решены. Прежде всего, четко не определены наиболее удобные и безопасные артроскопические доступы к локтевому суставу. Отсутствуют детально разработанные алгоритмы подбора пациентов с патологией и травмами локтевого сустава для артроскопического вмешательства. Более того, анализ современных источников литературы показывает, что в зарубежной и отечественной литературе недостаточно освещены вопросы о сроках, показаниях и противопоказаниях к консервативному и оперативному лечению, разных подходах к артроскопической операции у пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава. Таким образом, оптимизацию технологии артроскопического лечения, по данным литературы, следует искать на путях формирования алгоритма и критериев выбора пациентов, перспективных именно для данной хирургической технологии, разработки более щадящих доступов с минимальной травматичностью сосудов и нервов и совершенствования хода и техники самой

операции, в том числе с учетом разных функциональных положений верхней конечности.

Наиболее важным результатом проведенного исследования является тот факт, что декортикация бокового надмыщелка не приводит к лучшим клиническим результатам у пациентов, перенесших артроскопический релиз КЛРЗ при хроническом латеральном эпикондилите. Скорее всего, это связано с тем, что проведение декортикации приводит к увеличению боли в раннем послеоперационном периоде. В мировой литературе много внимания уделяется исследованиям, посвященным тактике артроскопической обработке латерального надмыщелка, однако изучение влияния декортикации бокового надмыщелка на клинический результат проводилось в единичных случаях.

В литературе существует более 15 различных хирургических методов лечения пациентов с латеральным эпикондилитом. Эти методы включают в себя простой релиз, реконструкцию общего сухожилия разгибателей, разделение глубокой фасции, которая покрывает общее сухожилие разгибателей, и артроскопический релиз. Многие авторы сообщают об успешных результатах лечения хирургическими методами. Тем не менее, нет ни одного сравнительного исследования результатов лечения пациентов путем проведения декортикации латерального надмыщелка в сочетании с релизом КЛРЗ и выполнения только релиза КЛРЗ как открытым, так и артроскопическим методами [33, 34].

Важным выводом проведенного авторами исследования является то, что бурение или удаление надкостницы поврежденного надмыщелка не дает положительного эффекта, его следует избегать. Декортикация имеет такие недостатки, как повышенная кровоточивость раны и увеличение послеоперационных болей, в следствие чего достигается меньшая амплитуда движений в локтевом суставе. У пациентов, которым выполнялся простой релиз КЛРЗ, может быть достигнута минимальная послеоперационная боль, на фоне которой возможна ранняя реабилитация и быстрый возврат к трудовой и профессиональной деятельности. Следует отметить, что исследование было проведено на относительно небольшой выборке пациентов, в связи с чем оно не в полной мере учитывает потенциальные факторы, которые могут повлиять на исход лечения (возраст, пол и уровень активности). Несмотря на эти ограничения, мы считаем, что полученные результаты являются клинически значимыми.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

1. Королев С.Б., Качесов А.В., Носов О.Б., Кленин А.А., Абраменков А.Н. Способ оперативного вмешательства при эпикондилите плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(4):114-117. Korolev S.B., Kachesov A.V., Nosov O.B., Klenin A.A., Abramenkov A.N. [The method of surgical treatment of humeral epicondylitis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics in Russia]. 2011;(4):114-117. (in Russian).
2. Cohen M.S., Romeo A.A. Open and arthroscopic management of lateral epicondylitis in the athlete. *Hand Clin*. 2009;25(3):331-338. DOI: 10.1016/j.hcl.2009.05.003.
3. Grewal R., MacDermid J.C., Shah P., King G.J. Functional outcome of arthroscopic extensor carpi radialis brevis tendon release in chronic lateral epicondylitis. *J Hand Surg Am*. 2009;34(5):849-857. DOI: 10.1016/j.jhsa.2009.02.006.
4. Кириллова Э.Р., Шнайдер Л.Л. Особенности течения эпикондилитов локтевого сустава у больных остеоартрозом. *Практическая медицина*. 2011;(4):114-115. Kirillova E.R., Schneider L.L. [Peculiarities of epicondylitis of elbow joint in patients with osteoarthritis]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical medicine]. 2011;(4):114-115. (in Russian).
5. Кириллова Э.Р., Хабиров Р.А., Шнайдер Л.Л., Ананичева Г.В. Подходы к патогенетической терапии эпикондилитов локтевого сустава. *Практическая медицина*. 2013;(1):109-112. Kirillova E.R., Khabirov R.A., Schneider L.L., Ananicheva G.V. [Approaches to pathogenetic therapy of epicondylitis of elbow joint]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical medicine]. 2013;(1):109-112. (in Russian).
6. Cyriax J.H. The pathology and treatment of tennis elbow. *J Bone Joint Surg*. 1936;18:921-940.
7. Nirschl R.P., Pettrone F.A. Tennis elbow. The surgical treatment of lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg*. 1979;61(6-A):832-839.
8. Boyer M.I., Hastings H.Jr. Lateral tennis elbow: "Is there any science out there?". *J Shoulder Elbow Surg*. 1999;8(5):481-491.
9. Baker C.L. Jr., Murphy K.P., Gottlob C.A., Curd D.T. Arthroscopic classification and treatment of lateral epicondylitis: two-year clinical results. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000;9(6):475-482. DOI: 10.1067/mse.2000.108533.
10. Sauvage A., Nedellec G., Brulard C., Gaumet G., Mesnil P., Fontaine Ch., Wavreille G. [Arthroscopic treatment of lateral epicondylitis: a prospective study on 14 cases]. *Chir Main*. 2013;32(2):80-84. (in French). DOI: 10.1016/j.main.2013.02.014.
11. Major H.P. Lawn-tennis elbow. *Br Med J*. 1883;2:557.
12. Morris H.P. The rider's sprain. *Lancet*. 1882;120:133-134.
13. Coonrad R.W., Hooper W.R. Tennis elbow: its course, natural history, conservative and surgical management. *J Bone Joint Surg*. 1973;55-A(6):1177-1182.
14. Werner C.O. Lateral elbow pain and posterior interosseous nerve entrapment. *Acta Orthop Scand*. 1979;174:1-62.
15. Bisset L., Beller E., Jull G., Brooks P., Darnell R., Vicenzino B. Mobilisation with movement and exercise, corticosteroid injection, or wait and see for tennis elbow: Randomised trial. *BMJ*. 2006;333:939. DOI: 10.1136/bmj.38961.584653.AE.
16. Derebery V.J., Devenport J.N., Giang G.M., Fogarty W.T. The effects of splinting on outcomes for epicondylitis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:1081-1088. DOI: 10.1016/j.apmr.2004.11.029.
17. Galloway M., DeMaio M., Mangine R. Rehabilitation techniques in the treatment of medial and lateral epicondylitis. *Orthopedics*. 1992;15(9):1089-1096.
18. Burnham R., Gregg R., Healy P., Steadward R. The effectiveness of topical diclofenac for lateral epicondylitis. *J Sports Med*. 1998;8(2):78-81.
19. Nirschl R.P., Ashman E.S. Elbow tendinopathy: Tennis elbow. *Clin Sports Med*. 2003;22(4):813-836.
20. Buchbinder R., Green S.E., Youd J.M., Assendelft W.J., Barnsley L., Smidt N. Shock wave therapy for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(1):CD003524. DOI: 10.1002/14651858.CD003524.
21. Calfee R.P., Patel A., DaSilva M.F., Akelman E. Management of lateral epicondylitis: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008;16(1):19-29.
22. Hayton M.J., Santini A.J., Hughes P.J., Frostick S.P., Trail I.A., Stanley J.K. Botulinum toxin injection in the treatment of tennis elbow. A double-blind, randomized, controlled, pilot study. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(3):503-507. DOI: 10.2106/JBJS.D.01896.
23. Lo M.Y., Safran M.R. Surgical treatment of lateral epicondylitis: a systematic review. *Clin Orthop*. 2007;463:98-106. DOI: 10.1097/BLO.0b013e3181483dc4.
24. Longacre M.D., Baker III C.L., Baker C.L. Jr. Arthroscopic management of lateral epicondylitis. *Oper Tech Sports Med*. 2014;22(2):142-147.
25. Peart R.E., Strickler S.S., Schweitzer Jr K.M. Lateral epicondylitis: a comparative study of open and arthroscopic lateral release. *Am J Orthop*. 2004;33:565-567.
26. Rubenthaler F., Wiese M., Senge A., Keller L., Wittenberg R.H. Long-term follow-up of open and endoscopic Hohmann procedures for lateral epicondylitis. *Arthroscopy*. 2005;21(6):684-690. DOI: 10.1016/j.arthro.2005.03.017.
27. Almquist E.E., Necking L., Bach A.W. Epicondylar resection with anconeus muscle transfer for chronic lateral epicondylitis. *J Hand Surg Am*. 1998;23(4):723-731.
28. Verhaar J., Walenkamp G., Kester A., van Mameren H., van der Linden T. Lateral extensor release for tennis elbow: a prospective long-term study. *J Bone Joint Surg*. 1993;75(7):1034-1043.
29. Baumgard S.H., Schwartz D.R. Percutaneous release of the epicondylar muscles for humeral epicondylitis. *Am J Sports Med*. 1982;10(4):233-236.
30. Stiefel E.C., Field L.D. Arthroscopic lateral epicondylitis release using the "bayonet" technique. *Arthrosc Tech*. 2014;3(1):135-139. DOI: 10.1016/j.eats.2013.09.006.
31. Smith A.M., Castle J.A., Ruch D.S. Arthroscopic resection of the common extensor origin: Anatomic considerations. *J Shoulder Elbow Surg*. 2003;12(4):375-379. DOI: 10.1016/mse.2003.S1058274602868239.
32. Baker C.L. Jr., Baker C.L. 3rd. Long-term follow-up of arthroscopic treatment of lateral epicondylitis. *Am J Sports Med*. 2008;36(2):254-260. DOI: 10.1177/0363546507311599.
33. Kaleli T., Ozturk C., Temiz A., Tirelioglu O. Surgical treatment of tennis elbow: percutaneous release of the common extensor origin. *Acta Orthop Belg*. 2004;70(2):131-133.
34. Priest J.D., Braden V., Gerberich J.G. The elbow and tennis. Part 1. *Physician Sports Med*. 1980;8:80.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Салихов Марсель Рамильевич* — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед отделения № 15 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Кузнецов Игорь Александрович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Жабин Георгий Иванович* — д-р мед. наук, профессор, врач травматолог-ортопед отделения спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Шулепов Дмитрий Александрович* — канд. мед. наук, лаборант-исследователь отделения спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Злобин Олег Владимирович* — заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 15 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Marsel R. Salikhov* — Cand. Sci. (Med.), Orthopaedics Surgeon, Traumatology and Orthopedic Department N 15, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Igor A. Kuznetsov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Sports Traumatology and Rehabilitation, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Georgy I. Zhabin* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Sports Traumatology and Rehabilitation, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitry A. Shulepov* — Cand. Sci. (Med.), Laboratory Assistant, Department of Sports Traumatology and Rehabilitation, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Oleg V. Zlobin* — Head of the Traumatology and Orthopedic Department N 15, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

# Структурная реорганизация суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной

Т.А. Ступина, М.А. Степанов

ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова»  
Минздрава России  
Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, 640014, Россия

## Реферат

**Цель исследования** — оценить динамику изменений суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной.

**Материал и методы.** Исследования проводили на 9 беспородных собаках, которым выполняли чрескостный остеосинтез костей правой голени аппаратом Илизарова. На границе средней и верхней трети голени осуществляли остеотомию берцовых костей. На диафизе большеберцовой кости устанавливали наkostную пластину. Удлинение осуществляли с темпом 1 мм в сутки за 4 приема в течение 21–28 суток. Животных выводили из опыта через 30 и 90 суток. После вскрытия коленных суставов иссекали участки синовиальной оболочки из супрапателлярной зоны, суставной хрящ с подлежащей субхондральной костью с нагружаемых поверхностей мыщелков бедра. Определяли толщину и площадь суставного хряща, объемную плотность хондроцитов, рассчитывали долю хондроцитов в составе изогенных групп от общего количества хондроцитов и долю пустых лакун. Также определяли толщину покровного слоя синовиальной оболочки и численную плотность микрососудов в ней. Группу сравнения составили 5 интактных животных.

**Результаты.** Через 30 суток фиксации пластиной в синовиальной оболочке выявлена гиперплазия покровного слоя, слабо выраженный синовит, гиперваскуляризация. Численная плотность микрососудов увеличивалась до  $363,93 \pm 33,71$  (в группе сравнения —  $335,05 \pm 28,88$ ). В нервах субсиновиального слоя субпериневральный и эндоневральный отек, деструкция нервных волокон. Суставной хрящ сохранял зональное строение. Деструктивные изменения проявлялись разволокнением суперфициальной части поверхностной зоны и гибелью части хондроцитов. Через 90 суток фиксации пластиной выявлено истончение покровного слоя синовиальной оболочки. Численная плотность микрососудов снизилась до  $325,81 \pm 36,39$ . В нервах субсиновиального слоя отек и вакуолизация миелиновых оболочек сохранившихся нервных волокон, формирование бунгнеровых лент на месте дегенерирующих. Синовит не выявлен. В суставном хряще сохранялось разволокнение межклеточного вещества верхней суперфициальной части поверхностной зоны.

**Выводы.** При дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной гистологические изменения суставного хряща соответствовали начальным стадиям остеоартроза (степень 1–2 по гистологической классификации Международного общества изучения остеоартроза) и сопровождалась гиповаскуляризацией и денервацией синовиальной оболочки.

**Ключевые слова:** дистракционный остеосинтез, наkostная пластина, суставной хрящ, синовиальная оболочка, гистоморфометрия.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-70-77

Ступина Т.А., Степанов М.А. Структурная реорганизация суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):70-77. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-70-77.

**Cite as:** Stupina T.A., Stepanov M.A. [Knee Cartilage and Synovial Membrane Structural Changes during Tibia Distraction with Plating]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4): 70-77. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-70-77.

Ступина Татьяна Анатольевна. Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, 640014, Россия / *Tatiana A. Stupina*. 6, ul. M. Ulyanova, Kurgan, 640014, Russian Federation; e-mail: StupinaSTA@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 22.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 28.11.2017.

# Knee Cartilage and Synovial Membrane Structural Changes during Tibia Distraction with Plating

T.A. Stupina, M.A. Stepanov

*Ilizarov Russian Scientific Center "Restorative Traumatology and Orthopedics"*  
6, ul. M. Ulyanova, Kurgan, 640014, Russian Federation

## Abstract

*Purpose of the study* – to analyze the changes in knee articular cartilage and synovial membrane during distraction external fixation of the tibia in combination with plating.

*Material and Methods.* Articular cartilage and synovial membrane of the knee joint were studied using histomorphometry methods in 9 mongrel dogs during distraction external fixation of the tibia combined with plating. Tibia and fibula osteotomies were performed at the border of middle and upper third, plate was fixed on tibia diaphysis. Lengthening was achieved at rate of 1 mm per day in four stages during 21–28 days. Animals were withdrawn from experiment in 30 and 90 days. After autopsy of knee joints the authors excised sections of synovial membrane from suprapatellar area, articular cartilage with underlying subchondral bone from loadable surface of femoral condyles. Thickness of articular cartilage, its area and volumetric density of chondrocytes was measured, proportion of chondrocytes within isogenic groups from the overall number of chondrocytes as well as proportion of empty lacunae. In synovial membrane the authors measured thickness of surface layer and numeric density of micro vessels. Articular cartilage of 5 intact animals was used as a control group.

*Results.* After 30 days of plate fixation a hyperplasia of the integument layer, mild synovitis, and hypervascularization were observed in synovial membrane. Density of micro vessels increased to  $363.93 \pm 33.71$  (control group –  $335.05 \pm 28.88$ ). The authors also observed subperineural and endoneural edema as well as destruction of nerve fibers in subsynovial layer. Articular cartilage retained the zonal structure. Destructive changes were manifested by fibers separation in the superficial part of surface zone and by partial loss of chondrocytes.

The following parameters were reduced: cartilage thickness, area and volumetric density of chondrocytes, proportion of isogenic groups; empty lacunae exceeded the values in controls by 18.2%. After 90 days of plate fixation, thinning of the cover layer of synovial membrane was reported. The numerical density of micro vessels decreased to  $325.81 \pm 36.39$ . In nerves of subsynovial layer the edema and vacuolization of myelin sheaths of preserved nerve fibers as well as the formation of Büngner bands in place of degenerating ones were detected. Synovitis was not observed. Fibers separation of extracellular substance in upper superficial part of the surface cartilage zone was retained. There was a tendency to increase in cartilage thickness, area and volumetric density of chondrocytes, proportion of isogenic groups; and to decrease of empty lacunae number.

*Conclusion.* The histological changes in the articular cartilage during distraction external fixation of the tibia in combination with plating corresponded to the initial stages of osteoarthritis of grades 1–2 according to histological classification of International Society for Study of Osteoarthritis (2006) and were accompanied by hypovascularization and denervation of synovial membrane.

**Keywords:** distraction external fixation, plate, articular cartilage, synovial membrane, histomorphometry.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-70-77

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Одной из важнейших проблем при удлинении конечности методом Илизарова является нарушение функций смежных с оперированным сегментом суставов [1, 2]. Результаты проведенных ранее исследований показали, что выраженность деструктивных изменений и полноценность регенерации суставного хряща при диафизарном удлинении голени существенно зависят от режима distraction и сроков пребывания конечности в аппарате [3, 4].

Современные требования к качеству оказания медицинской помощи и комфортности лечения диктуют свои приоритеты, наиболее важными из

которых являются качество жизни пациента и сокращение сроков стационарного лечения. С целью сокращения периода нахождения пациента в аппарате и уменьшения частоты осложнений в эксперименте апробирована методика distractionного остеосинтеза голени в комбинации с накостной пластиной [5].

Важную роль в трофическом обеспечении суставного хряща и удалении продуктов метаболизма хондроцитов играет синовиальная оболочка [6], но ее изменения в разработанной модели не изучены. Сопоставительная оценка структурной реорганизации синовиальной оболочки и суставного хряща коленного сустава собак при distractionном

остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной не проводилась. Изложенное выше определяет актуальность комплексных исследований структур сустава при удлинении конечности.

**Цель исследования** — оценить динамику изменений суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при дистракционном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной.

### Материал и методы

Исследования выполнены на 9 беспородных собак обоего пола массой 12–15 кг в возрасте от 1 до 5 лет. Содержание животных, оперативные вмешательства и эвтаназию проводили в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения Российской Федерации к работе экспериментально-биологических клиник (приказ МЗ СССР № 755 от 1977 г.) и принципами Европейской конвенции (Страсбург, 1986). Все манипуляции, проводимые на животных, были одобрены этическим комитетом «РНЦ „ВТО“ им. акад. Г.А. Илизарова» (протокол заседания этического комитета № 6 (42) от 2 декабря 2014 г.).

Всем животным в условиях операционной под общим наркозом выполняли чрескостный остеосинтез костей правой голени аппаратом Илизарова. На границе средней и верхней третей голени осуществляли остеотомию берцовых костей. Через небольшой дополнительный разрез мягких тканей на уровне проксимального метафиза с медиальной поверхности сегмента устанавливали наkostную пластину оригинальной конструкции [5] на диафиз большеберцовой кости, предварительно отслоив мягкие ткани от кости. Конструкцию располагали от верхней до нижней трети голени, без контакта со спицами аппарата Илизарова. К проксимальному отломку большеберцовой кости пластину крепили при помощи трех винтов, а к дистальному — при помощи винта, проведенного только через верхнюю часть паза. Винт в пазе плотно к пластине не притягивали, чтобы он скользил по пазу во время дистракции.

Удлинение осуществлялось в ручном режиме с темпом 1 мм в сутки за 4 приема на 14–16% от исходной длины сегмента. Дистракцию продолжали в течение 21–28 суток в зависимости от длины голени. В день окончания дистракции аппарат снимали. Формирующийся регенерат располагался на уровне сплошной части пластины, что препятствовало возникновению деформаций на уровне регенерата после снятия аппарата.

Рентгенологический контроль формирования костного регенерата осуществляли еженедельно на этапе дистракции и каждые 15 суток на этапе

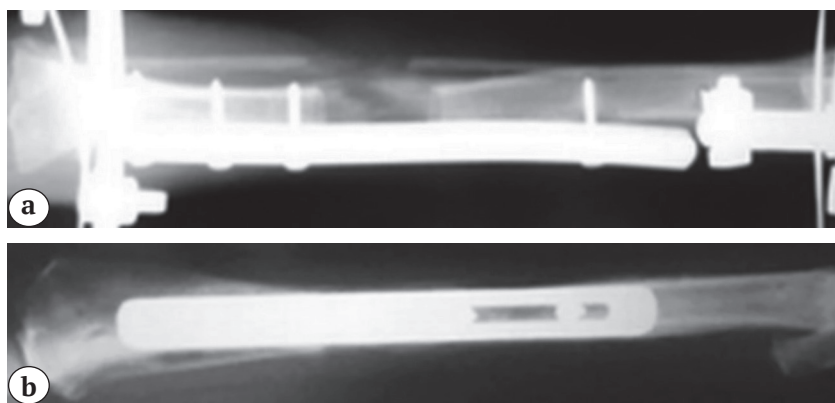
фиксации. Животных выводили из опыта передозировкой тиопентала натрия через 30 и 90 суток фиксации пластиной. После вскрытия коленных суставов иссекали участки синовиальной оболочки из супрапателлярной зоны и суставной хрящ с подлежащей субхондральной костью с нагружаемых поверхностей мыщелков бедра, которые после альдегидно-осмиевой фиксации заключали в аралдит. Полутонкие (0,5–1,0 мкм) срезы увеличенной (6–8 мм<sup>2</sup>) площади [7] готовили на ультратоме Nova (LKB, Швеция), окрашивали толуидиновым синим и метиленовым синим-основным фуксином. Препараты исследовали на фотомикроскопе фирмы Opton (Германия). Гистоморфометрические исследования выполнены с помощью АПК «ДиаМорф» (Россия) и программы «ВТ-Мастер-Морфология» («ВидеоТест», Россия). В суставном хряще определяли толщину хряща ( $h$ , мкм), площадь хондроцитов ( $S_{ch}$ , мкм<sup>2</sup>), объемную ( $VV_{ch}$ ) плотность хондроцитов, рассчитывали долю хондроцитов в составе изогенных групп ( $NN_{is.gr}$ , %) от общего количества хондроцитов и долю пустых лакун ( $NN_{em.lac}$ , %) в общем объеме выборки из 200 лакун. В синовиальной оболочке определяли толщину покровного слоя, численную плотность микрососудов. Выраженность синовита определяли по шкале V. Krenn с соавторами (2006) [8]. Для сравнения мы морфометрировали суставной хрящ 5 интактных животных. Цифровой материал анализировали по критериям вариационной и непараметрической статистики в программе AtteStat 1.0 и в электронных таблицах Microsoft Excel 97.

### Результаты

Через 30 суток фиксации кости пластиной регенерат в большинстве случаев приобретал однородную структуру, в некоторых случаях в срединной части выявляли отдельные участки повышенной плотности — следы от соединительнотканной прослойки. Регенерат был нормопластического типа, периостальная реакция была слабо выражена (рис. 1).

В синовиальной оболочке коленного сустава выявлена гиперплазия покровного слоя с расположением клеток в 2–3 слоя и умеренными признаками их гипертрофии (рис. 2а). Преобладали фибробластические синовиоциты, часть из них с признаками деструкции. Толщина покровного слоя была на 13,8% больше, чем в группе сравнения (табл. 1). В субсиновиальном слое выявлено спазмирование некоторых артерий малого калибра (рис. 2б). Отмечены микрососуды с «адвентицией» и дистрофическими изменениями эндотелия и мышечных клеток. Численная плотность микрососудов субсиновиального слоя на 8,64% больше, чем в группе сравнения (табл. 1).





**Рис. 1.** Рентгенограммы костей голени на 30-е сутки фиксации. Тип регенерата — нормопластический, периостальная реакция выражена слабо: а — прямая проекция; б — боковая проекция

**Fig.1.** Tibia x-rays on day 30 after plate fixation. Normoplastic regenerate with mild periosteal response: а — AP view; б — lateral view

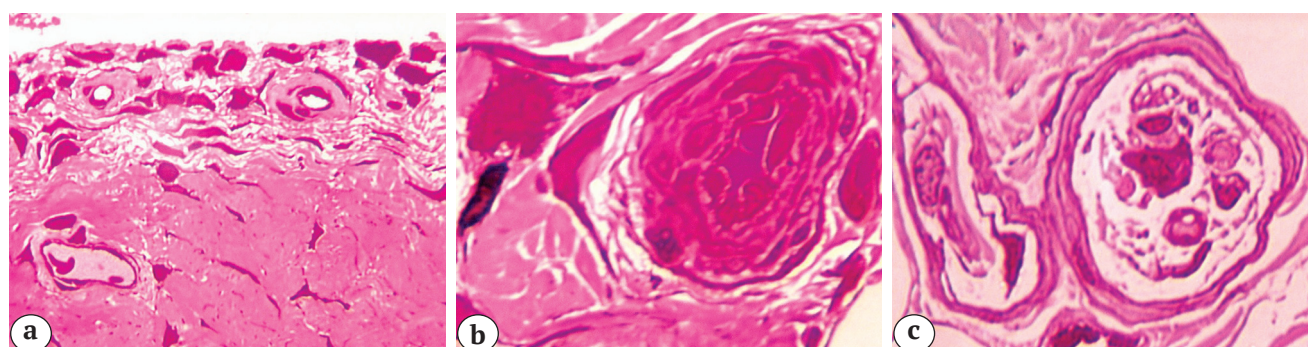
Таблица 1/Table 1

**Гистологические и морфометрические характеристики синовиальной оболочки интактных и экспериментальных собак**

**Histological and morphometric features of synovial membrane in intact and experimental animals**

Параметр	Группа сравнения	Экспериментальная группа	
		30 суток фиксации	90 суток фиксации
Толщина покровного слоя, мкм, М±m	26,08±2,04	<b>29,68±0,91</b>	<b>16,72±1,29</b>
Количество рядов синовиальных клеток	1–2	2–3	1–2
Численная плотность микрососудов, М±m	335,05±28,88	<b>363,93±33,71</b>	325,81±36,39

Жирным шрифтом выделены значимые отличия от группы сравнения при  $p < 0,05$ .



**Рис. 2.** Поперечные полутонкие срезы синовиальной оболочки коленного сустава собаки, 30-е сутки фиксации. Окраска метиленовым синим и основным фуксином: а — гиперплазия покровного слоя; б — микрососуд субсиновиального слоя; с — дегенерирующие нервные волокна в нерве субсиновиального слоя. Об. — 40; ок. — 12,5× (а, б). Об. — 100 МИ; ок. — 12,5× (с)

**Fig. 2.** Transverse semi-thin sections of knee synovial membrane of a dog, day 30 after plate fixation. Staining by methylen blue and basic fuchsin: а — hyperplasia of surface layer; б — microvessel in subsynovial layer; с — degenerative nerve fibers in the nerve of subsynovial layer

Клеточность субсиновиального слоя была умеренно повышена и представлена в основном фибробластами/фиibroцитами, в периваскулярном пространстве отмечены тучные клетки. Оценка выраженности синовита по шкале V. Krenn с соавторами [8] составила 4 балла, что указывало на слабо выраженный синовит. В нервах субсиновиального слоя наблюдали расслоение периневрия, субпери-

невральный и эндоневральный отек, дегенерирующие нервные волокна и макрофаги (рис. 2с).

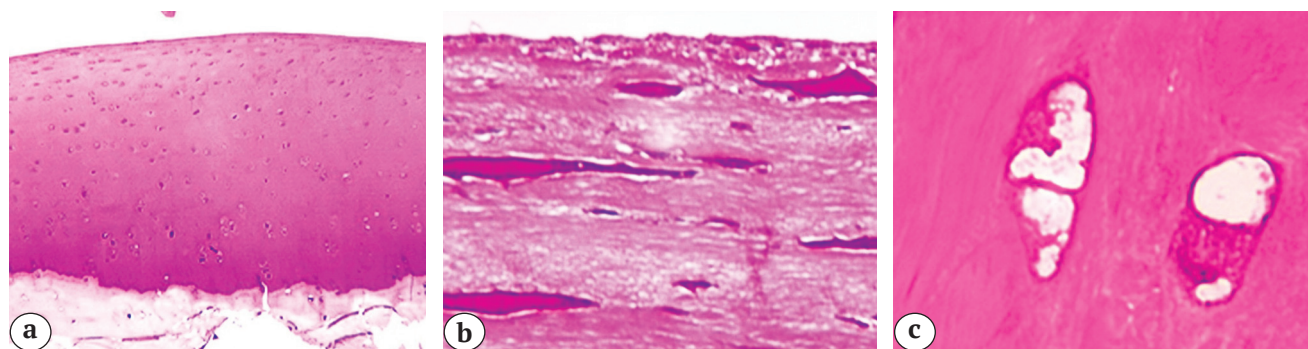
Суставной хрящ мыщелков бедра сохранял зональное строение (рис. 3а). Деструктивные изменения проявлялись нарушением гомогенности суперфициальной части поверхностной зоны (рис. 3б) и нарушением структуры части хондроцитов. Изогенные группы клеток встречались

редко и были обнаружены единично в промежуточной зоне. Большая часть хрящевых клеток глубокой зоны имела вакуолизированную цитоплазму (рис. 3с). В глубокой зоне отмечено увеличение частоты встречаемости бесклеточных полей. Во всех наблюдениях целостность базофильной линии не нарушена.

Гистоморфометрически выявлено статистически значимое снижение следующих параметров: толщины хряща ( $p = 0,0013$ ), площади хондроцитов ( $p = 0,019$ ), объемной плотности хондроцитов

( $p = 0,0098$ ). Доля хондроцитов в составе изогенных групп снижена до 2,06%, значения доли пустых лакун в общем объеме выборки на 18,2% превышали контроль (табл. 2).

Через 90 суток фиксации наблюдалась органотипическая перестройка костного регенерата с формированием корковых пластинок и единого костномозгового канала. В местах введения шурупов в кости наблюдались участки повышенной рентгенологической плотности (рис. 4). На данном сроке эксперимента на костная пластина была удалена.



**Рис. 3.** Поперечный полутонкий срез суставного хряща мыщелков бедра собаки. 30-е сутки фиксации.

Окраска метиленовым синим и основным фуксином. Об. — 6,3; ок. — 12,5× (a). Об. — 100 МИ; ок. — 12,5× (b, c):

a — общий вид суставного хряща; b — нарушение гомогенности межклеточного вещества в поверхностной зоне; c — хондроциты глубокой зоны

**Fig. 3.** Transverse thin section of articular cartilage from femoral condyles of a dog at day 30 after plate fixation.

Staining by methylen blue and basic fuchsin: a — overall image of articular cartilage; b — nonhomogeneous structure of extracellular substance in surface zone; c — chondrocytes of deep zone

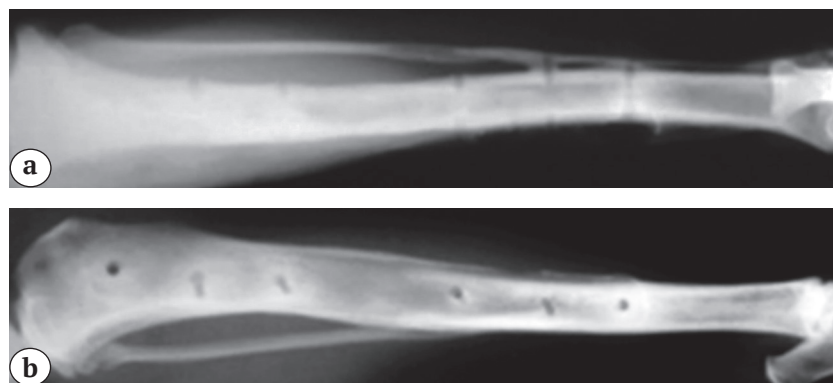
Таблица 2/Table 2

**Количественные характеристики суставного хряща мыщелков бедра интактных и экспериментальных собак**

**Quantitative criteria of articular cartilage of femoral condyles in intact and experimental animals**

Параметр	$VV_{ch}, \%, M \pm m$	$S_{ch}, \text{мкм}^2, M \pm m$	$NN_{em.lac}, \%$	$NN_{is.gr}, \%$	h хряща, мкм, $M \pm m$
Контроль	9,03±1,04	87,5±3,79	13,61	14,5	475,5±1,3
30 суток фиксации	<b>3,88±0,27</b>	<b>59,87±4,15</b>	31,79	2,06	<b>386,01±4,79</b>
90 суток фиксации	<b>6,11±0,45</b>	<b>64,59±3,46</b>	27,57	4,3	<b>406,75±7,29</b>

Жирным шрифтом выделены статистически значимые отличия с контролем при  $p < 0,05$ .



**Рис. 4.** Рентгенограммы костей голени на 90-е сутки фиксации, в местах введения шурупов в кости наблюдаются участки повышенной рентгенологической плотности: a — прямая проекция; b — боковая проекция

**Fig. 4.** Tibia x-rays on day 90 after plate fixation, higher roentgenological density in screws insertion sites are observed:

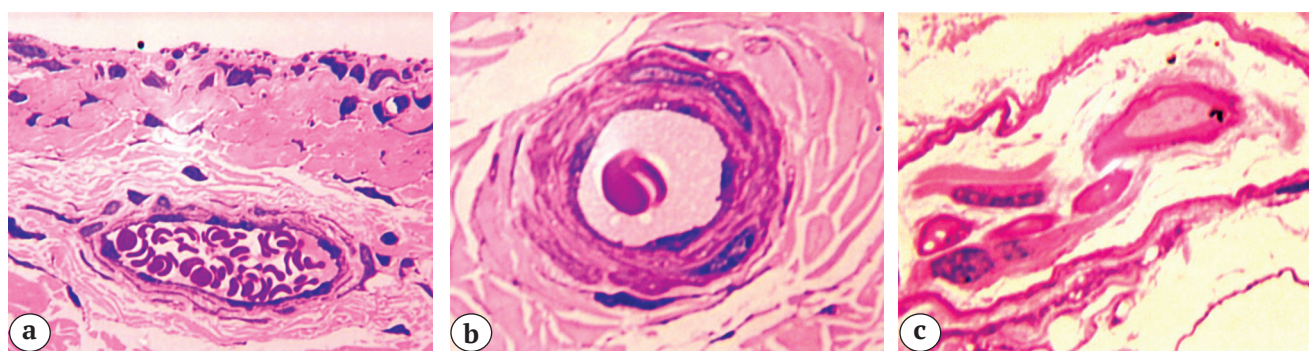
a — AP view; b — lateral view

В синовиальной оболочке было выявлено истончение покровного слоя на 35,8%, синовиоциты (преимущественно фибробластические) располагались в 1–2 слоя, часть из них с признаками деструкции (рис. 5а). Уменьшена частота встречаемости капилляров в покровном слое. Численная плотность микрососудов незначительно снижена ( $p=0,072$ ) относительно группы сравнения (см. табл. 1).

На границе покровного и поверхностного коллагено-эластического слоев выявлены признаки фиброза и уплотнение межклеточного вещества. В субсиновиальном поверхностном коллагено-эластическом слое из клеточных элементов преобладали фибробласты и гистоциты, встречались единичные тучные клетки. Большинство микро-

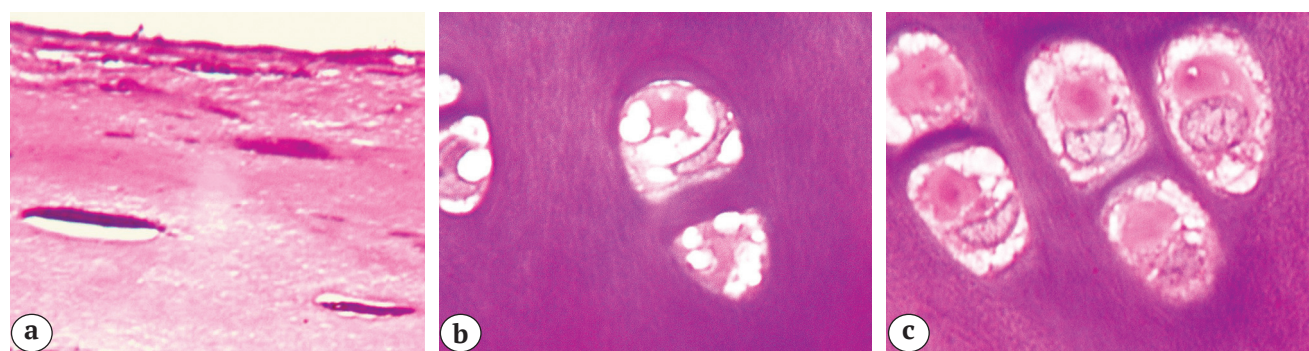
сосудов субсиновиального слоя имели открытые просветы, внутрисосудистое пространство было заполнено плазмой и эритроцитами (рис. 5b). В нервах субсиновиального слоя выявлены отек и вакуолизация миелиновых оболочек сохранившихся нервных волокон, формирование бунгнеровых лент на месте дегенерирующих (рис. 5c). Оценка выраженности синовита по шкале V. Krenn с соавторами составила 1 балл [8].

В суставном хряще сохранялось нарушение гомогенности межклеточного вещества верхней суперфициальной части поверхностной зоны (рис. 6а). В промежуточной и глубокой зонах преобладали гипертрофированные хондроциты с вакуолизированной цитоплазмой (рис. 6 b, c).



**Рис. 5.** Поперечные полутонкие срезы синовиальной оболочки коленного сустава собаки, 90-е сутки фиксации. Окраска метиленовым синим и основным фуксином: а – покровный и поверхностный коллагено-эластический слой; б – микрососуд субсиновиального слоя; с – нерв субсиновиального слоя. Об. – 40; ок. – 12,5× (а, с). Об. – 100 МИ; ок. – 12,5× (b)

**Fig. 5.** Transverse semi-thin sections of knee synovial membrane in a dog at day 90 after plate fixation. Staining by methylene blue and basic fuchsin: a – surface and superficial collagen elastic layers; b – microvessel in subsynovial layer; c – nerve in subsynovial layer



**Рис. 6.** Поперечный полутонкий срез суставного хряща мыщелков бедра собаки, 90-е сутки фиксации: а – общий вид суставного хряща; б – нарушение гомогенности межклеточного вещества в поверхностной зоне; с – хондроциты глубокой зоны. Окраска метиленовым синим и основным фуксином. Об. – 6,3; ок. – 12,5× (а); Об. – 100 МИ; ок. – 12,5× (b, c)

**Fig. 6.** Transverse semi-thin section of articular cartilage from femoral condyles of a dog at day 90 of plate fixation: a – overview of articular cartilage; b – nonhomogeneous extracellular substance in surface zone; c – chondrocytes in deep zone. Staining by methylene blue and basic fuchsin

По сравнению с предыдущим сроком эксперимента выявлена тенденция к увеличению параметров толщины хряща, площади и объемной плотности хондроцитов, доли изогенных групп, а также к снижению доли пустых лакун. По сравнению с контролем параметры — толщины хряща ( $p = 0,016$ ), площади хондроцитов ( $p = 0,023$ ), объемной плотности хондроцитов ( $p = 0,0148$ ) значительно снижены, сохранялись низкие значения доли хондроцитов в составе изогенных групп, значения доли пустых лакун в общем объеме выборки в 2 раза превышали контроль. Целостность базофильной линии не нарушена.

### Обсуждение

Таким образом, при distractionном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной наблюдается активный остеогенез с формированием типичного нормопластического костного регенерата. Срок фиксации наkostной пластиной составил 90 суток, в некоторых случаях пластину можно было удалять на 30–60-е сутки после завершения удлинения. Рефрактур после удаления пластины не наблюдалось.

Активность воспалительного процесса в синовиальной оболочке коленного сустава была незначительной, при этом была выражена деструкция синовиоцитов покровного слоя. Снижение численной плотности микрососудов к концу эксперимента, деструктивные изменения сосудистого русла, особенно состояние артерио-артериолярного его звена, указывали на редукцию кровоснабжения, которая являлась наиболее вероятной причиной деструктивных изменений нервных волокон в нервах субсиновиального слоя.

В суставном хряще деструктивные изменения проявлялись разволокнением межклеточного вещества поверхностной зоны, значительным снижением объемной плотности хондроцитов, гибелью клеток, при этом пролиферация была подавлена.

Благодаря интенсивной метаболической активностью хондроциты чрезвычайно чувствительны к нарушению кровоснабжения сустава [9, 10].

Аналогичные изменения гиалинового хряща коленного сустава выявлены при чрескостном distractionном остеосинтезе голени у собак [11, 12], однако через 30 суток фиксации аппаратом доля изогенных групп увеличивалась и превышала значения контроля. В данном эксперименте на 30-е сутки фиксации пластиной этот параметр был значительно ниже нормы.

Поскольку хондроциты — единственный тип клеток, формирующих хрящ и поддерживающих динамическое равновесие между синтезом и деградацией внеклеточного матрикса [10], восстановительные процессы определяются, прежде всего, степенью активации биосинтетической активно-

сти выживших хондроцитов, их пролиферации, постпролиферативного восстановления биосинтетической активности и участием в реорганизации матрикса. На 90-е сутки фиксации пластиной выявлена тенденция к увеличению толщины хряща, площади и объемной плотности хондроцитов. Гистологические изменения суставного хряща соответствовали начальным стадиям остеоартроза — степень 1–2 по гистологической классификации Международного общества изучения остеоартроза OARSI [13] и сопровождалась гиповаскуляризацией и денервацией субсиновиального слоя.

### Заключение

При distractionном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной в суставном хряще происходят изменения деструктивно-репаративного характера, сопровождающиеся гиповаскуляризацией и денервацией субсиновиального слоя. Полученные экспериментальные данные послужат теоретической основой для разработки эффективных методов поддерживающей терапии и функциональной реабилитации.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература / References

1. Менщикова Т.И., Шуров В.А. Влияние удлинения нижних конечностей на показатели локомоторной двигательной активности больных ахондроплазией. *Гений ортопедии*. 1997;(1):19–23. Menshikhova T.I., Shurov V.A. [Influence of lengthening of lower extremities on indices of locomotor motor activity in patients with achondroplasia]. *Genij Ortopedii* [Orthopedic Genius]. 1997;(1):19–23. (in Russian).
2. Simpson H., Barker K. Effect on knee flexion of a modification to the surgical technique of pin placement during femoral lengthening. *J Pediatr Orthop B*. 2002;11(4):307–312. DOI: 10.1097/00009957-200210000-00008.
3. Ступина Т.А., Шудло М.М. Оценка регенераторных возможностей суставного хряща при различных условиях удлинения смежного сегмента конечности в эксперименте. *Гений ортопедии*. 2010(3):84–88. Stupina T.A., Shudlo M.M. [Estimation of articular cartilage regeneration potentials under different conditions of experimental lengthening of limb adjacent segment]. *Genij Ortopedii* [Orthopedic Genius]. 2010;(3):84–88. (in Russian).
4. Nakamura E., Mizuta H., Takagi K. Knee cartilage injury after tibial lengthening. Radiographic and histological studies in rabbits after 3–6 months. *Acta Orthop Scand*. 1995;66(4):313–316.
5. Степанов М.А., Антонов Н.И., Борзунов Д.Ю. Экспериментальное обоснование комбинированного distractionного остеосинтеза наkostной пластиной и аппаратом Илизарова. *Гений ортопедии*. 2016;(4):71–75. DOI: 10.18019/1028-4427-2016-4-71-75.

- Stepanov M.A., Antonov N.I., Borzunov D.Ju. [Experimental rationale of combined distraction osteosynthesis using an internal plate and the Ilizarov fixator]. *Genij Ortopedii* [Orthopedic Genius]. 2016;(4):71-75. DOI: 10.18019/1028-4427-2016-4-71-75. (in Russian).
6. Бородин Ю.И., Любарский М.С., Бгатов Н.П., Мустафаев Н.Р., Дремов Е.Ю. Морфологические характеристики состояния микроциркуляции и лимфатического дренажа в синовиальной оболочке коленного сустава в норме и при патологии. *Морфология*. 2008;133(1):51-55.  
Borodin Ju.I. Ljubarskij M.S., Bgatova N.P., Mustafaev N.R., Dremov E.Ju. [Morphological criteria of the state of the microcirculation and of the lymphatic drainage in the synovial membrane of the knee joint under normal and pathological conditions]. *Morfologiya* [Morfologiya]. 2008;133(1):51-55. (in Russian).
  7. Ступина Т.А., Щудло М.М. Способ изготовления препаратов недекальцинированного суставного хряща с подлежащей субхондральной костью для многоцелевых исследований. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2014;157(3):388-390.  
Stupina T.A., Shhudlo M.M. [A method for making preparations from nondecalcified articular cartilage with sublyingsubchondral bone for multipurpose studies]. *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. 2014;157(3):388-390. (in Russian).
  8. Krenn V., Morawietz L., Burmester G.-R., Kinne R.W., Mueller-Ladner U., Muller B., Haupl T. Synovitis score: discrimination between chronic low-grade and high-grade synovitis. *Histopathology*. 2006;49(4):358-364. DOI: 10.1111/j.1365-2559.2006.02508.x.
  9. Макушин В.Д., Ступина Т.А. К вопросу об активизации процессов, регулирующих восстановление структуры суставного хряща (обзор литературы и собственные данные). *Гений ортопедии*. 2014;(1):82-88.
  - Makushin V.D., Stupina T.A. [To the problem of activating the processes regulating articular cartilage structure recovery (Review of literature and own data)]. *Genij Ortopedii* [Orthopedic Genius]. 2014;(1):82-88. (in Russian).
  10. Павлова В.Н., Павлов Г.Г., Шостак Н.А., Слуцкий Л.И. Сустав: морфология, клиника, диагностика, лечение. М.: Медицинское информационное агенство; 2011. 552 с.  
Pavlova V.N., Pavlov G.G., Shostak N.A., Sluckij L.I. [Joint: Morphology, clinic, diagnosis, treatment]. Moscow: Meditsinskoye informatsionnoye agenstvo; 2011: 552 p. (in Russian).
  11. Ступина Т.А., Щудло М.М. Структурная адаптивность и репаративные возможности суставного хряща в зависимости от условий удлинения смежного сегмента конечности. *Травматология и ортопедия России*. 2011;4(62):62-68.  
Stupina T.A., Shhudlo M.M. [Structural adaptability and the reparative possibilities of articular cartilage depending on the adjacent extremity segment lengthening conditions (an experimental-and-morphological study)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;4(62):62-68. (in Russian).
  12. Ступина Т.А. Зависимость гистоморфометрических характеристик суставного хряща от условий удлинения голени в эксперименте. *Успехи современного естествознания*. 2015;(9, часть 1):87-91.  
Stupina T.A. [Dependence of histomorphometric features of the articular cartilage on the conditions of the experimental tibial lengthening]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya* [Achievements in Contemporary Natural Sciences]. 2015;(9, part 1):87-91. (in Russian).
  13. Pritzker, K.P.H., Gay S., Jimenez S.A., Ostergaard K., Pelletier J.P., Revell P.A., Salter D., Path F.R.C., Berg W.B. Osteoarthritis cartilage histopathology: grading and staging. *Osteoarthritis Cartilage*. 2006;14(1):13-29. DOI: 10.1016/j.joca.2005.07.014.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ:

Ступина Татьяна Анатольевна — д-р биол. наук старший научный сотрудник лаборатории морфологии ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Степанов Михаил Александрович — канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Tatiana A. Stupina — Dr. Sci. (Biol), Senior Researcher, Laboratory of Morphology, Ilizarov Russian Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopedics”, Kurgan, Russian Federation

Mikhail A. Stepanov — Cand. Sci. (Veterinary), Leading Researcher, Experimental Laboratory, Ilizarov Russian Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopedics”, Kurgan, Russian Federation

# Ферментативная активность PDGF при замедленной консолидации переломов

Д.В. Кузьменко, Г.В. Лобанов, О.П. Шатова

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького  
Пр. Ильича, д. 16, Донецк

## Реферат

**Введение.** В травматологии и ортопедии большую популярность приобрели методики, в которых используются факторы роста для улучшения консолидации переломов, а также для лечения воспалительных и дегенеративных заболеваний опорно-двигательного аппарата. Многими исследователями ведется активный поиск вариантов персонализации данной терапии и причин замедленной консолидации.

**Цель работы** — выявление биохимического критерия замедленной консолидации.

**Материал и методы.** Объектом наблюдения были пациенты с высокоэнергетическими открытыми переломами костей голени с нормальной (1 группа) и с замедленной (2 группа) консолидацией костных отломков. Изучали ферментативную активность тромбоцитарного фактора роста (PDGF) в сыворотке крови через 7 дней, а также через 1, 3 и 6 мес. после репозиции костных отломков. Использовали спектрофотометрическую методику (Specord-200).

**Результаты.** У пациентов с нормальной консолидацией костных отломков ферментативная активность PDGF была статистически значимо выше по сравнению с группой, в которой консолидация была замедлена. При этом максимально высокая активность отмечалась на 7-й день, а к 3-му месяцу она становилась ниже.

**Заключение.** Костная регенерация зависит от ферментативной активности PDGF. Выявлены значимые отличия на различных сроках консолидации. Изучение причин ферментативной недостаточности PDGF и их коррекция имеют большое значение для сокращения сроков консолидации.

**Ключевые слова:** консолидация перелома, костная регенерация, тимидинфосфорилаза, тромбоцитарный фактор роста, катаболизм нуклеотидов.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-78-82

## PDGF Enzymatic Activity in Patients with Delayed Fracture Consolidation

D.V. Kuzmenko, G.V. Lobanov, O.P. Shatova

Maxim Gorky Donetsk State Medical University  
16, Pr. Il'icha, Donetsk

## Abstract

**Introduction.** Techniques that use growth factors to improve bone fragment consolidation and to treat the inflammatory and degenerative diseases of the musculoskeletal system have become very popular. Many researchers are actively searching for personalization of this therapy and the reasons for delayed consolidation.

**The purpose** of the study – to identify the biomarker for delayed bone consolidation.

**Materials and Methods.** The study groups consisted of patients with high-energy tibia open fractures with normal (group 1) and with delayed (2nd group) consolidation of bone fragments. The enzymatic activity of platelet-derived growth factor (PDGF) in blood serum was studied after 7 days and in 1, 3 and 6 months after bone fragments reduction. Spectrophotometric technique (Specord-200) was used.

Кузьменко Д.В., Лобанов Г.В., Шатова О.П. Ферментативная активность PDGF при замедленной консолидации переломов. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):78-82. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-78-82.

**Cite as:** Kuzmenko D.V., Lobanov G.V., Shatova O.P. [PDGF Enzymatic Activity in Patients with Delayed Fracture Consolidation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):78-82. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-78-82.

Шатова Ольга Петровна. Пр. Ильича, д. 16, Донецк / Shatova Olga Petrovna. 16, pr. Il'icha, Donetsk; e-mail: shatova.op@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 23.10.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 19.09.2017.

*Results.* In patients with normal consolidation of bone fragments, the enzymatic activity of PDGF was statistically significantly higher in comparison with the group with delayed healing. At the same time, the highest activity was reported on day 7, and by third month it was becoming lower.

*Conclusion.* Bone healing depends on PDGF enzymatic activity, besides significant differences on various stages of healing were observed. Further study the reasons for the PDGF enzymatic deficiency and its correction are of a great interest for reducing the timing of consolidation.

**Keywords:** fracture consolidation, bone regeneration, thymidine phosphorylase, platelet-derived growth factor, nucleotides catabolism.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-78-82

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Костная регенерация является сложным, хорошо организованным многоэтапным процессом [1, 2], для интенсификации которого необходима активация ранней фазы ангиогенеза за счет экспрессии тромбоцитарного фактора роста (PDGF) [3]. Было показано, что PDGF совместно с костным морфогенетическим белком 2 (BMP-2) участвуют в формировании сосудистых трубочек, в миграции мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток, а также в их дифференцировке в остеобласты. Е.А. Вауер с соавторами рассматривают различные варианты доставки микросферами фактора роста и морфогенетического белка [4]. Следует отметить, что применение PDGF в травматологической практике является перспективным направлением, и в настоящее время в мире идет активный поиск способов доставки, сроков и длительности эффективного применения PDGF для ускорения костной регенерации [3–5]. Недавно корейскими учеными было доказано ускорение регенерации при использовании микросфер с ассиметричными порами в мембранах, которые высвобождали PDGF-BB и BMP-2 [5]. По данным других авторов, проводивших исследование на животных, использование тромбоцитарного и эндотелиального (VEGF) факторов роста сосудов в комбинации с BMP-2 более эффективно для костной регенерации по сравнению с монотерапией BMP-2 [6]. Однако уровень PDGF у людей с замедленной консолидацией переломов изучен недостаточно. Поиск в базе данных PubMed за период с 1990 по 2017 г. (ключевые слова: fracture, consolidation PDGF thymidiphosphorylase activity) не выявил работ, которые бы отражали диагностически значимые уровни PDGF-BB в корреляции с ферментативной активностью данного белка при костной регенерации.

PDGF обладает тимидинфосфорилазной активностью (ТФ) [7]. Данный фермент вовлечен в нуклеотидный обмен и представляет огромный интерес для использования в онкологии [8]. Однако

в последнее время факторы роста и их рецепторы рассматривают не только как мишени для терапии онкобольных, но и в качестве препаратов для ускорения регенерации в хирургической практике [9]. Существует тесная взаимосвязь активности ТФ в сыворотке крови и в тканях онкобольных [10].

Нами сделано предположение о том, что именно ферментативная активность данного фактора роста и определяет скорость регенерации и эффективность проводимого лечения. Поэтому нашей задачей было изучение ферментативной активности PDGF при замедленной консолидации переломов.

## Материал и методы

Нами было изучено две группы пациентов: первая группа с нормальной консолидацией костных отломков (20 человек) и вторая группа с замедленной консолидацией (19 человек). О нарушении консолидации судили по данным ультразвукового исследования зоны регенерата: уменьшение кровотока в зоне регенерата на первой стадии, замедление формирования костных балок на второй стадии, отсутствие появления эхопризнаков периостальной мозоли на третьей стадии. Исследуемые группы набирали с 2015 по 2017 г. Наблюдение пациентов вели в течение 6 мес. Пациенты в обеих группах были мужского пола, средний возраст составил  $34,2 \pm 8,5$  года. Забирали по 10 мл периферической венозной крови пациентов в первую неделю после репозиции костных отломков, затем через 1, 3 и 6 мес. Поскольку существует большое количество работ, в которых показана статистически значимая положительная взаимосвязь сывороточного и тканевого уровней ТФ, для изучения нами была выбрана сыворотка крови как более доступный биологический материал и диагностически более значимый, чем соответствующие ткани [11].

Все пациенты имели высокоэнергетические огнестрельные пулевые и осколочные переломы костей голени типов 2А–3Б по А.В. Каплану

и О.Н. Марковой\*. Критерием исключения из групп являлось наличие комбинированных и сочетанных травм, острых или хронических сопутствующих заболеваний.

Оценивали уровень PDGF по тимидинфосфорилазной ферментативной активности сыворотки крови. Активность ТФ оценивали, используя спектрофотометрическую методику (Specord-200). За единицу ферментативной активности принимали увеличение экстинкции тимида при 300 нм на 1 мг белка в течение 30 мин инкубации, условные единицы специфической активности переводили в нмоль/мин на 1 мг белка.

Все исследования проводились после получения информированного согласия пациентов. Отборы проб осуществлялись под непосредственным контролем лечащих врачей.

Статистический анализ результатов проведен с использованием лицензионного пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft). Данные в таблицах и по тексту представлены в виде средних значений ( $M$ ) и их стандартных отклонений ( $\sigma$ ).

### Результаты

Анализ полученных данных показал, что активность ТФ статистически значимо отличается между группами ( $p \leq 0,001$ ) (табл. 1).

Примечательно, что уровень активности ТФ значимо отличался как через 7 дней, так и через 6 мес. Можно предположить, что этот показатель влияет на консолидацию независимо от ее срока. При этом изменения активности ТФ в сыворотке крови статистически значимо отличались на 7-й день по сравнению с показателями через 1, 3 и 6 мес. в обеих группах.

Следует отметить, что в литературе есть данные об изменении уровня цитокинов (TGF- $\beta$ 1, PDGF-AB и IGF-1) в периферической крови больных как с нормальной консолидацией костных отломков, так и с замедленной. Немецкими авторами показано, что при замедленной консолидации уровень PDGF-AB статистически значимо снижается на 1-й и 2-й нед. после репозиции костных отломков, тогда как на более поздних сроках статистически значимой разницы не установлено [3]. Однако при этом не изучалась ТФ активность данного белка в различные сроки костной регенерации.

Мы сравнили уровни снижения PDGF-AB и активности ТФ при нормальной и замедленной консолидации на различных сроках (табл. 2).

На всех изученных сроках консолидации переломов активность ТФ была статистически значимо ниже при замедленной консолидации.

Таблица 1

Срок консолидации перелома	Активность ТФ, нмоль/(мин × мг)	
	Группа с нормальной консолидацией перелома	Группа с замедленной консолидацией перелома
7-й день*	57,7±0,97	49,06±1,02
1 месяц*	52,1±0,68	46,4±0,87
3 месяца**	45,9±1,26	44,2±0,92
6 месяцев*	46,3±0,96	44,6±0,83

\* —  $p \leq 0,0014$ ; \*\* —  $p = 0,002$

Таблица 2

Срок консолидации перелома	Активность ТФ, % снижения по сравнению с нормальной консолидацией	Уровень PDGF-AB, % снижения по сравнению с нормальной консолидацией
7-й день	14	17
1 месяц	11	13
3 месяца	2	Нет статистически значимой разницы
6 месяцев	3	Нет статистически значимой разницы

\* Каплан А.В., Маркова О.И. Открытые переломы длинных трубчатых костей (не осложненные и осложненные инфекцией). Ташкент, 1975. 194 с.



## Обсуждение

Нами впервые было показано увеличение активности ТФ в течение первого месяца при нормальной консолидации костных отломков костей голени. Это объясняется тем, что ускорение нуклеотидного обмена и увеличение анаболизма в целом являются биохимической основой регенерации. В литературе удалось обнаружить только одну работу, авторы которой указывают на то, что ТФ вовлечена в костную регенерацию, но речь в ней шла о регенерации печени у крысы [12]. Однако приблизительно одинаково сниженная активность ТФ при замедленной консолидации на 3-м и 6-м месяцах после репозиции указывает на более низкий конституциональный уровень данного фермента. Сниженная конституциональная и индуцибельная (после острой травмы) активность ТФ, возможно, является причиной замедленной консолидации у данной группы больных.

Известно, что консолидация костных отломков напрямую зависит от скорости ангиогенеза и экспрессии генов проангиогенных факторов [13]. В нашей же работе показано, что костная регенерация зависит от ферментативной активности PDGF, при этом значимые отличия установлены для различных сроков консолидации. Изучение причин ферментативной недостаточности PDGF и их коррекция имеют большой интерес для сокращения сроков консолидации.

## Выводы

Сниженная ферментативная активность PDGF в сыворотке крови в первый месяц после репозиции костных отломков является биохимическим критерием замедленной консолидации перелома.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

1. Лаврищева Г.И., Оноприенко Г.А. Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. М. : Медицина, 1996. 208 с.  
Lavrishcheva G.I., Onoprienko G.A. Morfologicheskie i klinicheskie aspekty reparativnoi regeneratsii opornykh organov i tkanei [Morphological and clinical aspects of reparative regeneration of supporting organs and tissues]. Moscow : Medicine, 1996. 208 p.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кузьменко Дмитрий Владимирович — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, г. Донецк

2. Majidinia M., Sadeghpour A., Yousefi B. The roles of signaling pathways in bone repair and regeneration. *J Cell Physiol.* 2017. DOI: 10.1002/jcp.26042. [Epub ahead of print].
3. Fischer C., Doll J., Tanner M., Bruckner T., Zimmermann G., Helbig L., Biglari B., Schmidmaier G., Moghaddam A. Quantification of TGF- $\alpha$ , PDGF and IGF-1 cytokine expression after fracture treatment vs. non-union therapy via masquelet. *Injury.* 2016; 47 (2):342-349. DOI: 10.1016/j.injury.2015.11.007.
4. Bayer E.A., Jordan J., Roy A., Gottardi R., Fedorchak M.V., Kumta P.N., Little S.R. programmed platelet-derived growth factor-BB and bone morphogenetic protein-2 delivery from a hybrid calcium phosphate alginate scaffold. *Tissue Eng Part A.* 2017. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1089/ten.TEA.2017.0027.
5. Kim J.H., Oh S.H., Min H.K., Lee J.H. Dual growth factor-immobilized asymmetrically porous membrane for bone-to-tendon interface regeneration on rat patellar tendon avulsion model. *J Biomed Mater Res A.* 2018.106(1):115-125. DOI: 10.1002/jbm.a.36212.
6. Kirby G.T., White L.J., Steck R., Berner A., Bogoevski K., Qutachi O., Jones B., Saifzadeh S., Huttmacher D.W., Shakesheff K.M., Woodruff M.A. Microparticles for sustained growth factor delivery in the regeneration of critically-sized segmental tibial bone defects. *Materials (Basel).* 2016;9(4):E259. DOI: 10.3390/ma9040259.
7. Elamin Y.Y., Rafee S., Osman N., KJ O.B., Gately K. Thymidine Phosphorylase in Cancer; Enemy or Friend? *Cancer Microenviron.* 2016; 9(1):33-43. DOI: 10.1007/s12307-015-0173-y
8. Tabata S., Yamamoto M., Goto H., Hirayama A., Ohishi M., Kuramoto T., Mitsuhashi A., Ikeda R., Haraguchi M., Kawahara K., Shinsato Y., Minami K., Saijo A., Hanibuchi M., Nishioka Y., Sone S., Esumi H., Tomita M., Soga T., Furukawa T., Akiyama SI. Thymidine catabolism as a metabolic strategy for cancer survival. *Cell Rep.* 2017; 19 (7):1313-1321. DOI: 10.1016/j.celrep.2017.04.061.
9. Li Q., Niu Y., Diao H., Wang L., Chen X., Wang Y., Dong L., Wang C. In situ sequestration of endogenous PDGF-BB with an ECM-mimetic sponge for accelerated wound healing. *Biomaterials.* 2017;148:54-68. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2017.09.028.
10. Miszczak-Zaborska E., Wójcik-Krowiranda K., Kubiak R., Bienkiewicz A., Bartkowiak J. The activity of thymidine phosphorylase as a new ovarian tumor marker. *Gynecol Oncol.* 2004 Jul;94(1):86-92. DOI: 10.1016/j.ygyno.2004.04.011
11. Borzenko B.G., Bakurova E.M., Popovich Yu.A., Sidyuk E.A., Popovich A.Y. Activity of thymidilate «salvage pathway» enzymes in human gastric cancer and blood serum correlation with treatment modalities. *Experimental Oncology.* 2013;35(1): 37-40.
12. Janion C., Shugar D. Thymidine phosphorylase and other enzymes in regenerating rat liver. *Acta Biochim Pol.* 1961; 8:337-344.
13. Li J., Jahr H., Zheng W., Ren P.G. Visualizing angiogenesis by multiphoton microscopy in vivo in genetically modified 3D-PLGA/nHA scaffold for calvarial critical bone defect repair. *J Vis Exp.* 2017;(127). DOI: 10.3791/55381.

### INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitry V. Kuzmenko — Graduate Student, Traumatology and Orthopedics Department, Maxim Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk

*Лобанов Григорий Викторович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, г. Донецк

*Gregory V. Lobanov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Traumatology and Orthopedics Department, Maxim Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk

*Шатова Ольга Петровна* — канд. мед. наук, доцент, заведующая кафедрой биологической химии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, г. Донецк

*Olga P. Shatova* — Cand. Sci. (Med.), Head of Biological Chemistry Department, Maxim Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk

## XI ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ

С 11 по 13 апреля 2018 г. в Санкт-Петербург пройдет XI Всероссийский съезд травматологов-ортопедов, организованный Ассоциацией травматологов-ортопедов России (АТОР) при поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Всероссийский съезд травматологов-ортопедов традиционно проводится один раз в четыре года и является самым масштабным событием для национального профессионального сообщества.

Идея Всероссийского съезда травматологов-ортопедов — объединение усилий общества и власти для решения приоритетных задач практического здравоохранения, используя передовые достижения медицины.

### Основные разделы научной программы

- Хирургия тазобедренного сустава
- Лечение пациентов с переломами костей
- Вопросы спортивной травматологии и артроскопической хирургии
- Хирургия плечевого и локтевого суставов
- Хирургия кисти
- Онкопатология опорно-двигательной системы
- Хирургическая вертебрология
- Технологии регенеративной медицины в травматологии и ортопедии, костно-пластическiereконструкции
- Травматолого-ортопедические аспекты остеопороза
- Травматология и ортопедия детского возраста
- Реабилитация после травмы и заболеваний опорно-двигательной системы
- Организация травматолого-ортопедической помощи и вопросы подготовки кадров
- Новые технологии в травматологии и ортопедии
- Хирургия коленного сустава
- Хирургия стопы и голеностопного сустава

По итогам проведения Всероссийского съезда травматологов-ортопедов всем участникам будет выдано свидетельство координационного совета по НМО с зачетными единицами (кредитами), обеспеченными Ассоциацией травматологов-ортопедов России.

**Регистрация для участия в съезде обязательна на сайте:** [www.atorcongress.ru](http://www.atorcongress.ru)

**Место проведения:** Санкт-Петербург, Петербургское ш., 64, «Экспофорум»  
+7 495 134 25 65, [info@atorcongress.ru](mailto:info@atorcongress.ru)

Официальный сервис-агент съезда — Международное Агентство Конгрессного Обслуживания (МАКО)  
[www.makongress.ru](http://www.makongress.ru)

# Импинджмент-синдром сухожилия короткой малоберцовой мышцы после переломов пяточной кости (морфологические аспекты)

Н.С. Коновальчук, В.П. Румакин, Е.П. Сорокин, С.А. Ласунский,  
В.А. Фомичев

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

## Реферат

**Введение.** Одной из основных причин болевого синдрома у пациентов с последствиями переломов пяточной кости является латеральный импинджмент-синдром, который приводит к хронической травматизации сухожилий, развитию тендинита и теносиновита.

**Цель исследования** — оценить морфологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы после сдавления между наружной стенкой пяточной кости и верхушкой наружной лодыжки у пациентов с неправильно сросшимися переломами пяточной кости.

**Материал и методы.** В период с 2016 по 2017 г. было прооперировано 15 пациентов по поводу неправильно сросшегося перелома пяточной кости, сопровождающегося латеральным импинджмент-синдромом. Средний срок от момента травмы составил 31,2 мес. (от 9 до 129 мес.). У каждого из 15 пациентов во время оперативного вмешательства выполнялась биопсия сухожилия короткой малоберцовой мышцы из двух зон — непосредственно из места сдавления и из вышележащих отделов, не подверженных сдавлению. Затем выполнялось гистологическое исследование полученного материала по стандартному протоколу.

**Результаты.** В результате микроскопического исследования в материале было выявлено повреждение коллагеновых волокон, неоваскуляризация, признаки воспаления с клеточной инфильтрацией, дегенерация с замещением волокнистой соединительной тканью. Степень выраженности этих процессов различалась в зависимости от длительности патологического процесса, что позволило проанализировать данные изменения в динамике.

**Вывод.** Морфологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы в ходе сдавления между латеральной стенкой пяточной кости и верхушкой наружной лодыжки в целом соответствуют динамике общепатологических процессов — на ранних сроках это признаки механического повреждения волокон сухожилия и воспаления, а при длительном течении патологического процесса — стихание воспалительных процессов и превалирование дегенеративных изменений.

**Ключевые слова:** перелом пяточной кости, импинджмент-синдром, тендинит, патологическая анатомия малоберцовых сухожилий.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-83-91

Коновальчук Н.С., Румакин В.П., Сорокин Е.П., Ласунский С.А., Фомичев В.А. Импинджмент-синдром сухожилия короткой малоберцовой мышцы после переломов пяточной кости (морфологические аспекты). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):83-91. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-83-91.

**Cite as:** Konovalchuk N.S., Rumakin V.P., Sorokin E.P., Lasunskii S.A., Fomichev V.A. [Impingement-Syndrome of Peroneus Brevis Tendon after Calcaneal Fractures (Morphological Aspects)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):83-91. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-83-91.

✉ Коновальчук Никита Сергеевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Nikita S. Konovalchuk. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation; e-mail: konovalchuk91@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 07.11.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 30.11.2017.

# Impingement-Syndrome of Peroneus Brevis Tendon after Calcaneal Fractures (Morphological Aspects)

N.S. Konovalchuk, V.P. Rumakin, E.P. Sorokin, S.A. Lasunskii, V.A. Fomichev

*Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation*

## Abstract

**Background.** One of the main causes of pain in patients with consequences of calcaneal fractures is the lateral impingement syndrome. This term means lateral displacement of outer calcaneal wall at the moment of fracture, narrowing of anatomical space under the lateral malleolus and compression of soft tissues in this region, including tendons of short and long peroneal muscles. This leads to chronic traumatization of tendons, alteration of their normal tracking and development of tendinitis and tenosynovitis. At this moment there are no articles in foreign or Russian literature describing how prolonged traumatization influences the internal structure of the tendons.

**The purpose** of this study was to evaluate the morphological changes in structure of peroneus brevis tendon after different duration of compression between outer wall of calcaneus and the tip of the lateral malleolus in patients with calcaneal malunion.

**Materials and Methods.** Fifteen patients with calcaneal malunion and lateral impingement syndrome were treated operatively between 2016 and 2017. To confirm the lateral impingement syndrome, the authors performed standard clinical examination and AP x-rays of ankle joint. Two peroneus brevis tendon specimens were obtained intraoperatively in each of 15 patients: one specimen from compressed and one from non-compressed area. Obtained specimens were histologically examined according to standard protocol.

**Results.** Microscopically all specimens showed separation of collagen bundles with loose connective tissue degeneration, increase of vascularization and inflammation. The degree of these changes differed according to the compression duration. This allowed us to analyze the dynamics of these changes.

**Conclusion.** The morphological changes in structure of peroneus brevis tendon during the compression between outer wall of calcaneus and the tip of the lateral malleolus correspond with dynamics of common pathologic reactions. Early stages showed signs of mechanical damage of bundles and inflammation. In prolonged impingement the intensity of inflammation decreases, but the connective tissue degeneration of the tendon continues with lipid infiltration.

**Keywords:** impingement-syndrome, calcaneal fractures, peroneus brevis tendon, tendinitis, chronic inflammation, neovascularization.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-83-91

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Переломы пяточной кости, которые составляют 20–40% в структуре переломов костей стопы, чаще всего возникают в результате высокоэнергетической травмы и являются достаточно серьезным повреждением [1].

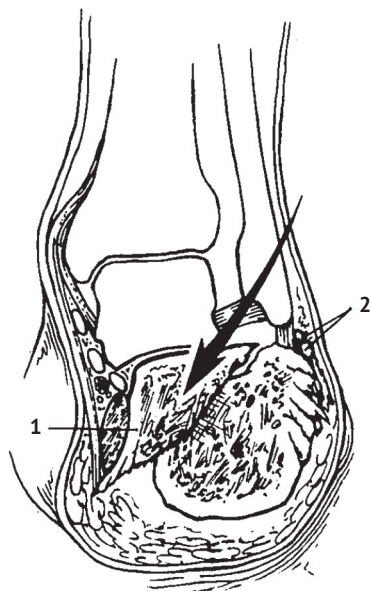
В настоящее время существует большое количество различных способов лечения таких переломов, но ни один из них не обеспечивает стабильно хороших результатов, чем и продиктовано возникновение большого количества осложнений. Одной из основных причин болевого синдрома у пациентов с последствиями переломов пяточной кости является латеральный импинджмент-синдром, который заключается в наружном смещении латеральной стенки пяточной кости в момент перелома, уменьшении анатомического пространства под наружной лодыжкой и сдавлении мягких тканей в этой области, в том

числе сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц [2] (рис. 1). Это приводит к хронической травматизации сухожилий, нарушению их нормального скольжения, развитию тендинита и теносиновита. В некоторых случаях латеральная стенка может вступать в непосредственный костный конфликт с верхушкой наружной лодыжки и даже деформировать ее, вытесняя сухожилия и приводя их к вывиху [3, 4].

Импинджмент-синдром необходимо устранять путем коррекции деформации пяточной кости и резекции ее латеральной стенки, но до момента обращения пациентов с такой патологией к хирургу могут проходить месяцы и даже годы [4–7].

Влияет ли длительная травматизация на внутреннюю структуру сухожилий малоберцовых мышц? В настоящее время как в отечественной, так и в зарубежной литературе нет публикаций, освещающих морфологические изменения при этой

патологии. Понимание динамики этих процессов, может изменить подход к лечению пациентов с латеральным импинджмент-синдромом и улучшить функциональные результаты лечения, особенно у пациентов с сохраненной функцией подтаранного сустава.



**Рис. 1.** Смещение фрагментов при переломе пяточной кости. Стрелкой указано направление срезающих усилий, возникающих в момент перелома пяточной кости. Медиальный фрагмент пяточной кости (1), сухожилия короткой и длинной малоберцовой мышц (2), сдавленные между латеральным фрагментом пяточной кости и верхушкой наружной лодыжки

**Fig. 1.** Displacement of fragments in calcaneal fracture. The arrow shows the direction of shear forces, that occur at the moment of calcaneal fracture. The medial fragment of calcaneus (1), tendons of short and long peroneal muscles (2), compressed between lateral fragment of calcaneus and the tip of lateral malleolus

К основным видам патологии малоберцовых сухожилий, связанных с их хронической травматизацией, относят тендинит и тендовагинит, а также частичные и полные разрывы. В особую категорию можно вынести продольные разрывы, которые намного чаще встречаются в сухожилии короткой малоберцовой мышцы на уровне дистальных 4 см малоберцовой кости [8]. В чем же особенность продольных разрывов, и почему они важны при рассмотрении темы латерального импинджмент-синдрома?

В 2005 г. С. I. Title с соавторами провели биомеханическое исследование, в котором показали, что основным предрасполагающим фактором таких разрывов является хроническая травматизация

сухожилия при сдавлении между костным выступом, ограничивающим малоберцовую борозду, и сухожилием длинной малоберцовой мышцы [9].

Этот механизм может вызвать разрыв сухожилия и при острой травме, но, как правило, он связан с несостоятельностью верхнего удерживателя сухожилий и возникновению их хронического подвывиха или вывиха. В такой ситуации при каждом шаге сухожилие короткой малоберцовой мышцы выходит из малоберцовой борозды на латеральную поверхность наружной лодыжки, перекатываясь через костный выступ, дополнительно испытывая давление сухожилия длинной малоберцовой мышцы сзади, чего в норме не происходит. С учетом того что кровоснабжение сухожилия на верхушке осуществляется лишь брыжейкой, такое воздействие со временем приводит к нарастанию в тканях сухожилия патологических изменений не только за счет механической травматизации, но и за счет ишемии. В целом все эти процессы приводят к разволокнению и возникновению продольного разрыва сухожилия.

М. Sobel провел гистологическое исследование биоптатов из зоны разрыва и выявил значительные дегенеративные изменения в тканях сухожилия, заключающиеся в разобщении коллагеновых волокон и замещении их грубоволокнистой соединительной тканью, с наличием большого количества фибробластов и без наличия признаков воспаления. Интенсивность этих изменений уменьшалась по мере удаления от зоны разрыва и, соответственно, от зоны хронической механической травматизации [10].

В ходе исследования микроциркуляторного русла сухожилий малоберцовых мышц W. Petersen с соавторами обнаружили зону сниженной перфузии в месте изгиба сухожилий у верхушки латеральной лодыжки [11]. На этом участке кровоснабжение осуществляется лишь сосудами, проникающими из брыжейки сухожилия (рис. 2), которая может повреждаться при травме, что, в свою очередь, еще больше усугубляет дегенеративные изменения и замедляет регенерацию тканей в данной зоне.

Но если сдавления между сухожилием и костью достаточно для дегенерации ткани сухожилия вплоть до его продольного разрыва, то какие изменения и в какие сроки возникают при сдавлении между двумя костными структурами, возникающем при переломах пяточной кости? В наиболее тяжелых случаях после такого перелома латеральная стенка пяточной кости смещается настолько, что полностью заполняет пространство под наружной лодыжкой и тем самым вытесняет сухожилия или сдавливает их. В такой ситуации нарушается трекинг сухожилий. С течением времени они все дальше смещаются на боковую

поверхность наружной лодыжки, отслаивая мягкие ткани и формируя для себя ложный канал. Такое изменение рычага в значительной мере снижает силу действия малоберцовых мышц, а костный упор между латеральной стенкой пяточной кости и наружной лодыжкой может блокировать движения в подтаранном суставе и вызывать дополнительный болевой синдром.



**Рис. 2.** МРТ в корональной проекции на уровне голеностопного сустава.

\* – брыжейка сухожилия длинной малоберцовой мышцы

**Fig. 2.** MR tomography in coronal plate at the level of ankle joint.

\* – Mesotendon of long peroneal muscle

Помимо сдавления у таких пациентов может присутствовать и хроническая нестабильность сухожилий (рис. 3). R. Toussaint с соавторами при анализе 421 переломов пяточной кости обнаружили, что уже в момент перелома происходят разрыв верхнего удерживателя и полный вывих сухожилий малоберцовых мышц у 28% пациентов. Они также отметили, что очень редко хирурги в момент открытой репозиции перелома проверяют

стабильность сухожилий и восстанавливают верхний удерживатель [12].

Все эти факторы, могут влиять на внутреннюю структуру сухожилий малоберцовых мышц, однако конкретных гистологических исследований на эту тему не представлено, что и послужило причиной выполнения данного исследования.

**Цель исследования** — оценить морфологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы после различной длительности сдавления между наружной стенкой пяточной кости и верхушкой наружной лодыжки у пациентов с неправильно сросшимися переломами пяточной кости.

### Материал и методы

В период с 2016 по 2017 г. было прооперировано 15 пациентов (9 мужчин и 6 женщин) по поводу неправильно сросшегося перелома пяточной кости, сопровождающегося латеральным импинджмент-синдромом. Средний возраст пациентов — 46,5 лет (от 20 до 79 лет). Средний срок от момента травмы составил 31,2 мес. (от 9 до 129 мес.). Во всех случаях перелом пяточной кости произошел в результате падения с высоты. Для подтверждения импинджмент-синдрома у всех пациентов выполнялось стандартное клиническое обследование и рентгенограммы голеностопного сустава в прямой проекции.

У каждого из 15 пациентов во время оперативного вмешательства выполнялась биопсия сухожилия короткой малоберцовой мышцы из двух зон — непосредственно из места сдавления и из вышележащих отделов, не подверженных сдавлению.

Материал фиксировали 10% нейтральным формалином в течение 24 ч, обезвоживали в изопропанолу восходящей концентрации с использованием установки проводки гистологического материала



**Рис. 3.** Клинический тест, показывающий, как при тыльном сгибании в голеностопном суставе сухожилия малоберцовых сухожилий вывихиваются на латеральную поверхность наружной лодыжки, а при подошвенном сгибании возвращаются в свое анатомическое положение

**Fig. 3.** Clinical test demonstrating dislocation of peroneus tendons towards lateral surface of outer malleolus during dorsal flexion and return to anatomical position during plantar flexion

Microm STP-120 (Micron Technology, США) и заливали в парафин, применяя заливочную установку Leica (Leica, Германия). Срезы толщиной 5 мкм получали с помощью санного микротомата Leica (Leica Microsystems, Германия) и окрашивали гематоксилином и эозином (Биовитрум, Россия) с использованием установки окраски «Рафаэлло» (DIAPATH, S.p.A., Италия), азур II и эозином по Романовскому, трехцветной окраской по Маллори. Патоморфологический анализ гистологических препаратов и фотодокументирование проводили, используя микроскоп Nikon E-50i (Nikon, Япония), объективы: 4, 10, 20 и 40 и окуляр 10 (Nikon, Япония). Анализ алтеративных изменений, регенерации и перестройки сухожилия проводили с помощью системы анализа изображения в программе ВидеоТест-Морфо 4.0 (ВидеоТест, Россия). Оценивали (по 4-балльной шкале): степень замещения сухожилия рубцовой тканью, выраженность отека, дегенеративных и воспалительных изменений, липоматоза, ангиоматоза.

Статистическую обработку выполняли в программе Statistica 6.0 (StatSoft Inc., 2001) с использованием корреляционного анализа, оценивали достоверные связи ( $p < 0,05$ ), силу связи — до 0,3 слабая, 0,3–0,7 средняя, более 0,7 — сильная.

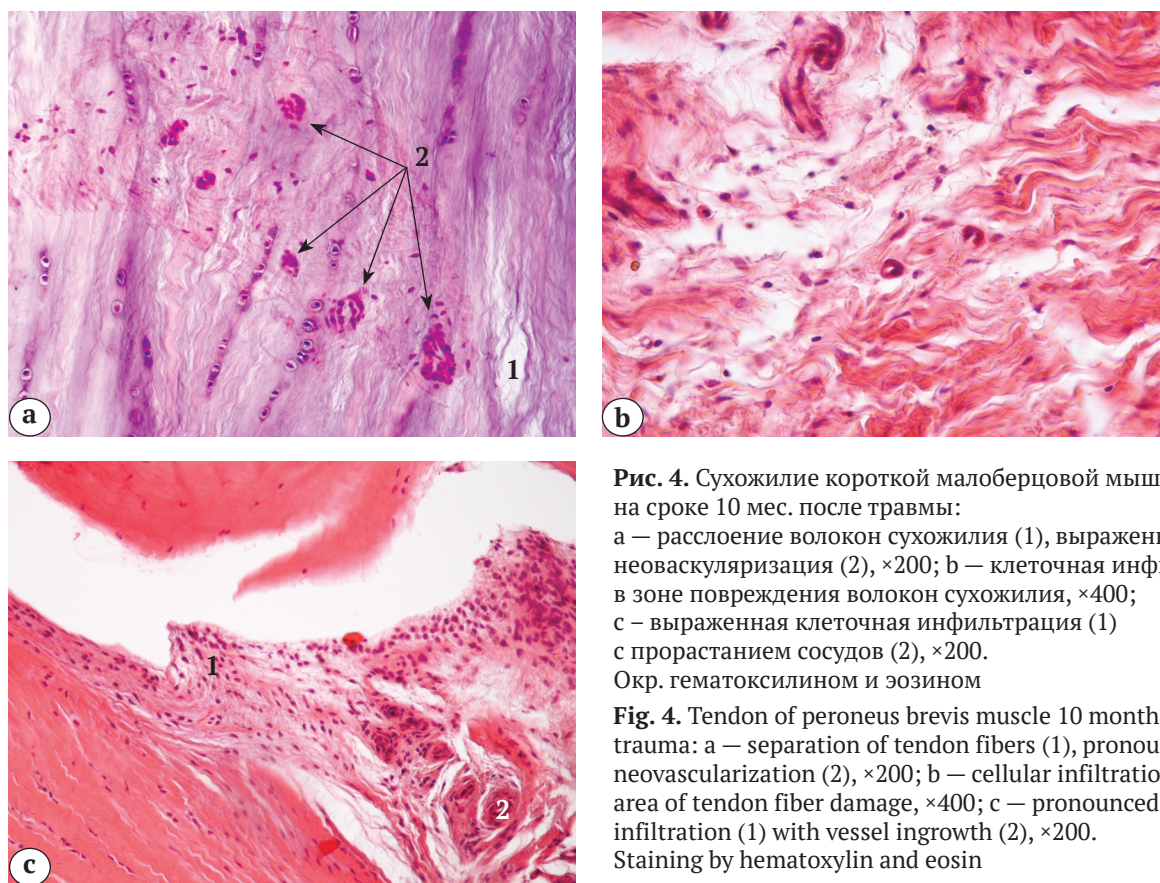
Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами проведения научных

исследований и одобрено локальным этическим комитетом при ФГБУ «РНИИТО им Р.Р. Вредена» МЗ РФ.

## Результаты

При микроскопическом исследовании материала были выявлены повреждение коллагеновых волокон, неоваскуляризация, признаки воспаления с клеточной инфильтрацией, дегенерация с замещением волокнистой соединительной тканью. Степень выраженности данных процессов различались при различной длительности патологического процесса, что позволило нам проанализировать данные изменения в динамике.

На ранних сроках (10 мес. после травмы) преобладали воспалительные изменения с резко выраженной неоваскуляризацией и большим количеством фибробластов и макрофагов, а также умеренным количеством сегментоядерных лейкоцитов с единичными базофилами. Воспаление носило очаговый характер и локализовалось в местах наибольшего повреждения волокон сухожилия, которое было представлено нарушением направленности волокон, их расслоением и полными разрывами. Неоваскуляризация проявлялась прорастанием сосудов в толщу сухожилия из синовиальной оболочки (рис. 4).



**Рис. 4.** Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 10 мес. после травмы:  
а — расслоение волокон сухожилия (1), выраженная неоваскуляризация (2),  $\times 200$ ; б — клеточная инфильтрация в зоне повреждения волокон сухожилия,  $\times 400$ ;  
с — выраженная клеточная инфильтрация (1) с прорастанием сосудов (2),  $\times 200$ .  
Окр. гематоксилином и эозином

**Fig. 4.** Tendon of peroneus brevis muscle 10 months after trauma: а — separation of tendon fibers (1), pronounced neovascularization (2),  $\times 200$ ; б — cellular infiltration in the area of tendon fiber damage,  $\times 400$ ; с — pronounced cellular infiltration (1) with vessel ingrowth (2),  $\times 200$ .  
Staining by hematoxylin and eosin

На средних сроках (21 мес. после травмы) воспалительные изменения также имели место, но были представлены лишь небольшими группами периваскулярно расположенных клеток в области рубцового замещения в единичных полях зрения, васкуляризация была по-прежнему выражена. Состав клеточного инфильтрата такой же, как и на ранних сроках наблюдения. На фоне снижения интенсивности воспаления мы наблюдали выход дегенеративных изменений на первый план с нарастанием количества грубоволокнистой соединительной ткани. Присутствовал липоматоз области соединительнотканного рубцового замещения в виде групп липоцитов (рис. 5).

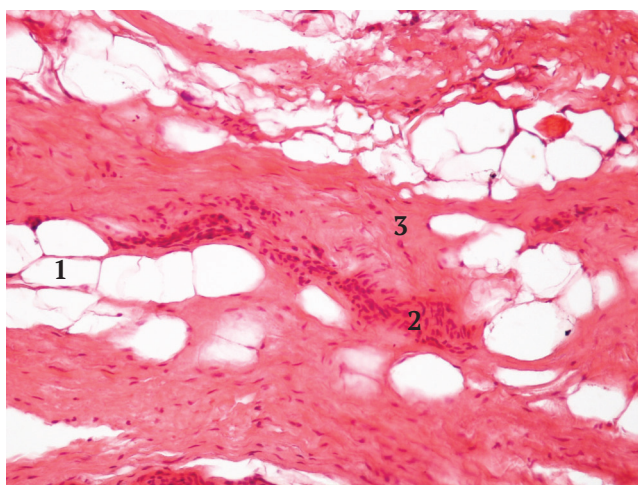
Длительные сроки с момента повреждения (34 мес.) характеризовались отсутствием или минимальными признаками воспаления, но при этом выраженными нарушениями структуры сухожилия за счет рубцового замещения. Количество активных сосудов в зоне повреждения значительно уменьшилось. Следует отметить, что на больших сроках наблюдения характер липоматоза рубца сухожилия варьировал от слабого до выраженного (рис. 6).

Корреляционный анализ полуколичественного морфометрического исследования показал, что длительность патологического процесса значимо

влияет на выраженность дегенеративных изменений и рубцового замещения ( $r_{xy} = -0,65$ ,  $p = 0,04$ ). Выраженность воспаления имела прямую корреляционную связь с степенью васкуляризации ( $r_{xy} = -0,83$ ,  $p = 0,003$ ).

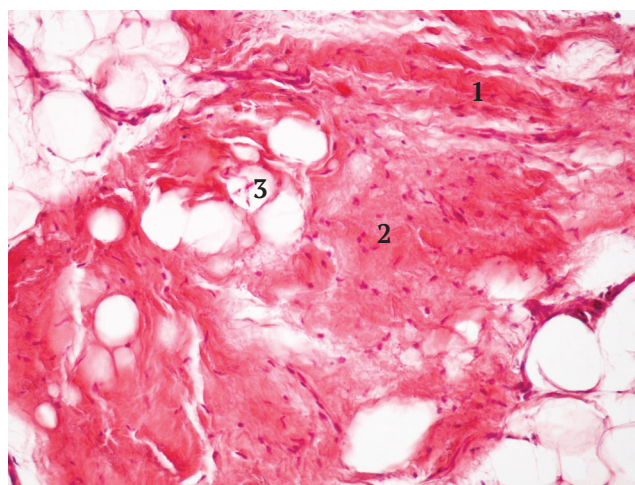
## Обсуждение

Полученные нами результаты подтверждаются целым рядом аналогичных гистологических исследований ткани сухожилий других локализаций. Схожие патологические процессы описаны в сухожильной части вращательной манжеты плеча при импинджмент-синдроме с акромиальным отростком ключицы. Ряд авторов связывает разрывы в этой области именно с дегенерацией ткани сухожилия при хронической микротравматизации [13, 14]. К компонентам дегенеративных изменений в своих исследованиях они относят истончение и нарушение ориентации коллагеновых волокон, миксоидную и гиалиновую дегенерацию. Разная выраженность этих изменений выявлена практически у всех пациентов с разрывом вращательной манжеты плеча. Помимо этого, гипervasкуляризация наблюдалась у 34% пациентов, жировая инфильтрация — у 33%, хондроидная метаплазия — у 21%, кальцификация — у 19% пациентов [15].



**Рис. 5.** Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 21 мес. после травмы. Значительное расслоение волокон сухожилия с участками липоматоза (1), сохранением клеточной инфильтрации (2), зонами замещения соединительной тканью (3).  
Окр. матоксилином и эозином,  $\times 200$

**Fig. 5.** Peroneus brevis tendon in 21 months after trauma. Significant separation of tendon fibers with areas of lipomatosis (1), retention of cellular infiltration (2) and areas of replacement by connective tissue (3).  
Staining by hematoxylin and eosin,  $\times 200$



**Рис. 6.** Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 34 мес. после травмы. Малое количество сохранившихся волокон сухожилия (1), значительное разрастание соединительной ткани (2) с участками липоматоза (3) и небольшим количеством активных сосудов.  
Окр. матоксилином и эозином,  $\times 200$

**Fig. 6.** Peroneus brevis tendon in 34 months after trauma. Small number of preserved tendon fibers (1), significant growth of connective tissue (2) with lipomatosis areas (3) and small number of active vessels. Staining by hematoxylin and eosin,  $\times 200$



Исследование сухожилия задней большеберцовой мышцы у пациентов с приобретенной плоско-вальгусной деформацией стопы показало, что на хроническую механическую травматизацию теноциты отвечают конверсией типов коллагена, т.е. снижением продукции коллагена I типа и увеличением продукции коллагена III типа, который в норме представлен в коже и сосудах [16].

Снижение содержания коллагена I типа в среднем составляет 41,4%, при этом содержание коллагена III типа увеличивается на 53,6%, коллагена V типа – на 26,4%. Помимо этого, выявлено отложение мюцина, неоваскуляризация, увеличение количества фибробластов, миксоидная дегенерация и нарушение структуры и ориентации волокон [17]. Эти изменения приводят к снижению прочности и увеличению растяжимости сухожилия, даже при физиологических нагрузках, что проявляется в дисфункции сухожилия, а в крайнем случае и его полному разрыву. При этом пациенты отмечают возникновение болевого синдрома и нарастающую деформацию.

Также появляются публикации, подтверждающие наличие аваскулярной зоны в части сухожилия, скользящей позади медиальной лодыжки, так как питающие сосуды проникают в сухожилие только в зоне прикрепления к ладьевидной кости и выше медиальной лодыжки [18]. Аналогичная ситуация наблюдается и с сухожилием короткой малоберцовой мышцы, имеющей зону без активного сосудистого питания.

Схожие дегенеративные изменения наблюдаются и при гистологическом исследовании биоптатов из зоны разрывов ахиллова сухожилия [19]. Типичной локализацией таких разрывов является средняя порция сухожилия, что отчасти объясняется относительно меньшим кровоснабжением из малоберцовой артерии по сравнению с верхней и нижней порциями, которые получают питание из задней большеберцовой артерии. Но авторы отмечают, что это не может быть единственной причиной, и вероятность возникновения таких разрывов, значительно увеличивается при наличии у пациента факторов, уменьшающих местные регенераторные возможности тканей, такие как курение, сахарный диабет, снижение интенсивности кровотока в нижних конечностях при сосудистой или сердечной патологии, системные заболевания, поражающие соединительную ткань [20].

Итак, анализ литературы позволяет выделить два основных местных фактора, которые могут приводить к дегенеративным изменениям в ткани любого сухожилия: хроническая механическая травматизация и зоны со сниженным кровоснаб-

жением. В каждой из рассмотренных локализаций длительное действие этих факторов рано или поздно приводит к нарушению функции сухожилия. Оба этих фактора, как уже было упомянуто ранее, в той или иной мере, присутствуют у пациентов с латеральным импинджмент-синдромом. На основе полученных данных можно сделать предположение, что при отсутствии внутрисуставного компонента перелома и сохранении функции подтаранного сустава важным является устранение сдавления сухожилий на стадии острого воспаления, когда структурные изменения являются обратимыми и есть возможность вернуть сухожилиям не только механически правильное движение, но и создать условия для восстановления нормальной структуры на клеточном уровне.

Ограничением данного исследования, несомненно, является то, что из-за малого количества наблюдений тяжело определить четкие временные границы перехода обратимых изменений в необратимые, что требует дальнейшего, более расширенного исследования.

### Заключение

Морфологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы в ходе сдавления между латеральной стенкой пяточной кости и вершущей наружной лодыжки в целом соответствуют динамике общепатологических процессов — на ранних сроках это признаки механического повреждения волокон сухожилия, реактивного воспаления с пролиферацией фибробластов, инфильтрацией макрофагами, лейкоцитами и базофилами, активного вращения кровеносных сосудов из синовиальной оболочки сухожилия, а при длительном течении патологического процесса — стихание воспалительных процессов, редукция сосудистого русла области рубца, превалирование дегенеративных изменений с нарушением структуры волокон, значительным замещением ткани сухожилия грубоволокнистой соединительной тканью с включениями жировой ткани. Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности оперативных вмешательств по устранению латерального импинджмент-синдрома у данной группы пациентов на как более ранних сроках, когда морфологические изменения в структуре сухожилий имеют реактивный, и, соответственно, обратимый характер.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

- Aхтямов И.Ф., Кривошапко С.В., Иванов П.В., Кривошапко Г.М. Послеоперационная реабилитация больных с переломами пяточной кости при чрезкостном остеосинтезе по Илизарову. *Гений ортопедии*. 2003;(4):76-79. Akhtyamov I.F., Krivoshapko S.V., Ivanov P.V., Krivoshapko G.M. [Postoperative rehabilitation of patients with calcaneal fractures in the transosseous osteosynthesis according to Ilizarov]. *Genij ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2003;(4):76-79. (in Russian).
- Stephens H.M., Sanders R. Calcaneal malunions: results of a prognostic computed tomography classification system. *Foot Ankle Int*. 1996;17(7):395-401.
- Romash M.M. Reconstructive osteotomy of the calcaneus with subtalar arthrodesis for malunited calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):157-167.
- Young K.W., Lee K.T., Lee Y.K., Jang M.S., Yoon J.H., Kim J.H. Calcaneal reconstruction for the late complication of calcaneus fracture. *Orthopedics*. 2011;e634-638. DOI: 10.3928/01477447-20110826-03.
- Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W. Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(5):963-973. DOI: 10.2106/JBJS.C.01603.
- Atkins R.M. The treatment of calcaneal malunion. *Foot Ankle Clin*. 2014;19(3):521-540.
- Yavuz U., Sökücü S., Demir B., Özer D., Özcan Ç., Kabukçuoğlu Y.S. Isolated subtalar fusion for neglected painful intra-articular calcaneal fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2014;48(5):541-545. DOI: 10.3944/AOTT.2014.13.0144.
- Coughlin M.J., Saltzman C.L., Anderson R.B. Mann's surgery of the foot and ankle. 9th ed. Elsevier; 2014. pp. 1905-2186.
- Title C.I., Jung H.-G., Parks B.G., Schon L.C. The peroneal groove deepening procedure: a biomechanical study of pressure reduction. *Foot Ankle Int*. 2005;26(6):442-448. DOI: 10.1177/107110070502600603.
- Sobel M., DiCarlo E.F., Bohne W.H., Collins L. Longitudinal splitting of the peroneus brevis tendon: an anatomic and histologic study of cadaveric material. *Foot Ankle*. 1991;12(3):165-170.
- Petersen W., Bobka T., Stein V., Tillmann B. Blood supply of the peroneal tendons: injection and immunohistochemical studies of cadaver tendons. *Acta Orthop Scand*. 2000;71(2):168-174. DOI: 10.1080/000164700317413148.
- Toussaint R.J., Lin D., Ehrlichman L.K., Ellington J.K., Strasser N., Kwon J.Y. Peroneal tendon displacement accompanying intra-articular calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(4):310-315. DOI: 10.2106/JBJS.L.01378.
- Uthoff H.K., Lohr J.F. The Pathogenesis of Rotator Cuff Tears. Proceedings of the Third International Conference on Surgery of the Shoulder Fukuoka, Japan. 1986. pp. 211-212.
- Longo U.G., Berton A., Khan W.S., Maffulli N., Denaro V. Histopathology of rotator cuff tears. *Sport Med Arthrosc*. 2011;19(1):227-236. DOI: 10.1097/JSA.0b013e318213bccb.
- Hashimoto T., Nobuhara K., Hamada T. Pathologic evidence of degeneration as a primary cause of rotator cuff tear. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(415):111-120. DOI: 10.1097/01.blo.0000092974.12414.22.
- Maffulli N., Ewen S.W., Waterston S.W., Reaper J., Barras V. Tenocytes from ruptured and tendinopathic achilles tendons produce greater quantities of type III collagen than tenocytes from normal achilles tendons. *Am J Sports Med*. 2000;28(4):499-505.
- Goncalves-Neto J., Witzel S.S., Teodoro W.R., Carvalho-Júnior A.E., Fernandes T.D., Yoshinari H.H. Changes in collagen matrix composition in human posterior tibial tendon dysfunction. *Joint Bone Spine*. 2002;69:189-194. DOI: 10.1016/S1297-319X(02)00369-X.
- Guelfi M., Pantalone A., Mirapeix R.M., Vanni D., Uselli F.G., Guelfi M., Salini V. Anatomy, pathophysiology and classification of posterior tibial tendon dysfunction. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2017;21(1):13-19.
- Maffulli N., Longo U.G., Maffulli G.D., Rabitti C., Khanna A., Denaro V. Marked pathological changes proximal and distal to the site of rupture in acute Achilles tendon ruptures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(4):680-687. DOI: 10.1007/s00167-010-1193-2.
- Chen T.M., Rozen W.M., Pan W.-R., Ashton M.W., Richardson M.D., Taylor G.I. The arterial anatomy of the Achilles tendon: Anatomical study and clinical implications. *Clin Anat*. 2009;22(3):377-385. DOI: 10.1002/ca.20758.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ:

Коновальчук Никита Сергеевич — аспирант ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Румакин Василий Петрович — канд. мед. наук, заведующий патологоанатомическим отделением ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Сорокин Евгений Петрович — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения диагностики заболеваний и повреждений ОДС, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Nikita S. Konovalchuk — Graduate Student, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Vasilii P. Rumakin — Cand. Sci. (Med.), Head of the Pathomorphological Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Evgenii P. Sorokin — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Orthopaedic Surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Ласунский Сергей Анатольевич* — канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Фомичев Виктор Андреевич* — врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Sergei A. Lasunskii* — Cand. Sci. (Med.), Head of the Trauma and Orthopedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Viktor A. Fomichev* — Orthopaedic Surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation



Федеральное государственное бюджетное учреждение  
**НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИКО-ХИРУРГИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА**  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**НМХЦ**

23–24 НОЯБРЯ 2017 г.

**В МОСКВЕ СОСТОЯЛАСЬ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
«ПЕРИПРОТЕЗНАЯ ИНФЕКЦИЯ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ»**

В России ежегодно устанавливаются свыше 130 000 эндопротезов. Подобные операции все чаще выполняются не только в крупных федеральных центрах, но и в региональных клиниках. С каждым годом увеличивается и количество пациентов с перипротезной инфекцией. По подсчетам специалистов, доля инфекционных осложнений после операций эндопротезирования суставов достигает в нашей стране 3–5%. В связи с этим объединение медицинских специалистов для борьбы с перипротезными инфекциями становится необходимым.

Конференция позволила обсудить актуальную проблему инфекционных осложнений после эндопротезирования суставов, обменяться опытом с ведущими специалистами в вопросах диагностики патологий и лечения пациентов. Кроме лекций, программа конференции включала дискуссии по вопросам применения телемедицинских технологий при оказании специализированной медицинской помощи, школу клинических фармакологов, эпидемиологов и бактериологов, показательные оперативные вмешательства, мастер-классы. В работе конференции приняли участие более 250 специалистов из России и Европы.

Встреча специалистов проходила в Национальном медико-хирургическом Центре им. Н.И. Пирогова – одном из крупнейших многопрофильных лечебных учреждений страны. Центр широко известен в России благодаря активному внедрению в клиническую практику высокотехнологичных методов диагностики, лечения и реабилитации. По уровню и уникальности выполняемых операций это учреждение не уступает ведущим клиникам мира.

Спикерами конференции были ведущие сотрудники и руководители образовательных и медицинских центров страны, известные европейские специалисты, организаторы здравоохранения и руководители профильных ассоциаций.

Благодаря насыщенной научной и деловой программе участники встречи за короткий срок получили новые знания, увидели, как работают выдающиеся хирурги, обсудили факторы риска возникновения перипротезных осложнений и самые действенные меры по их лечению. Разумеется, научная дискуссия на этом не окончена. Полученная информация поставила перед специалистами новые вызовы, подтолкнув к дальнейшему изучению темы и совершенствованию профессиональных навыков.

От имени организаторов конференции выражаем благодарность всем участникам и организациям, участвовавшим в ее подготовке.

# Allogeneic Bone Grafting Materials – Update of the Current Scientific Status

R. Schnettler<sup>1</sup>, J. Franke<sup>2</sup>, D. Rimashevskiy<sup>3</sup>, N. Zagorodniy<sup>3</sup>, Batpenov N.<sup>4</sup>, R.E. Unger<sup>5</sup>, S. Wenisch<sup>6</sup>, M. Barbeck<sup>7,8</sup>

<sup>1</sup> University Medical Center, Justus Liebig University of Giessen, Giessen, Germany

<sup>2</sup> Elbe Klinikum, Stade, Germany

<sup>3</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Astana, Kazakhstan

<sup>5</sup> Institute of Pathology, Johannes Gutenberg University, Mainz, Germany

<sup>6</sup> Institute of Veterinary Anatomy, Histology and Embryology, Justus Liebig University of Giessen, Giessen, Germany

<sup>7</sup> Berlin-Brandenburg Center for Regenerative Therapies (BCRT), Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

<sup>8</sup> Botiss Biomaterials, Berlin, Germany

## Abstract

Worldwide population aging and associated with it epidemics of osteoporosis, widespread of bone and joint reconstructive surgery and first of all joint replacement lead to explosive growth of interest in bone grafting.

Although autografts are still the golden standard in bone regeneration, allogeneic bone substitutes have reached a state that allows for their application with satisfying clinical results. However, it has repeatedly been supposed that the different allogeneic materials underwent different purification processes, which modifies bone regeneration properties of these materials and also for different safety conditions. In the present publication, the treatment of the precursor tissue, the safety conditions, and the regenerative possibilities of C+TBA bone blocks based in preclinical and clinical data are described. Thus, it is described how the risks of infections and also immunological reactions becomes completely eliminated, while the special purification process allows for preservation of the native structure of the bone block. Both the in vitro studies and the clinical trials including histological follow-ups showed the optimal regeneration properties of these bone blocks. It has been shown that the allogeneic bone grafts have been integrated without causing inflammatory anomalies at the implantation site. Altogether, the allogeneic bone substitute material serves as an excellent basis for the formation of new bone. Finally, the combination of the allogeneic C+TBA bone blocks with different antibiotics is described. Interestingly, it is possible to combine the allogeneic bone substitute ether with antibiotics in the sense of prophylaxis and/or with bone marrow aspirate in order to accelerate bone remodeling.

**Keywords:** allogeneic bone substitute, bone grafting, bone tissue regeneration.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-92-100

📖 Schnettler R., Franke J., Rimashevskiy D., Zagorodniy N., Batpenov N., Unger R.E., Wenisch S., Barbeck M. Allogeneic Bone Grafting Materials – Update of the Current Scientific Status. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4): 92-100. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-92-100.

**Cite as:** Шнеттлер Р., Франке И., Римашевский Д.В., Загородний Н.В., Батпенов Н.Д., Унгер Р.Е., Вениш С., Барбек М. [Аллогенные костнопластические материалы: современное состояние проблемы]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):92-100. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-92-100.

✉ Reinhard Schnettler. Klinikstrasse, 29, D-35392 Giessen, Germany; e-mail: Reinhard.Schnettler@chiru.med.uni-giessen.de

Рукопись поступила/Received: 21.10.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 15.11.2017.

## Аллогенные костнопластические материалы: современное состояние проблемы

Р. Шнеттлер<sup>1</sup>, И. Франке<sup>2</sup>, Д.В. Римашевский<sup>3</sup>, Н.В. Загородний<sup>3</sup>, Н.Д. Батпенев<sup>4</sup>,  
Р.Е. Унгер<sup>5</sup>, С. Вениш<sup>6</sup>, М. Барбек<sup>7,8</sup>

<sup>1</sup> Университетский медицинский центр Гиссена, Гиссенский университет Ю. фон Либиха, Гиссен, Германия

<sup>2</sup> Эльбе Клиника неотложной хирургии и ортопедии, Штаде, Германия

<sup>3</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

<sup>4</sup> Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии, Астана, Республика Казахстан

<sup>5</sup> Институт патологии, Университет Джоанеса Гутенберга, Майнц, Германия

<sup>6</sup> Институт ветеринарной анатомии, гистологии и эмбриологии Гиссенского университета Ю. фон Либиха, Гиссен, Германия

<sup>7</sup> Институт Юлиуса Вульфа и Центр скелетно-мышечной хирургии Шарите – Медицинский университет Берлина

<sup>8</sup> Ботис Биоматериалс, Берлин, Германия

### Реферат

Старение населения планеты и ассоциированная с ним эпидемия остеопороза, а также широкое распространение реконструктивных операций на костях и суставах, в первую очередь эндопротезирования, привели к взрывному росту интереса к костной пластике.

Несмотря на то, что аутоотрансплантаты по-прежнему остаются «золотым стандартом» при замещении костных дефектов, аллогенные костнозамещающие материалы достигли такого уровня качества, который позволяет с успехом применять их в клинической практике. Неоднократно высказывались предположения, что разные способы обработки различных типов аллогенных материалов по-разному меняют их регенеративные свойства и характеристики безопасности.

В статье описана технология обработки исходного материала, перечислены требования к безопасности аллокости, регенеративные возможности костных блоков С+ТВА. Приводятся подтверждающие данные доклинических и клинических исследований. Технология С+ТВА позволяет практически полностью исключить риск развития иммунологических реакций и передачи инфекции, а специальные этапы обработки позволяют сохранить естественную структуру костного блока. Клинические и *in vitro* исследования с гистологическим контролем на разных этапах показали оптимальные регенеративные характеристики таких костных блоков. Аллогенная кость интегрировалась, не вызывая локальных воспалительных реакций в месте трансплантации. В целом аллогенные костнозамещающие материалы являются отличной основой для формирования новой кости. В статье описаны комбинации аллогенных костных блоков С+ТВА с различными антибиотиками с целью профилактики инфекции и/или с пунктатом костного мозга для стимуляции перестройки кости.

**Ключевые слова:** аллогенные костнопластические материалы, костная пластика, регенерация костной ткани.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-92-100

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Introduction

Autologous bone grafting is considered to be the gold standard in case of bone tissue regeneration due to its osteogenic, osteoinductive and osteoconductive potential [1, 2]. However, the application of autologous bone can cause complications as a further operative intervention at another localization as the intended implant site has to be performed [3].

In this context, the harvest of autografts is often associated with side effects and possible infections [3, 4]. Additionally, the amount of obtainable autologous bone tissue is often too small to fill the defect or implantation site [4]. As a substitute for autologous bone transplants or for its volume increase the clinician has different alternatives as various bone grafting materi-

als are available, which are based on allogeneic, xenogeneic or synthetic origin [1, 5]. Although all material classes support the bone tissue regeneration process primarily via osteoconduction, the highest regenerative capacity is attributed to allogeneic materials. This has been assigned to the fact that the human donor tissue is suggested to have the highest similarity to the target tissue of the recipient organism [2, 6].

Even in case of naturally derived biomaterials such as allogeneic bone substitutes it is indispensable that the donor tissue becomes purified from potential immunogenic components such as the bone tissue related cells to prevent graft rejections and also possible disease transmissions [7]. In this context, different physical and chemical processes are applied for puri-

fication of the different commercially available allogeneic bone substitutes.

Based on its purification processes, allografts can be roughly divided into physically and physico-chemically processed materials [8]. The physically processed allografts include globally widespread materials such as fresh-frozen bone and cryopreserved bone, in which the cellular constituents are completely preserved [9, 10]. In this case, the obtained transplants become only frozen (ca. -20°C) and partially irradiated (fresh-frozen bone) or treated with cryoprotective agents such as dimethyl sulfoxide (DMSO) or glycerol and stored at about -196°C (cryopreserved bone), respectively. In case of these both bone substitute materials, viable cells could be detected, which even is an explicit target in the case of the cryopreservation procedure<sup>1</sup> [9].

However, most allogeneic bone implants undergo chemical decellularization processes including different purification steps and chemicals (Table).

The final drying process, which ensures the stable storage of the bone blocks at room temperature, is carried out either by evaporation of acetone (Puros Allograft, Tutoplast® Spongiosa Block), which is similar to the literature referenced solvent-dehydrated bone allografts (SDBA), or by freeze-drying (all other providers), which is often referred to as freeze-dried bone allografts (FDBA) [14, 15]. In total, mineralized bone allograft (MBA) is used as collective term for these materials [16].

Altogether, the aim of these purification processes is to generate a bone grafting material, which primarily serves as osteoconductive scaffold and allows optimal bone tissue healing with optimal physicochemical properties without containing immunogenic ingredients. Finally, it is essential to assess allogeneic bone grafting materials after their complete processing in order to correctly evaluate their properties and the associated safety.

## Treatment of bone blocks

The treatment of the original tissue from extraction to final preparation should be described by using the example of an allograft (allogeneic bone block, Cells + Tissuebank Austria (C+TBA), Austria), which is processed by the so-called Allotec®-process under special consideration of certain safety aspects. Prior to the wet-chemical treatment, a multi-stage selection process becomes applied to guarantee ideal material quality and highest safety standards. This process starts with the evaluation of the femoral heads by an experienced orthopedic surgeon who performs an initial clinical evaluation on basis of computer-tomographic (CT) data prior to extraction. Thereby, the bone quality is evaluated in order to detect any potential compromising properties such as bone lesions and, thus, to prevent bone donation as early as possible<sup>4</sup>. Furthermore, a detailed anamnesis and serological tests of the donors blood including HIV 1/2, HBV, HCV and syphilis infections is performed to significantly reduce the risk of infection transmission prior to removal<sup>4</sup>. Only after a sufficient approval of all these safety parameters, the donor tissue is accepted for removal and subsequent processing.

Afterwards, the femoral heads become physico-chemically processed to obtain sterile biomaterials in the Good Manufacturing Practice (GMP)-compliant cleanrooms of the C+TBA. Initially, tissue residues are manually removed and the bone tissue is divided into particles, blocks and rings. Thereafter, the raw bone material is transferred to an ultrasonic bath to remove tissue or cell components in order to prepare the donor tissue for the subsequent application of chemicals and, thus, for subsequent decellularization (See table). This process step includes alternating rinsing with ethanol and diethyl ether as well as oxidative treatment with hydrogen peroxide. Ethanol and di-

Table

**List of chemicals applied for the decellularization of different commercially available allogeneic bone blocks**

Allograft	Applied Chemicals
Puros Allograft, Tutoplast® Spongiosablock [11]	Hydrogen peroxide, NaOH, Ethanol, Acetone
DIZG-bone blocks [12]	Peracetic acid - ethanol
C+TBA-bone blocks, maxgraft® <sup>2</sup> [13]	Diethyl ether, ethanol, hydrogen peroxide
TBF-bone blocks <sup>3</sup>	Ethanol, Chloroform, Hydrogen peroxide, Sodium hypochlorite

<sup>1</sup> Sancho-Navarro R et al. Cell Viability in a Cryopreserved Human Cancellous Allograft. Revista española de cirugía ortopédica y traumatología (english edition). ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 52, no. 1, 1 January 2008 (2008-01-01), pages 27-31.

<sup>2</sup> Der ALLOTEC® prozess. Available at: <https://www.ctba.at/de/Transplantate/C-TBA-Prozess>.

<sup>3</sup> Treatment Process. Available at: <http://www.tbf-lab.com/dent/en/phoenix-process/treatment-process.html>.

<sup>4</sup> Cells + Tissuebank Austria, Gebrauchs- und Fachinformation. Available at: [http://ctba.at/downloads/broschur\\_ansicht.pdf](http://ctba.at/downloads/broschur_ansicht.pdf).

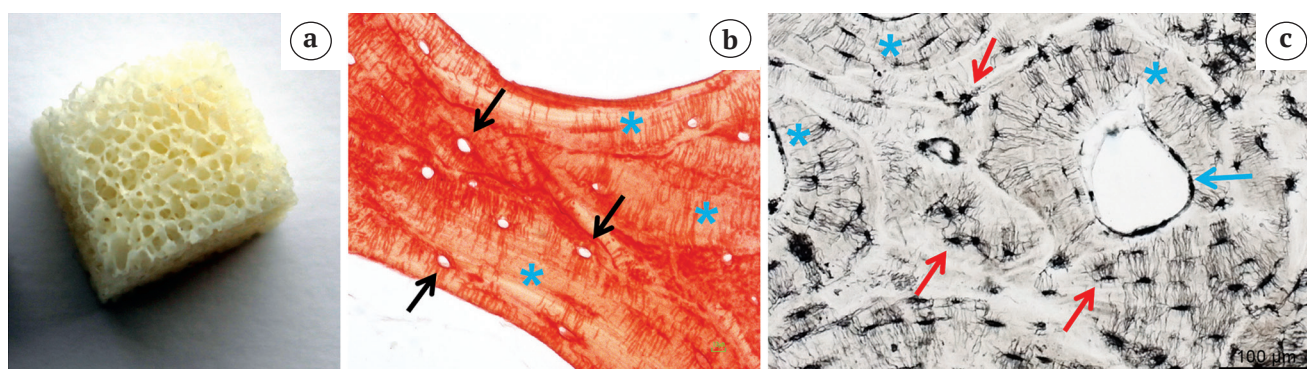
thyl ether cause the denaturation of non-collagenous proteins as well as the elimination of remaining bacteria and a virus inactivation while residual genetic material fragments are destroyed by the application of hydrogen peroxide [17–19]. In this way, the risks of infections and also immunological reactions are completely eliminated. To remove liquid residues the donor tissue is then subjected to freeze drying, which allows for preservation of the native structure of the bone block (Fig. 1). Then, the final sterilization of the bone material is processed by means of low-dose gamma irradiation in order to additionally exclude possible contamination by microorganisms<sup>5</sup> [17–20].

### Safety aspects of allogeneic bone grafting materials

In the past, reports of infection transmissions and immunological reactions as a result of the application of bone grafts have compromised the safety of these materials [21]. While these concerns might be justified for unprocessed or only physically treated allogeneic bone grafting materials, physico-chemically processed materials only maintain a hypothetical residual risk [22, 23]. Thus, the transmission of infectious diseases has only been reported for allografts, which were not physico-chemically or not correctly treated, respectively [24, 25]. However, since the introduction of the so-called Nucleic Acid Test (NAT), a highly sensitive and specific test for the detection of even the smallest amounts of genetic material of pathogens, in 2004, no disease transmission was reported by the transplantation of human bone [22].

Infrequent reports, which have reported an allo-sensitization of recipients of human bone grafts, have shown to be mainly related to application of fresh or freshly frozen bone [26–28]. Only G.E. Friedlaender *et al.* have reported an allo-sensitization by the transplantation of freeze-dried musculoskeletal allografts in orthopedic application [29]. However, the latter did not result in any clinical effects. In addition, it should be mentioned that the processing and the quality standards of the materials used in this study did not match the processing of other allografts. Furthermore, no donor-specific antibodies could up to now be detected in recipients of physico-chemically processed allogeneic bone blocks. In addition, it was shown that even the mismatch of the so-called human leukocyte antigens (HLA), which represents a protein family that allows the immune system to distinguish the body's own proteins from exogenous proteins, has no influence on the ingrowth of allogeneic bone grafts [30–32].

On basis of the above described purification process of C+TBA allografts, the risk of infection transmission or an allo-sensitization caused by the chemically processed and freeze-dried allografts is no more present. Although single cell components could be detected within the bone matrix, there is no evidence of any clinical effects by these results [22, 31–35]. Thus, over the past twenty years, there was no reported case of this bone grafting material, which caused the transmission of an infection, nor a single case, which documented a health problem of a recipient of decellularized allografts [33].



**Fig. 1.** Image of a C+TBA bone block with a clearly visible trabecular structure (a). Histological image of the bone block showing its clearly visible lamellar structure (asterisks) and the empty matrix lacunae (arrows) (Sirius-staining, 400× magnification) (b). Electron microscopical image showing the basic structure of the C+TBA bone block (c). The preservation of the lamellar ultrastructure (asterisks) and the complete purification of both the Haversian channels (blue arrow) and the osteocyte lacunae (red arrows) is clearly visible (black coloring = processing-related coloring = empty areas; 1250× magnification)

<sup>5</sup> Cells + Tissuebank Austria, Gebrauchs- und Fachinformation. Available at: [http://ctba.at/downloads/broschur\\_ansicht.pdf](http://ctba.at/downloads/broschur_ansicht.pdf).

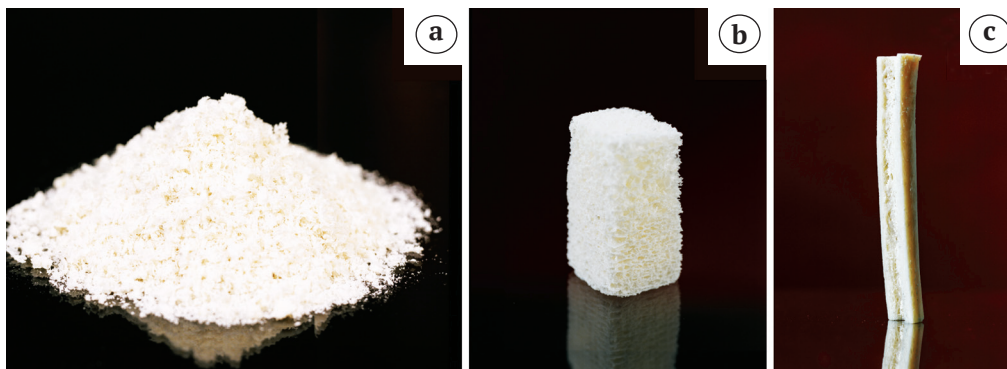
### Bone tissue regeneration using allogeneic bone grafting materials

*Bone is the best substitute for bone.* Thus, it makes sense to fill the defects up with allogeneic bone especially based on their physico-chemical similarity to that of the bone matrix of the recipients bone tissue in all cases of defect fractures with critical size bone defects. Allogeneic bone substitute materials are available in many different forms, i.e., granules, blocks, wedges etc. in order to (Fig. 2).

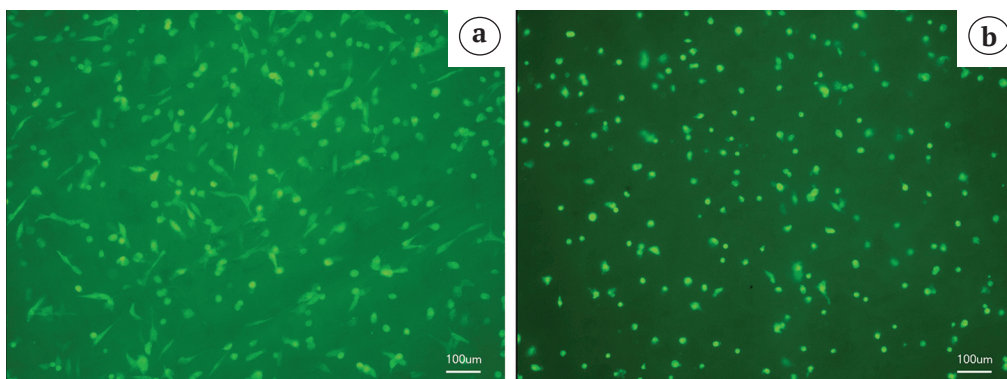
In this context, *in vitro* studies have demonstrated the excellent biocompatibility and bone compatibility

of allogeneic C+TBA bone blocks as a substrate for osteoblastic growth [unpublished data by Unger et al.] (Fig. 3).

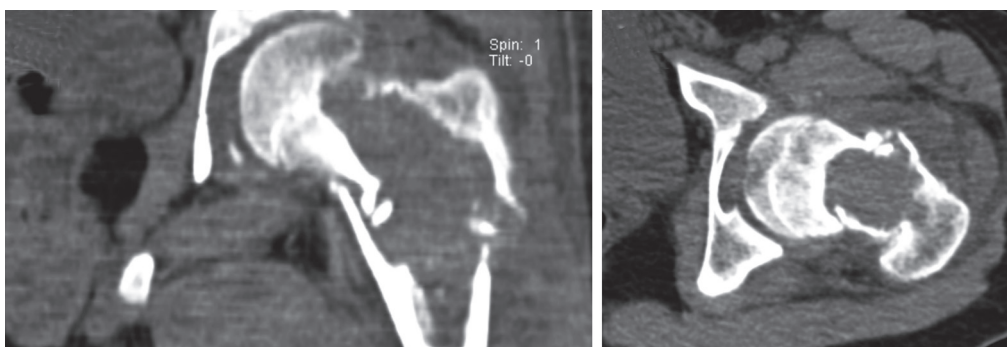
Moreover, clinical trials including histological follow-ups allowed to prove the optimal regeneration properties of these bone blocks (Fig. 4–8). In this context, it has been shown that the allogeneic bone grafts have been integrated without causing inflammatory anomalies at the implantation site (Fig. 8). Moreover, the allogeneic bone substitute material serves as an excellent basis for the formation of new bone (Fig. 8 a and b).



**Fig. 2.** The allogeneic bone substitute material is available in many different shapes, i.e., as granules (a), blocks (b) or in diaphysial shape (c)

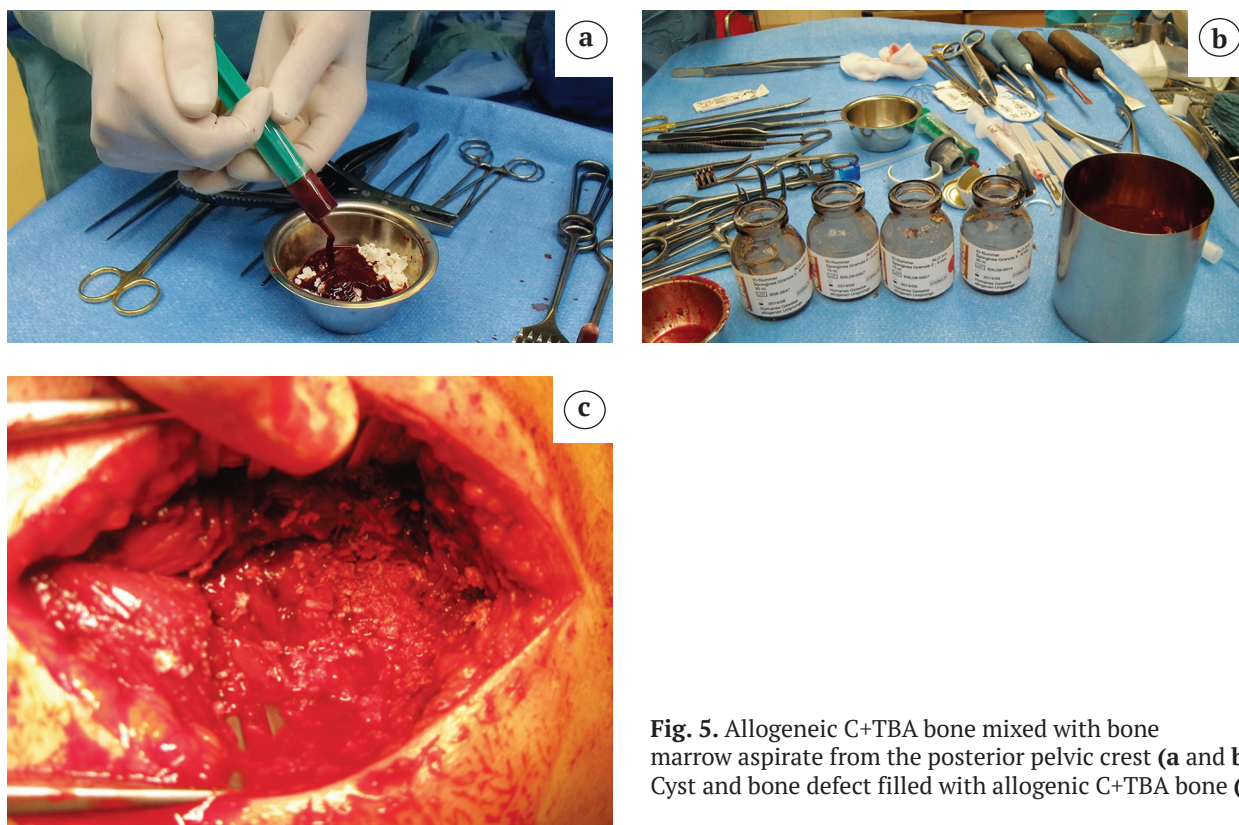


**Fig. 3.** Cellular growth behavior of osteoblastic MG-63 cells (a) and primary human osteoblasts (b) onto the allogeneic bone grafting material (Calcein-staining, 100× magnification)

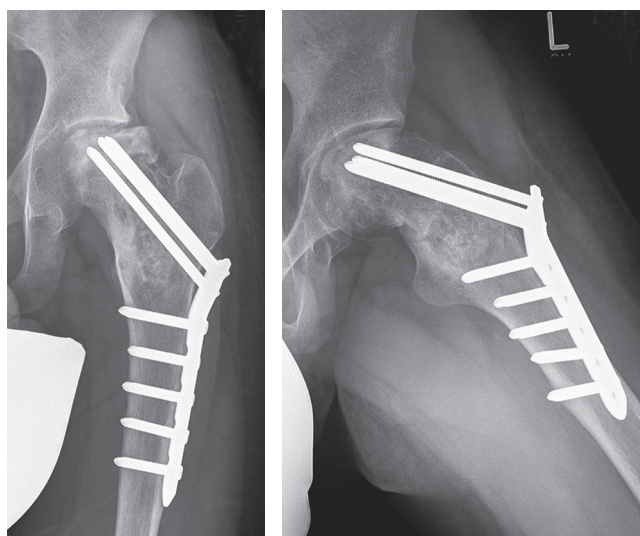


**Fig. 4.** Pathological peritrochanteric fracture juvenile cyst of a 12-year boy

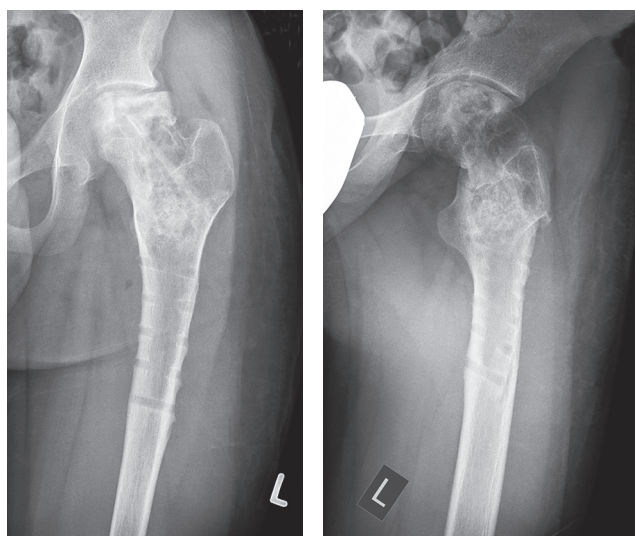




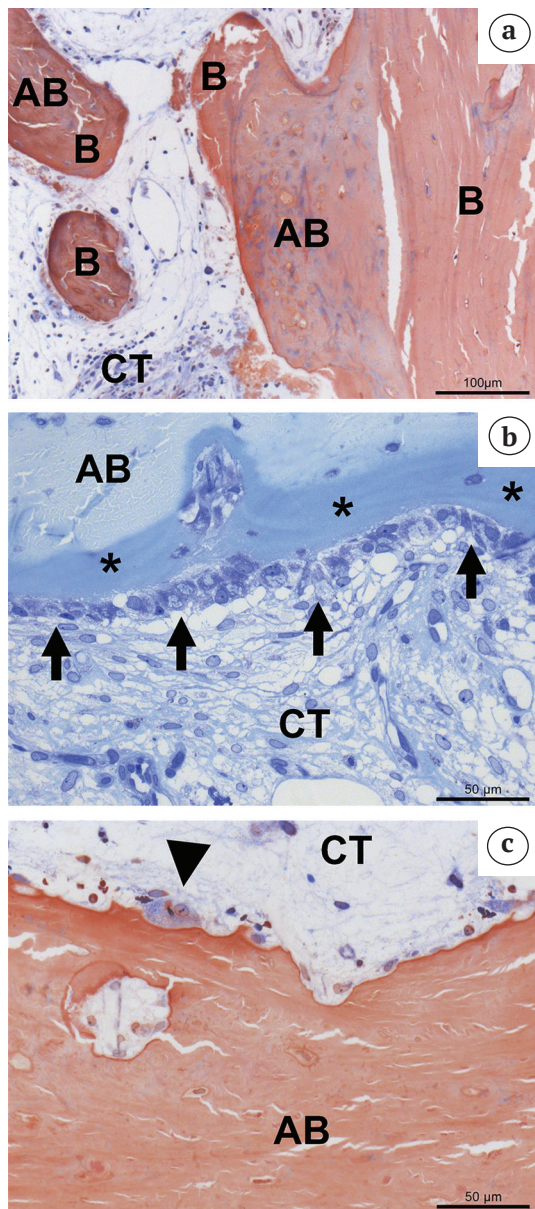
**Fig. 5.** Allogeneic C+TBA bone mixed with bone marrow aspirate from the posterior pelvic crest (a and b). Cyst and bone defect filled with allogeneic C+TBA bone (c)



**Fig. 6.** Stabilization of the defect side with a plate osteosynthesis



**Fig. 7.** Plate removal after 6 months after operation with good remodeling of the implanted allograft material (C+TBA)



**Fig. 8.** Representative histological images showing bone regeneration after application of the C+TBA bone block (AB). Newly formed bone (B) on the material surfaces (AB), CT = connective tissue (HE-staining, 100× magnification) (a). Osteoblasts (arrows) and osteoid formation (asterisks) on the surface of an allogeneic C+TBA bone block (AB), CT = connective tissue (Toluidine-staining, 400× magnification) (b). Degradation of the bony matrix of the C+TBA bone block (AB) by osteoclasts (arrowheads), CT = connective tissue (HE-staining, 400× magnification) (c)

### Infection treatment using a combination of allografts and antibiotics

Postoperative infections after joint replacement with severe bone loss often requires bone reconstruction procedures. The management of infections of bone after joint replacement has always been difficult and is still a challenge for surgeons. In recent decades, the standard treatment for osteitis has been serial aggressive debridement followed by extensive lavage with 8–10 liters of pulsed saline. Long-term systemic antibiotics often combined with the combination of local antibiotics followed by reconstruction of skeletal defects is the modern way of treatment [36–38]. Nevertheless, the essential step in the treatment of bone infections is radical debridement with removal of dead bone and all foreign materials. Interestingly, it is possible to combine the allogeneic bone substitute ether with antibiotics in the sense of prophylaxis or with bone marrow aspirate in order to accelerate bone remodeling (See fig. 5).

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

### References

1. Finkemeier C.G. Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(3):454-464.
2. Giannoudis P.V., Dinopoulos H., Tsiridis E. Bone substitutes: an update. *Injury.* 2005;36 Suppl 3:20-27.
3. Kurz L.T., Garfin S.R., Booth R.E. Jr. Harvesting autogenous iliac bone grafts: a review of complications and techniques. *Spine (Phila Pa 1976).* 1989;14(12):1324-1331.
4. Dimitriou R., Mataliotakis G.I., Angoules A.G., Kanakaris N.K., Giannoudis P.V. Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: a systematic review. *Injury.* 2011;42 Suppl 2:3-15. DOI: 10.1016/j.injury.2011.06.015.
5. Laurencin C., Khan Y., El-Amin S.F. Bone graft substitutes. *Expert Rev Med Devices.* 2006;3(1):49-57.
6. Schmitt C.M., Doering H., Schmidt T., Lutz R., Neukam F.W., Schlegel K.A. Histological results after maxillary sinus augmentation with Straumann® BoneCeramic, Bio-Oss®, Puros®, and autologous bone. A randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(5):576-585. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02431.x.
7. Damien C.J., Parsons J.R. Bone graft and bone graft substitutes: a review of current technology and applications. *J Appl Biomater.* 1991;2(3):187-208.
8. Malinin T., Temple H.T. Comparison of frozen and freeze-dried particulate bone allografts. *Cryobiology.* 2007;55(2):167-170. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2007.05.007.
9. Simpson D., Kakarala G., Hampson K., Steele N., Ashton B. Viable cells survive in fresh frozen human bone allografts. *Acta Orthop.* 2007;78(1):26-30. DOI: 10.1080/17453670610013385.
10. Borghetti A., Novakovitch G., Louise F., Simeone D., Fourel J. Cryopreserved cancellous bone allograft in periodontal intraosseous defects. *J Periodontol.* 1993;64(2):128-132. DOI: 10.1902/jop.1993.64.2.128.

11. Schoepf Ch. The Tutoplast® Process: a review of efficacy. *Zimmer Dental*. 2008;17:40-50.
12. Pruss A., Göbel U.B., Pauli G., Kao M., Seibold M., Mönig H.J., Hansen A., von Versen R. Peracetic acid-ethanol treatment of allogeneic avital bone tissue transplants--a reliable sterilization method. *Ann Transplant*. 2003;8(2):34-42.
13. Osbon D.B., Lilly G.E., Thompson C.W., Jost T. Bone grafts with surface decalcified allogeneic and particulate autologous bone: report of cases. *J Oral Surg*. 1977;35(4):276-284.
14. Lee D.W., Pi S.H., Lee S.K., Kim E.C. Comparative histomorphometric analysis of extraction sockets healing implanted with bovine xenografts, irradiated cancellous allografts, and solvent-dehydrated allografts in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(4):609-615.
15. Mellonig J.T. Freeze-dried bone allografts in periodontal reconstructive surgery. *Dent Clin North Am*. 1991;35(3):505-520.
16. Beck T.M., Mealey B.L. Histologic analysis of healing after tooth extraction with ridge preservation using mineralized human bone allograft. *J Periodontol*. 2010;81(12):1765-1772. DOI: 10.1902/jop.2010.100286.
17. Kluger R., Bouhon W., Freudenberger H., Kröner A., Engel A., Hoffmann O. Removal of the surface layers of human cortical bone allografts restores in vitro osteoclast function reduced by processing and frozen storage. *Bone*. 2003;32(3):291-296.
18. Asselmeier M.A., Caspari R.B., Bottenfield S. A review of allograft processing and sterilization techniques and their role in transmission of the human immunodeficiency virus. *Am J Sports Med*. 1993;21(2):170-175. DOI: 10.1177/036354659302100202.
19. Linley E., Denyer S.P., McDonnell G., Simons C., Maillard J.Y. Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action. *J Antimicrob Chemother*. 2012;67(7):1589-1596. DOI: 10.1093/jac/dks129.
20. Singh R., Singh D., Singh A. Radiation sterilization of tissue allografts: A review. *World J Radiol*. 2016;8(4):355-369. DOI: 10.4329/wjr.v8.i4.355.
21. Tomford W.W. Transmission of disease through transplantation of musculoskeletal allografts. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(11):1742-1754.
22. Hinsenkamp M., Muylle L., Eastlund T., Fehily D., Noël L., Strong D.M. Adverse reactions and events related to musculoskeletal allografts: reviewed by the World Health Organisation Project NOTIFY. *Int Orthop*. 2012;36(3):633-641. DOI: 10.1007/s00264-011-1391-7.
23. Grover V., Kapoor A., Malhotra R., Sachdeva S. Bone allografts: a review of safety and efficacy. *Indian J Dent Res*. 2011;22(3):496. DOI: 10.4103/0970-9290.87084.
24. Buck B.E., Malinin T.I., Brown M.D. Bone transplantation and human immunodeficiency virus. An estimate of risk of acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(240):129-136.
25. Conrad E.U., Gretch D.R., Obermeyer K.R., Moogk M.S., Sayers M., Wilson J.J., Strong D.M. Transmission of the hepatitis-C virus by tissue transplantation. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(2):214-224.
26. O'Sullivan E.D., Battle R.K., Zahra S., Keating J.F., Marson L.P., Turner D.M. Allosensitization Following Bone Graft. *Am J Transplant*. 2017;17(8):2207-2211. DOI: 10.1111/ajt.14231.
27. Piaia M., Bub C.B., Succi G.M., Torres M., Costa T.H., Pinheiro F.C., Napimoga M.H. HLA-typing analysis following allogeneic bone grafting for sinus lifting. *Cell Tissue Bank*. 2017;18(1):75-81. DOI: 10.1007/s10561-016-9594-1.
28. Mosconi G., Baraldi O., Fantinati C., Panicali L., Veronesi M., Cappuccilli M.L. et al. Donor-specific anti-HLA antibodies after bone-graft transplantation. Impact on a subsequent renal transplantation: a case report. *Transplant Proc*. 2009;41(4):1138-1141. DOI: 10.1016/j.transproceed.2009.02.059.
29. Friedlaender G.E., Strong D.M., Sell K.W. Studies on the antigenicity of bone. II. Donor-specific anti-HLA antibodies in human recipients of freeze-dried allografts. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(1):107-112.
30. Ward W.G., Gautreaux M.D., Lippert D.C.<sup>2nd</sup>, Boles C. HLA sensitization and allograft bone graft incorporation. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(8):1837-1848. DOI: 10.1007/s11999-008-0294-4.
31. Quattlebaum J.B., Mellonig J.T., Hensel N.F. Antigenicity of freeze-dried cortical bone allograft in human periodontal osseous defects. *J Periodontol*. 1988;59(6):394-397.
32. Reikerås O., Reinholt F.P., Zinöcker S., Shegarfi H., Rolstad B. Healing of long-term frozen orthotopic bone allografts is not affected by MHC differences between donor and recipient. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(5):1479-1486. DOI: 10.1007/s11999-011-1796-z.
33. Fretwurst T., Spanou A., Nelson K., Wein M., Steinberg T., Stricker A. Comparison of four different allogeneic bone grafts for alveolar ridge reconstruction: a preliminary histologic and biochemical analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014;118(4):424-431. DOI: 10.1016/j.oooo.2014.05.020.
34. Lorenz J., Schlee M., Al-Maawi S., Chia P., Sader R.A., Ghanaati S. Variant Purification of an Allogeneic Bone Block. *Acta Stomatol Croat*. 2017;51(2):141-147. DOI: 10.15644/asc51/2/7.
35. Klemm K.W. Gentamicin-PMMA chains (Septopal chains) for the local antibiotic treatment of chronic osteomyelitis. *Reconstr Surg Traumatol*. 1988;20:11-35.
36. Alt V., Bitschnau A., Böhner F., Heerich K.E., Magesin E., Sewing A. et al. Effects of gentamicin and gentamicin-RGD coatings on bone ingrowth and biocompatibility of cementless joint prostheses: An experimental study in rabbits. *Acta Biomater*. 2011;7(3):1274-1280. DOI: 10.1016/j.actbio.2010.11.012.
37. Heppert V., Wagner Ch., Glatzel U., Wentzensen A. Prinzipien der operative-chirurgischen Therapie der Osteitis. *Trauma Berufskrankh*. 2002;4(3):321-328. (in German).
38. Luther C., Unger K., Heppert V., Simon R., Hitzgrath C., Germann G., Sauerbier M. [Chronic osteitis of the lower extremities. An interdisciplinary treatment concept]. *Unfallchirurg*. 2010;113(5):386-393. (in German). DOI: 10.1007/s00113-009-1709-8.

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Reinhard Schnettler* — MD, Professor, the Head of the Trauma Surgery Department, University Medical Center Giessen and Marburg, Giessen, Germany

*Jorg Franke* — MD, the Head of the Department of Trauma and Orthopaedic Surgery, Elbe Klinikum Stade Unfallchirurgie und Orthopädie, Stade, Germany

*Dmitry Rimashevskiy* — Cand. Sci. (Med.) Associate Professor, Traumatology and Orthopedics Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Nikolai V. Zagorodniy* — Dr. Sci. (Med.), Professor, the Head of Traumatology and Orthopedics Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Nurlan Batpenov* — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Astana, Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

*Ronald E. Unger* — MD, Institute of Pathology, Johannes Gutenberg University, Mainz, Germany

*Sabina Wenisch* — MD, Professor, Institute of Veterinary Anatomy, Histology and Embryology, Justus Liebig University of Giessen, Giessen, Germany

*Mike Barbeck* — MD, Senior Researcher, Julius Wolff Institute and Center for Musculoskeletal Surgery, Charité — Universitätsmedizin Berlin; Botiss Biomaterials, Berlin, Germany

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Рейнхард Шнеттлер* — профессор, руководитель отделения травматологии и ортопедии, Университетский медицинский центр Гиссена, Гиссенский университет Юстуса фон Либиха, Гиссен, Германия

*Йорг Франке* — руководитель отделения ортопедической хирургии, Эльбе Клиника неотложной хирургии и ортопедии, Штаде, Германия

*Денис Владимирович Римашевский* — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

*Николай Васильевич Загородний* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

*Нурлан Джумагулович Батпенев* — д-р мед. наук, профессор, директор Научно-исследовательского института травматологии и ортопедии, Астана, Республика Казахстан

*Роланд Унгер* — Институт патологии, Университет Джоанеса Гутенберга, Майнц, Германия

*Сабина Вениш* — профессор, Институт ветеринарной анатомии, гистологии и эмбриологии Гиссенского университета Юстуса фон Либиха, Гиссен, Германия

*Майк Барбек* — старший научный сотрудник, Институт Юлиуса Вульфа и Центр скелетно-мышечной хирургии Шарите — Медицинский университет Берлина; Ботис Биоматериалс, Берлин, Германия

# Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава

А.А. Корыткин, Д.В. Захарова, Я.С. Новикова, Р.О. Горбатов, К.А. Ковалдов, Ю.М. Эль Мудни

ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России  
Верхне-Волжская набережная, д. 18, г. Нижний Новгород, 603155, Россия

## Реферат

Значительные дефекты вертлужной впадины, особенно сопровождающиеся нарушением целостности тазового кольца, являются серьезной проблемой ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава и создают дополнительные сложности для фиксации ацетабулярного компонента эндопротеза. Одним из перспективных вариантов решения описанной проблемы является использование индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов (СТАС — Custom Triflange Acetabular Component), проектируемых на основе предоперационной компьютерной томографии с учетом особенностей костных дефектов пациента.

*Цель исследования* — оценить эффективность использования СТАС при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава.

*Материал и методы.* Проанализированы результаты лечения 12 пациентов, перенесших ревизионное эндопротезирование с применением аддитивных технологий компьютерного моделирования и 3D-печати СТАС. Время наблюдения пациентов после эндопротезирования составило в среднем  $7\pm 3$  мес. (от 1 до 10 мес.). У 7 пациентов из 12 были выявлены дефекты вертлужной впадины типа 3В по W.G. Paprosky, у 4 — типа 3А и у одного — 2С.

*Результаты.* У 2 пациентов из 12 произошли вывихи эндопротеза, что потребовало проведения повторных оперативных вмешательств на тазобедренном суставе, одному из них — открытое вправление вывиха с санацией раны, другому — замена артикулирующей пары ацетабулярного компонента эндопротеза. Суммы баллов по шкале Харриса и визуальной аналоговой шкале боли до лечения составили  $28\pm 7$  и  $7\pm 1$ , соответственно, после эндопротезирования —  $76\pm 9$  и  $3\pm 1$ , соответственно.

*Выводы.* Применение аддитивных технологий при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов с обширными костными дефектами вертлужной впадины и таза позволяет провести точное предоперационное планирование, восстановить центр ротации сустава, восполнить дефицит костной ткани, надежно фиксировать индивидуальный трехфланцевый вертлужный компонент эндопротеза, что значительно улучшает результаты лечения и удовлетворенность пациентов операцией.

**Ключевые слова:** ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, дефекты вертлужной впадины, индивидуальный трехфланцевый вертлужный компонент, 3D-печать в медицине.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111

Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):101-111. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.

**Cite as:** Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Gorbатов R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. [Custom Triflange Acetabular Components in Revision Hip Replacement (Experience Review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):101-111. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.

Новикова Яна Сергеевна. Верхне-Волжская набережная, д. 18, г. Нижний Новгород, 603155, Россия / Yana S. Novikova. 18, Verkhne-Volzhskaaya naberezhnaya, Nizhny Novgorod, 603155, Russian Federation; e-mail: novikova\_jana@mail.ru  
Рукопись поступила/Received: 15.09.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 29.11.2017.

# Custom Triflange Acetabular Components in Revision Hip Replacement (Experience Review)

A.A. Korytkin, D.V. Zakharova, Ya.S. Novikova, R.O. Gorbatov, K.A. Kovaldov, Y.M. El Moudni

*Privolzhsky Federal Research Medical Centre*

*18, Verkhne-Volzhsкая naberezhnaya, Nizhny Novgorod, 603155, Russian Federation*

## Abstract

Extensive defects of acetabulum especially accompanied by pelvis discontinuity at the level of acetabulum pose a serious challenge in revision hip replacement and create additional complexity in fixing the acetabular component. One of the perspective options to solve the above issue is the use of custom triflange acetabular components (CTAC) designed based on preoperative computer tomography given the specifics of bone defects of the patient.

*Purpose of the study* — to evaluate the outcomes of CTAC use in revision hip replacement.

*Materials and Methods.* The authors analyzed treatment outcomes of 12 patients after revision hip replacement using additive techniques of computer simulation and 3D printing CTAC. Follow up period after the surgery averaged 7±3 months (from one to ten months). 7 out of 12 patients had acetabular defects of Paprosky 3B type, 4 patients had defects of Paprosky 3A and in one patient — of Paprosky 2C.

*Results.* Two out of twelve patients had prosthesis dislocations that required revision hip surgery, one of those patients underwent open reduction of dislocation with wound debridement, another patient underwent replacement of articulating couple of acetabular component. Total scores under Harris Hip Score and pain VAS score prior to treatment was 28±7 and 7±1 points respectively, postoperative scores were 76±9 and 3±1 respectively.

*Conclusion.* The application of additive techniques for revision hip replacement in patients with extensive acetabular and pelvic defects allows to make a precise preoperative planning, to restore joint rotation center, to reconstruct bone defects and to securely fix triflange acetabular component that altogether significantly improve treatment outcomes and patients satisfaction with the surgery.

**Keywords:** revision hip replacement, extensive acetabular defects, custom triflange acetabular component, 3D printing in medicine.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

## Введение

С момента внедрения в хирургическую практику в 1950-е гг. прошлого века тотальное эндопротезирование показало себя очень эффективной процедурой. По данным экспертной группы ВОЗ (2012), ежегодно в мире выполняется до 1,5 млн тотальных замещений тазобедренного сустава (ТБС) и, согласно прогнозам, в ближайшие два десятилетия это число может увеличиться вдвое [1]. С увеличением количества первичных оперативных вмешательств и сроков наблюдения растет количество ревизионных операций. Доля ревизионных вмешательств достигает 20% от общего числа операций эндопротезирования ТБС [2]. По данным литературы, причиной неудовлетворительных результатов эндопротезирования ТБС чаще всего является асептическое расшатывание вертлужного компонента [3].

Каждая ревизионная операция по-своему уникальна. Трудности возникают на всех этапах ревизионного лечения, начиная с подготовки, планирования и работы с рубцовыми и воспалительными тканями. Сложность в предоперационном планировании составляет определение необходимой

костной массы для замещения дефектов вертлужной впадины, так как точная предоперационная оценка затруднена наличием эндопротеза и трудностями идентификации нативной кости, необходимой для фиксации имплантата. До 80% ревизий вертлужной впадины в случаях отсутствия сегментарных дефектов, при условии своевременной диагностики, могут быть выполнены с применением многодырчатой гемисферической чашки с дополнительной фиксацией винтами. Использование бесцементных вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании ТБС показывает отличные результаты в 97% случаев на сроках наблюдения до 15 лет [4]. Однако рост общего количества операций по замене сустава и числа пациентов, перенесших многократные ревизионные вмешательства и имеющих обширные костные дефекты вертлужной впадины, приводят к необходимости пересмотра подходов к ревизионному эндопротезированию ТБС и наличию в арсенале более совершенных технических средств для ревизий у пациентов с сегментарными дефектами и выраженным костным дефицитом [2].

Большие дефекты, неудовлетворительное качество костной ткани, сложность визуализации нативной кости и удаления имплантатов, возможные переломы или несращения являются главными проблемами ацетабулярной ревизии. Дефекты вертлужной впадины могут осложняться нарушением целостности тазового кольца с разобщением на ее уровне подвздошной, лонной и седалищной костей, что создает дополнительные сложности для стабильной фиксации вертлужного компонента эндопротеза [2, 5, 6]. В таких случаях использование стандартных вертлужных ревизионных компонентов не всегда позволяет решить задачу надежной фиксации элементов эндопротеза, восстановления анатомии и центра ротации сустава [3].

В арсенале ортопедов есть множество вариантов для реконструкции вертлужной впадины, такие как гемисферические ацетабулярные компоненты большого размера (jumbo cup), овальные ацетабулярные компоненты (oblong/bilobed cup), структурные аллогraftы, модульные компоненты из трабекулярного металла, антипротрузионные кейджи и различной конструкции системы Cup-Cage, позволяющие улучшить результаты ревизионного эндопротезирования с восстановлением значительных ацетабулярных дефектов [7–10]. Однако частое расшатывание установленных конструкций эндопротеза даже на средних сроках наблюдения и растущая необходимость в повторных ревизиях делают поиск вариантов лечения пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины актуальным.

Современные технологии 3D-моделирования и печати успешно используются в ортопедической практике [2, 3, 5, 6, 11–13]. Одним из вариантов решения проблемы расшатывания вертлужных компонентов эндопротеза у пациентов со значительными ацетабулярными дефектами является использование индивидуальных трехфланцевых вертлужных имплантатов (СТАС — Custom Triflange Acetabular Component), проектируемых на основе предоперационной компьютерной томографии с учетом особенностей костных дефектов конкретного пациента [2, 3, 5, 12]. Трехфланцевая конструкция позволяет восполнить значительный костный дефицит и обеспечивает прочную фиксацию компонента эндопротеза к седалищной, лонной и подвздошной костям [2]. Повышение точности позиционирования компонентов эндопротеза позволяет усовершенствовать технологию оперативного вмешательства и улучшить результаты лечения пациентов [14].

**Цель исследования** — оценить эффективность использования индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава.

## Материал и методы

Проанализированы результаты лечения 12 пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины, которым было выполнено ревизионное эндопротезирование ТБС с применением индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов, созданных на 3D-принтере, в период с 2016 по 2017 г. Информированное добровольное согласие на обработку и публикацию персональных данных получено от всех пациентов.

Тип дефекта вертлужной впадины определяли, используя классификацию W.G. Paprosky [15].

Предоперационное планирование и изготовление СТАС проводилось в тесном сотрудничестве с лабораторией аддитивных технологий. Выявление значительных ацетабулярных дефектов осуществлялось с помощью обычных рентгенограмм, однако для точной оценки дефекта и дальнейшего проектирования СТАС каждому пациенту выполнялась мультиспиральная компьютерная томография таза на компьютерном томографе Toshiba Aquilion 32 (Япония) с целью получения полного набора томограмм. Толщина каждого среза составляла 0,5 мм. Затем из массива томографических данных с установкой эмпирически по шкале Хаунсфилда уровня отсечки для сохранения только костно-хрящевых структур создавалась 3D-модель таза. Далее осуществлялось ее гибридное параметрическое моделирование с удалением артефактов или шумов. После этого производился слайсинг 3D-модели с последующей ее отправкой дистанционно или через жесткий носитель (USB, SD-карта) на FDM 3D-принтер для производства. Печать осуществляли на FDM 3D-принтере Makerbot Replicator 2 (США) или Ultimaker 2 Extended Plus (Нидерланды) из полилактида (PLA). Точность соответствия изготовленного макета таза во всех случаях составляла 100 микрон, что позволяло максимально точно оценить размер и характер дефектов вертлужной впадины, степень дефицита костной ткани и заранее спланировать вид костной пластики. На этом этапе отвергалась возможность применения стандартных ревизионных конструкций и комбинации опорных элементов для восполнения имеющегося костного дефекта и принималось решение об изготовлении СТАС.

Создание СТАС выполнялось в сотрудничестве с инженерами-конструкторами. На первом этапе проектирования по компьютерной 3D-модели таза определялось предпочтительное расположение СТАС и его позиционирование. На этапе предоперационной подготовки появлялась возможность проектировать внутренний диаметр индивидуального имплантата, равный 50 мм и более, для снижения вероятности послеоперационного

вывиха головки эндопротеза. Объемная гемисферическая часть ацетабулярного компонента эндопротеза имела оптимальную пространственную ориентацию с восстановленным по анатомии контралатерального ТБС центром ротации в положении инклинации 40–45° и антеверсии 15–20°.

Благодаря использованию методик гибридного параметрического моделирования и топологической оптимизации [11–14], создавалась цифровая модель персонального имплантата высокой точности с наличием трех фланцев и отверстиями для винтов, подбирались винты с оптимальной длиной и необходимое направление для их введения.

На предоперационном этапе производилось моделирование операции с применением индивидуального макета таза и изготовленного на FDM 3D-принтере СТАС из PLA, что позволяло оценить необходимость корректировки его конструкции во избежание непредвиденных ситуаций при установке и фиксации во время операции. Далее с помощью метода 3D-печати производилось окончательное изготовление СТАС из титанового сплава Ti6Al4V, соответствующего ГОСТ Р ИСО 5832-3-2014, на 3D-принтере «Concept Laser M2 Cusing» (Германия) с его последующими обработкой в моечной машине и стерилизацией.

Клиническую оценку результатов ревизионного эндопротезирования проводили по шкале Харриса для ТБС. Пациентов опрашивали перед операцией и через 3 мес. после нее. Сумму набранных баллов от 90 до 100 оценивали как отличную функцию ТБС, от 80 до 89 — как хорошую, от 70 до 79 — как удовлетворительную, менее 70 — как неудовлетворительную [16]. Оценку интенсивности болевого синдрома у пациентов проводили с использованием 10-балльной визуальной аналоговой шкалы (VAS — Visual Analogue Scale) [17].

Статистический анализ полученных данных осуществляли с использованием программы Statistica 6.1. Для описательной статистики данные представлены в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  — среднее значение исследуемого признака,  $SD$  — среднеквадратичное отклонение. Различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

## Результаты

Исследуемую группу из 12 пациентов составляли 7 мужчин и 5 женщин в возрасте  $62 \pm 13$  лет (от 36 до 81 года) со средним значением индекса массы тела  $27,6 \pm 5,0$  кг/м<sup>2</sup> (от 22,0 до 39,8 кг/м<sup>2</sup>). Время наблюдения пациентов после проведения ревизионного эндопротезирования с применением СТАС составляло в среднем  $7 \pm 3$  мес. (от 1 до 10 мес.).

Два человека из 12 имели по одному оперативному вмешательству на ТБС, предшествующему ревизионному эндопротезированию с использованием СТАС: тотальное эндопротезирование по поводу деформирующего остеоартроза. У остальных 10 пациентов в анамнезе было 2 операции и более: удаление или установка монополярного спейсера, удаление абсцесса параартикулярной области, ревизионное эндопротезирование. Показаниями к ревизионному эндопротезированию ТБС с использованием СТАС являлись: расшатывание эндопротеза с формированием сегментарного дефекта вертлужной впадины (5 случаев), расшатывание спейсера с формированием сегментарного дефекта вертлужной впадины (6 случаев), подвздошно-бедренный неартроз после удаления эндопротеза (один случай).

У 7 пациентов из 12 были определены дефекты вертлужной впадины типа 3B по классификации W.G. Paprosky, у 4 пациентов — 3A, у одного — 2C.

У 5 из 7 пациентов с дефектами вертлужной впадины типа 3B наблюдалось разобщение тазового кольца с разрушением передней и задней колонн вертлужной впадины — дефект типа IV по классификации AAOS [18]. У 8 из 12 пациентов обширные костные дефекты таза дополнялись наличием различных дефектов бедренной кости: от типа 2 до 3B по W.G. Paprosky.

В одном случае был зафиксирован перипротезный перелом большого вертела AG по Ванкуверской классификации C.P. Duncan и B.A. Masri [19]. В момент планирования операции важно определить, будет ли производиться замена бедренного компонента эндопротеза, так как это может накладывать некоторые ограничения на дизайн СТАС. Преимуществами одновременной замены вертлужного и бедренного компонентов являются возможность восстановления правильной биомеханики сустава без излишнего удлинения конечности и большая гибкость в дизайне СТАС.

После изготовления 3D-моделей таза и более точной оценки степени дефицита костной ткани в области вертлужной впадины у всех пациентов исследуемой группы было принято решение о нецелесообразности применения комбинации стандартных ревизионных конструкций и необходимости использования СТАС в качестве ацетабулярного компонента эндопротеза. Таким образом, показаниями к использованию СТАС являются значительные дефекты вертлужной впадины типов 3A–3B по W.G. Paprosky; хроническое разобщение костей таза; ситуации, когда применение стандартных ревизионных элементов, таких как модульные аугменты и система Cup-Cage из тантала или титана, делает стоимость ревизионного вмешательства более высокой по сравнению с использованием СТАС.



Согласно данным В.Т. Barlow, обычно на разработку дизайна и производство СТАС уходит 3–4 мес., однако в срочном порядке компонент может быть изготовлен за 8 нед. [12]. В нашем исследовании на процесс разработки и изготовления СТАС в среднем требовалось  $40 \pm 5$  суток.

Преимущественно выполняли задний доступ к ТБС — у 8 пациентов из 12, у 3 — доступ типа Kocher-Langebeck, у одного — доступ типа Harding. В одном случае, во избежание развития осложнений при удалении нестабильного цементного спейсера, была выполнена расширенная остеотомия большого вертела бедренной кости. У одного пациента наблюдалось укорочение нижней конечности на 7 см в сочетании со значительными ригидными деформациями ТБС, поэтому ему проводилось двухэтапное хирургическое лечение с установкой на первом этапе аппарата внешней фиксации и ревизионным эндопротезированием сустава на втором. У всех пациентов дефекты костной ткани вертлужной впадины восполнялись ауто- и аллотрансплантами. Во всех случаях ацетабулярный компонент эндопротеза фиксировался цементом, средний его диаметр составлял  $47 \pm 2$  мм. С целью профилактики послеоперационного вывиха головки эндопротеза 9 пациентам из 12 была установлена система двойной мобильности с цементной фиксацией сферы. Диаметр головки эндопротеза в 9 случаях составлял 28 мм, в 3 — 32 мм. В среднем операция длилась  $140 \pm 40$  мин (от 70 до 200 мин). Объем интраоперационной кровопотери составлял от 300 до 2000 мл, в среднем —  $592 \pm 460$  мл.

У 2 пациентов из 12 развились ранние послеоперационные осложнения, которые привели к повторным оперативным вмешательствам.

У одного из них развились гематома и вывих головки эндопротеза. Пациент имел в анамнезе двухэтапное оперативное лечение с предварительным наложением аппарата внешней фиксации для разобщения подвздошно-бедренного неоартроза и низведения бедра и удаление эндопротеза вследствие развития инфекции 2 типа по классификации М.В. Coventry [20]. Известно, что пациент страдал химической зависимостью, вирусным гепатитом С и вводил себе химические препараты в вены паховой области, вследствие чего у него развился септический артрит. Ему была проведена хирургическая обработка (DAIR) через 17 дней после установки СТАС: вправление вывиха головки эндопротеза с санацией и дренированием полости сустава.

У второго пациента через месяц после операции произошел вывих, и после неудачной попытки закрытого вправления ему было проведено открытое вправление вывиха. После трех повторившихся вывихов спустя 6 мес. пациенту про-

вели очередное ревизионное эндопротезирование с заменой полиэтиленового ацетабулярного компонента эндопротеза на систему двойной мобильности. Полагаем, что в этом случае причиной осложнения явились ошибки на этапе предоперационного планирования. СТАС был изготовлен с недостаточно большим внутренним диаметром гемисферической чашки (диаметр 46 мм), что значительно снизило арсенал доступных компонентов для артикулирующей пары (использовали вертлужный компонент типа Muller, диаметр 46 мм) и послужило причиной вывиха, учитывая дефицит стабилизирующей функции абдукторов.

В отдаленном послеоперационном периоде к нам обратился еще один пациент. Через 9 мес. после установки СТАС в результате значительно возросшего уровня физической активности, связанного с выходом на работу в должности прораба на стройке, у него возникло усиление болевых ощущений в прооперированной конечности и ограничение движений в ТБС. Вероятнее всего, боль являлась мышечной, так как рентгенологические признаки нестабильности имплантата выявлено не было. На фоне консервативного лечения указанные симптомы были купированы.

Таким образом, на момент написания статьи двум пациентам из 12 по причине вывихов были проведены очередные оперативные вмешательства на ТБС после установки СТАС, одному из которых произвели замену ацетабулярного компонента эндопротеза на систему двойной мобильности с сохранением СТАС.

Средняя сумма баллов по шкале Харриса у 12 пациентов перед операцией составила  $28 \pm 7$ , а после эндопротезирования —  $76 \pm 9$  ( $p = 0,001$ ). Уровень болевого синдрома по VAS до оперативного вмешательства соответствовал  $7 \pm 1$  баллам, через 3 мес. после лечения снизился до  $3 \pm 1$  баллов ( $p = 0,001$ ). Значительное улучшение наблюдалось уже через 3 мес. после установки СТАС.

#### *Клинический пример*

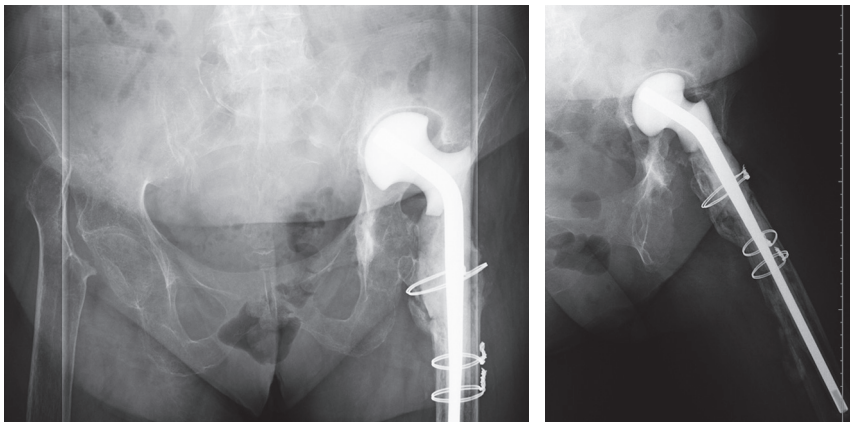
Пациентка А., 68 лет. По поводу диспластического коксартроза в 2010 г. в одном из регионов России выполнено тотальное эндопротезирование левого ТБС. В раннем послеоперационном периоде развилась перипротезная инфекция 2 типа. Консервативная терапия положительного эффекта не принесла. Поступила в нашу клинику для оперативного лечения в отделение гнойной хирургии в 2015 г. Пациентке были произведены удаление эндопротеза, хирургическая обработка гнойного очага и установка монополярного спейсера. В послеоперационном периоде трехкратно выполнялась пункция прооперированного ТБС, роста микрофлоры не выявлено. Пациентку беспокоили боли и ограничение движений в левом ТБС, слабость мышц левого бедра, невозможность ходьбы без средств опоры и укорочение

левой нижней конечности. В 2016 г. женщина была госпитализирована для плановой замены спейсера левого ТБС и ревизионного эндопротезирования.

До проведения оперативного лечения пациентка передвигалась с помощью трости на расстояние до 300 м. Укорочение левой нижней конечности составляло 2,5 см. Амплитуда движений в левом ТБС: разгибание/сгибание — 0/0/80°; отведение/приведение — 20/0/10°; наружная/внутренняя ротация — 5/0/10°. На обзорной рентгенограмме таза были отмечены краниальное смещение центра ротации сустава и миграция ацетабулярного компонента за линию Kohler, что соответствовало типу 3В дефекта вертлужной впадины по классификации W.G. Paprosky. Зафиксировано нарушение целостности тазового кольца — тип IV по классификации AAOS. Тип дефекта бедренной кости также определен как 3В (рис. 1). Оценка по шкале Харриса перед операцией — 24 балла, уровень болевого синдрома по VAS — 8.

На этапе предоперационного планирования для более точной оценки ацетабулярных дефектов были созданы виртуальный и физический прототипы таза пациентки. Учитывая характер костного дефекта и разобщение тазового кольца, было принято решение об изготовлении СТАС (рис. 2).

Сотрудники лаборатории аддитивных технологий совместно с инженерами изготовили СТАС из титанового сплава. Использование 3D-технологий позволило значительно улучшить визуализацию нативной кости, объемных и линейных параметров дефекта, качество предоперационной подготовки и предупредить возможные интраоперационные осложнения, связанные с установкой и фиксацией имплантата. По результатам компьютерной томографии было спланировано удаление участков кости, препятствующих оптимальной пространственной ориентации компонента и его надежной фиксации (рис. 3).



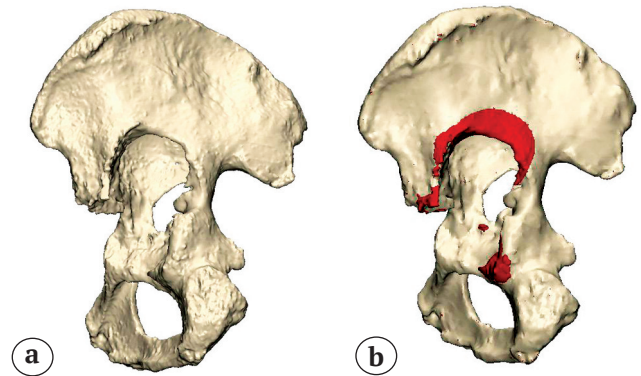
**Рис. 1.** Рентгенограммы таза пациентки А. перед ревизионным эндопротезированием левого тазобедренного сустава с установкой индивидуального трехфланцевого вертлужного имплантата

**Fig. 1.** Pelvis x-rays of the female patient A. prior to revision arthroplasty of the left hip with custom triflange acetabular implant



**Рис. 2.** Компьютерная 3D-модель индивидуального трехфланцевого компонента эндопротеза пациентки А., состоящий из полусферы, трех фланцев и пористого слоя

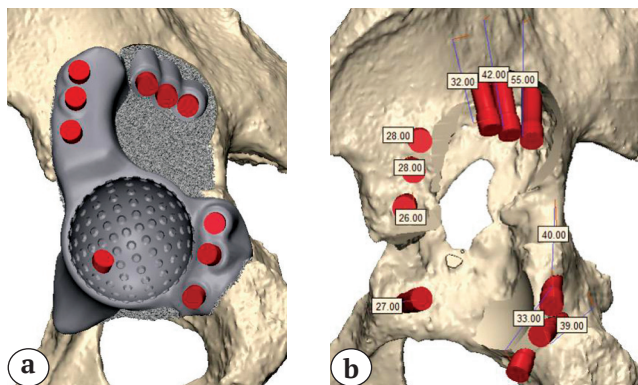
**Fig. 2.** Digital 3D-model of custom triflange component of the female patient A., consisting of cup, three flanges and the porous layer



**Рис. 3.** Цифровая модель таза пациентки А.: до обработки (а), удаляемая область отмечена красным цветом (б)

**Fig. 3.** Digital model of pelvis of the female patient A.: prior to treatment (a), the areas to be removed are marked in red (b)

Для надежной фиксации фланцы были расположены в местах наибольшей толщины кости. С учетом безопасной зоны определили необходимое количество винтов, их размеры, межосевые расстояния и направление (рис. 4). Поверхность имплантата в местах его соприкосновения с тазовой костью была пористой. Для лучшей адгезии с костным цементом внутренняя поверхность полусферы была снабжена углублениями.

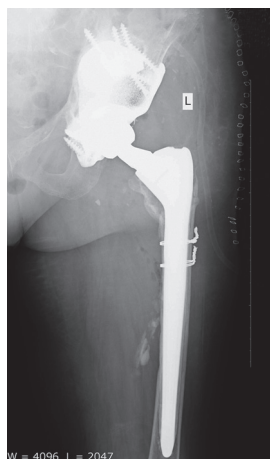


**Рис. 4.** Положение (а) и рекомендуемая длина (б) винтов в индивидуальной трехфланцевой ревизионной конструкции пациентки А. (винты обозначены красным цветом)

**Fig. 4.** Position (a) and recommended size (b) of screws in the custom triflange revision component of the female patient A. (screws marked in red)

В октябре 2016 г. пациентке было выполнено ревизионное эндопротезирование левого ТБС. Операцию проводили в положении пациентки на правом боку через задний доступ к ТБС с частичным захватом старого послеоперационного рубца и выделением из рубцов седалищного нерва на протяжении 8 см. Были удалены головка и проксимальная часть однополюсного спейсера и остатки цементной мантии из канала бедренной кости. Далее были произведены удаление рубцов из ложной и истинной вертлужных впадин и подготовка ложа для имплантации ацетабулярного компонента. Визуализирована и выделена из рубцовой ткани линия разобщения костей таза. При помощи двух пинов и дистрактора W.G. Paprosky выполнена дистракция разобщенных частей таза. После выполнения импакционной костной пластики дефектов вертлужной впадины губчатыми аллотрансплантатами был установлен СТАС (рис. 5).

Имплантат прочно зафиксировали с помощью винтов, положение которых было определено на этапе предоперационной подготовки на цифровой модели таза, что позволило достичь хорошей первичной стабильности системы на границе имплантат-кость. Затем были выполнены цементирование ацетабулярного компонента эндопротеза и установка бедренного компонента. Для снижения риска нестабильности сустава выполнены элементы пластики абдукторов по методике L. Whiteside [21].



**Рис. 5.** Рентгенограмма таза пациентки А. после установки индивидуального трехфланцевого ревизионного имплантата  
**Fig. 5.** Pelvis x-ray of the female patient A. after implantation of custom triflange revision component

Пациентка была выписана на 8-й день после операции. При выписке передвигалась на костылях в пределах 200 м с частичной опорой на оперированную конечность. После активизации пациентка отметила снижение интенсивности боли, устранение порочного положения левой ноги и выравнивание длины конечностей. На контрольном осмотре спустя 6 мес. после операции оценка по шкале Харриса составила 83 балла (хорошая функция ТБС), уровень болевого синдрома по VAS снизился до 3.

Пациентка дала добровольное информированное согласие на публикацию материалов клинического наблюдения.

## Обсуждение

Согласно данным регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2007–2012 гг., использование специальных ревизионных имплантатов в технически сложных операциях повторного эндопротезирования ТБС требуется в 15% случаев [2]. Исходя из собственного опыта, для принятия решения об установке СТАС не обязательно наличие множества вмешательств на ТБС в анамнезе — достаточно одного тотального эндопротезирования, проведенного с применением агрессивной хирургической техники. С развитием эндопротезирования ТБС повышается не только общее количество операций, но и их сложность. налаженная система изготовления персональных имплантатов играет важную роль в этом развитии, так как позволит в будущем вывести технику эндопротезирования на новый уровень и помочь людям с обширными костными дефектами вертлужной впадины, у которых в настоящее время нет шанса на благоприятный исход лечения, либо он очень мал.

Анализ литературы показывает, что на сегодняшний день в мире накоплен определенный опыт применения СТАС при ревизионном эндопротезировании ТБС, и их использование

у людей с обширными дефектами таза является достаточно перспективным. В статье С.С. Verasi с соавторами описывается опыт применения СТАС при ревизионном эндопротезировании ТБС у пациентов с катастрофической потерей костной ткани. Авторами было проведено 28 операций у 26 пациентов, повторная ревизия потребовалась 4 пациентам. Причинами неудач явились два случая перипротезной инфекции, один случай расшатывания бедренного компонента эндопротеза и один перипротезный перелом. СТАС показали хорошую выживаемость и отсутствие миграции или расшатывания при среднем сроке наблюдения 4,5 года. Авторы сделали заключение, что результаты использования СТАС сопоставимы с таковыми при использовании антипротрузионных кейджей и аугментов, однако в случаях серьезных дефектов вертлужной впадины с разобщением тазового кольца применение индивидуальных имплантатов может быть эффективнее [5].

S. Colen с соавторами описали положительный опыт лечения 6 пациентов с обширной потерей костной ткани вертлужной впадины и нарушением целостности тазового кольца с использованием модифицированных индивидуальных трехфланцевых вертлужных реконструктивных колец с пористой поверхностью [11]. При сроках наблюдения от 10 до 58 мес. все установленные индивидуальные конструкции были стабильными, проведения ревизии не потребовалось ни в одном случае. D.K. DeBoer с соавторами также сообщили о 100% выживаемости индивидуальных имплантатов после 30 проведенных ревизионных вмешательств на ТБС с использованием СТАС у 28 пациентов со средним сроком наблюдения 10 лет. Осложнения включали один случай пареза седалищного нерва с миграцией винта без потери стабильности имплантата, у 5 пациентов произошли вывихи в послеоперационном периоде. Авторы сделали вывод, что применение СТАС для лечения пациентов со значительной потерей костной ткани вертлужной впадины и разобщением тазового кольца может обеспечить долгосрочные хорошие клинические результаты [22]. Полученные нами результаты согласуются с приведенными выше данными. Частота вывихов после эндопротезирования с применением СТАС в процентном соотношении примерно одинакова: 18% у D.K. DeBoer с соавторами и 17% в нашем исследовании.

В публикации M.J. Taunton с соавторами были описаны результаты применения СТАС у 57 пациентов с разобщением тазового кольца. При среднем сроке наблюдения около 6 лет в 81% случаев удалось достичь сращения тазового кольца. В 30% случаев потребовались ревизионные вмешательства, причинами которых в основном являлись повторное расшатывание бедренного компонен-

та эндопротеза, миграция вкладыша и инфекция. Расшатывание СТАС произошло в 5,3% случаев. Авторы предполагают, что факт миграции большого вертела вследствие перипротезного перелома на фоне травмы или остеолита может служить фактором риска развития нестабильности в послеоперационном периоде и, как следствие, рецидивирующих вывихов головки эндопротеза. Поэтому требуется дополнительная стабилизация ТБС посредством пластики абдукторов или использования имплантатов с повышенной связанностью, таких как «constrained» системы или компоненты двойной/тройной мобильности [6].

К другим вероятным причинам развития нестабильности СТАС относят необходимость выполнения большого разреза во время хирургического доступа к ТБС для установки трехфланцевой конструкции и возможность повреждения нервов и сосудов при установке подвздошного фланца [6, 23]. Особенную опасность большой подвздошный фланец представляет из-за возможности повреждения верхнего ягодичного нерва с развитием недостаточности мышц в зоне его иннервации. Вариантами решения описанной проблемы могут являться flip-остеотомии большого вертела для защиты нервных стволов или изменение конструкции СТАС, например, укорочение подвздошного фланца и использование больших гемисферических ацетабулярных компонентов и 40–44 мм головок [6]. Мы согласны, что минимизация размеров подвздошного фланца приводит к снижению интра- и послеоперационных осложнений и повышает стабильность СТАС. Однако предложенный вариант использования гемисферических ацетабулярных компонентов большого диаметра не всегда возможно осуществить в реальных условиях. Сложность представляет эндопротезирование людей маленькой комплекции. Миниатюрные размеры костей таза у таких людей не позволяют использовать компоненты с достаточно толстым полиэтиленовым вкладышем и головки большого размера как профилактику нестабильности ТБС. Возможными вариантами решения проблемы послеоперационных вывихов у пациентов с маленькими анатомическими размерами и обширными дефектами вертлужной впадины могут являться использование систем двойной мобильности и выполнение пластики абдукторов по методу L. Whiteside [21].

Избыточное вертикальное положение ацетабулярного компонента эндопротеза после ревизии — типичная ошибка при восстановлении значительных дефектов вертлужной впадины с сегментарными дефектами вертлужной впадины [12]. Учитывая опыт зарубежных коллег, описывающих высокий процент развития нестабильности (рецидивирующих вывихов) при использовании СТАС,

мы производили оптимальную пространственную ориентацию ацетабулярного компонента эндопротеза и использовали связанные протезы или систему двойной мобильности, которые фиксировались к индивидуальному имплантату с помощью костного цемента.

При планировании позиционирования и крепления СТАС особое внимание необходимо уделять подбору и расположению винтов, которые фиксируют седалищный фланец, так как именно из него наиболее часто происходит вырывание винтов [12]. Хотя бикортикальные винты могут обеспечить необходимую компрессию между СТАС и костью, полиаксиальные винты с возможностью блокирования — идеальный вариант в случаях, когда наблюдается низкое качество костной ткани или остеолит. Также возможно одновременное использование бикортикальных винтов и винтов с возможностью блокирования.

В России СТАС применяются при эндопротезировании ТБС относительно недавно, и в доступной литературе описываются исследования с малым количеством пациентов и небольшим послеоперационным сроком наблюдения. Хотя опыт применения СТАС в нашей стране невелик, мы солидарны с мнением других авторов относительно преимуществ и перспектив их использования. Так, Р.М. Тихилов с соавторами сообщили о клиническом случае ревизионного эндопротезирования у пациентки с дефектами вертлужной впадины типа 3B по W.G. Paprosky и нарушением целостности тазового кольца с использованием СТАС. По мнению авторов статьи, применение в описываемом случае стандартных модульных конструкций было бы затруднительным. Несмотря на то, что процесс заживления послеоперационной раны осложнился инфицированием гематомы, по причине которого пациентке была произведена санация раны с частичным иссечением ее краев, выбор индивидуальной конструкции в данном случае оказался оправданным [2].

Г.М. Кавалерский с соавторами описали опыт применения индивидуальных вертлужных компонентов при ревизии ТБС у 3 пациентов с типами дефектов 3A и 3B по W.G. Paprosky, одна пациентка имела 14 операций на оперируемом суставе в анамнезе. В представленной серии наблюдений не было зафиксировано ни одного случая вывиха, расшатывания эндопротеза или глубокого нагноения. Несмотря на то, что средний срок наблюдения был небольшим и составлял 5,3 мес., получены обнадеживающие результаты применения индивидуальных имплантатов [3].

Преимуществом использования 3D-моделирования и печати является создание 3D-модели вертлужной впадины с возможностью четкой визуализации ее структуры. Определение точных

размеров и объемных параметров дефекта позволяет выбрать необходимый тип имплантата, определить его размеры, пространственное расположение и дополнительную фиксацию с помощью винтов. Появляется возможность продумать необходимые для надежной фиксации имплантата длину, направления для проведения винтов и расстояние между ними до начала оперативного вмешательства. При разработке дизайна СТАС может быть рассмотрен вариант применения блокируемых винтов. Предоперационное определение объемных параметров костных трансплантатов или аугментов для заполнения костных дефектов также является неоспоримым преимуществом. Макет имплантата из полилактида удобно использовать не только при планировании, но и во время операции для определения мест обработки кости вертлужной впадины пациента и правильного позиционирования оригинальной титановой версии СТАС перед его окончательной установкой. Макет можно многократно примерять к тазу пациента, в то время как оригинальный титановый имплантат, опираясь на наш опыт, мы бы рекомендовали устанавливать с первого раза для предотвращения механического повреждения кости пациента его агрессивной пористой структурой.

Основным недостатком при использовании индивидуальных имплантатов является длительная предоперационная подготовка, включающая создание цифровых и пластиковых моделей таза пациента и самого имплантата, которая может занять несколько месяцев. Также к недостаткам можно отнести высокую стоимость СТАС по сравнению со стандартными ревизионными компонентами эндопротеза. Однако очевидно, что при обширных ацетабулярных дефектах для восполнения костного дефицита и возможности адекватной фиксации эндопротеза, помимо стандартных вертлужных компонентов, хирургу потребуются дополнительные опорные элементы, такие как аугменты, сетки или кольца, и тогда стоимость операции значительно увеличится. По данным A.Q. Ahmad и R. Schwarzkopf, типичная стоимость СТАС, включая гемисферическую часть, винты и вкладыш, сопоставима со стоимостью системы Cup-Cage и нескольких аугментов, используемых для ревизии в случаях наличия сегментарных дефектов или разобщения костей таза [24]. Неудобства, связанные с длительной подготовкой при использовании индивидуальных конструкций, компенсируются улучшением результатов лечения пациентов по сравнению с применением стандартных ревизионных компонентов [6].

Полагаем, что более точное предоперационное планирование с использованием персональных 3D-моделей таза и вертлужного компонента эндопротеза улучшает результаты лечения пациентов

со значительными дефектами вертлужной впадины. Оно позволяет избежать увеличения времени операции и объема кровопотери за счет снижения вероятности развития интраоперационных осложнений, связанных со сложностями фиксации компонентов эндопротеза и восполнения дефицита костной ткани.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература / References

- Pivec R., Johnson A.J., Mears S.C., Mont M.A. Hip arthroplasty. *Lancet*. 2012;380(9855):1768-1777. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60607-2.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Билык С.С., Цыбин А.В., Денисов А.О., Дмитриевич Г.Д., Вopilovsky П.Н. Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2016;79(1):108-116. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Bilyk S.C., Tsybin A.N., Denisov A.O., Dmitrevich G.D., Vopilovsky P.N. [Custom triflange implant in revision hip arthroplasty in patient with pelvic discontinuity (case report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016; 79(1):108-116. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-108-116.
- Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Лычагин А.В., Елизаров П.М. Применение индивидуальных вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4): 114-121. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-114-121. Kavalersky G.M., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Lychagin A.V., Elizarov P.M. [Customized acetabular components in revision hip arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(4):114-121. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-114-121.
- Della Valle C.J., Berger R.A., Rosenberg A.G., Galante J.O. Cementless acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;420:96-100. DOI: 10.1097/00003086-200403000-00013.
- Berasi C.C., Berend K.R., Adams J.B., Ruh E.L, Lombardi A.V. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin Orthop Relat Res*. 2014;473(2):528-535. DOI: 10.1007/s11999-014-3969-z.
- Taunton M.J., Fehring T.K., Edwards P., Bernasek T., Holt G.E., Christie M.J. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(2):428-434. DOI: 10.1007/s11999-011-2126-1.
- Pieringer H., Auersperg V., Bohler N. Reconstruction of severe acetabular bone-deficiency: the Burch-Schneider antiprotrusion cage in primary and revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006;21(4):489-496. DOI: 10.1016/j.arth.2005.02.016.
- Amenabar T., Rahman W.A., Hetaimish B.M., Kuzyk P.R., Safir O.A., Gross A.E. Promising mid-term results with a cup-cage construct for large acetabular defects and pelvic discontinuity. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(2):408-414. DOI: 10.1007/s11999-015-4210-4.
- Regis D., Sandri A., Bonetti I., Bortolami O., Bartolozzi P. A minimum of 10-year follow-up of the Burch-Schneider cage and bulk allografts for the revision of pelvic discontinuity. *J Arthroplasty*. 2012;27(6):1057-1063. DOI: 10.1016/j.arth.2011.11.019.
- Ballester Alfaro J.J., Sueiro Fernandez J. Trabecular Metal buttress augment and the Trabecular Metal cup-cage construct in revision hip arthroplasty for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity. *Hip Int*. 2010;20(7):119-127. DOI: 10.5301/hip.2010.5297.
- Colen S., Harake R., De Haan J., Mulier M. A modified custom-made triflanged acetabular reconstruction ring (MCTARR) for revision hip arthroplasty with severe acetabular defects. *Acta Orthop Belg*. 2013;79:71-75.
- Barlow B.T., Oi K.K., Lee Y., Carli A.V., Choi D.S., Bostrom M.P. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure. *J Arthroplasty*. 2016;31(5):1057-1064. DOI: 10.1016/j.arth.2015.11.016.
- Карякин Н.Н., Горбатов Р.О. Технология создания индивидуальных ортопедических стелек с использованием 3D печати. *Современные проблемы науки и образования*. 2017;(3). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26471>. Karyakin N.N., Gorbatov R.O. [Technology of creation of individual 3D printed orthopedic insoles]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2017;(3). (in Russian). Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26471>.
- Карякин Н.Н., Горбатов Р.О. Прецизионные персонализированные направляющие для эндопротезирования коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(5). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25134>. Karyakin N.N., Gorbatov R.O. [Patient specific instruments for total knee arthroplasty]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;(5). (in Russian). Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25134>.
- Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty*. 1994;9(1):33-44. DOI: 10.1016/0883-5403(94)90135-x.
- Harris W.H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1969;51(4): 737-755. DOI: 10.2106/00004623-196951040-00012.
- Huskisson E.C. Measurement of pain. *Lancet*. 1974; 304:1127-1131.
- D'Antonio J.A., Capello W.N., Borden L.S., Bargar W.L., Bierbaum B.F., Boettcher W.G., Steinberg M.E., Stulberg S.D., Wedge J.H. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;243:126-137. DOI: 10.1097/00003086-198906000-00019..
- Duncan C.P., Masri B.A. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect*. 1995;44:293-304.
- Coventry M.B. Treatment of infections occurring in total

- hip surgery. *Orthop Clin North Am.* 1975;6:991-1003. DOI: 10.1016/s0140-6736(74)90884-8.
21. Whiteside L.A. Surgical technique: transfer of the anterior portion of the gluteus maximus muscle for abductor deficiency of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):503-510. DOI: 10.1007/s11999-011-1975-y.
22. DeBoer D.K., Christie M.J., Brinson M.F., Morrison J.C. Revision total hip arthroplasty for pelvic discontinuity. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:835-840. DOI: 10.2106/JBJS.F.00313.
23. Shon W.Y., Santhanam S.S., Choi J.W. Acetabular reconstruction in total hip arthroplasty. *Hip Pelvis.* 2016;28(1):1-14. DOI: 10.5371/hp.2016.28.1.1.
24. Ahmad A.Q., Schwarzkopf R. Clinical evaluation and surgical options in acetabular reconstruction: A literature review. *J Orthop.* 2015;12(2):238-243. DOI: 10.1016/j.jor.2015.10.011.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Корыткин Андрей Александрович* — канд. мед. наук, заведующий отделением ортопедии взрослых ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России, г. Нижний Новгород

*Захарова Дарья Валерьевна* — аспирант, врач травматолог-ортопед ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России, г. Нижний Новгород

*Новикова Яна Сергеевна* — канд. биол. наук, младший научный сотрудник ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России, г. Нижний Новгород

*Горбатов Роман Олегович* — научный сотрудник лаборатории аддитивных технологий ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России, г. Нижний Новгород

*Ковалдов Кирилл Александрович* — аспирант, врач травматолог-ортопед ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России, г. Нижний Новгород

*Эль Мудни Юнес Мустафович* — ординатор ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России, г. Нижний Новгород

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Andrey A. Korytkin* — Cand. Sci. (Med), Head of Department of Adult Orthopedics, Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Daria V. Zakharova* — Graduate Student, Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Yana S. Novikova* — Cand. Sci. (Biol), Junior Researcher, Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Roman O. Gorbatov* — Head of Laboratory of Additive Technologies, Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Kirill A. Kovaldov* — Graduate Student, Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Younes M. El Moudni* — Resident, Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Nizhny Novgorod, Russian Federation

# Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза

С.В. Дианов<sup>1</sup>, С.В. Домовитов<sup>2</sup>, А.В. Жужнев<sup>3</sup>, Д.А. Шикунов<sup>4</sup>,  
А.Л. Семенов<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России  
Ул. Бакинская, д. 121, г. Астрахань, 414000, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ МО «Подольская городская клиническая больница»  
Ул. Кирова, д. 38, г. Подольск, 142100, Россия

<sup>3</sup> МБУЗ МО «Центральная районная больница»  
Ул. Энгельса, д. 145, г. Ейск, 353690, Россия

<sup>4</sup> ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России  
Ул. Маршала Новикова, д. 23, Москва, 123098, Россия

<sup>5</sup> ГБОУ АО «Школа-интернат одаренных детей им. А.П. Гужвина»  
Ул. Безжонова, д. 103, г. Астрахань, 414018, Россия

## Реферат

Правильная имплантация ацетабулярного компонента при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава является важным условием для получения хороших отдаленных результатов операции и длительной выживаемости эндопротеза. Одним из значимых показателей трехмерного ориентирования чашки эндопротеза является угол антеверсии.

Авторы предлагают методику расчета угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза, используя послеоперационные рентгенограммы тазобедренного сустава и костей таза в прямой проекции. Для вычисления искомой величины использовали проекционный эллипс, образованный срезом чашки эндопротеза на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава. Синус отношения проекционного диаметра эллипса к его истинному диаметру является математической формулой для нахождения угла антеверсии. Необходимым условием для отличия антеверсии от ретроверсии ацетабулярного компонента является сравнение рассчитываемого показателя на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава и на рентгенограмме таза в прямой проекции. При отрицательной антеверсии, или ретроверсии, проекционный диаметр на рентгенограмме таза становится больше, чем на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава.

Методика измерения угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза по послеоперационной рентгенограмме позволяет достичь оптимальной ориентации вертлужного компонента, что снижает риск послеоперационных осложнений. Для измерения может использоваться рентгенограмма любого масштаба, так как для получения результата важна не абсолютная величина измеряемых диаметров, а их соотношение.

**Ключевые слова:** антеверсия ацетабулярного компонента, эндопротезирование тазобедренного сустава.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117

Дианов С.В., Домовитов С.В., Жужнев А.В., Шикунов Д.А., Семенов А.Л. Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):112-117. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117.

**Cite as:** Dianov S.V., Domovitev S.V., Zhuzhnev A.V., Shikunov D.A., Semenov A.L. [New Method of Acetabular Orientation Measurement in THA]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):112-117. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117.

✉ Домовитов Степан Владимирович. Ул. Кирова, д. 38, г. Подольск, 142100, Россия / *Stepan V. Domovitev*. 38, Kirova ul., Podolsk, 142100, Russian Federation; e-mail: doctor1981@rambler.ru

Рукопись поступила/Received: 02.10.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 30.11.2017.



# New Method of Acetabular Orientation Measurement in THA

S.V. Dianov<sup>1</sup>, S.V. Domovitev<sup>2</sup>, A.V. Zhuzhnev<sup>3</sup>, D.A. Shikunov<sup>4</sup>,  
A.L. Semenov<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Astrakhan State Medical University  
121, Bakinskaya ul., Astrakhan, 414000, Russian Federation

<sup>2</sup> Podolsk City Clinical Hospital  
38, Kirova ul., Podolsk, 142100, Russian Federation

<sup>3</sup> Yeysk Central District Hospital  
145, Engelsa ul., Yeysk, 353690, Russian Federation

<sup>4</sup> State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
23, Marshala Novikova ul., Moscow, 123098, Russian Federation

<sup>5</sup> Guzhhvin Boarding School for Gifted Children  
103, ul. Bezzhonova, Astrakhan, 414018, Russian Federation

## Abstract

**Relevance.** The correct implantation of acetabular component in total hip arthroplasty is an important factor for obtaining good outcomes and long-term survival of the prosthesis. The anteversion angle is one of the significant indicators for the three-dimensional orientation of the cup.

**The purpose** of the study — to develop the method of calculating the anteversion angle of the acetabular component using postoperative anteroposterior radiographs of the hip and pelvis.

**The method.** The authors used the projection ellipse formed by the opening of the prosthesis cup on the radiograph centered on the hip joint to calculate the desired value. The ratio sine of projectional diameter of the ellipse to its true diameter is a mathematical formula for finding the angle of anteversion. The comparison of the calculated index on anteroposterior radiographs centered on the hip joint and on the pelvis is necessary to identify the distinction between anteversion and retroversion of the acetabular component. In negative anteversion, or retroversion, the projectional diameter on the pelvic radiograph is larger than on the radiograph focused on the hip joint.

**Conclusion.** Measuring of anteversion angle of acetabular component on postoperative radiograph allows to gain an optimal orientation of acetabular component which decreases postoperative complications rate. X-rays of any scale can be used for measurements while the ratio but not the absolute value of measured diameters is important for the result.

**Keywords:** hip replacement, acetabular component anteversion.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Точность установки и правильное ориентирование в трехмерном пространстве компонентов тазобедренного эндопротеза являются необходимыми условиями для получения хороших отдаленных результатов операции и длительной выживаемости эндопротеза [1–4]. Предметом дискуссии среди хирургов является оценка положения ацетабулярного имплантата на контрольной послеоперационной рентгенограмме.

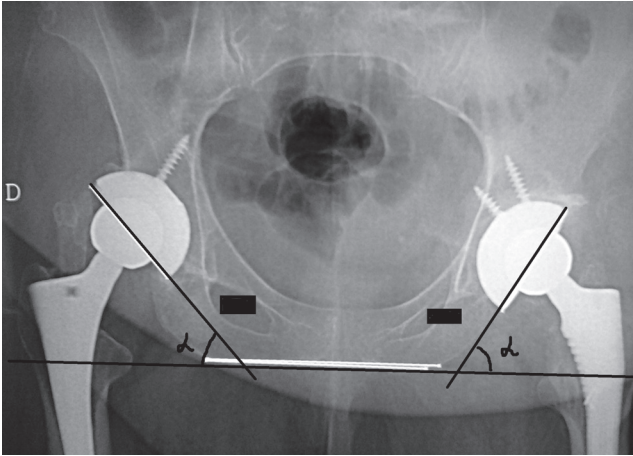
На контрольной рентгенограмме, выполняемой всем пациентам после операции, внимание обращают на два основных показателя: 1) угол наклона плоскости среза чашки эндопротеза по отношению к горизонтальной плоскости (цель от 40 до 50°); 2) антеверсия чашки — угол наклона плоскости среза ацетабулярного компонента вперед

от сагиттальной по направлению к фронтальной плоскости (цель от 10 до 20°).

Общеизвестно, что расчет первого показателя на рентгенограмме костей таза в прямой проекции не составляет трудности (рис. 1).

Угол наклона ацетабулярного компонента к горизонтальной плоскости образуется между прямой, проходящей через плоскость среза чашки, и касательной линией, соединяющей вершины седлищных бугров.

Расчет антеверсии ацетабулярного компонента по рентгенограммам более затруднителен. С момента широкого внедрения эндопротезирования предлагались различные методы расчета антеверсии чашки по прямой рентгенограмме тазобедренного сустава [5–7].



**Рис. 1.** Измерение углов наклона ацетабулярных компонентов эндопротеза к горизонтальной плоскости

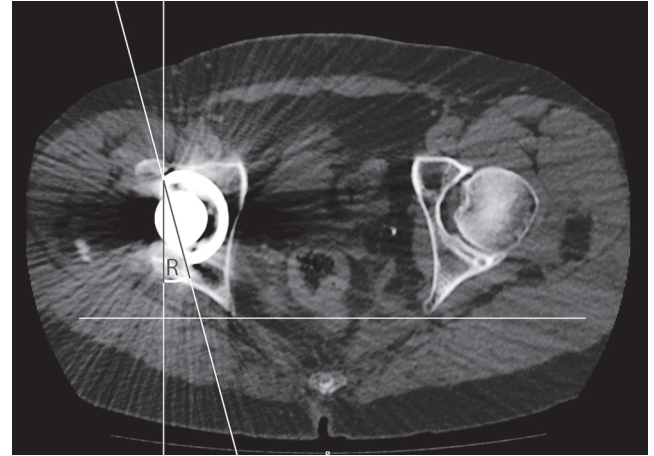
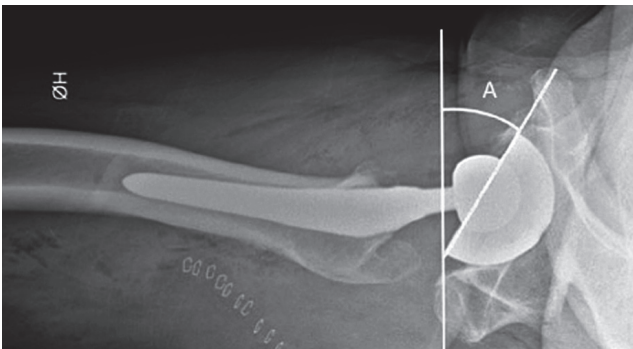
**Fig. 1.** Measuring of inclination angles of acetabular components to horizontal plane

R.Y. Woo и B.F. Morrey предлагали рассчитывать антеверсию по аксиальной рентгенограмме тазобедренного сустава, основываясь на методике В.М. Jolles с соавторами [8–9] (рис. 2).

В настоящее время КТ-сканеры позволяют рассчитать антеверсию (ретроверсию), не прибегая к классической рентгенографии [1, 10, 11] (рис. 3).

Однако КТ-сканирование после эндопротезирования не является рутинной процедурой и не входит в стандарт послеоперационного обследования при эндопротезировании тазобедренного сустава.

Мы предлагаем рассчитывать угол антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза, используя законы тригонометрии и послеоперационные рентгенограммы тазобедренного сустава и костей таза в прямой проекции.



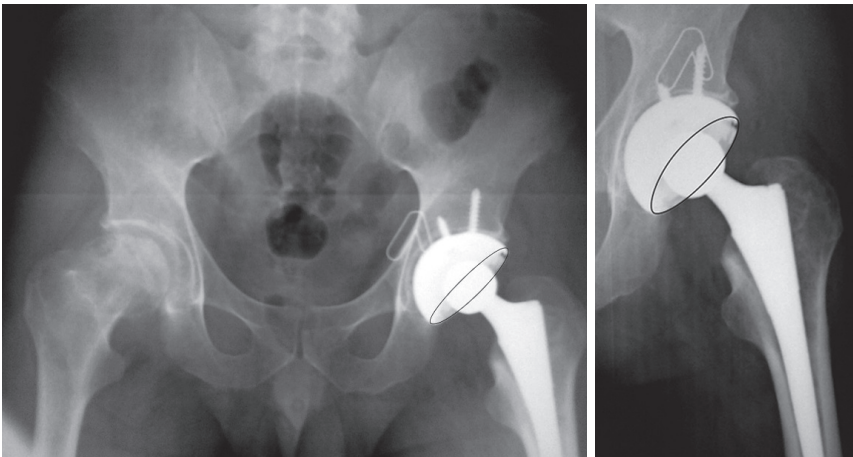
**Рис. 3.** КТ-скан таза на уровне тазобедренных суставов. Измерение угла ретроверсии R ацетабулярного компонента

**Fig. 3.** CT-scan of pelvis at the hip level. Measuring of retroversion angle R of acetabular component

Важно отметить, что расчет угла антеверсии проводится по прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава в стандартной прямой проекции, так как в данном случае при выполнении исследования фокус рентгеновских лучей будет находиться в центре тазобедренного сустава, то есть центрирован по исследуемому ацетабулярному компоненту эндопротеза. Использование только рентгенограммы костей таза для измерения антеверсии мы считаем неверным, так как при выполнении рентгенографии костей таза рентгеновские лучи сфокусированы не на тазобедренных суставах, а на середине тазового кольца. В результате чего проекционная тень чашки эндопротеза не отражает ее истинную антеверсию. На прямой рентгенограмме костей таза за счет смещения фокуса лучей антеверсия ацетабулярного компонента определяется всегда проекционно меньше, чем на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава (рис. 4).

**Рис. 2.** Измерение угла антеверсии A ацетабулярного компонента по аксиальной рентгенограмме тазобедренного сустава

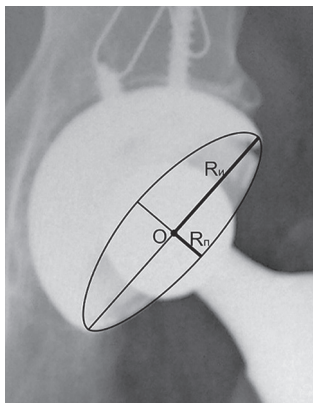
**Fig. 2.** Measuring of anteversion angle A of acetabular component on axial hip joint X-ray



**Рис. 4.** Рентгенограммы костей таза и прицельная рентгенограмма левого тазобедренного сустава. Антеверсия проекционно меньше на обзорной рентгенограмме костей таза

**Fig. 4.** X-rays of pelvis and radiograph centered on left hip joint of patient P. Anteversion in projection is smaller on pelvic x-ray

Для расчета угла отклонения ацетабулярного компонента кпереди мы отмечаем, что срез данного компонента является идеальным кругом, который при возникновении антеверсии превращается на рентгенограмме в проекционный эллипс. Таким образом, мы можем измерить два показателя — два диаметра среза чашки эндопротеза. Наибольший диаметр будет соответствовать истинному диаметру, который не искажается независимо от положения чашки в трехмерном пространстве. Наименьший диаметр является проекционным и меняется в зависимости от угла наклона ацетабулярного компонента кпереди. Эта взаимосвязь дает нам возможность математического расчета угла наклона — антеверсии. Итак, имея геометрическую фигуру — эллипс, являющуюся рентгенологической проекцией круга, мы измеряем два его диаметра: истинный и проекционный (рис. 5).

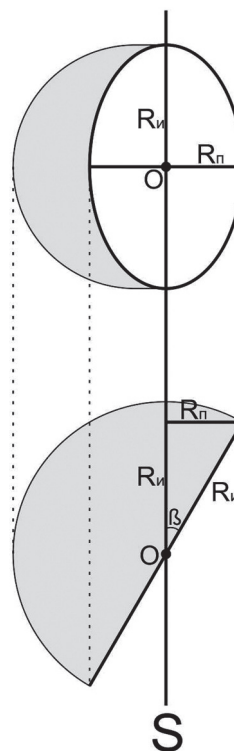


**Рис. 5.** На прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава отмечены два диаметра (два радиуса) эллипса — истинный и проекционный, а также точка вращения *O*

**Fig. 5.** Radiograph of patient P. 2 diameters (2 radii) of the ellipse — true and projectional — as well as the point of rotation (*O*) are marked on x-rays centered on hip joint

Пересечение этих диаметров является точкой вращения ацетабулярного компонента. Ее определение необходимо для геометрического расчета антеверсии. Мы также знаем, что точкой вращения компонентов эндопротеза является центр головки, который соответствует центру среза чашки.

Получив два диаметра и точку вращения *O* ацетабулярного компонента, на схеме мы можем изобразить в аксиальной проекции поворот плоскости среза чашки относительно сагиттальной плоскости *S* на угол  $\beta$ , который и является углом антеверсии. Для удобства на схеме мы пользуемся не диаметрами, а радиусами, что не меняет сути математического расчета (рис. 6).



**Рис. 6.** На верхней части схемы изображены контуры чашки, которые мы видим на рентгенограмме в прямой проекции.

На нижней части схемы изображена аксиальная проекция при повороте чашки от сагиттальной плоскости *S* на угол антеверсии  $\beta$

**Fig. 6.** The upper part of drawing represents cup contours which are seen at anteroposterior radiograph. The bottom part of drawing demonstrates the axial projection when the cup is rotated from the sagittal plane *S* at the angle of anteversion  $\beta$

Получаем треугольник, сторонами которого являются истинный радиус  $R_{и}$ , проекционный  $R_{п}$  и часть сагиттальной плоскости. Согласно правилам тригонометрии, синус угла  $\beta$  определяется как отношение противолежащего катета к гипотенузе, а в данном случае отношение величин радиуса проекционного к радиусу истинному:

$$\sin\beta = R_{п} / R_{и} \text{ или } \sin\beta = \text{Diam}_{п} / \text{Diam}_{и}$$

Полученный результат синуса находим по таблице Брадиса, которая и указывает нам искомый угол  $\beta$  — угол антеверсии. Масштаб рентгенограммы не имеет значения, поэтому для удобства расчета мы всегда принимаем наибольший диаметр за единицу. В приведенном примере  $\sin\beta = 0,32467$ . Согласно таблице Брадиса, данному синусу соответствует угол в  $19^\circ$ , угол антеверсии  $\beta = 19^\circ$ .

В случае, когда плоскость среза ацетабулярного компонента строго параллельна сагиттальной плоскости, то проекционный диаметр также становится равным нулю. Согласно описанной формуле синус нуля равен нулю, следовательно, угол антеверсии также равен нулю.

Необходимо также отметить возможность измерения отрицательной антеверсии, или ретроверсии. В данном случае, расчет по одной прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава показывает величину отклонения плоскости чашки от сагиттальной плоскости, однако не указывает направление «вперед-назад». Поэтому для исключения ретроверсии рентгенограмма костей таза имеет важное вспомогательное значение. Как было сказано выше, на рентгенограмме костей таза антеверсия проекционно меньше, чем на прицельной рентгенограмме, так как проекционный диаметр при антеверсии уменьшается. Следовательно, если проекционный диаметр на рентгенограмме таза становится больше, чем на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава, это свидетельствует об отрицательной антеверсии, или о ретроверсии чашки.

Методика измерения угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза по послеоперационной рентгенограмме имеет практическое значение, поскольку позволяет контролировать соблюдение методики имплантации и прогнозировать послеоперационные осложнения.

Преимуществом данного метода измерения является то, что рентгенограмма может быть любого масштаба, так как для получения результата важна не абсолютная величина измеряемых диаметров, а их соотношение, которое остается неизменным при любом масштабе рентгеновского снимка.

Кроме того, КТ не является рутинным исследованием, входящим в стандарт послеоперационного ведения пациента. Относительная дешевизна и умеренная лучевая нагрузка при рентгеногра-

фии являются значительными преимуществами по сравнению с КТ.

Выполнение рентгенограмм ТБС в аксиальной проекции по методике R.Y. Woo и B.F. Morrey [8] технически сложно и трудно выполнимо из-за общего состояния пациента в раннем послеоперационном периоде. Кроме того, по предложенной нами методике выполнение двух рентгенограмм в положении больного на спине возможно интраоперационно, чтобы подтвердить выбранный хирургом угол антеверсии до снятия пациента с операционного стола.

Наш метод расчета антеверсии наиболее близок к методике G.E. Lewinnek с соавторами [5], однако мы считаем принципиально важным использование второй обзорной рентгенограммы таза. L. Fabeck с соавторами при определении антеверсии также указывают на необходимость использования двух рентгенограмм: таза и тазобедренного сустава [12]. Расчет угла отклонения ацетабулярного компонента на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава отражает его величину без знака «+» или «-», что не позволяет отличить антеверсию от ретроверсии. Поэтому сравнение данного показателя с расчетом по рентгенограмме таза позволяет решить эту проблему.

Методика измерения угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза по послеоперационной рентгенограмме позволяет достичь оптимальной ориентации вертлужного компонента, что снижает риск послеоперационных осложнений. Для измерения может использоваться рентгенограмма любого масштаба, так как для получения результата важна не абсолютная величина измеряемых диаметров, а их соотношение.

Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

1. Павлов В.В., Прохоренко В.М. Вывихи бедренного компонента эндопротеза тазобедренного сустава: определение пространственного взаиморасположения компонентов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2016;(3):5-10. Pavlov V.V., Prokhorenko V.M. [Dislocations of the femoral component of hip implant: determination of spatial relative position of components. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2016;(3):5-10. (in Russian).
2. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Бильк С.С. Структура ранних

- ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(2):5-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
- Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. [The structure of early revisions after hip replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(2): 5-13. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
3. Шильников В.А., Байбородов А.Б., Денисов А.О., Ефимов Н.Н. Двойная мобильность ацетабулярного компонента как способ профилактики вывиха головки эндопротеза тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4): 107-113. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-107-113. Shilnikov V.A., Baiborodov A.B., Denisov A.O., Efimov N.N. [Dual mobility acetabular component as a way to prevent head dislocation of the hip]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(4):107-113. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-107-113.
  4. Шубняков И.И., Бояров А.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ефимов Н.Н. Влияние позиционирования вертлужного компонента эндопротеза на стабильность тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(2):22-31. Shubnyakov I.I., Boyarov A.A., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Efimov N.N. [Influence of implant acetabular component orientation on hip stability]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2017;(2):22-31. (in Russian).
  5. Lewinnek G.E., Lewis J.L., Tarr R., Compere C.L., Zimmerman J.R. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(2):217-220.
  6. Liaw C.K., Hou S.M., Yang R.S., Wu T.Y., Fuh C.S. A new tool for measuring cup orientation in total hip arthroplasties from plain radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;451:134-139.
  7. Widmer K.H. A simplified method to determine acetabular cup anteversion from plain radiographs. *J Arthroplasty*. 2004;19(3):387-390.
  8. Woo R.Y., Morrey B.F. Dislocations after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(9):1295-1306.
  9. Jolles B.M., Zangger P., Leyvraz P.F. Factors predisposing to dislocation after primary total hip arthroplasty: a multivariate analysis. *J Arthroplasty*. 2002;17(3):282-288.
  10. Arai N., Nakamura S., Matsushita T., Suzuki S. Minimal radiation dose computed tomography for measurement of cup orientation in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2010;25(2):263-267. DOI: 10.1016/j.arth.2009.01.020.
  11. Ybinger T., Kumpan W., Hoffart H.E., Muschalik B., Bullmann W., Zweymüller K. Accuracy of navigation-assisted acetabular component positioning studied by computed tomography measurements: methods and results. *J Arthroplasty*. 2007;22(6):812-817. DOI: 10.1016/j.arth.2006.10.001.
  12. Fabek L., Farrok D., Tolley M., Descamps P.Y., Gebhart M., Delincé P. A method to measure acetabular cup anteversion after total hip replacement. *Acta Orthop Belg*. 1999;65(4):485-491.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дианов Сергей Вячеславович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Астрахань

Домовитов Степан Владимирович — канд. мед. наук, ортопед-травматолог ГБУЗ МО «Подольская городская клиническая больница», г. Подольск

Жужнев Александр Викторович — ортопед-травматолог МБУЗ МО «Центральная районная больница», г. Ейск

Шикунов Дмитрий Алексеевич — рентгенолог ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва

Семенов Алексей Львович — преподаватель математики ГБОУ АО «Школа-интернат одаренных детей им. А.П. Гужвина»

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergei V. Dianov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Chair of Traumatology and Orthopaedics, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

Stepan V. Domovitov — Cand. Sci. (Med.), Orthopaedics Surgeon, Podolsk City Clinical Hospital, Podolsk, Russian Federation

Aleksandr V. Zhuzhnev — Orthopaedics Surgeon, Yeysk Central District Hospital, Yeysk, Russian Federation

Dmitrii A. Shikunov — Roentgenologist, Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

Aleksei L. Semenov — Teacher, Guzhvin Boarding School for Gifted Children, Astrakhan, Russian Federation

# Массивная посттравматическая гетеротопическая оссификация коленного сустава (случай из клинической практики)

М.С. Рязанцев<sup>1,2</sup>, Н.Е. Магнитская<sup>1,2</sup>, А.П. Афанасьев<sup>1</sup>, Д.О. Ильин<sup>1</sup>, А.Н. Логвинов<sup>1,2</sup>,  
А.В. Фролов<sup>1,2</sup>, А.В. Королев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)  
Орловский пер., д. 7, Москва, 129110, Россия

<sup>2</sup> ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»  
Ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, 117198, Россия

## Реферат

Гетеротопическая оссификация — это состояние, характеризующееся формированием костной ткани в мягких тканях, которые не имеют остеогенных свойств. В статье представлен клинический случай лечения пациентки с массивной гетеротопической оссификацией в передне-медиальных отделах правого коленного сустава, которая возникла за 10 лет до обращения. Пусковым механизмом стало резкое переразгибание коленного сустава. На МРТ коленного сустава было выявлено образование, оттесняющее здоровые ткани по переднемедиальной поверхности правого коленного сустава. На КТ коленного сустава визуализирована массивная кальцинация мягких тканей. Во время артроскопической операции было обнаружено новообразование плотной консистенции, с округлыми краями, незначительно спаянное с окружающими тканями. Выполнено его удаление. Диагноз был подтвержден результатами гистологического исследования. На контрольных рентгенограммах через 6 мес. после операции новых очагов гетеротопической оссификации не выявлено. Удаление гетеротопического оссификата позволило получить хороший клинический результат.

**Ключевые слова:** гетеротопическая оссификация коленного сустава, оссификация гематомы, посттравматические осложнения.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-118-124

## Massive Posttraumatic Heterotopic Ossification of Knee Joint (Case Report)

M.S. Ryazantsev<sup>1,2</sup>, N.E. Magnitskaya<sup>1,2</sup>, A.P. Afanasyev<sup>1</sup>, D.O. Il'in<sup>1</sup>, A.N. Logvinov<sup>1,2</sup>,  
A.V. Frolov<sup>1,2</sup>, A.V. Korolev<sup>1,2</sup>,

<sup>1</sup> ECSTO, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)  
7, Orlovskii per., Moscow, 129110, Russian Federation

<sup>2</sup> Peoples Friendship University of Russia  
6, ul. Miklukho-Maklaya, Moscow, 117198, Russian Federation

## Abstract

Heterotopic ossification is characterized by bone tissue formation in soft tissues that possess no osteogenic properties. The authors present a clinical case of a female patient with massive heterotopic ossification in anteromedial aspect of the right knee joint with 10 years history before admission for treatment. An abrupt knee

Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Королев А.В. Массивная посттравматическая гетеротопическая оссификация коленного сустава (случай из клинической практики). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):118-124. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-118-124.

**Cite as:** Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Afanasyev A.P., Il'in D.O., Logvinov A.N., Frolov A.V., Korolev A.V. [Massive Posttraumatic Heterotopic Ossification of Knee Joint (Case Report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):118-124. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-118-124.

Рязанцев Михаил Сергеевич. Орловский пер., д. 7, Москва, 129110, Россия / Mikhail S. Ryazantsev. 7, Orlovskii per., Moscow, 129110, Russian Federation; e-mail: mryazantsev@emcmos.ru

Рукопись поступила/Received: 01.08.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 11.10.2017.

hyperextension became a trigger mechanism for the present lesion. MR tomography demonstrated a formation pushing off the healthy tissues along the anteromedial surface of the right joint. Computer tomography visualized a massive calcination of soft tissues. During the arthroscopic procedure the authors observed a formation of a dense consistency with round borders which demonstrated minor cohesion with surrounding tissues. The formation was removed. Diagnosis was confirmed by histological findings. Control x-rays in 6 months after the procedure verified absence of new areas of heterotopic ossification. Removal of ossification led to obtain a good clinical outcome.

**Keywords:** knee heterotopic ossification, posttraumatic myositis ossificans, posttraumatic complications.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-118-124

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Гетеротопическая оссификация (ГО) характеризуется формированием кости в мягких тканях, которые не имеют остеогенных свойств. Это состояние впервые описали в 1918 г. А. Dejerine с соавторами [1]. За последние 10–15 лет усилился интерес к проблеме ГО, о чем свидетельствует увеличение количества публикаций по данной тематике в период с 2003 по 2013 г. [2].

На сегодняшний момент точные причины возникновения ГО не известны [3, 4]. Предрасполагающими травматическими факторами могут служить черепно-мозговые и спинальные травмы, крупные ортопедические операции, локальные травмы конечностей и ожоги.

Также отмечено влияние на развитие ГО длительности операции и интраоперационной кровопотери [5]. ГО поражает сухожилия, связки, мышечную ткань и капсулы суставов, является одним из факторов возникновения контрактур крупных суставов (тазобедренного, коленного, локтевого, голеностопного) [3, 6].

Посттравматическая ГО может возникнуть после любых травм костной ткани и мягкотканых структур, таких как переломы, вывихи, повреждения мышц и сухожилий [7] и наиболее часто встречается в области локтевого сустава [8]. В области коленного сустава ГО чаще всего возникает после вывихов голени, а также выполнения эндопротезирования [9].

### Клиническое наблюдение

Пациентка 44 лет обратилась в клинику с жалобами на новообразование в области правого коленного сустава, которое появилось в 2006 г. после резкого переразгибания. Было выполнено МРТ, предположения о наличии гигромы, однако лечения пациентка не получала.

В 2007 г. была выполнена артроскопическая резекция медиального мениска. В связи с постепенным увеличением образования и дискомфортом при физических нагрузках в области коленного

сустава пациентка обратилась для уточнения диагноза и определения дальнейшей тактики лечения.

При клиническом обследовании у пациентки отмечалась видимая деформация в области передне-медиального отдела правого коленного сустава. Пальпаторно определялось плотное подкожное образование, при попытке смещения — практически не смещается. Объем движений в правом коленном суставе не ограничен, дискомфорт при максимальном сгибании (рис. 1).

Температура кожных покровов не изменена, нейроциркуляторных расстройств на момент осмотра выявлено не было.

На МРТ коленного сустава имеется образование, оттесняющее здоровые ткани по переднемедиальной поверхности правого коленного сустава, размерами 7×45×45 мм. Внутрисуставной патологии не выявлено. Для дифференциальной диагностики выполнено КТ коленного сустава. На КТ коленного сустава: массивная кальцинация мягких тканей, предположительная гетеротопическая оссификация (рис. 2). Пациентке рекомендовано оперативное лечение.



**Рис. 1.** Объем движений и внешний вид правого коленного сустава пациентки (стрелками указаны контуры новообразования)

**Fig. 1.** Range of motion and appearance of the right knee joint of female patient (the arrows indicate the neoplasm contours)

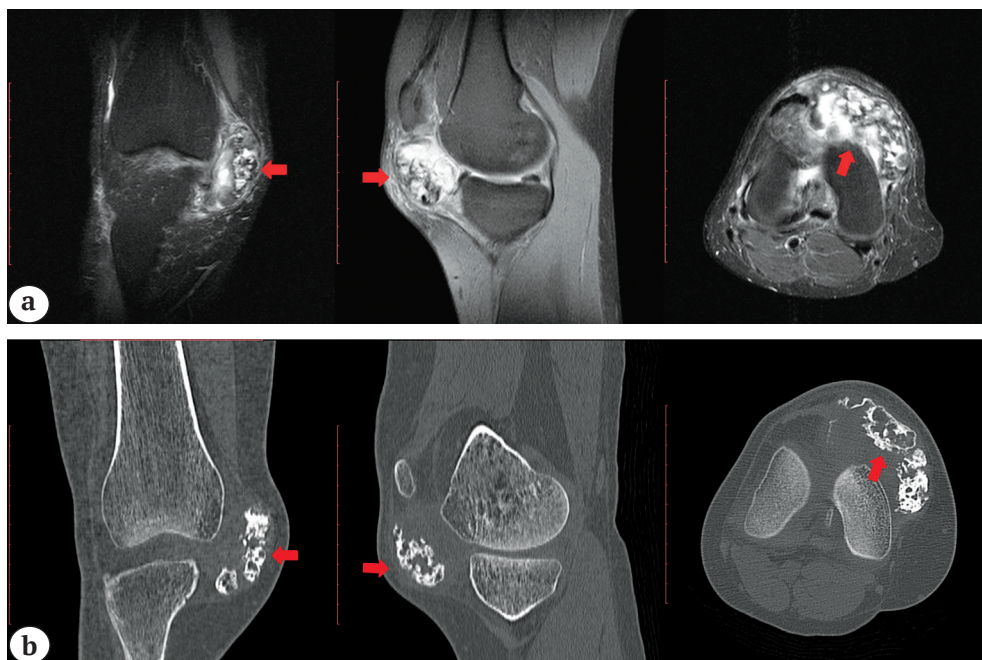
Первым этапом выполнена артроскопическая ревизия коленного сустава из стандартных артроскопических портов для подтверждения отсутствия вовлечения в процесс внутрисуставных структур (рис. 3).

Следующим этапом выполнен косой доступ размерами до 7 см в проекции новообразования.

Новообразование плотной консистенции, имеет округлые края, незначительно спаяно с окружающими тканями. Выполнено его удаление (рис. 4).

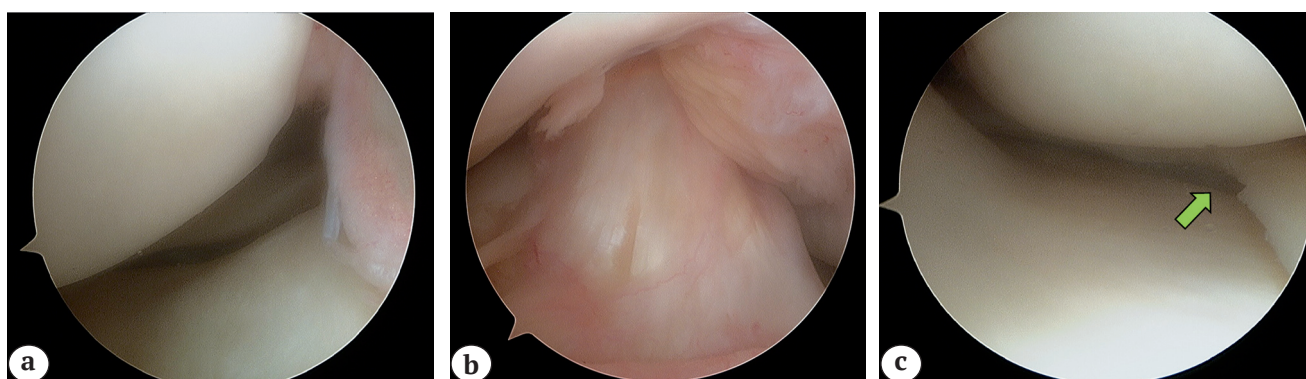
Материал отправлен на гистологическое исследование (рис. 5)

Интраоперационный ЭОП-контроль: новообразование удалено (рис. 6).



**Рис. 2.** Результаты лучевой диагностики (стрелками показана локализация образования):  
 а — МРТ коленного сустава, коронарная, сагиттальная и аксиальная плоскости — образование, оттесняющее здоровые ткани по переднемедиальной поверхности правого коленного сустава, размеры 7×45×45 мм;  
 б — КТ коленного сустава, коронарная, сагиттальная и аксиальная плоскости — массивная кальцинация мягких тканей, предположительная гетеротопическая оссификация

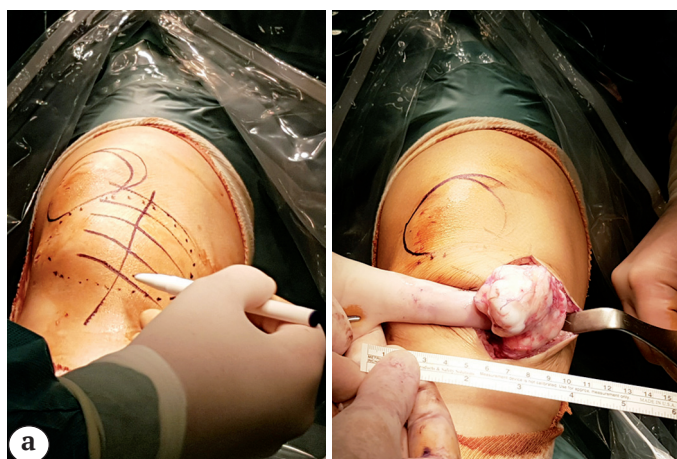
**Fig. 2.** Findings of radial diagnostics (the arrows indicate the neoplasm contours):  
 а — MRT of knee joint in coronal, sagittal and axial views — formation pushing off healthy tissues along anteromedial surface of the joint, dimensions 7×45×45 mm;  
 б — CT scans of knee joint in coronal, sagittal and axial views — massive calcination of soft tissues, supposedly heterotopic ossification



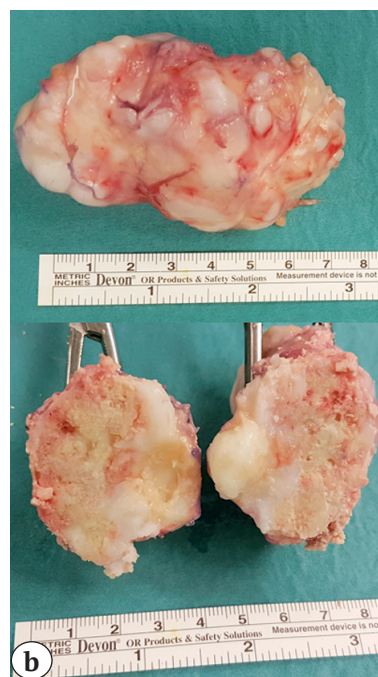
**Рис. 3.** Интраоперационные фотографии: а — латеральные отделы; б — центральные отделы; с — медиальные отделы — послеоперационные изменения медиального мениска (зеленая стрелка)

**Fig. 3.** Intraoperative images: а — lateral aspect; б — central aspect; с — medial aspect — postoperative changes of medial meniscus (green arrow)



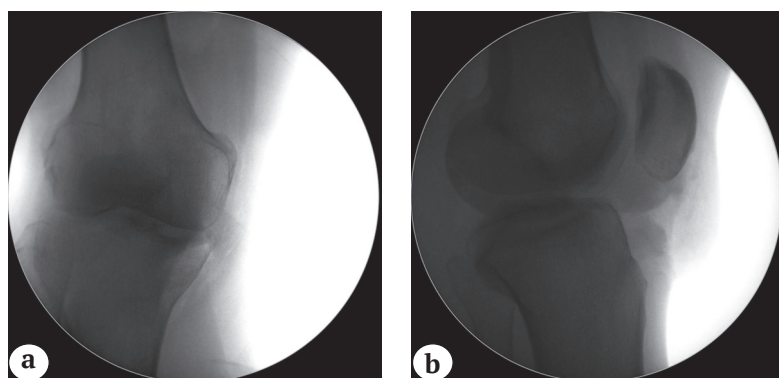
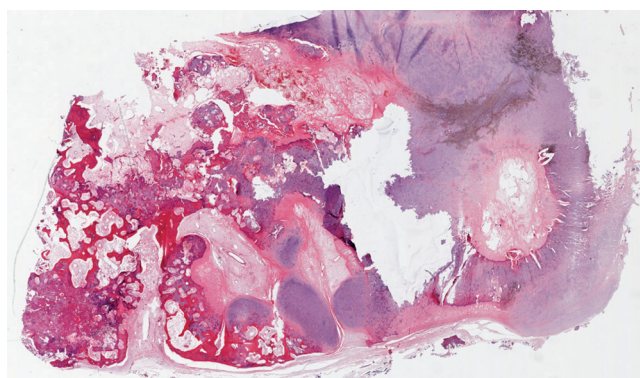


**Рис. 4.** Удаление новообразования:  
 а — разметка операционного поля и этап удаления ГО;  
 б — вид удаленного новообразования  
**Fig. 4.** Formation removal:  
 а — surgical site marking and removal;  
 б — formation appearance



**Рис. 5.** Гистологический препарат удаленного новообразования. Фрагменты костно-хрящевое образования, представленного зональными участками остеоида, более зрелых костных трабекул и хрящевой ткани разной степени зрелости без атипии, имеющей cap-like архитектуру, с небольшими участками фиброзной ткани с ангиоматозом

**Fig. 5.** Histology specimen of removed formation. Fragments of bone-cartilage structure, represented by zonal osteoid sites, more mature bone trabeculae and cartilage tissue of various maturity without atypia, having cap-like structure with small sites of fibrous tissue with angiomatosis



**Рис. 6.** Интраоперационный рентгенологический контроль:  
 а — прямая проекция;  
 б — боковая проекция

**Fig. 6.** Intraoperative x-ray control:  
 а — AP view;  
 б — lateral view.

Послеоперационные раны обработаны растворами антисептиков, послойно ушиты. В подкожно-жировой клетчатке оставлен вакуумный дренаж Редона. Асептические повязки. Эластическое бинтование нижней конечности. Иммобилизация в прямом ортезе.

Дренаж удален через 24 ч после операции. На 2-е сутки пациентка выписана на амбулаторное

лечение. Нагрузка на оперированную нижнюю конечность разрешена с первых суток после операции. Иммобилизация коленного сустава в прямом тугоре проводилась в течение недели, далее проводились разработка движений и курс комплексного восстановительного лечения. Контрольные осмотры проводились через 1,5 и 6 мес. после операции. Состояние коленного сустава оценивалось

по шкале KOOS до операции и на последующем контрольном осмотре. Результаты представлены на рисунке 7.

Пациентка прошла курс восстановительного лечения, ЛФК, массажа, физиотерапии. Через 6 мес. после операции пациентка ходила самостоятельно, не хромала. Область коленных суставов не деформирована. Надколенники расположены центрально, признаков наличия свободной жидкости в по-

лости коленных суставов нет. Послеоперационный рубец без признаков воспаления, не спаян с подлежащими тканями.

На контрольных рентгенограммах через 6 мес. после операции новых очагов ГО не выявлено (рис. 8).

На МРТ коленного сустава через 6 мес. после операции мы также не выявили новых очагов ГО (рис. 8).

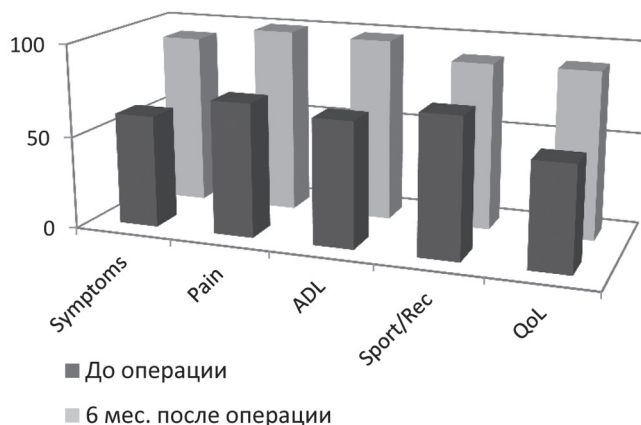


Рис. 7. Оценка по шкале KOOS до операции и через 6 мес. после

Fig. 7. KOOS evaluation prior to procedure and 6 months postoperatively

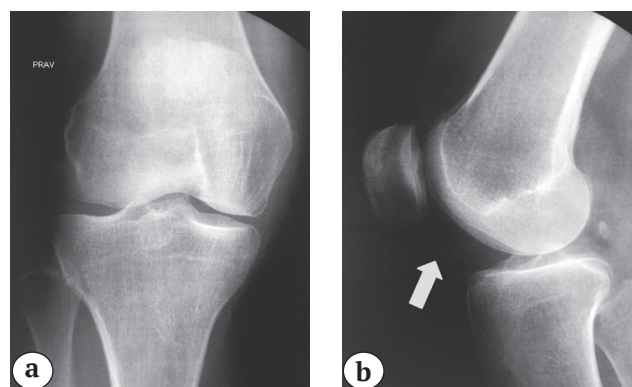


Рис. 8. Рентгенограммы пациентки Т. через 6 мес. после операции:

а – прямая проекция;  
б – боковая проекция.

Стрелка указывает на локализацию удаленного гетеротопического оссификата

Fig. 7. X-rays of female patient T. 6 months postoperatively:

a – AP view; b – lateral view.

Arrow indicates location of removed heterotopic ossification

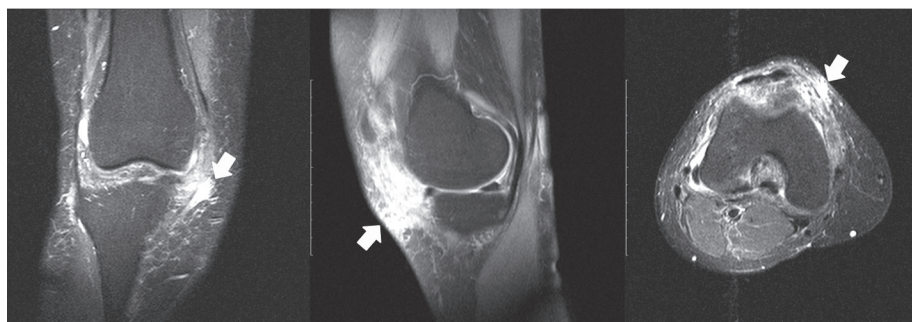


Рис. 9. МРТ через 6 мес. после операции. Стрелки указывают на локализацию удаленного гетеротопического оссификата

Fig. 8. MR tomography 6 months postoperatively. Arrows indicate location of removed heterotopic ossification

### Обсуждение

Клиническая диагностика ГО на начальных стадиях затруднена ввиду отсутствия клинических проявлений. По данным литературы, основным клиническим проявлением ГО является ограничение движений в пораженном суставе, которое приводит к образованию анкилозов в 10% случаев [7]. По данным А.Ф. Мавогенис с соавторами, среднее время от момента появления жалоб до диагности-

рования ГО по рентгенологическим признакам составляет от 12 до 18 мес. [7]. В нашем клиническом случае у пациентки не было ограничения движений в пораженном коленном суставе. Вероятнее всего, это было связано с экстракапсулярным расположением оссификата.

Посттравматическая ГО поражает чаще всего крупные суставы, при этом наличие в анамнезе открытой репозиции и остеосинтеза повышает риск

развития патологии. Образование ГО в области коленного сустава наиболее часто наблюдается после оперативных вмешательств: тотального эндопротезирования [9], остеосинтеза [2], пластики ПКС [10] и травм нижних конечностей — вывихи голени [11], повреждение мышц и сухожилий.

Имеются данные о взаимосвязи реконструкции задней крестообразной связки с развитием оссификации в заднем отделе капсулы сустава. Так, в работе С.W. Patton с соавторами описано образование гетеротопических оссификатов после одномоментного восстановления нескольких связок коленного сустава [12].

На данный момент точная этиология ГО не определена, однако известно, что она связана как с системными, так и с локальными тканевыми изменениями, такими как воспаление, апоптоз и увеличение числа факторов роста [13]. Описаны случаи ГО после военных травм (травматических ампутаций, минно-взрывных травм) [14, 15]. Гетеротопические оссификаты чаще наблюдаются после ранений, полученных при военных действиях [14].

Еще одной из форм ГО является оссификация гематом, которая подробно описана в работе Р. Tyler с соавторами [16].

В русскоязычной литературе О.Г. Зиминой с соавторами описано образование гетеротопического оссификата в области средней трети плеча [17].

В нашем клиническом случае сложно определить, что явилось причиной образования ГО. Возможно, пусковым механизмом послужило кровоизлияние в мягкие ткани. Стоит отметить постепенное увеличение гетеротопического оссификата в размерах.

Для диагностики ГО используется рентгенография, КТ, МРТ, а также УЗИ [16]. Доказана также эффективность ПЭТ-КТ в диагностике этого заболевания [16, 17].

Основными мерами профилактики ГО при травмах являются НПВС и проведение однократного курса лучевой терапии [18]. Из НПВС наиболее часто назначают индометацин на срок до 6 нед. Предполагаемый механизм действия лучевой терапии заключается в ингибировании быстро пролиферирующих и дифференцирующихся остеогенных клеток. Желательно проведение данного курса не позднее 72 ч после воздействия травмирующего фактора. Наиболее подробно профилактические меры разработаны при переломах вертлужной впадины и переломовывихах в области локтевого сустава.

Роль хирургического удаления гетеротопического оссификата широко обсуждается в современной литературе. Хирургическое удаление локальных гетеротопических оссификатов показывает хорошие отдаленные результаты, несмотря на высокий риск рецидивов [2, 17].

## Заключение

ГО остается серьезным осложнением после травм и оперативных вмешательств, которое очень часто приводит к ограничению движений в поврежденной конечности. В связи с отсутствием симптоматики на ранних стадиях заболевания его диагностика затруднена. При ограниченном, экстракапсулярном характере поражения хирургическое лечение показывает хорошие отдаленные результаты. Инструментальные методы исследования играют огромную роль в диагностике ГО и позволяют провести дифференциальную диагностику с онкологическими и инфекционными заболеваниями.

Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

1. Dejerine A., Ceillier A. Para-osteo-arthropathies des paraplegiques par lesion medullaire; etude clinique et radiographique. *Ann Med.* 1918;5:497.
2. Zeckey C., Hildebrand F., Frink M., Krettek C. Heterotopic ossifications following implant surgery — epidemiology, therapeutic approaches and current concepts. *Semin Immunopathol.* 2011;33(3):273-286. DOI: 10.1007/s00281-011-0240-5.
3. Hsu J.E., Keenan M.A. Current review of heterotopic ossification. *Univer Pennsylvania Orthop J.* 2010;20:126-130.
4. Кесян Г.А., Уразильдеев Р.З., Дан И.М., Арсеньев И.Г. Гетеротопическая оссификация крупных суставов при травмах и заболеваниях центральной нервной системы (обзор литературы). *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2015;(4):78-83. Kesyan G.A., Urazgildeev R.Z., Dan I.M., Arsenjev I.G. [Heterotopic ossification of large joints in injuries and in pathologies of the central nervous system (a literature review)]. *Kremlovskaya medicina. Clinichesky vestnik* [Kremlin medicine Journal]. 2015;(4):78-83. (in Russian).
5. Елфимов С.В., Кузнецова Н.Л., Солодовников А.Г. Прогнозирование гетеротопической оссификации после операций и травм тазобедренного сустава. *Политравма.* 2011;(2):14-19. Elfimov S.V., Kuznetsova N.L., Solodovnikov A.G. [Prognosing of heterotopic ossification after operations and injuries of hip joint]. *Politravma* [Polytrauma]. 2011;(2):14-19. (in Russian).
6. Корж А.А., Дедух Н.В. Гетеротопическая оссификация (взгляд на проблему). *Ортопедия, травматология и протезирование.* 2004;4:89-93. Korzh A.A., Dedukh N.V. [Heterotopic ossification (view of the problem)]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* [Orthopedics, traumatology and prosthetics]. 2004;4:89-93. (in Russian).
7. Mavrogenis A.F., Soucacos P.N., Papagelopoulos P.J. Heterotopic ossification revisited. *Orthopedics.* 2011; 34(3):177. DOI: 10.3928/01477447-20110124-08.

8. Bauer A.S., Lawson B.K., Bliss R.L., Dyer G.S. Risk factors for posttraumatic heterotopic ossification of the elbow: case-control study. *J Hand Surg Am.* 2012;37(7):1422-1429. e6.  
DOI: 0363-5023/12/37A07-0019\$36.00/0.
9. Iorio R., Healy W.L. Heterotopic ossification after hip and knee arthroplasty: risk factors, prevention, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2002;10(6):409-416.
10. Bhandary B., Shetty S., Bangera V.V., Kassim M.S., Alva K., Bhandary S. To study the incidence of heterotopic ossification after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(5):888-891.  
DOI: 10.7860/JCDR/2013/5348.2970.
11. Mills W.J., Tejwani N. Heterotopic ossification after knee dislocation: the predictive value of the injury severity score. *J Orthop Trauma.* 2003;17(5):338-345.
12. Patton W.C., Tew W.M. Periarticular heterotopic ossification after multiple knee ligament reconstructions a report of three cases. *Am J Sports Med.* 2000;28(3):398-401.  
DOI: 0363-5465/100/2828-0398\$02.00/0.
13. Baird E.O., Kang Q.K. Prophylaxis of heterotopic ossification – an updated review. *J Orthop Surg.* 2009;4:12. DOI: 10.1186/1749-799X-4-12.
14. Edwards D.S., Clasper J.C. Heterotopic ossification: a systematic review. *J R Army Med Corps.* 2015; 161(4):315-321.  
DOI: 10.1136/jramc-2014-000277.
15. Edwards D.S., Kuhn K.M., Potter B.K., Forsberg J.A. Heterotopic ossification: a review of current understanding, treatment, and future. *J Orthop Trauma.* 2016;30:S27-30.  
DOI: 10.1097/BOT.0000000000000666.
16. Tyler P., Saifuddin A. The imaging of myositis ossificans. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2010;14(2):201-216.  
DOI: 10.1055/s-0030-1253161.
17. Зими́на О.Г., Кочергина Н.В., Соловьёв Ю.Н., Токарева З.И., Габуня Р.И., Горлова Н.В. Случай гетеротопической оссификации. *Радиология – практика.* 2002;(1):36-38.  
Zimina O.G., Kochergina N.V., Solov'ev Yu.N., Tokareva Z.I., Gabuniya R.I., Gorlova N.V. [Case of heterotopic ossification]. *Radiologiya – praktika* [Radiology – Practice]. 2002;(1):36-38. (in Russian).
18. Nauth A., Giles E., Potter B.K., Nesti L.J., O'Brien F.P., Bosse M.J. [et al.]. Heterotopic ossification in orthopaedic trauma. *J Orthop Trauma.* 2012;26(12):684-688.  
DOI: 10.1097/BOT.0b013e3182724624.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Рязанцев Михаил Сергеевич* — ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

*Магнитская Нина Евгеньевна* — ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

*Афанасьев Алексей Павлович* — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Ильин Дмитрий Олегович* — канд. мед. наук, ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Логвинов Алексей Николаевич* — ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

*Фролов Александр Владимирович* — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), доцент кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

*Королев Андрей Вадимович* — д-р мед. наук, главный врач Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Mikhail S. Ryazantsev* — Orthopaedics Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Postgraduate Student, Department of Traumatology, Orthopaedics and Arthrology, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Nina E. Magnitskaya* — Orthopaedics Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Postgraduate Student, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Aleksei P. Afanasyev* — Cand. Sci. (Med.) Orthopedic Surgeon, Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Dmitrii O. Il'in* — Cand. Sci. (Med.), Orthopaedics Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Aleksei N. Logvinov* — Orthopaedics Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Postgraduate Student, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Aleksandr V. Frolov* — Cand. Sci. (Med.), Orthopaedics Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), assistant professor of Department of Traumatology and Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Andrey V. Korolev* — Dr. Sci. (Med.), Chief Doctor and Medical Director of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Professor of Department of Traumatology and Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

# Двухэтапное реэндопротезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики)

В.В. Павлов, И.А. Кирилова, М.В. Ефименко, В.А. Базлов, Т.З. Мамуладзе

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Минздрава России  
ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, 6630091, Россия

## Реферат

Краткосрочные благоприятные результаты эндопротезирования отмечаются в 80–90% случаев, однако с увеличением сроков наблюдения процент положительных исходов постепенно снижается. Пропорционально давности операции возрастает потребность в замене эндопротеза или его компонентов. При этом нередко возникает необходимость замещения костного дефекта вертлужной впадины. Для решения этой проблемы авторы предлагают устранять дефекты костей таза в два этапа. В ходе первого оперативного вмешательства выполняют заполнение дефекта аллотрансплантатом с аутологичными тромбоцитами, обогащенными фибрином (аллопластика дефекта с применением PRF-технологии). После перестройки аллотрансплантата производят ревизионное эндопротезирование с имплантацией стандартных конструкций эндопротеза.

В качестве примера в статье представлено клиническое наблюдение пациентки с асептической ацетабулярной нестабильностью эндопротеза ЭСИ правого тазобедренного сустава, несостоятельностью функции сустава (НФС) 2-й ст., укорочением правой нижней конечности на 2 см. В анамнезе пациентки в 1992 г. закрытый перелом вертлужной впадины справа в результате дорожно-транспортного происшествия, по поводу которого было выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава. В 1992 г. пациентка перенесла первичное эндопротезирование, в 2000 и в 2005 г. по поводу асептической нестабильности эндопротеза были выполнены ревизионные операции. При поступлении по данным лучевых методов исследования у пациентки был выявлен дефект вертлужной впадины типа 3B по классификации W.G. Paprosky. Для исключения парапротезной инфекции выполнена пункция области протеза. Результат бактериологического исследования отрицательный. Было принято решение о выполнении двухэтапного ревизионного вмешательства по предложенной авторами методике, что позволило получить положительный ближайший результат.

Выполнение аллопластики костной тканью в сочетании с PRF-технологией является альтернативой установке массивных металлоконструкций в области вертлужной впадины, поскольку снижает связанный с внедрением объемного имплантата риск инфицирования и возникновения металлоза окружающих тканей и расширяет возможности дальнейшего реэндопротезирования.

**Ключевые слова:** ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, костный дефект, костная аллопластика, аугменты, PRF-технология.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133

Павлов В.В., Кирилова И.А., Ефименко М.В., Базлов В.А. Мамуладзе Т.З. Двухэтапное реэндопротезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):125-133. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133.

**Cite as:** Pavlov V.V., Kirilova I.A., Efimenko M.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z. [Two-Stage Revision Hip Replacement Patiens with Severe Acetabulum Defect (Case Report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):125-133. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133.

Кирилова Ирина Анатольевна. Ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, 6630091, Россия / Irina A. Kirilova. 17, ul. Frunze, Novosibirsk, 6630091, Russian Federation; e-mail: IKirilova@niito.ru

Рукопись поступила/Received: 29.09.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 15.11.2017.

## Two-Stage Revision Hip Replacement Patients with Severe Acetabulum Defect (Case Report)

V.V. Pavlov, I.A. Kirilova, M.V. Efimenko, V.A. Bazlov, T.Z. Mamuladze

*Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
17, ul. Frunze, Novosibirsk, 6630091, Russian Federation*

### Abstract

Favorable short-term results of arthroplasty are observed in 80–90% of cases, however, over the longer follow up period the percentage of positive outcomes is gradually reduced. Need for revision of the prosthesis or its components increases in proportion to time elapsed from the surgery. In addition, such revision is accompanied with a need to substitute the bone defect of the acetabulum. As a solution the authors propose to replace pelvic defects in two stages. During the first stage the defect was filled with bone allograft with platelet-rich fibrin (allografting with the use of PRF technology). After the allograft remodeling during the second stage the revision surgery is performed by implanting standard prostheses.

The authors present a clinical case of a female patient with aseptic loosening of acetabular component of prosthesis in the right hip joint, with failed hip function of stage 2, right limb shortening of 2 cm. Treatment results confirm the efficiency and rationality of the proposed bone grafting option. The authors conclude bone allograft in combination with the PRF technology proves to be an alternative to the implantation of massive metal implants in the acetabulum while it reduces the risk of implant-associated infection, of metallosis in surrounding tissues and expands further revision options.

**Keywords:** hip revision arthroplasty, bone defect, bone grafting, augment, PRF technology.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

Положительный результат реэндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС) во многом зависит от правильного решения целого ряда предварительных задач. Одной из наиболее серьезных проблем при эндопротезировании ТБС является дефицит костной ткани, в подавляющем большинстве случаев — дефицит костной ткани вертлужной впадины. Выбор тактики хирургического лечения значительно облегчается, если известны величина дефекта вертлужной впадины и его локализация [1].

Для определения этих параметров W.G. Paprosky с соавторами предложили простую в воспроизведении и отличающуюся практической направленностью классификацию [2]. Одним из самых тяжелых является массивный дефект вертлужной впадины с полной потерей опоры для всех ее структур — тип 3B по классификации W.G. Paprosky. То есть происходит разрушение надацетабулярного массива, и имплантат смещается более чем на 3 см выше верхнего края запирающего отверстия. Кроме того, наблюдается медиальное смещение ацетабулярного компонента в полость малого таза с захождением его за линию Келера, вплоть до крестцово-подвздошного сочленения. Задняя колонна также имеет признаки повреждения и теряет свою опороспособность. Рентгенологически это проявляется распространением зоны остеолита ниже 15 мм от верхнего края запирающего

отверстия. Таким образом, при этом типе дефекта поражаются крыша вертлужной впадины, обе колонны и дно. Менее 40% костной ткани сохраняют свою способность фиксировать вертлужный компонент с пористым покрытием [3].

На начальных этапах ревизионной артропластики традиционно применяется установка вертлужных компонентов цементной фиксации с использованием большого количества костного цемента, однако зачастую это приводит к развитию ранней нестабильности чашки, прогрессу дефицита костной ткани. По наблюдениям Н.С. Amstutz с соавторами, нестабильность вертлужного компонента появляется у 9,1% больных в течение 2 лет после операции [4]. Для восполнения костного дефицита J. Meehan с соавторами предлагают использовать массивные аллотрансплантаты и ацетабулярные компоненты бесцементной фиксации. Однако их применение повышает риск ранних и поздних осложнений, включая инфекционные [5]. Частота неудовлетворительных результатов при данной методике составляет от 17 до 60% через 2–14 лет после операции [6]. Поэтому для реконструкции при больших дефектах вертлужной впадины многие хирурги рекомендуют использовать либо пересадку всей вертлужной впадины и установку чашки цементной фиксации (преимущественно у лиц молодого возраста), либо

опорное антипротрузионное кольцо (АПК) и чашку цементной фиксации (у больных старших возрастных групп) [4, 5]. Во всех предлагаемых методиках замещение дефекта и имплантация ацетабулярного компонента выполняются одновременно. Расчет делается на опорность костной пластики и первичную press-fit фиксацию ацетабулярного компонента, а также на то, что последующая перестройка костного пластического материала позволит достичь вторичной фиксации компонента [6].

Мы предлагаем методику двухэтапного реэндопротезирования тазобедренного сустава при наличии обширного костного дефекта с высоким риском развития ИОХВ, возникшего после проведенного ранее реэндопротезирования с замещением дефекта большим количеством костного цемента.

Мы использовали PRF-технология — метод получения тромбоцитов с высоким содержанием фибрина [7]; депротенинизированные костные аллотрансплантаты в виде продольных распилов, изготовленные из прижизненно резецированных головок бедренных костей. Аллотрансплантаты готовили по авторской методике\*. Важным свойством данного материала является сохранение необходимого уровня физико-механических характеристик, морфологических особенностей и элементного состава аллогенной кости [8, 9].

В качестве примера мы представляем клинический случай. В работе с пациентом соблюдались этические принципы, предписанные Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki) пересмотра 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациент дал добровольное письменное согласие на публикацию данного клинического наблюдения.

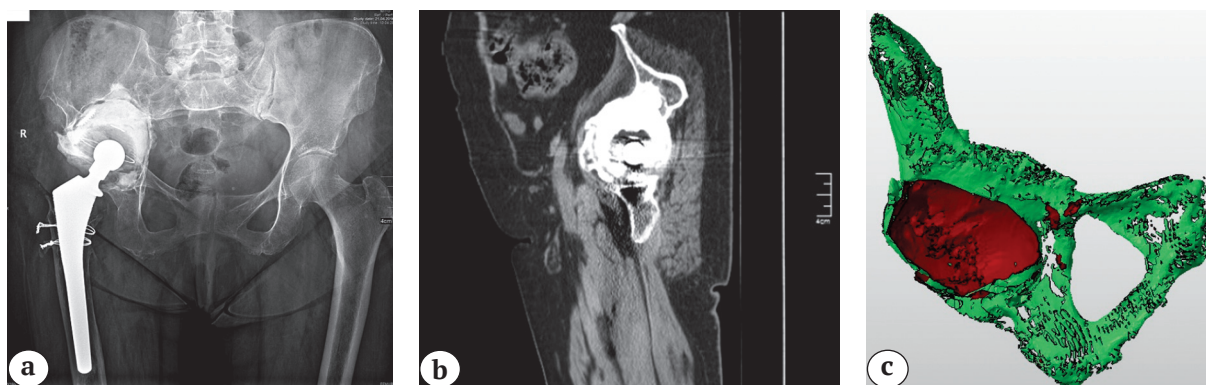
Пациентка в возрасте 71 года поступила для лечения 21.04.2016 с диагнозом: асептическая ацетабулярная нестабильность эндопротеза ЭСИ правого тазобедренного сустава, несостоятельность функции сустава (НФС) 2-й ст., укорочение правой нижней конечности на 2 см. Синдром коксалгии справа. При поступлении предъявляла жалобы на боли в области паха справа, в правой ягодичной области и пояснице, укорочение правой нижней конечности. В параклинических анализах признаков системного воспаления не найдено.

Пациентка в 1992 г. получила закрытый перелом вертлужной впадины справа в результате дорожно-транспортного происшествия, по поводу которого было выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава. В 2000 г. была выявлена асептическая нестабильность эндопротеза, вследствие чего проведено реэндопротезирование правого тазобедренного сустава. В 2005 г. по поводу тотальной асептической нестабильности проведено второе реэндопротезирование тазобедренного сустава справа. С момента проведения повторного реэндопротезирования пациентку беспокоили боли в области правого ТБС, усиливающиеся при ходьбе. С сентября 2015 г. боли носили постоянный характер. Пациентка поступила в нашу клинику для проведения реэндопротезирования правого тазобедренного сустава.

По результатам дополнительных исследований, признаков системного воспаления не выявлено. По данным рентгенологических методов исследования (рентгенограмма таза в прямой проекции, рентгенограмма правого тазобедренного сустава в двух проекциях, МСКТ с последующей 3D-реконструкцией), у пациентки выявлен дефект вертлужной впадины типа 3В по классификации W.G. Paprosky. Отмечено увеличение размеров вертлужной впадины до 70×47 мм. Дно вертлужной впадины истончено, с наличием дефектов и фрагментаций костной ткани, пролабирует в полость малого таза на 25 мм и до крестцово-подвздошного сочленения (рис. 1–3).

Учитывая многократность (1992, 2000, 2005) оперативного лечения, для исключения перипротезной инфекции выполнена пункция области протеза. Результат бактериологического исследования отрицательный. При анализе по шкале ASA (American Society of Anesthesiologists) соматический статус и операционные риски определялись как III (1 балл), прогнозируемый объем операции и время превышали значение 75 перцентилей (1 балл), а класс раны соответствовал условно чистой ране (учитывая многократность ранее выполненных операций) [11]. Таким образом, риск развития инфекции по шкале NNIS (National Nosocomial Infections Surveillance), согласно рекомендациям CDC (Centers for Disease and Prevention), оценивался в 3 балла [12]. Это соответствовало вероятности развития инфекции в области хирургического вмешательства (ИОХВ) в 15–18% случаев [13, 14].

\* Пат. 2223104 РФ, МПК А61К35/32, А61F2/28, А61L27/00, А61L27/54, А61P19/00. Способ получения костного трансплантата / Кирилова И.А., Подорожная В.Т.; патентообладатель: Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии (RU). – № 2001126472/15, заявл. 28.09.2001; опубл. 10.02.2004.



**Рис. 1.** Результаты лучевых методов диагностики:

- a — рентгенограмма таза в прямой проекции: нестабильность эндопротеза ЭСИ (цементный вариант) справа, массивная цементная мантия сформирована в результате попыток компенсировать дефект костной ткани;  
 b — МСКТ костей таза: обширный дефект костной ткани в области вертлужной впадины, массивная цементная мантия с признаками нестабильности;  
 c — 3D-реконструкция костей таза справа, красным выделен дефект при виртуальном удалении чашки и цементной мантии, объем дефекта по данным 3D-реконструкции составил 203,1 см<sup>3</sup>

**Fig. 1.** Radiodiagnostic data:

- a — pelvis x-ray in AP view: cemented prosthesis instability in the right hip, massive cement mantle was generated by attempts to compensate a bone defect;  
 b — MSCT of pelvis: extensive bone defect of acetabulum, massive cement mantle with signs of instability;  
 c — 3D reconstruction of pelvis, right joint, defect is marked in red, virtual removal of cup and cement mantle, defect size according to 3D reconstruction was evaluated as 203,1 cm<sup>3</sup>

Это обстоятельство побудило принять решение о проведении двухэтапного эндопротезирования. Первым этапом планировалось удаление эндопротеза и костная аллопластика дефекта с применением PRF-технологии. Для предотвращения смещения аллотрансплантата предусматривалась установка металлической сетки Flexible Wire Mesh (X-change Revision Surgical Protocol Stryker Exeter), закрепленной 6 винтами Stryker, ввинченными по периметру дефекта. Одновременно во время операции планировалось провести забор биоптатов (не менее 6 для снятия вопроса о латентной парапротезной инфекции). В дальнейшем, при отсутствии в послеоперационном периоде ИОХВ и при сформированном костном регенерате, планировалось провести второй этап лечения с имплантацией ревизионных ацетабулярных конструкций.

27.04.2016 было выполнено оперативное вмешательство: удаление эндопротеза ЭСИ с костной пластикой дефекта. Мы выполняли дугообразный доступ по наружной поверхности проксимальной трети бедра по старому послеоперационному рубцу. Затем мобилизовали проксимальный отдел бедренной кости. В результате иссечения рубцов идентифицированы измененные стенки вертлужной впадины с костным цементом. Головка эндопротеза выведена в рану и удалена. Бедренный компонент эндопротеза был стабилен, проксимальная часть бедренной кости имела признаки костного лизиса: большой вертел отсутствовал,

в области малого вертела имелись костные дефекты, заполненные детритом белого цвета. Бедренный компонент ножки ЭСИ с конусом 11/13 был удален путем тракции с небольшим усилием. В области ранее установленных серкляжей произошел линейный перелом бедренной кости, что потребовало его фиксации канатом.

Цементная ацетабулярная впадина ЭСИ оказалась нестабильной, подвижной. Удалить ее единым с цементной мантией конгломератом, без повреждения сформированных вокруг нее костных структур, не представлялось возможным. Поэтому ацетабулярная впадина была сначала последовательно высверлена фрезами, а затем цементная мантия была фрагментирована остеотомами и удалена.

Дефект вертлужной впадины был идентифицирован как тип 3B по W.G. Paprosky. Передняя колонна отсутствовала, вместо нее имелась вздутая измененная костная ткань — утолщенная костная пластина по типу арки. Дно впадины имело вид тонкой изогнутой вовнутрь костной пластинки, которая простиралась вверх и медиально, вплоть до крестцово-подвздошного сочленения. Наацетабулярный массив отсутствовал, задняя колонна была изменена, но сохранна. Задний край вертлужной впадины отсутствовал. Седалищная кость на протяжении 15 мм была заполнена белым детритом. Контур кости сохранился в виде тонких пластинок по периферии. Видимая лонная кость была сохранной и кровоточила. На внутренней поверхности костного дефекта отмечалось большое



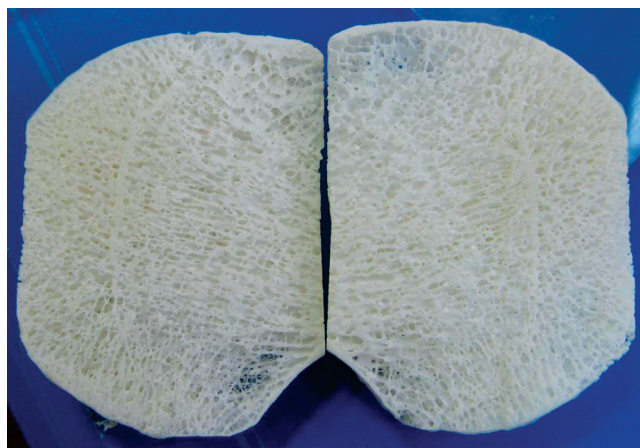
количество грануляций цианотичного оттенка, которые были взяты для проведения бактериологического исследования.

Из периферической вены пациентки осуществили забор 42 мл крови (с добавлением Z-Активатора) в 6 пробирок, по 7 мл в каждую, и по 1 мл 10% раствора хлорида кальция. Центрифугирование пробирок осуществлялось с ускорением 4G в течение 10 мин. Полученные фибриновые сгустки были уложены в костный дефект впадины поочередно с депротенизированными костными аллотрансплантатами в виде пластин толщиной до 3–5 мм, изготовленными из головок бедренных костей (рис. 2).

Укладка производилась с импакцией. После полного заполнения дефекта, для предотвращения смещения аллотрансплантата при вертикализации пациентки, была произведена фиксация перфорированной мягкой пластиной Flexible wire mesh (X-change Revision Surgical Protocol Stryker Exeter), закрепленной 6 винтами (Stryker) (рис. 3).

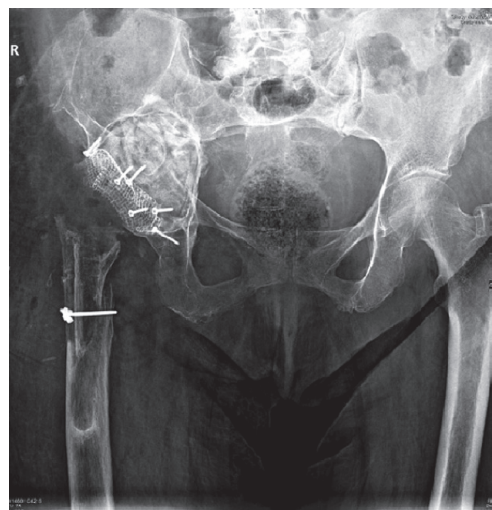
Дренаж не ставили в связи с необходимостью формирования гематомы для пропитывания трансплантата тромбоцитами. В завершение были наложены послойные швы на рану викрилом, внутрикожные швы, асептическая повязка.

Послеоперационный период протекал без особенностей, проводилась антибактериальная терапия Цефазолином 2 г 3 раза в сутки до получения результатов бактериологических исследований. Отрицательные результаты были получены на 5-е сутки, после чего антибиотики были отменены. Пациентка была обучена ходьбе при помощи костылей и выписана домой на 14-е сутки после операции.



**Рис. 2.** Макрофотография смежных срединных распилов депротенизированного костного аллотрансплантата толщиной 5 мм

**Fig. 2.** Macrophotography of adjacent median cuts of deproteinized bone allograft, thickness of 5 mm



**Рис. 3.** Рентгенограмма таза в прямой проекции: удален цементный эндопротез справа, образовавшийся дефект костной ткани области вертлужной впадины замещен депротенизированным костным аллотрансплантатом с применением PRF-технологии, аллотрансплантаты фиксированы сеткой, закрепленной 6 винтами

**Fig. 3.** Pelvis x-ray in AP view: cemented prosthesis removed on the right joint, resulting defect of acetabulum was replaced by deproteinized bone allograft using PRF-technique, allografts were fixed by with 6 screws

Учитывая выявленные у пациентки системную остеопению с *t*-критерием = -1,5; вторичный распространенный остеопороз правой нижней конечности; выраженный регионарный остеопороз в области правого ТБС на фоне грубых склеротических изменений смежных отделов сочленяющихся костей, срок ожидания второго этапа был сокращен до 4 мес. Отсутствие признаков ИОХВ в этот период подтвердило асептический характер нестабильности, что, в свою очередь, повысило вероятность сохранения опороспособности костно-пластического материала в дефекте. Также имелась вероятность сохранения приемлемого качества костной ткани в области правой бедренной кости.

Пациентка поступила на второй этап лечения 09.09.2016. При поступлении был поставлен диагноз: дефект правого тазобедренного сустава после удаления эндопротеза ЭСИ; состояние после костной пластики обширного дефекта правой вертлужной впадины 3В; неопорная правая нижняя конечность. В ОАК отмечался лейкоцитоз с дегенеративным правым сдвигом, тромбоцитоз, СОЭ 66 мм/ч, СРБ — 8,97 мг/л.

Отсутствие системного воспаления позволило выполнить этапное оперативное лечение. На 17-й нед. после удаления протеза и проведения костной аллопластики было выполнено реэндо-

протезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом Zimmer Wagner 225/Continuum с установкой аугмента.

Доступом по прежнему операционному рубцу в проксимальной трети правого бедра были рассечены кожа, подкожная клетчатка, фасция, мобилизованы рубцы. Остро мобилизована область вертлужной впадины. Визуализирована металлическая сетка и винты.

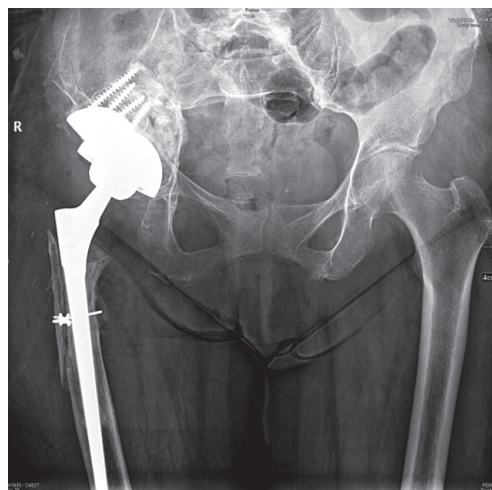
Конструкции были удалены без технических трудностей. Под сеткой определялся плотно спаянный с костным ложем массив костного аллотрансплантата с ровной поверхностью. Кусачками были взяты фрагменты из данной зоны для гистологического исследования. Затем визуализирована седалищная кость как нижняя точка опоры. Верхняя точка опоры верифицирована в области крыла подвздошной кости на расстоянии 76–78 мм от седалищной кости. Вертлужная впадина была обработана последовательно с 54 мм, ориентируясь на истинный центр ротации, с периодическим включением режима реверса, до 62 мм. При этом избегали медиализации, максимально сохраняя костную пластику.

Ацетабулярная впадина Continuum 62 с аугментом 62/20 протестирована, причем аугмент на половину длины имплантировали в верхнюю сферу дефекта с импакцией костной ткани. Расклинивание между точками опоры расценено как достаточное. Аугмент был последовательно фиксирован тремя шурупами: диаметр первого шурупа — 50 мм, двух других — 60 мм, после чего в промежуток между седалищной костью и аугментом имплантирован ацетабулярный компонент Zimmer Continuum размером 62 мм с фиксацией к аугменту цементом и дополнительной фиксацией одним винтом 50 мм. Погружение впадины достаточное. Фиксация удовлетворительная. Установлен полиэтиленовый вкладыш 36 мм под головку бедренной кости.

Далее проксимальный конец бедренной кости был выведен в рану. Визуализирован бедренный канал, иссечены рубцы. Костная ткань в верхней трети была оценена как достаточно плотная, кровоточила. Сверлами был расширен бедренный канал и произведена имплантация бедренной ножки размером 14/225. Головка эндопротеза –3,5/36 зафиксирована на бедренном компоненте. Эндопротез собран в ране, проверен объем движений. Объем движений признан достаточным. Через контрапертуру к ложу эндопротеза подведена хлорвиниловая дренажная трубка. Были наложены послойные швы на рану викрилом, внутрикожные швы, асептическая повязка. Сделаны послеоперационные контрольные рентгенограммы (рис. 4).

Отдаленный результат был оценен спустя 10 мес. на заочной консультации по телефону.

Пациентка отказалась проходить очный осмотр, мотивируя это отсутствием болевого синдрома. Пациентка сообщила, что ходит при помощи костыля с полной нагрузкой на правую нижнюю конечность, используя компенсатор длины конечности высотой 2 см. При ходьбе болевой синдром в области правого тазобедренного сустава оценен пациенткой по ВАШ в 3 балла. В заполнении опросника Харрисона помогал врач ортопед-травматолог по месту жительства: результат оценен как удовлетворительный (78 баллов).



**Рис. 4.** Контрольная рентгенограмма таза после выполнения операции в прямой проекции: тотально замещенный эндопротезом тазобедренный сустав с использованием одного стандартного аугмента (Zimmer), фиксированного тремя винтами. Чашка Continuum имплантирована по технологии press-fit, дополнительно фиксирована одним винтом. Ножка Zimmer Wagner 225

**Fig. 4.** Control pelvis x-ray postoperatively in AP view: total hip replacement with one standard augment (Zimmer) fixed by three screws. Press-fit placement of Continuum cup and additional fixation by one screw. Wagner 225 femoral stem (Zimmer)

### Обсуждение

Серия выполненных оперативных вмешательств была направлена на сохранение костной ткани, а также уменьшение количества металлоконструкций.

В данной ситуации были возможны следующие варианты:

А. Реэндопротезирование с использованием стандартных аугментов Zimmer. Минусы: пришлось бы использовать некую сборную конструкцию без гарантий какой-либо стабильности при опоре на конечность.

Б. Изготовление с использованием 3D-технологий индивидуальной конструкции для запол-

нения дефекта. Минусы: риск инфицирования, а при микроподвижности конструкции — массивный металлоз.

Выбранная методика представляется в данном случае единственным вариантом решения проблемы. При сохранении опоры удалось свести к минимуму использование металлических компонентов для замещения дефекта костной ткани вертлужной впадины. Это является весомым прогностически положительным фактором, поскольку минимизирует риск развития металлоза, снижает вероятность инфицирования и расширяет возможности при последующих реэндопротезированиях.

Следует отметить, что недостатки есть и у выбранной методики. Прежде всего, это отсутствие уверенности на первом этапе, что аллокость полностью перестроится. Из литературных источников известно, что в случае, если объем пересаженной аллокости превышает 6 см<sup>3</sup>, то перестройка трансплантата протекает медленнее, чем при меньших объемах имплантированной аллокости [16]. Прочностные свойства аллокости в этом периоде времени имеют большое значение, поскольку основной механизм замещения в случае крупного дефекта — остеокондуктивный остеогенез, при котором замещение вновь образованной костью идет от периферии к центру дефекта за счет оппозиционного роста костной ткани. По данным Т.А. Кулябы с соавторами, на границе с аллокостью происходит поверхностное врастание соединительной ткани и сосудов в костную ткань трансплантата с частичной его перестройкой в костную ткань. Основная масса губчатого аллотрансплантата остается без изменений даже спустя 54 мес. после операции [17]. Для оптимизации процесса перестройки аллотрансплантатов используется сочетание их с тромбоцитами, обогащенными фибрином (PRF). PRF-технологии позволяют получить в концентрированной форме аутологичные факторы роста, которые способствуют формированию очагов остеогенеза не только на периферии, но и по всему массиву аллотрансплантата. В результате при данной комбинации происходит более полная перестройка аллотрансплантата на всем протяжении [18, 19].

Кроме вопросов, связанных с перестройкой аллокости, при данной методике возникают серьезные неудобства для пациента: от 3 до 12 мес. нижняя конечность не является опорной и передвижение возможно только с костылями либо с ходунками [20, 21]. Однако у пациентов более молодого возраста (до 55 лет) данная тактика реэндопротезирования возможна как вариант решения проблемы [22, 23]. В неосложненных клинических ситуациях, например, при первичном эндопротезировании с замещением дефекта костной ткани, оперативное вмешательство возможно в один этап [24, 25].

Существующие методики реэндопротезирования дают хорошие результаты при относительно небольших сроках наблюдения. Однако в среднесрочной перспективе вновь появляются зоны остеолита вокруг имплантата, что ведет к утрате его стабильности и повторным ревизионным операциям. К сожалению, каждое последующее вмешательство неизбежно влечет за собой нарастание дефицита костной ткани, развитие рубцово-дистрофических изменений в мышцах области оперированного сустава и повышает риск инфекционных осложнений. Представленный клинический пример свидетельствует о том, что выполнение аллопластики костной тканью в сочетании с PRF-технологией является альтернативой установке массивных металлоконструкций области вертлужной впадины. При использовании сочетания аллопластики и PRF-технологии снижается риск инфицирования объемного имплантата, возникновения металлоза окружающих тканей, а также расширяются возможности дальнейшего реэндопротезирования.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

#### Литература / References

1. Lachiewicz P.f., Soileau E.S. Tantalum components in difficult acetabular revisions. *Clin Orthop Relat Res.* 2010. 468(2):454-458. DOI: 10.1007/s11999-009-0940-5.
2. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty.* 1994;9(1):33-44.
3. Тихилов Р.М., Цыбин А.В., Сивков В.С., Гончаров М.Ю., Сементковский А.В., Малыгин Р.В. Сравнительная характеристика различных методик ревизионной артропластики при асептической нестабильности вертлужного компонента эндопротезов тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2007;(1):5-11. Tikhilov R.M., Tsybin A.V., Sivkov V.S., Goncharov M.Yu., Smentkowsky A.V., Malygin V.R. [Comparative characteristics of different methods of revision arthroplasty with aseptic instability of the acetabular component in hip arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2007;(1):5-11. (in Russian).
4. Amstutz H.C., Le Duff M.J., Johnson A.J. Socket position determines hip resurfacing 10-year survivorship. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(11):3127-3133. DOI: 10.1007/s11999-012-2347-y.
5. Meehan J., Jamali A.A., Nguyen H. Prophylactic Antibiotics in hip and Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(10):2480-2490. DOI: 10.2106/JBJS.H.01219..
6. Uchiyama K., Takahira N., Fukushima K., Moriya M., Yamamoto T., Minegishi Y., Sakai R., Itoman M., Takaso M. Two-stage revision total hip arthroplasty for periprosthetic infections using antibiotic-impregnated cement spacers of various types and materials. *Scientific*

- World Journal*. 2013;2013:147248.  
DOI: 10.1155/2013/147248.
7. Ehrenfest D.M., Bielecki T., Mishra A., Borzini P., Inchingolo F., Sarmartino G., Rasmusson L., Everts P.A. In search of a consensus terminology in the field of platelet concentrates for surgical use: plateletrich plasma (PRP), platelet-rich fibrin (PRF), fibrin gel polymerization and leukocytes. *Curr Pharm Biotechnol*. 2012;13(7):1131-1137.
  8. Kirilova I.A., Sharkeev Yu.P., Podorozhnaya V.T., Popova K.S., Uvarkin P.V. Structural and functional studies of bioobjects prepared from femoral heads In: AIP Conference Proceedings 5. Proceedings of the 5th International Scientific Conference „New Operational Technologies“. 2015;1688(1):030005.  
DOI: 10.1063/1.4936000.
  9. Кирилова И.А., Шаркеев Ю.П., Подорожная В.Т., Попова К.С., Уваркин П.В., Фомичев Н.Г. Изучение морфологии срединных распилов головки бедренной кости. *Успехи современного естествознания*. 2015;8:58-61.  
Kirilova I.A., Sharkeev Yu.P., Podorozhnaya V.T., Popova K.S., Uvarkin P.V., Fomichev N.G. [The study of the morphology of the median cuts the femoral head]. *Uspekhi sovremenogo estestvoznaniya* [The success of modern science]. 2015;8:58-61. (in Russian).
  10. Физический статус пациентов по классификации ASA (American Society of Anesthesiologists). Режим доступа: <http://anest-rean.ru/asa/>.
  11. Morgan G.E., Michail M.S., Murray M.J. Clinical Anesthesiology, 4<sup>th</sup> Ed. Lange Medical Books. McCraw-Hill, 2006.
  12. CDC NNIS System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) system report, data summary from January 1992 to June 2003, issued August 2003. *Am J Infect Control*. 2003;31:481-498.
  13. Jeong M., Kim H.J., Lim S.J., Moon Y.W., Park Y.S. Revision total hip arthroplasty using tantalum augment in patients with paprosky III or iv acetabular bone defects: A minimum 2-year follow up study. *Hip Pelvis*. 2016;28(2):98-103. DOI: 10.5371/hp.2016.28.2.98.
  14. George D.A., Gant V., Haddad F.S. The management of periprosthetic infections in the future: A review of new forms of treatment. *Bone Joint J*. 2015;97-B(9):1162-1169. DOI: 10.1302/0301-620x.97b9.35295.
  15. Анастасиева Е.А., Садовой М.А., Воропаева А.А., Кирилова И.А. Использование ауто- и аллотрансплантатов для замещения костных дефектов при резекциях опухолей костей (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(3): 148-155. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155.  
Anastasiyeva E.A., Sadovoy M.A., Voropaeva V.V., Kirilova I.A. Reconstruction of bone defects after tumor resection by autoand allografts (review of literature). *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):148-155. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155.
  16. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Бовкис Г.Ю., Кройтору И.И., Румакин В.П. Костная аллопластика при ревизионном эндопротезировании коленного сустава: гистологическая характеристика структурного трансплантата через 54 месяца после имплантации. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4):122-130. DOI:10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130.  
Kuliaba T.A., Kornilov N.N., Bovkis G.Y., Croitoru I.I., Rumakin V.P. Bone allografting in revision knee arthroplasty: histological characteristics of structural allografts 54 months follow up. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(4):122-130. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130.
  17. Movahedian Attar B., Naghdi N., Etemadi Sh.M., Mehdizadeh M. Chin symphysis bone, allograft, and platelet-rich fibrin: Is the combination effective in repair of alveolar cleft? *J Oral Maxillofac Surg*. 2017;75(5): 1026-1035. DOI: 10.1016/j.joms.2016.12.026.
  18. Коротких Д.В., Парфенова А.А. Удар по кризису — А-PRF. *Dental Magazine*. 2015;141(9):60-63.  
Korotkih D.V., Parfenova A.A. [A blow to the crisis — A-PRF]. *Dental Magazine*. 2015;141(9):60-63. (in Russian).
  19. Duncan W.W., Hubble M.J., Howell J.R., Whitehouse S.L., Timperley A.J., Gie G.A. Revision of the cemented femoral stem using a cement-in-cement technique: a five- to 15-year review. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(5):577-582. DOI: 10.1302/0301-620X.91B5.21621.
  20. Carpenter M.G., Frank J.S., Adkin A.L., Paton A., Allum J.H. Influence of postural anxiety on postural reactions to multi-directional surface rotations. *J Neurophysiol*. 2004;92(6):3255-3265.  
DOI: 10.1152/jn.01139.2003.
  21. Haidukewych G.J., Rothwell W.S., Jacofsky D.J., Torchia M.E., Berry D.J. Operative treatment of femoral neck fractures in patients between the ages of fifteen and fifty years. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A(8): 1711-1716.
  22. Macnicol M.F., Lo H.K., Yong K.F. Pelvic remodelling after the Chiari osteotomy. A long-term review. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(5):648-654.
  23. Чарчян А.Г., Арутюнян Г.Р., Гюлзаян Г.Г., Бахтамян Г.А., Бдоян Г.А., Маргарян А.С. Пластика обширных костных дефектов вертлужной впадины при ревизионных артропластиках. *Медицинский вестник Эребуни*. 2006;27(3):87-89.  
Charchyan A.G., Arutyunyan G.R., Gyulzadyan G.G., Bakhtamyan G.A., Bdoyan G.A., Margaryan A.S. [Plasty of extensive bone defects of the acetabulum in revision arthroplasty]. *Meditsinskii vestnik Erebuni* [Medical Journal Ereboun]. 2006;27(3):87-89. (in Russian).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Павлов Виталий Викторович — д-р мед. наук, заведующий отделением травматологии и ортопедии № 2, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

Кирилова Ирина Анатольевна — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель научно-исследовательского отдела ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Vitaliy V. Pavlov — Dr. Sci. (Med.), Head of the Traumatology and Orthopedics Department N 2, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

Irina A. Kirilova — Dr. Sci. (Med.), Head of the Research Department, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Ефименко Максим Владимирович* — врач травматолог-ортопед ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Базлов Вячеслав Александрович* — врач травматолог-ортопед ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Мамуладзе Тариэл Зурабович* — врач травматолог-ортопед ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Maxim V. Efimenko* — Orthopedic Surgeon, Department of Traumatology and Orthopedics N 2, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Vyacheslav A. Bazlov* — Orthopedic Surgeon, Department of Traumatology and Orthopedics N 2, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Tariel Z. Mamuladze* — Orthopedic Surgeon, Department of Traumatology and Orthopedics N 2, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

# Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки (обзор литературы)

О.В. Рикун, В.В. Хоминец, А.О. Федотов

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны РФ  
ул. Академика Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, 194044, Россия

## Реферат

Представлен анализ зарубежных и отечественных научных публикаций последних лет, посвященных проблеме лечения пострадавших с разрывами передней крестообразной связки коленного сустава. Этот вид повреждения по-прежнему остается ведущей патологией коленного сустава, возникающей в результате спортивных травм, значимо влияющих на его функцию и требующих своевременной реконструктивно-восстановительной хирургической коррекции. Качественно новым этапом развития лечения данной категории пациентов является биомеханически обоснованная однопучковая анатомическая реконструкция передней крестообразной связки с применением изометрично расположенного аутотрансплантата.

**Ключевые слова:** разрыв передней крестообразной связки, хроническая нестабильность коленного сустава, реконструкция передней крестообразной связки.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-134-145

## Modern Trends in Surgical Treatment of Patients with ACL Ruptures (Literature Review)

O.V. Rikun, V.V. Khominets, A.O. Fedotov

Kirov Military Medical Academy  
6, ul. Akademika lebedeva, St. Petersburg, 194044, Russian Federation

## Abstract

The authors conducted an analysis of national and foreign scientific publications dedicated to the problems in treatment of patients with ruptures of the anterior cruciate ligament of the knee joint. The results of the analysis demonstrated that such lesions still remain the key knee pathology resulting from sports injuries that significantly affect knee function and require timely reconstructive surgical correction. Based on the study the key areas of improvement in treatment for mentioned category of patients have been identified. This is the biomechanically justified single bundle anatomical ACL reconstruction which is currently widely applied in the clinical practice by using of an isometrically located autograft. Such technique represents a radically new stage in the development of treatment methods for young and middle-aged patients with high functional demands.

Рикун О.В., Хоминец В.В., Федотов А.О. Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4): 134-145. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-134-145.

Cite as: Rikun O.V., Khominets V.V., Fedotov A.O. [Modern Trends in Surgical Treatment of Patients with ACL Ruptures (Literature Review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of russia]. 2017;23(4):134-145. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-134-145.

Федотов Алексей Олегович. Ул. Боткинская, д. 13, Санкт-Петербург, 194044, Россия / Alexey O. Fedotov. 13, ul. Botkinskaya, St. Petersburg, 194044, Russian Federation; e-mail: alexfedot83@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 14.05.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 16.06.2017.

**Keywords:** anterior cruciate ligament rupture, chronic knee instability, anatomical ACL reconstruction.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-134-145

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

Разрывы передней крестообразной связки (ПКС), характерные для лиц молодого возраста, ведущих активный образ жизни, часто непосредственно связаны с занятиями спортом и профессиональной подготовкой военнослужащих [1–3].

Частота повреждений ПКС среди мужского населения США, по данным 2016 г., составляет 0,82%. При этом наиболее часто страдают мужчины в возрасте 19–25 лет, у которых она может быть на порядок выше [4]. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к росту количества выполняемых реконструкций и числа научных публикаций, посвященных углубленному изучению нормальной и патологической анатомии, биомеханики коленного сустава и новым подходам к коррекции его нестабильности [5]. За последние три года только в двух международных журналах, специализирующихся в области спортивной травматологии (*Arthroscopy* и *American Journal of Sports Medicine*), на эту тему опубликовано более 200 статей [6].

Значение функциональной несостоятельности передней крестообразной связки определяется грубым нарушением биомеханики, а также внутренней незащищенностью коленных суставов от стрессовых воздействий и хронических перегрузок, ведущих к неустойчивости конечности и раннему развитию гонартроза. Современные методы диагностики позволяют своевременно выявлять разрывы ПКС и выполнять раннюю хирургическую стабилизацию суставов. Коррекция нестабильности в течение первых 3–6 мес. после травмы способна предупредить ее переход в хроническую стадию с вторичными повреждениями менисков, суставного хряща и внесуставных капсульно-связочных структур [1, 4].

Снижение функциональных резервов нестабильного коленного сустава и повышенная уязвимость его к вторичным повреждениям вызывает с первых дней после травмы необходимость строгого контроля нагрузки и отказа от занятий физической подготовкой и спортом. Для молодых людей, ведущих активный образ жизни, такой режим принципиально неприемлем. В силу этого большинство из них предпочитает хирургическое лечение в ранние сроки после травмы, не дожидаясь развития хронической нестабильности, которую с современных позиций следует рассматривать как осложнение. Отсрочка операции либо отказ от нее ведут к повторным повреждениям сустава,

значимо ухудшающим общий прогноз лечения, перспективы занятия спортом и возможности карьерного роста [3].

Несмотря на известные преимущества прямого восстановления ПКС, в хирургическом лечении пациентов с ее разрывами всецело доминирует принцип реконструкции разорванной связки. Прямому сращению разорванной ПКС обычно препятствует диастаз между ее концами, который благодаря его заполнению кровяным сгустком отсутствует при повреждениях находящейся в тесной связи с капсулой сустава медиальной коллатеральной связки. При внутрисуставных разрывах ПКС этот сгусток вымывается синовиальной жидкостью, что ведет к исчезновению необходимого для сращения материального субстрата. Если удастся избежать формирования диастаза путем качественного шва связки при определенном типе разрывов, то возникают предпосылки к ее прямому сращению [7, 8]. Однако таких разрывов ПКС в общей массе ее повреждений немного, предпочтение обычно отдается ее первичной реконструкции [9, 10].

Перспективной выглядит не столько тема прямого восстановления totally разорванной связки, сколько сбережение ее сохранившихся остатков при так называемом «гибридном восстановлении» у пациентов с неполными разрывами ПКС. При этом функционально состоятельные группы пучков могут сохраняться и укрепляться проводимым в непосредственной близости с ними трансплантатом [11]. Наиболее простой и доступной в практическом плане выглядит тактика сохранения части связки при проведении ее полноценной реконструкции через стабильное основание дистальной культы, часто фиксированной рубцами к задней крестообразной связке, сохраняющей механорецепторы и являющейся одним из важных источников реваскуляризации трансплантата [12, 13].

Экспериментальные исследования, проведенные Е. Kondo с соавторами, показали, что такие остатки культы ПКС, циркулярно прилегая к поверхности дистальной части трансплантата, обеспечивают клеточную пролиферацию, регенерацию проприоцептивных элементов и в итоге уменьшают остаточную нестабильность сустава [14]. Но репаративный потенциал ПКС после ее разрыва невысок. К тому же с увеличением времени после травмы происходит его дальнейшее уменьшение [15]. В связи с этим такая тактика

может быть перспективной в основном для пациентов молодого возраста в ранние сроки после травмы [10, 16]. Однако это положение оспаривается M.S. Dhillon с соавторами, которые сравнивали ближайшие результаты клинического применения такой тактики при типичной реконструкции ПКС и не обнаружили ее значимых преимуществ [17].

Ключевым элементом восстановления нормальной стабильности и кинематики поврежденного коленного сустава остается реконструкция его поврежденной ПКС. Итогом клинико-анатомических исследований последних лет, проведенных J. Feagin с соавторами, является осознание необходимости ее строго анатомического воссоздания как основной стабилизирующей структуры сустава в сочетании с проведением по показаниям восстановления других поврежденных элементов и коррекции деформаций, влияющих на исходы лечения [18].

В практическом плане анатомичность реконструкции ПКС определяется двумя основными факторами: во-первых, соответствием мест фиксации трансплантата местам прикрепления нативной связки, во-вторых — изометричностью его положения [19]. Изометричность обеспечивает постоянство степени натяжения трансплантата в любом положении сустава, предотвращая формирование контрактуры и остаточной нестабильности. Сложность выполнения этого требования состоит в особенностях анатомического строения ПКС, определяющего ее функцию. Суть в том, что связка имеет широкую площадь прикрепления при относительно небольшой площади сечения на протяжении полости сустава, позволяющей избежать конфликта в относительно узком и ригидном пространстве межмышцелковой ямки бедренной кости [20]. Исследования E. Triantfyllidi с соавторами, R. Siebold с соавторами и R. Smigielski с соавторами позволили подробно изучить топографическую анатомию ПКС и объяснить этот феномен, приблизившись к решению проблемы. Они выяснили, что после иссечения синовиальной оболочки и фиброзной мембраны форма и структура связки на своем протяжении меняются. На удалении 2–3 мм от мест прикрепления связка приобретает плоскую лентовидную форму шириной от 11,43 до 16,18 мм и толщиной от 2,54 до 3,38 мм без видимого подразделения на хорошо известные описанные ранее передне-медиальный и задне-латеральный пучки [20–22]. В месте прикрепления связки к бедренной кости, именуемой «footprint», отмечено изменение ее структуры. При этом формируется несущий основную нагрузку «core», состоящий из волокон, представляющих собой прямое продолжение связки («среднее вещество»), имеющий подобно ей лентовидную форму

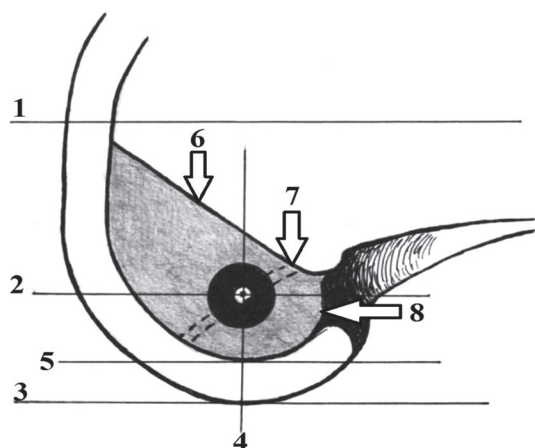
сечения и достаточно ограниченную площадь прикрепления в зоне межмышцелкового гребня латеральной стенки межмышцелковой ямки. Остальная часть области прикрепления связки, в основном по периферии, в задне-верхних ее отделах занята широким веерообразным растяжением волокон, менее значимых в функциональном отношении [23]. Таким образом, в большом по площади «footprint» ПКС на латеральной стенке межмышцелковой ямки, имеющим в среднем размеры 18×11 мм, центр прикрепления главного пучка прямых волокон связки расположен эксцентрично в его передней части, а именно в относительно узкой зоне тотчас кзади и книзу от центра межмышцелкового гребня [24]. Так как прямые волокна несут основную нагрузку и имеют положение, максимально близкое к изометричному, то в практическом плане именно их реконструкция и представляет реальное анатомическое однопучковое воссоздание ПКС [22, 24].

До последнего времени анатомической называли лишь двухпучковую реконструкцию ПКС, соответствовавшую классическому представлению о топографической анатомии нативной связки. Это имело веское основание, так как традиционная однопучковая пластика конца XX в. ориентировалась главным образом на восстановление только ее основного передне-медиального пучка. Вполне естественно, что при этом далеко не всегда удавалось приемлемо стабилизировать сустав. H. Bjornsson с соавторами, анализируя отдаленные результаты таких операций, в ходе мануального тестирования пациентов в 49% выявили спонтанный передний подвывих латерального мыщелка большеберцовой кости, именуемый в англоязычной литературе положительным «pivot-shift» симптомом, характеризующим остаточную передне-латеральную ротационную нестабильность сустава [25]. Однако в результате проведенных в последнее время биомеханических исследований было доказано, что, располагая трансплантат в центре «footprint» пучка прямых волокон связки, можно получить ее анатомическую однопучковую реконструкцию, которая в функциональном отношении не уступает классической двухпучковой анатомической пластике, а в отношении технической простоты и доступности значительно ее превосходит [26, 27].

Ключевой этап такой однопучковой анатомической реконструкции представляет собой локализацию точки введения направляющей спицы при формировании бедренного канала для трансплантата ПКС на латеральной стенке межмышцелковой ямки [28, 29]. Основными ориентирами, представленными на рисунке, являются: линия Blumensaat, соответствующая на рентгенограммах в боковой проекции «крыше» межмышцелковой



ямки бедренной кости; граница гиалинового хряща медиальной поверхности латерального мыщелка; остатки прикрепления или «footprint» оригинальной связки и латеральный межмыщелковый гребень, представляющий собой зону прикрепления несущих основную нагрузку прямых волокон.



**Рис.** Схема расположения внутрисуставного отверстия канала на латеральной стенке межмыщелковой ямки бедренной кости при анатомической однопучковой реконструкции ПКС:  
 1 — ось диафиза бедренной кости;  
 2 — горизонтальная линия латеральной стенки межмыщелковой ямки;  
 3 — горизонтальная линия латерального мыщелка большеберцовой кости;  
 4 — вертикальная линия латеральной стенки межмыщелковой ямки;  
 5 — нижняя граница латеральной стенки межмыщелковой ямки по краю гиалинового хряща;  
 6 — верхняя граница латеральной стенки (линия Blumensaat);  
 7 — межмыщелковый гребень латеральной стенки межмыщелковой ямки;  
 8 — задняя граница латеральной стенки межмыщелковой ямки (область «over-the-top»)

**Fig. 1.** The location of intraarticular tunnel on the lateral wall of intercondylar notch of femur during anatomical single bundle ACL reconstruction:  
 1 — axis of femur diaphysis;  
 2 — horizontal line of the lateral wall of intercondylar notch;  
 3 — horizontal line of the lateral condyle of tibia;  
 4 — vertical line of the lateral wall of intercondylar notch;  
 5 — lower border of the lateral wall of intercondylar notch along the hyaline cartilage margin;  
 6 — upper border of the lateral wall (Blumensaat line);  
 7 — intercondylar ridge of the lateral wall of the intercondylar notch;  
 8 — posterior border of the lateral wall of intercondylar notch (“over-the-top” area)

Этот процесс требует панорамного обзора, охватывающего всю стенку, и лучше всего достигается через основной передне-медиальный артроскопический портал. При артроскопии измерения проводят в стандартном для операций на коленном суставе — в положении 90° сгибания, руководствуясь такими ориентирами, как границы края хрящевой поверхности мыщелка, а также линия Blumensaat. Однако, так как это положение отличается от классического положения полного разгибания голени, принятого в топографической анатомии, эти ориентиры меняют свое название. Верхняя граница латеральной стенки межмыщелковой ямки становится задней, задняя граница нижней, а нижняя граница передней. В поисках положения бедренного канала для трансплантата на латеральной стенке межмыщелковой ямки анатомических препаратов в лабораторных условиях, авторы в основном используют расчетный метод визуального измерения. При этом J.H. Bird с соавторами, A.D. Davis с соавторами, С.К. Schillhammer с соавторами и Н. Ху с соавторами рекомендуют первоначально ориентироваться на остатки проксимальной культы связки и латеральный межмыщелковый гребень [29–32]. Их анатомические исследования показали, что, несмотря на существенную индивидуальную вариабельность коленных суставов разных пациентов, практически всегда можно определить зону приемлемого расположения точки введения направляющей спицы. При расчетном методе используют координаты в виде условно проведенных перекрещенных под прямым углом линий: одной — горизонтальной, параллельной продольной оси диафиза бедра, второй — вертикальной от крайней нижней точки мыщелка до линии Blumensaat. В положении сгибания коленного сустава под прямым углом горизонтальная линия расположена параллельно суставной поверхности мыщелков большеберцовой кости. Расчеты ведут от границы суставного хряща латерального мыщелка бедренной кости. За нулевые точки принимают его задний и нижний края. При этом центр канала располагается на середине горизонтальной линии с допустимым отклонением в передне-заднем направлении  $\pm 10\%$ . Уровень пересечения этой линии с вертикальной линией располагается также по середине между нижней нулевой точкой, соответствующей нижнему краю мыщелка, и линией Blumensaat [30–33]. J.H. Bird с соавторами с учетом эксцентричности положения трансплантата в цилиндрическом канале и его тенденцией к переднему смещению при функциональной нагрузке рекомендуют располагать центр формируемого бедренного канала на горизонтальной линии, несколько кзади от середины — на 43% от нулевой точки заднего края мыщелка и на вертикальной линии на расстоянии, равном

радиусу бедренного канала +2,0 мм от нулевой точки нижнего края мыщелка [30]. С.К. Schillhammer с соавторами в целом согласны с ними, но советуют располагать его на 0,5 мм выше [32]. В этих случаях при формировании цилиндрического канала диаметром 8–10 мм расстояние от нижнего края мыщелка до точки введения направляющей спицы должно составлять 6,0–7,5 мм. А.Д. Davis с соавторами упростили поиск анатомического центра бедренного канала, рекомендовав его среднее унифицированное положение на высоте  $8,7 \pm 0,6$  мм от нулевой точки вертикальной линии и на  $11,5 \pm 1,3$  мм кпереди от нулевой точки горизонтальной линии. В этом варианте центр анатомического бедренного канала смещается несколько вверх, к межмышцелковому гребню, что в целом соответствует современной тенденции максимального приближения места фиксации трансплантата при анатомической однопучковой реконструкции ПКС к месту прикрепления прямых волокон оригинальной связки [31]. При выполнении исследований на анатомических препаратах в лабораторных условиях этот процесс не представляет больших сложностей. По другому обстоит дело при выполнении артроскопии в клинических условиях, когда интраоперационное обследование сопряжено с рядом дополнительных технических трудностей, связанных с поиском и измерением ориентиров в полости сустава. В подтверждение этому А.Д. Davis с соавторами отмечают, что, по данным проведенного ими исследования, погрешность в расчетном эндоскопическом определении искомой точки разными хирургами достигала 4,5 мм, и это делает его недостаточно надежным при значимом увеличении продолжительности операции. Как альтернативу расчетному методу, упрощающую данный процесс, рассматривают применение специальных направляющих устройств — так называемых направителей [31]. В качестве ориентира при введении такого направителя в полость сустава в большинстве случаев используют вырезку, располагающуюся в заднем отделе сустава за проксимальным краем латерального мыщелка бедренной кости, именуемую зоной «over-the-top». Стандартный офсет направляющих устройств, изготовлявшихся в последние годы, имеет размеры от 4 до 7 мм, указывая расположение места проведения направляющей спицы в области прикрепления передне-медиального пучка ПКС. Однако с внедрением в практику анатомической однопучковой реконструкции ПКС изменилось и требование к этим направляющим устройствам, состоящее в удлинении офсета. А.Д. Davis с соавторами для анатомической однопучковой реконструкции ПКС с современных позиций анатомического расположения бедренного канала еще допускают применение стандартного

направителя Stryker с офсетом 7 мм при высоте расположения искомой точки по вертикальной линии на расстоянии 8,5 мм от нулевой отметки [31]. Но М. Herbolt с соавторами уже сообщили о применении для этих целей направителя Karl Storz с офсетом 9 мм, позволяющим более корректно располагать однопучковый анатомический трансплантат на латеральном мыщелке бедренной кости, еще больше смещая его кпереди [26].

Ж.Н. Bird с соавторами и Е. Triantfyllidi с соавторами не беспочвенно полагают, что, учитывая техническую сложность и длительность таких измерений, в практической работе для приемлемого позиционирования бедренного туннеля в ходе операции вне зависимости от техники его формирования снаружи внутрь сустава (outside-in) либо из сустава наружу (inside-out) бывает достаточно прямой артроскопической визуализации костных ориентиров. Существует спорное мнение о том, что смещение канала в передне-заднем направлении в пределах до 4,5 мм значительно не сказывается на результатах операций в целом, но при этом желательнее смещение формируемого канала кзади от идеальной точки центра «imprint» связки в пределах 10% по воображаемой горизонтальной линии [20, 30]. По мнению S.M. Lee с соавторами, именно это небольшое смещение кзади положения трансплантата при однопучковой реконструкции ПКС является наиболее анатомичным и изометричным и связано с неизбежным эксцентричным расположением трансплантата в бедренном канале при восстановлении кинематики коленного сустава в послеоперационном периоде [34]. В то же время данный «упрощенный» подход в реконструкции ПКС находится в прямой зависимости от человеческого фактора и оправдан в применении лишь достаточно опытными и технически подготовленными артроскопическими хирургами, поскольку погрешность в пределах 4,5 мм при позиционировании трансплантата в действительности не может быть безразличной для биомеханики сустава. С учетом этого в организационном плане следует рассматривать как позитивную тенденцию к выполнению таких операций преимущественно в условиях специализированных отделений. В 2007–2014 гг. в США 72,6% реконструкций ПКС было выполнено специально подготовленными и сертифицированными в области спортивной травматологии и артроскопической хирургии ортопедами [5].

Формирование канала в большеберцовой кости обычно не вызывает больших затруднений, так как легко визуализируется в ходе артроскопии и определяется по обычно сохраняющейся на протяжении длительного времени дистальной культе ПКС и расположенному в поле зрения артроскопа заднему краю переднего рога латерального мениска.

Анатомическое расположение трансплантата ПКС создает условия для нормализации кинематики сустава, но подвергает его нагрузке, соотносимой с той, которую испытывает при стрессовых ситуациях в коленном суставе нативная связка [35–37]. М. Schurz с соавторами через два года после анатомической эндоскопической реконструкции ПКС по методике «all-inside» (все изнутри) сустава отметил разрывы аутотрансплантатов у 12,7% пациентов, что в целом соответствует последним данным о частоте рецидивов нестабильности после подобных операций ведущих зарубежных центров спортивной травматологии, но выше, чем подобные осложнения, обобщенные в национальных регистрах США и Норвегии начала XXI в. [38]. Это обстоятельство побуждает предъявлять повышенные требования к прочности применяемых трансплантатов. Аллотрансплантаты в силу чужеродности биоматериала, подвергнутого стерилизации и консервации, имеют более низкие прочностные качества и длительные сроки перестройки в сравнении с аутотрансплантатами, в связи с чем их применение у лиц молодого возраста, занимающихся спортом, нецелесообразно [39, 40].

На сегодняшний день наиболее популярными аутотрансплантатами для реконструкции ПКС являются сложенное вчетверо сухожилие полусухожильной мышцы, костно-сухожильный трансплантат центральной трети связки надколенника и центральная часть сухожилия четырехглавой мышцы [39, 40]. Несмотря на сохранение титула «золотой стандарт» за костно-сухожильным трансплантатом центральной трети связки надколенника, наибольшую популярность в последние годы приобрел трансплантат четверенного сухожилия полусухожильной мышцы. Увеличение прочности трансплантата находится в прямой зависимости от величины его поперечного сечения, которое при использовании многопучкового монотрансплантата сухожилий полусухожильной и нежной мышц, имеющего цилиндрическую форму, определяется его диаметром [9]. М. R. Boniello с соавторами и Y. Takazawa с соавторами считают, что для обеспечения приемлемой исходной прочности диаметр трансплантата должен быть не менее 8 мм [42, 43]. Увеличение диаметра трансплантата путем формирования гибридных ауто- аллотрансплантатов может повысить его прочность [44]. В то же время значительное увеличение его размеров может в итоге привести к конфликту в ограниченном пространстве межмышечковой ямки бедренной кости, вследствие чего диаметр трансплантата не должен быть бесконтрольным, находясь в границах 8–10 мм [20].

В первые недели и месяцы после операции вплоть до инкорпорации трансплантата в костных

каналах стабильность сустава определяется главным образом состоятельностью узлов его фиксации. Факторами, благоприятствующими этой инкорпорации, считают плотный контакт между трансплантатом и стенками канала, препятствующий проникновению в него синовиальной жидкости [45, 46] и достаточную площадь этого контакта, определяемую глубиной его погружения в канал, которая должна составлять не менее 15 мм. Основными фиксирующими имплантатами являются интерферентные винты и кортикальные подвесные системы с использованием хирургических «пуговиц». В последние пять лет предпочтение отдается интерферентным биокомпозитным винтам и «затягивающим» кортикальным подвесным системам различных производителей, в ряде случаев дополняемых трансканальной фиксацией [47]. При этом каждая из фиксирующих систем имеет свои преимущества и недостатки. Так, костные фрагменты трансплантатов центральной трети связки надколенника и сухожилия четырехглавой мышцы бедра лучше фиксировать интерферентными винтами, а относительно короткий четверенный монотрансплантат сухожилия полусухожильной мышцы — подвесными «затягивающими» кортикальными системами [5].

По мнению большинства специалистов артроскопической хирургии, ранняя неконтролируемая нагрузка, характерная для молодых пациентов, мотивированных на скорейшее возвращение к спорту, является главной причиной разрывов трансплантатов и рецидивов нестабильности суставов. Она не зависит от методик формирования каналов, типа трансплантата и метода его фиксации [48, 49]. Частота рецидивов нестабильности у таких лиц может возрастать до 25–28% [50]. У молодых пациентов, вернувшихся в спорт после реконструкции ПКС, риск разрыва трансплантата ПКС или разрыва связки противоположного сустава в 30–40 раз выше, чем у остальных [51].

На сегодняшний день не существует какой-либо одной бесспорно приоритетной методики реконструкции ПКС, какого-либо сверхпрочного трансплантата или абсолютно надежного фиксатора. В специализированных отделениях госпиталей и клиник всего мира применяют разные методики формирования каналов, используют ауто- и аллотрансплантаты, фиксируемые различными имплантатами. Общими принципами при этом считаются анатомичность реконструируемой связки, изометричность трансплантата, имеющего высокую прочность, простота и техническая доступность хирургического вмешательства, обеспечивающие минимальный риск послеоперационных осложнений [2, 47].

Вторым по значимости после анатомичности реконструкции ПКС направлением в возвращении

утраченной стабильности коленного сустава является восстановление часто сопутствующих ее разрыву повреждений менисков и экстраартикулярных структур капсульно-связочного аппарата, возникших в момент первичной травмы или вследствие его хронической нестабильности [52–54]. Особое значение приобретает их диагностика и оценка влияния при лечении остаточной и рецидивной нестабильности сустава.

При разрывах ПКС часто встречаются повреждения менисков, обусловленные острой или хронической нестабильностью сустава и влияющие на исходы лечения. Наряду с типичными и легко диагностируемыми в ходе артроскопии разрывами тел менисков в среднем и заднем отделах в последнее время особое внимание стали придавать «скрытым» мениско-капсулярным повреждениям задне-медиального угла сустава, носящим название «рамповых разрывов». Так как эта область капсульно-связочного аппарата, включающая помимо медиального мениска глубокую медиальную коллатеральную связку, заднюю косую связку и утолщенный задний отел капсулы сустава, является одним из важных функциональных дублеров поврежденной ПКС, то при таких разрывах происходит увеличение передней трансляции голени и усугубление нестабильности сустава в целом [52]. Эту патологию трудно идентифицировать даже при 3Т-МРТ-исследованиях и в ходе обычной диагностической артроскопии из стандартных передне-боковых порталов. В связи с этим при подозрении на такие повреждения рекомендуют исследовать периферию задних отделов медиального мениска через дополнительный межмышечковый доступ или задне-медиальный портал. По данным X. Liu с соавторами и B. Sonnery-Cottet с соавторами, «рамповые повреждения» встречаются у 16,5–16,6% пациентов преимущественно молодого возраста с хронической нестабильностью суставов, обусловленных застарелыми разрывами ПКС. Они составляют до 40% всех разрывов медиального мениска. При обнаружении этой патологии рекомендуют прибегать к восстановлению поврежденной мениско-большеберцовой связки путем ее фиксации швами к медиальному мениску [53, 55]. Однако в связи с тем, что эти повреждения локализуются в кровоснабжаемой зоне, в определенных условиях они способны к репаративной регенерации. X. Liu с соавторами доказали, что путем только «распинга» и «трифинации», дополняющих реконструкцию ПКС, можно с успехом лечить относительно стабильные «рамповые» разрывы [56].

Мультисвязочные повреждения коленного сустава, обычно сопровождающие вывихи голени и имеющие яркую и характерную клиническую картину, всегда являлись предметом особого вни-

мания и требовали индивидуального подхода к хирургическому лечению. На протяжении первой половины XX века в ходе примитивных реконструкций ПКС часто одновременно восстанавливали и поверхностную медиальную коллатеральную связку (МКС). Однако в процессе совершенствования хирургических методик большинство хирургов отказалось от такой комплексной тактики в надежде на универсальное совершенство анатомичного трансплантата ПКС. В то же время проведенные E.J. Mancini с соавторами биомеханические исследования показали, что при функциональном дефиците сросшейся с удлинением МКС при вальгусной нагрузке на сустав возникает чрезмерное стрессовое натяжение трансплантата ПКС, способное привести к удлиняющим деформациям вплоть до разрыва. Это послужило поводом для рекомендации в ряде случаев при сочетанной несостоятельности передней крестообразной и медиальной коллатеральной связок чаще выполнять пластическое восстановление обеих структур [57].

В последнее время в процессе совершенствования реконструкций на первый взгляд изолированных разрывов ПКС, сопровождающихся высокой степенью передне-латеральной нестабильности сустава, акцентируют особое внимание на возможности присутствия «скрытой» сопутствующей патологии передне-латерального отдела его капсульно-связочного аппарата, одним из элементов которого является передне-латеральная связка, описанная Segond еще в конце XIX в. [26]. Практический интерес к этому отделу, включающему помимо нее латеральную коллатеральную связку, прилежащий отдел капсулы и глубокие волокна подвздошно-большеберцового тракта, а также латеральный мениск, впервые начали проявлять еще с 1970-х гг. прошлого столетия. Оперативные вмешательства той поры представляли собой дополнявшие реконструкцию ПКС тенodesы передне-латерального отдела сустава с использованием дистального отдела подвздошно-большеберцового тракта. При соблюдении принципа изометричности в ряде случаев были получены хорошие результаты. Однако в связи с их непостоянством и рядом осложнений связанный в первую очередь с дефектами реконструкции ПКС интерес к этому направлению постепенно пропал. По-видимому, главной причиной тех неудач была попытка с помощью экстраартикулярных операций компенсировать несовершенство применявшихся в те годы методик реконструкций ПКС [58]. Внедрение в широкую клиническую практику новых малоинвазивных эндоскопических методик стабилизации сустава послужило дополнительным поводом для отказа от этих операций. В то же время в ряде европейских клиник успешно продолжали применять эти комплексные реконструкции наряду

с совершенствованием методик пластики ПКС на протяжении последних десятилетий [59].

Неудачные исходы, встречающиеся в условиях применения современных методик эндоскопических реконструкций ПКС начала XXI в. побудили вновь и уже на новом уровне обратиться к изучению патологии передне-латерального отдела коленного сустава и возможностям ее хирургической коррекции [60]. В результате МРТ-исследований было установлено, что у 51–90% пациентов с разрывами ПКС были выявлены различной степени выраженности сопутствующие повреждения этого отдела коленного сустава [61]. В то же время проведенные лабораторные исследования показали, что после стандартных реконструкций ПКС именно с функциональной несостоятельностью передне-латеральных структур сустава может быть в значительной степени связана остаточная ротационная нестабильность коленных суставов. У 7,2–31,9% пациентов с разрывом ПКС, по данным G. Song с соавторами, высокая степень передне-латеральной ротационной нестабильности способна повлиять на исходы ее реконструкции [62]. Эта патология при длительно существующей хронической и особенно рецидивной нестабильности сустава имеет склонность к прогрессированию. Экспериментальные анатомические исследования показали, что при полном рассечении ПКС и передне-латеральных структур сустава, включающих передне-латеральную связку вместе с капсулой сустава и частью глубоких волокон подвздошно-большеберцового тракта, реконструкция только ПКС не позволяет полностью стабилизировать сустав, а в комбинации с передне-латеральным тенodesом может. Анализируя два применяемых ныне вида операций, направленных на коррекцию ротационного компонента передне-латеральной нестабильности, анатомическую реконструкцию передне-латеральной связки с помощью свободного трансплантата и передне-латеральный тенodes с использованием дистального отдела подвздошно-большеберцового тракта, обращают внимание на существующие между ними противоречия. Тенodesы, на практике уже показавшие свои положительные результаты, не являются анатомическими реконструкциями, а теоретически и экспериментально вмешательства на дистальном отделе подвздошно-большеберцового тракта сами по себе могут непредсказуемо изменить биомеханику сустава. В то же время техника активно обсуждаемой в последнее время анатомической реконструкции передне-латеральной связки недостаточно разработана, вследствие чего из-за неизометричности слишком ригидного, чаще всего применяемого трансплантата сухожилия нежной мышцы может возникнуть ротационная контрактура, тугоподвижность и прогрессирование дегенеративно-дистрофических изменений

в латеральном отделе сустава [63]. Изометричное же положение такого свободного трансплантата передне-латеральной связки вступает в противоречие с его анатомичностью и создает дополнительный риск интраоперационного повреждения трансплантата ПКС в канале латерального мыщелка бедренной кости. До недавнего времени рассуждения о целесообразности такой передне-латеральной стабилизации сустава путем анатомической реконструкции передне-латеральной связки носили преимущественно лабораторно-экспериментальный характер и не имели статистически значимого клинического подтверждения [35]. В начале 2017 г. В. Sonnery-Cottet с соавторами сообщили о позитивных результатах проведенного клинического исследования с участием 503 больных. Было установлено, что дополнение реконструкции ПКС анатомической пластикой передне-латеральной связки в 2,5 раза уменьшало частоту разрыва основного трансплантата ПКС по сравнению с его изолированной пластикой трансплантатом ВТВ и в 3,1 трансплантатом счетверенного сухожилия полусухожильной мышцы [53, 54]. В свою очередь, результаты роботизированного анализа F.R. Noyes с соавторами показали, что реконструкция передне-латеральной связки оказывает лишь незначительное влияние на кардинальный для оценки ротационной стабильности коленного сустава «pivot-shift» тест. В связи с этим они рекомендуют воздерживаться от рутинного применения этой операции при первичной реконструкции ПКС, ограничиваясь случаями выраженной нестабильности третьей степени и рецидивной нестабильностью [64].

В то же время еще не проанализированы должным образом результаты клинического применения современных и перспективных анатомических однопучковых реконструкций ПКС, внедренных в клиническую практику в последние годы. Возможно, именно этот вариант реконструкции ПКС поможет решить проблему ротационной послеоперационной остаточной нестабильности коленного сустава и без дополнительных хирургических вмешательств на его капсульно-связочном аппарате [2]. В связи с этим операции на передне-латеральном отделе как дополнение к реконструкции ПКС широкого распространения на сегодняшний день не получили.

Анализ иностранной специальной периодической литературы по спортивной травматологии, изданной за последние два года, показал, что разрывы передней крестообразной связки по-прежнему остаются ведущей патологией коленного сустава, возникающей в результате спортивных травм, значимо влияющих на его функцию и требующей своевременной реконструктивно-восстановительной хирургической коррекции. Главным

элементом восстановления стабильности и кинематики поврежденного коленного сустава является реконструкция его поврежденной ПКС как основной стабилизирующей структуры сустава в сочетании с проведением по показаниям коррекции прочих поврежденных элементов. При этом внедряемая в настоящее время в широкую клиническую практику биомеханически обоснованная однопучковая анатомическая реконструкция ПКС с применением изометрично расположенного аутотрансплантата представляет собой качественно новый этап развития этого направления лечения пациентов молодого и среднего возраста с высокими функциональными запросами.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература / References

1. Хоминец В.В., Рикун О.В., Федоров Р.А., Абрамов Г.Г., Гамолин С.В., Гранкин А.С., Федотов А.О. Значение ранней диагностики в лечении нестабильности коленного сустава у военнослужащих. *Военно-медицинский журнал*. 2015;(3):26-31. Khominets V.V., Rikun O.V., Fedorov R.A., Abramov G.G., Gamolin S.V., Grankin A.S., Fedotov A.O. [An importance of early diagnosis in the course of knee joint instability treatment in military personnel]. *Voyenno-meditsinskiy zhurnal* [Military Medical Journal]. 2015;(3):26-31. (in Russian).
2. Хоминец В.В., Рикун О.В., Шаповалов В.М., Абрамов Г.Г., Гамолин С.В., Гладков Р.В., Федоров Р.А., Шкарупа А.В. Ревизионные реконструкции передней крестообразной связки при передне-латеральной ротационной нестабильности коленного сустава у военнослужащих. *Военно-медицинский журнал*. 2016;(6):24-29. Khominets V.V., Rikun O.V., Shapovalov V.M., Abramov G.G., Gamolin S.V., Gladkov R.V., Fedorov R.A., Shkarupa A.V. [Revision reconstruction of the anterior cruciate ligament with anterolateral lateral rotational instability of the knee joint in the military]. *Voyenno-meditsinskiy zhurnal* [Military Medical Journal]. 2016;(6):24-29. (in Russian).
3. Stewart B.A., Monmaya A.M., Silverstein M.D., Lintner D. The cost-effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in competitive athletes. *Am J Sports Med*. 2017;45(1):23-33. DOI: 10.1177/0363546516664719.
4. Sanders Th.L., Kremers H.M., Bryan A.J., Larson D.R., Dahm D.L., Levy B.A. et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):1502-1507. DOI: 10.1177/0363546516629944.
5. Tibor L., Chan P.H., Funahashi T.T., Wyatt R., Maletis G.B., Inacio M.S.C. Surgical technique trends in primary ACL reconstruction from 2007 to 2014. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(13):1079-1089. DOI: 10.2106/JBJS.15.00881.
6. Lubowitz J.H., Brand J.C., Provencher M.T., Rossi M.J. Systematic reviews keep arthroscopy up to date. *Arthroscopy*. 2016;32(2):237. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.12.002.
7. DiFelice G.S., Villegas Ch., Taylor S.A. Anterior cruciate ligament preservation early results of a novel arthroscopic technique for suture anchor primary anterior cruciate ligament repair. *Arthroscopy*. 2015;31(11):2162-2171. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.08.010.
8. Salzer M.J., Harner Ch.D. The classic from John Feagin and Walton Curl (1976) on the 5-year follow-up of the repair of the isolated tear of the anterior cruciate ligament. Is a role for repair in 2016? *J ISAKOS*. 2016;1(2):116-122. DOI: 10.1136/jisakos-2015-000043.
9. Achtnich A., Herbst E., Forkel Ph., Metzloff S., Sprenger F., Imhoff A.B., Petersen W. Acute proximal anterior cruciate ligament tears: outcomes after arthroscopic suture anchor repair versus anatomic single-bundle reconstruction. *Arthroscopy*. 2016;32(12):2562-2569. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.04.031.
10. Taylor S.A., Khair M.M., Roberts T.R., DiFelice G.S. Primary repair of the anterior cruciate ligament a systematic review. *Arthroscopy*. 2015;31(11):2233-2247. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.05.007.
11. Proffen B.L., Sieker J.T., Murray M.M. Bio-enhanced repair of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*. 2015;31(5):990-997. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.11.016.
12. Song G.Y., Zhang H., Zhang J., Li X., Chen X.Z., Li Y., Feng H. The anterior cruciate ligament remnant: to leave it or not? *Arthroscopy*. 2013;29(7):1253-1262. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.03.078.
13. Zhang Q., Zhang Sh., Cao X., Lin L., Lin Y., Li R. The effect of remnant preservation on tibial tunnel enlargement in ACL reconstruction with hamstring autograft: a prospective randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(1):166-173. DOI: 10.1007/s00167-012-2341-7.
14. Kondo E., Yasuda K., Onodera J., Kawaguchi Y., Kitamura N. Effects of remnant tissue preservation on clinical and arthroscopic results after anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2015;43(8):1882-1892. DOI: 10.1177/0363546515587713.
15. Gao F., Zhou J., He Ch., Ding J., Lou Z., Xie Q. et al. A morphologic and quantitative study of mechanoreceptors in the remnant stump of human anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*. 2016;32(2):273-280. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.07.010.
16. Takahashi T., Kondo E., Yasuda K., Miyatake Sh., Kawaguchi Y., Onodera J., Kitamura N. Effect of remnant tissue preservation on the tendon graft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016;44(7):1708-1716. DOI: 10.1177/0363546516643809.
17. Dhillon M.S., Prabhakar Sh., Bali K. No evidence that remnant-preserving anterior cruciate ligament reconstruction ensure better proprioceptive function than a standard single-bundle reconstruction: a systematic review of randomized controlled trials. *J ISAKOS*. 2016;6:16-20. DOI: 10.1136/jisakos-2015-000036.
18. Feagin J., Hirschmann M., Muller W. Understand, respect and restore anatomy as close as possible! *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(10):2771-2772. DOI: 10.1007/s00167-015-3635-3.
19. Middleton K.K., Muller B., Araujo P.H., Fujimaki Y., Rabuck S.J., Irrgang J.J. et al. Is the native ACL insertion site "completely restored" using an individualized approach single-bundle ACL-R? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(8):2145-2150. DOI: 10.1007/s00167-014-3043-0.
20. Triantfyllidi E., Paschos N.K., Goussia A., Barcoula N.M., Exarchos D.A., Matikas Th.E. et al. The shape and the thickness of the anterior cruciate ligament along its length in relation to the posterior cruciate ligament. *Arthroscopy*. 2013;29(12):1963-1973. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.09.007.

21. Siebold R., Schuhmacher P., Fernandes F., Smigielski R., Fink Ch., Brehmer A., Kirsch J. Flat midsubstance of the anterior cruciate ligament with tibial "C"-shaped insertion site. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3236-3141. DOI: 10.1007/s00167-014-3058-6.
22. Smigielski R., Zdanovich U., Drwiega M., Cizek B., Ciszowska-Lyson B., Siebold R. Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3143-3150. DOI: 10.1007/s00167-014-3146-7.
23. Iriuchishima T., Ryu K., Aizawa Sh., Fu F.H. The difference in centre position in the ACL femoral footprint inclusive and exclusive of the fan-like extension fibers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(1):254-259. DOI: 10.1007/s00167-014-3373-y.
24. Mochizuki T., Fujishiro H., Mahakkanukrauh P., Yasuda K., Muneta T., Akita K. Anatomic and histologic analysis of the mid-substance and fan-like extension fibers of the anterior cruciate ligament during knee motion, with special reference to the femoral attachment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(2):336-343. DOI: 10.1007/s00167-013-2404-4.
25. Bjornsson H., Samuelson K., Sundemo D., Desai N., Sernert N., Rostgard-Christensen L., Karlsson J., Kartus J. A randomized controlled trial with mean 16-year follow-up comparing hamstring and patellar tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016;44(9):2304-2313. DOI: 10.1177/0363546516646378.
26. Herbolt M., Domnik Ch., Raschke M.J., Lenschow S., Forster T., Petersen W., Zantop Th. Comparison of knee kinematics after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction via the medial portal technique with a central femoral tunnel and an eccentric femoral tunnel and after anatomic double-bundle reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016;44(1):126-132. DOI: 10.1177/0363546515611646.
27. Lubowitz J.H. ACL reconstruction: single-bundle versus double-bundle. *Arthroscopy.* 2015;31(6):1197-1198.
28. Королев А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Пилипсон Ж.Ю., Хасаншин М.М., Ильин Д.О. Взаимосвязь положения костных каналов при артроскопической пластике передней крестообразной связки, интраоперационных пожеланий хирурга и антропометрических данных пациента. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1): 85-95. Королев А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Пилипсон Ж.Ю., Хасаншин М.М., Ильин Д.О. [Correlation between tunnel position according to radiological data after acl reconstruction, surgeon's tunnel estimation during surgery and antropometric characteristics of the patient]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1): 85-95. (in Russian).
29. Bird J.H., Carmont M.R., Dhillon M., Smith N., Brown Ch., Thompson P., Sparding T. Validation of a new technique to determine midbundle femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using 3-dimensional computed tomography analysis. *Arthroscopy.* 2011;27(9):1252-1267. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.03.077.
30. Davis A.D., Manaqibwala M.I., Brown Ch., Steiner M.E. Height and depth guidelines for anatomic femoral tunnels in anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study. *Arthroscopy.* 2016;32(6):1098-1105. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.11.031.
31. Schillhammer C.K., Reid J.B., Rister J., Jani S., Marvil S.C., Chen A.W., Anderson C.G., D'Agostino S., Lubowitz J.H. Arthroscopy up to date anterior cruciate ligament anatomy. *Arthroscopy.* 2016;32(1):209-212. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.10.009.
32. Xu H., Zyang Ch., Zhang Q., Du T., Ding M., Wang Y., Fu S.Ch., Hopkins Ch., Yung Sh.H. A systematic review of anterior cruciate ligament femoral footprint location evaluated by quadrant method for single-bundle and double-bundle anatomic reconstruction. *Arthroscopy.* 2016;32(8):1724-1734. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.01.065.
33. Маланин Д.А., Сучилин И.А., Демещенко М.В., Черезов Л.Л. Формирование бедренного тоннеля при артроскопической пластике передней крестообразной связки и использованием референтных анатомических структур межмышечковой ямки. *Травматология и ортопедия России.* 2013;(3):22-28. Malanin D.A., Suchilin I.A., Demeshchenko M.V., Cherezov L.L. [Femoral tunnel formation using reference anatomical structures of the femoral intercondylar space during anterior cruciate ligament reconstruction]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(3):22-28. (in Russian).
34. Lee S.M., Yoon K.H., Lee S.H., Hur D. The relationship between ACL femoral tunnel position and postoperative MRI signal intensity. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(5): 379-387. DOI: 10.2106/JBJS.16.00241.
35. Noyes F.R., Huser L.E., Levy M.S. Rotational knee instability in ACL-deficient knees: role of anterolateral ligament and iliotibial band as defined by tibiofemoral compartment translations and rotations. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(4):306-314. DOI: 10.2106/JBJS.16.00199.
36. Pansard E., Klouche Sh., Vardy G., Greef E., Hardy Ph., Fergusson M., How accurate are anatomic landmarks for femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction? an in vivo imaging analysis comparing both anteromedial portal and outside-in techniques. *Arthroscopy.* 2015;31(5):882-889. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.11.038.
37. Karlsson J., Hirschmann M.T., Becker R., Musahl V. Individualized ACL surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(8):2143-2144. DOI: 10.1007/s00167-015-3690-9.
38. Schurz M., Tiefenboeck Th.M., Winnisch M., Syre S., Plachel F., Steiner G., Hajdu S., Hofbauer M. Clinical and functional outcome of all-inside anterior cruciate ligament reconstruction at a minimum of 2 years follow-up. *Arthroscopy.* 2016;32(2):332-337. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.08.014.
39. Kaeding Ch.C., Pedrosa A.D., Reinke E.K., Huston L.J., Spindler K.P. Risk factors and predictors of subsequent ACL injury in either knee after ACL reconstruction. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1591-1597. DOI: 10.1177/0363546515578836.
40. Litchi D.J., Chacla J., Dean Ch.S., Mitchell J.J., Slette E., Menge T.J., LaPrada R.F. Outcomes and risk factors of revision anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Arthroscopy.* 2016;32(10): 2151-2159. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.04.017.
41. Chee M.Y.K., Chen Y., Pearce Ch.J., Murphy D.P., Hui J.H.P., Krishna L. et al. Outcome of patellar tendon versus for 4-strand hamstring tendon autografts anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of prospective randomized trials.

- Arthroscopy*. 2017;33(2):450-463.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2016.09.020.
42. Boniello M.R., Schwingler P.M., Bonner J.M., Robinson S., Cotter A., Bonner K.F. Impact of hamstring graft diameter on tendon strength: a biomechanical study. *Arthroscopy*. 2015;32(6):1084-1090.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2014.12.023.
  43. Takazawa Y., Ikeda H., Saita Y., Kawasaki T., Ishijima M., Nagayama M. et al. Return to play of rugby players after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft: return to sports and graft failure according to age. *Arthroscopy*. 2017;33(1):181-189.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2016.06.009.
  44. Jacobs C.A., Burnham J.M., Makhni E., Malempati Ch.S., Swart E., Johnson D.L. Allograft augmentation of hamstring autograft for younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2017;45(4):884-891.  
DOI: 10.1177/0363546516676079.
  45. Шаповалов В.М., Рикун О.В., Гладков Р.В., Аверкиев Д.В., Кузьмин А.В. Состояние и перспективы хирургического лечения военнослужащих с патологией коленного сустава в специализированных ортопедотравматологических отделениях. *Военно-медицинский журнал*. 2012;(5):4-12.  
Shapovalov V.M., Rikun O.V., Gladkov R.V., Averkiev D.V., Kuzmin A.V. [Status and prospects of surgical treatment of military personnel with pathology of the knee joint in specialized orthopedic and traumatological departments]. *Voyenno-meditsinskiy zhurnal* [Military Medical Journal]. 2012;(5):4-12. (in Russian).
  46. Суцилин И.А., Маланин Д.А., Краюшкин А.И., Черезов Л.Л., Грунин С.В. Анатомические ориентиры межмышцелковой ямки бедренной кости при пластике передней крестообразной связки. *Вестник ВолгГМУ*. 2012;42(2):63-65.  
Suchilin I.A., Malanin D.A., Krayushkin A.I., Cherezov L.L., Grunin S.V. [Anatomical landmarks of the femoral intercondylar space in anterior cruciate ligament reconstruction]. *Vestnik VolgSMU* [Journal of VolgSMU]. 2012;42(2):63-65. (in Russian).
  47. Прохоренко В.М., Фоменко С.М., Симагаев Р.О. Хирургическое лечение нестабильности коленного сустава (обзор литературы). *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(2):63-71.  
Prokhorenko V.M., Fomenko S.M., Simagaev R.O. [Surgical treatment of knee joint instability (literature review)]. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;(2):63-71. (in Russian).
  48. Smith P.A., Stannard J.P., Pfeiffer F.M., Kuroki K., Bozynski Ch.C., Cook J.L. Suspensory versus interference screw fixation for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction in a translational large-animal model. *Arthroscopy*. 2016;32(6):1086-1097.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2015.11.026.
  49. Thompson S.M., Salmon L.J., Waller A., Linklater J., Roe J.P., Pinczewski L.A. Twenty-year outcome of a longitudinal prospective evaluation of isolated endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon or hamstring autograft. *Am J Sports Med*. 2016;44(12):3083-3094.  
DOI: 10.1177/0363546516658041.
  50. Webster K.E., Feller J.A. Exploring the high reinjury rate in younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016;44(11):2827-2832.  
DOI: 10.1177/0363546516651845.
  51. Wiggons A.J., Grandhi R.K., Schneider D.K., Stanfield D., Webster K., Myer G.D. Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016;44(7):1861-1876.  
DOI: 10.1177/0363546515621554.
  52. Peltier A., Lording T., Maubisson L., Ballis R., Neyret P., Lustig S. The role of meniscotibial ligament in posteromedial rotational knee stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(10):2967-2973.  
DOI: 10.1007/s00167-015-3751-0.
  53. Sonnery-Cottet B., Conteduca J., Thaunat M., Gunepin F., Seil R. Hidden lesions of the posterior horn of the medial meniscus. *Am J Sports Med*. 2014;42(4):921-926. DOI: 10.1177/0363546514522394.
  54. Sonnery-Cottet B. Editorial Commentary: Studying in anterolateral ligament of the knee — have we lost track of our main focus? *Arthroscopy*. 2017;33(3):605-607.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2016.12.008.
  55. Liu X., Feng H., Zhang H., Hong L., Wang X.S., Zhang J. Arthroscopic prevalence of ramp lesion in 868 patients with anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med*. 2011;39(4):832-837.  
DOI: 10.1177/0363546510388933.
  56. Liu X., Zhang H., Feng H., Hong L., Wang X., Song G. Is it necessary to repair stable ramp lesions of the medial meniscus during anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2017;45(5):1004-1011.  
DOI: 10.1177/0363546516682493.
  57. Mancini E.J., Kohen R., Esquivel A.O., Cracchiolo A., Lemos S.E. Comparison of ACL strain in the MCL-deficient and MCL-reconstructed knee during simulated landing in cadaveric model. *Am J Sports Med*. 2017;45(5):1090-1094. DOI: 10.1177/0363546516685312.
  58. Wascher D.C., Lording T.D., Neyret Ph. Extra-articular procedures for the ACL-deficient knee: a state of the art review. *J ISAKOS*. 2016;1(3):174-182.  
DOI: 10.1136/jisakos-2016-000053.
  59. Ferretti A., Monaco E., Ponzio A., Basigliani L., Lorio R., Caperna L., Conteduca F. Combined intra-articular and extra-articular reconstruction in anterior cruciate ligament-deficient knee: 25 years later. *Arthroscopy*. 2016;32(10):2039-2047. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.02.006.
  60. Lubowitz J.H. Editorial Commentary: Knee lateral extra-articular tenodesis. *Arthroscopy*. 2015;31(10):2035.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2015.07.007.
  61. Ferretti A., Monaco E., Fabbri M., Maestri B., DeCarli A. Prevalence and classification of injuries of anterolateral complex in anterior cruciate ligament tears. *Arthroscopy*. 2017;33(1):147-154.  
DOI: 10.1016/j.arthro.2016.05.010.
  62. Song G., Zhang H., Wang Q., Zhang J., Li Y., Feng H. Risk factors associated with grade 3 pivot shift after acute anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. 2016;44(2):362-369.  
DOI: 10.1177/0363546515613069.
  63. Noyes F.R. Editorial Commentary: Lateral extra-articular reconstructions with anterior cruciate ligament surgery: are these operative procedures supported by in vitro biomechanical studies? *Arthroscopy*. 2016;32(12):2612-2615. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.10.004.
  64. Noyes F.R., Huser L., Jurgensmeier D., Wflsh J., Levy M.S. Is anterolateral ligament reconstruction required in ACL-Reconstructed knees with associated injury to the anterolateral structures? A robotic analysis of rotational knee stability. *Am J Sports Med*. 2017;45(5):1018-1027.  
DOI: 10.1177/0363546516682233.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Рикун Олег Владимирович* — канд. мед. наук, доцент кафедры военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Хоминец Владимир Васильевич* — д-р мед. наук, начальник кафедры (начальник клиники) военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Федотов Алексей Олегович* — адъюнкт при кафедре военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Oleg V. Rikun* — Cand. Sci. (Med.), Associated Professor of the Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Vladimir V. Khominets* — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department and Clinic of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Alexey O. Fedotov* — Adjunct, Department and Clinic of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

# Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов (обзор литературы)

А.М. Агеенко, М.А. Садовой, О.В. Шелякина, М.А. Овтин

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Минздрава России  
Ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, 6630091, Россия

## Реферат

Описывается история становления технологии fast-track и ее состояние на сегодняшний день. Анализируются преимущества fast-track в сравнении с другими вариантами реабилитации. Основное внимание уделено опыту применения технологии ускоренной реабилитации при эндопротезировании коленных и тазобедренных суставов в ведущих европейских и американских клиниках.

Описаны протоколы fast-track хирургических центров Дании и Госпиталя специальной хирургии в США. Рассмотрены факторы, определяющие продолжительность пребывания в стационаре после тотальной артропластики тазобедренного и коленного суставов. Оценены предикторы продолжительности пребывания пациентов в стационаре и удовлетворенность больных после операции по замене тазобедренного и коленного суставов. Приведены результаты сравнения частоты развития тромбоэмболических и других осложнений, а также частоты повторных госпитализаций при традиционном методе реабилитации и при fast-track. Рассмотрено применение технологии fast-track при двустороннем эндопротезировании коленного сустава.

Дальнейшие исследования по теме ускорения реабилитации и снижения длительности пребывания пациентов в стационаре после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов должны быть сфокусированы на оптимизации методов купирования боли, особенно после выписки, сбережении крови, восполнении потерь жидкости и укреплении мышц.

Анализ литературы показал, что в нашей стране внедрение протокола ускоренного восстановления после операции эндопротезирования находится на недостаточном уровне. Результаты зарубежных многоцентровых исследований последних лет свидетельствуют о высокой эффективности и безопасности этой методики у различных групп пациентов.

**Ключевые слова:** эндопротезирование тазобедренного сустава, эндопротезирование коленного сустава, ускоренная реабилитация.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-146-155

Агеенко А.М., Садовой М.А., Шелякина О.В., Овтин М.А. Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):146-155. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-146-155.

**Cite as:** Ageenko A.M., Sadovoy M.A., Shelyakina O.V., Ovtin M.A. [Fast-Track Hip and Knee Arthroplasty (Literature Review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):146-155. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-146-155.

Агеенко Александр Михайлович. Ул. Фрунзе, д. 17, Новосибирск, 6630091, Россия / Alexander M. Ageenko. 17, ul. Frunze, Novosibirsk, 630091, Russian Federation; e-mail: AAgeenko@niito.ru

Рукопись поступила/Received: 05.09.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 19.10.2017.

# Fast-Track Hip and Knee Arthroplasty (Literature Review)

A.M. Ageenko, M.A. Sadovoy, O.V. Shelyakina, M.A. Ovtin

*Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
17, ul. Frunze, Novosibirsk, 630091, Russian Federation*

## Abstract

In the present paper the authors discuss the history of fast-track formation, its development and current status. Fast-track advantages in comparison to other rehabilitation options are analyzed. The focus is placed on methods of accelerated rehabilitation after total hip and knee arthroplasty in the leading European and American clinics. Fast-track protocols of surgical centers of Denmark and Hospital for special surgery in the US are described, factors that determine time of hospital stay after total hip and knee arthroplasty are considered, predictors of hospital stay and patients satisfaction after the surgery are examined. The paper reflects the results of the comparison of frequency of thromboembolic and other complications as well as readmission rate after traditional rehabilitation and after fast-track. The paper considers fast-track in bilateral total knee replacement.

The authors conclude that further research on acceleration of rehabilitation and reduction of hospital stay after total hip and knee arthroplasty needs to be focused on the optimization of pain relief, especially after discharge, blood preservation techniques, supplementation of fluids loss and strengthening of muscles.

Literature analysis demonstrated that the implementation of the Protocol for accelerated recovery after joint arthroplasty in Russia is at an insufficient level. Data of foreign multicenter studies during recent years indicate a high efficacy and safety of this technique in different groups of patients.

**Keywords:** hip joint arthroplasty, knee joint arthroplasty, fast-track rehabilitation.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-146-155

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Тема использования технологий ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов актуальна как за рубежом, так и в нашей стране, поскольку эти технологии сочетают в себе эффективность и экономичность. Изучение опыта зарубежных коллег может существенно приблизить к пониманию всех преимуществ существующей технологии fast-track, что, в свою очередь, заложит базу для ее применения в России.

Автором концепции ускоренного восстановления после хирургических вмешательств (в зарубежной литературе — ERAS, fast-track) считается датский анестезиолог-реаниматолог Н. Kehlet, который в 1997 г. провел системный анализ причин осложнений после плановых операций [1]. Он предложил мультимодальный подход, направленный на снижение стрессовых реакций в ответ на хирургическое вмешательство. Однако еще ранее, в 1994 г., R.M. Engelman с соавторами опубликовали исследование 562 пациентов после кардиохирургических вмешательств и ввели термин «fast-track recovery» [2]. Авторами был предложен протокол, который включал предоперационное обучение пациента, раннюю экстубацию, комплекс мер, направленных на скорейшее возобновление

энтерального питания, ускоренную реабилитацию и выписку домой. Применение этого метода позволило уменьшить время пребывания в стационаре и блоке интенсивной терапии без увеличения количества осложнений.

Начиная с 2000 г., количество публикаций по этой тематике росло лавинообразно. В 2001 г. К. Fearon и О. Ljungqvist начали работу по созданию Общества ускоренной реабилитации после хирургических вмешательств (ERAS Society). К настоящему времени этим обществом разработаны руководства для использования протокола fast-track в хирургии грудной стенки, сердца, печени, онкологии головы и шеи и прочих [3–5]. Помимо упомянутых исследований, специалисты уделили пристальное внимание абдоминальной хирургии. Использование концепции fast-track позволило улучшить результаты после обширных вмешательств на пищеварительном тракте [6]. С 2012 г. Общество проводит ежегодные конгрессы, в некоторых странах появились национальные общества ускоренной реабилитации.

В 2015 г. в нашей стране было организовано «Междисциплинарное научное хирургическое общество Фаст Трак» под руководством заведующего кафедрой хирургических болезней РНИМУ им. Н.И. Пирогова академика РАМН И.И. Затевахина, кото-

рое приступило к работе по внедрению в России концепции ускоренного восстановления [7].

Несмотря на то, что изначально основной интерес исследователей был сфокусирован на ускоренном восстановлении после кардиохирургических и абдоминальных операций, область травматолого-ортопедических вмешательств не осталась без внимания. В 2003 г. A.F. Dinah опубликовал работу по ускорению предоперационной подготовки у пациентов с переломом бедренной кости [8]. Однако изучение ускоренной реабилитации началось в том же году с работы S. Kim и соавторов [9]. Они провели мета-анализ 11 исследований, в которых оценивалась эффективность единых клинических подходов к ведению пациентов после тотального эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов. Исследователи обнаружили, что внедрение технологии единых подходов значительно сокращает среднюю продолжительность пребывания пациентов в стационаре. Они также выявили, что эта технология либо уменьшает частоту осложнений, либо, по крайней мере, ее не увеличивает. Однако, хотя сокращение срока пребывания в больнице соответствовало краткосрочным целям ранней реабилитации и ограничению расходов, у исследователей осталось опасение, что ранняя выписка пациентов может привести к нераспознанным периоперационным осложнениям, которые в конечном итоге отрицательно повлияют на долгосрочный результат лечения.

В 2006 г. датские исследователи под руководством Н. Husted привели результаты внедрения протокола ускоренного восстановления на примере университетского госпиталя Hvidovre [10]. В исследование вошли 307 пациентов, которым было выполнено эндопротезирование коленного и тазобедренного суставов. Внедрение протокола fast-track позволило сократить до 3,9 дней среднюю продолжительность пребывания пациентов исследуемой группы в стационаре. Поиску путей безопасного сокращения срока пребывания в стенах госпиталя были посвящены дальнейшие исследования в этой области.

В последние годы достигнут несомненный прогресс в сокращении сроков пребывания пациента в стационаре после эндопротезирования. В исследованиях упоминаются средние сроки в 2–4 дня [11, 12]. Тем не менее, вариабельность сроков госпитализации остается высокой и составляет 5–11 дней [13, 14]. В связи с этим возник вопрос: оправдано ли применение технологии fast-track у всех пациентов, или необходимо тщательно отбирать пациентов для участия в этой программе [15]?

Внедрение протоколов ускоренного восстановления имеет свои особенности реализации в различных стационарах даже одной страны, а тем более, в клиниках разных стран. Эти отличия

обусловлены различной материально-технической базой и особенностями организации системы здравоохранения в разных странах. Однако общие принципы технологии fast-track остаются едиными: информирование пациента на догоспитальном этапе, сохранение оптимального нутриционного статуса перед операцией, использование методик анестезии с минимальным последствием и максимально ранняя активизация пациентов.

Н. Kehlet с соавторами разработали и внедрили протокол ускоренной реабилитации после операции эндопротезирования тазобедренного (ЭТС) и коленного суставов (ЭКС) во всех крупных центрах Дании. В результате проведенной работы крупные датские центры приняли единые принципы периоперативного ведения этой группы пациентов, что благотворно сказалось на результатах лечения [16].

В качестве основного метода анестезии при ЭКС и ЭТС используется спинальная анестезия. Этот метод обеспечивает длительность анестезии, достаточную для выполнения подобных вмешательств и не препятствующую активизации пациента в первые сутки. В конце операции всем пациентам проводится местная инфильтрационная анестезия, которая продолжается в первые сутки болюсным введением препаратов через катетер. Кроме того, проводится упреждающая и послеоперационная анальгезия. Перед операцией используются парацетамол и габапептин, а после операции к ним добавляют НПВС и при необходимости опиоиды.

Особое внимание уделяют поддержанию нормоволемии для профилактики ортостатических коллапсов после операции. После операции переходят на пероральный прием жидкости.

В качестве профилактики тромбозов используется компрессионное белье и низкомолекулярные гепарины через 6–8 ч после операции.

Активизация пациента начинается через 2–6 ч после операции. Физиотерапию начинают на следующий день и проводят 1–2 раза в сутки.

Критериями выписки из стационара являются: способность к самообслуживанию, возможность самостоятельно лечь и подняться с кровати, сесть и подняться с кресла, способность самостоятельно перемещаться со вспомогательными средствами на расстояние как минимум 70 м. Дальнейшие исследования были направлены на совершенствование выработанной схемы.

Исследование эффективности местной инфильтрационной анестезии после ЭТС было проведено Т.Н. Lunn с соавторами [17]. Это проспективное рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование позволило оценить, может ли интраоперационная большеобъемная инфильтрационная анестезия в дополнение к мультимодальной пероральной анальгезии уменьшить

острую послеоперационную боль после ЭТС. Сто двадцать пациентов с односторонним первичным ЭТС были разделены на 2 группы: пациенты основной группы получали анестетик, пациенты группы сравнения (плацебо) — физиологический раствор 0,9%. Мультиmodalный оральный анальгетический режим, включающий назначение продленного ацетаминофена 2 г, целекоксиба 400 мг и габапентина 600 мг, вводили всем до операции. В качестве дополнительного анальгетика назначался оральный оксикодон. Оценка боли была низкой при всех состояниях (ходьба, отдых и сгибание бедра) и не отличалась в группах местного анестетика и плацебо ( $p > 0,05$ ). Потребление оксикодона не различалось между группами ( $p = 0,45$ ). Интраоперационная большеобъемная инфильтрационная анестезия 0,2% ропивакаином не сопровождалась дополнительным уменьшением острой боли после ЭТС в сочетании с мультиmodalным оральным анальгетическим режимом, состоящим из назначения ацетаминофена, целекоксиба и габапентина.

Аспекты послеоперационного обезболивания в протоколе ERAS после ЭКС были рассмотрены L.Ø. Andersen с соавторами [18]. В этом проспективном рандомизированном исследовании изучалось влияние давящей повязки на улучшение анальгезии. Давящая повязка рассматривалась как один из компонентов метода локального инфильтрационного обезболивания большого объема (0,2% ропивакаин, 170 мл) после тотальной артропластики коленного сустава.

Сорок восемь пациентов, перенесших ЭКС, были рандомизированы для наложения компрессионной или некомпрессионной повязки. Оценка боли производилась в течение 24 ч после операции. Боль в состоянии покоя, во время сгибания или при прямом подъеме ноги была ниже в течение первых 8 ч у пациентов с компрессионной повязкой, чем у пациентов с некомпрессионной повязкой при аналогичном (низком) использовании оксикодона и средней длительности госпитализации (3 дня). Таким образом, было рекомендовано использовать компрессионную повязку для улучшения анальгезии после инфильтрационной анестезии при ЭКС.

Кроме совершенствования схемы ускоренной реабилитации, европейские исследователи решали и более масштабные задачи. В Дании было проведено общенациональное исследование для ответа на вопрос: что определяет продолжительность пребывания в стационаре после тотальной артропластики тазобедренного и коленного суставов? В этом перспективном общенациональном исследовании были определены логистические и клинические области, имеющие большое значение для сроков пребывания в стационаре.

Отправным пунктом стало выявление отделений стационаров с короткими и длительными сроками и их оценка. Три отделения с самыми короткими и три с самыми продолжительными сроками госпитализации после ЭТС и ЭКС были идентифицированы на основании Национального реестра пациентов в 2004 г. Для определения факторов, способствующих или препятствующих ранней реабилитации и выписке, были изучены и сопоставлены логистические и клинические подходы. Кроме того, пациенты из этих отделений ответили на вопросы об удовлетворенности своим пребыванием в стационаре, об имеющейся сопутствующей патологии и возрасте. Среднее значение сроков пребывания в стационаре составляло 7,4 и 8 дней после ЭТС и ЭКС соответственно (от 4,5 до 12 дней). Демографические данные пациентов из отделений с самым коротким сроком пребывания были сопоставимы по возрасту, полу и сопутствующим заболеваниям с данными пациентов из отделений с более длительным сроком пребывания. Не было различий и в штатном расписании (медсестры/физиотерапевты) обоих типов отделений. Однако первые пациенты были либо удовлетворены, либо более удовлетворены всем периодом своего пребывания в стационаре. Исследователи связали этот факт с тем, что отделения с короткими сроками пребывания пациентов характеризовались материально-техническими и клиническими особенностями (мультиmodalная опиоидная щадящая анальгезия, ранняя мобилизация), которые обеспечивали быструю реабилитацию и выписку [19].

C.C. Jørgensen и H. Kehlet в своей работе [20] оценили результаты внедрения описанной выше технологии fast-track в европейских ортопедических клиниках, входящих в Lundbeck Foundation Centre. В исследование были включены пациенты, перенесшие ЭТС или ЭКС в период с 1 февраля 2010 до 1 мая 2011 г. Все пациенты за месяц до операции заполнили вопросник, касающийся:

- предоперационного функционального уровня (ежедневное использование костылей, трости, ходунков или использование кресла-каталки);
- условий жизни (проживание с супругом, в одиночку или в учреждении, например, в доме престарелых или приюте для инвалидов);
- сопутствующих заболеваний (фармакологическое лечение при любых заболеваниях легких или сердца, за исключением гипертонии).

Из исследования были исключены ревизионные вмешательства, операции по поводу тяжелого врожденного заболевания опорно-двигательного аппарата и одновременные двусторонние вмешательства (две первичные операции в один день). Таким образом, было проанализировано 3112 случаев на предмет особенностей течения пери-

оперативного периода. Средний срок пребывания в стационаре был небольшим и составил 3 дня. Длительность госпитализации менее 4 дней была достигнута у 2820 (1453 ЭТС и 1367 ЭКС, в обеих группах 90%) пациентов. Медианная длительность госпитализации несколько увеличивалась с возрастом пациентов: от 2 дней в возрасте 50–60 лет до 4 дней в возрасте старше 86 лет. Смертность составила 0,22% (7 из 3112) в срок до 30 дней и 0,42% (13 из 3112) в течение 90 дней после операции (8 ЭТС и 5 ЭКС). Пять пациентов умерли дома без информации о причине смерти и были классифицированы как «неизвестные», но включены в показатель смертности. Перед смертью у двух пациентов были проведены повторные операции, одна из которых была связана с вывихом тазобедренного сустава, а другая — с геморрагическим инсультом. В семи случаях умерли пациенты, имеющие сердечно-легочные заболевания (СЛЗ). Коэффициент смертности у пациентов с СЛЗ составлял 1,3%. То есть, влияние исходной сердечно-легочной патологии на исходы лечения было не столь велико, как необходимость использования подручных средств передвижения на дооперационном этапе. Частота повторных госпитализаций составила 6,6% в течение 30 дней (6,5% после ЭТС и 6,6% после ЭКС) и 9,3% в течение 90 дней (9,7% после ЭТС и 8,9% после ЭКС). Было отмечено 19 (0,61%) случаев тромбозомболических осложнений. В 57 (1,8%) случаях повторная госпитализация производилась по поводу возможного развития инфекции раны. В 18 (0,58%) случаях ее признаки не были обнаружены, в 14 (0,45%) случаях потребовалось лечение антибиотиками, в 17 (0,55%) — была проведена ревизия мягких тканей и в 8 (0,26%) — удаление протезов (4 ЭТС и 4 ЭКС). Из 15 (0,48%) пациентов, госпитализированных из-за возможного острого инфаркта миокарда (ОИМ), 7 (0,22%) были обследованы в соответствии с национальными рекомендациями. Еще 5 повторных госпитализаций (0,16%) были связаны с сердечной аритмией, причем у 4 пациентов аритмия была диагностирована еще до операции. Наиболее важным в этом подробном исследовании является тот факт, что в 91% из 3112 случаев оперативных вмешательств по поводу ЭТС и ЭКС длительность госпитализации составляла менее 4 дней без увеличения смертности или частоты повторных госпитализаций. Общая длительность пребывания незначительно увеличивалась с возрастом, но была ниже, чем в предыдущих исследованиях, несмотря на то, что здесь использовалась сплошная выборка пациентов. Важно отметить, что пациенты с ЭТС и ЭКС в Дании выписываются домой, а не в реабилитационные отделения. Таким образом, это крупное детальное проспективное исследование с разделением «хирургических» и «общемеди-

цинских» осложнений показало, что у большинства пациентов, которым выполняется плановое ЭТС или ЭКС по предложенному протоколу, длительность госпитализации в незначительной степени зависела от характеристик пациента и составила менее 4 дней. В этой связи был сделан вывод, что будущие усилия по улучшению результатов лечения должны сводиться к совершенствованию хирургической и периоперационной помощи небольшой части пациентов с сочетанием возраста старше 85 лет и уже существующего СЛЗ, исходно использующих вспомогательные средства передвижения и проживающих в одиночестве.

Практически в то же время L.V. Gulotta с соавторами описали клинические подходы к ускоренной реабилитации после эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов, применяемые в крупном медицинском центре США — Hospital for Special Surgery [21]. Этот госпиталь является лучшим в области ортопедии по национальному рейтингу США. Ежегодно там выполняется около 30 тыс. хирургических вмешательств, значительную часть которых составляет эндопротезирование крупных суставов [22]. Такой объем операций невозможно выполнить без применения передовых технологий, в том числе и в области послеоперационной реабилитации. В своей работе авторы описали существующий клинический подход к лечению безопасным и эффективным способом пациентов после ЭТС с целью сокращения времени их пребывания в больнице до 2 дней. Цель этого исследования была тройной. Во-первых, была предпринята попытка определить, сократилась ли продолжительность пребывания в стационаре пациентов, принявшие участие в ERAS, по сравнению с контрольными группами, в которых практиковалось стандартное послеоперационное ведение больных. Во-вторых, была произведена количественная оценка периоперационных осложнений и жалоб пациентов при модифицированном клиническом подходе. И, в-третьих, авторы определили, какие барьеры существуют для двухдневного пребывания в стационаре, возможно ли вычленив какие-либо предикторы успеха. Гипотеза этого проспективного нерандомизированного клинического исследования заключалась в том, что отобранную группу пациентов, перенесших ЭТС, можно выписывать из больницы через 2 дня после операции, не опасаясь какого-либо увеличения осложнений или неблагоприятного прогноза краткосрочных клинических исходов. В период с 2004 по 2006 г. 149 пациентов, перенесших одностороннее неосложненное ЭТС, были включены в это проспективное исследование для изучения безопасности и эффективности двухдневного периода пребывания в стационаре после ЭТС.

Эти пациенты составили группу ERAS. В течение того же периода времени 134 пациента, перенесших ЭТС, сопоставимые по возрасту, полу, индексу массы тела (ИМТ) и сопутствующим заболеваниям с группой ERAS, были включены в контрольную группу, которая велась в соответствии с алгоритмом традиционного клинического подхода к лечению больных после ЭТС. Традиционный подход подразумевал выписку из госпиталя на 4-й день.

Пациенты были отобраны для исследования на основе определенных критериев включения: возраст от 18 до 70 лет; выполнена неосложненная односторонняя первичная операция по замене тазобедренного сустава; класс по ASA II или менее без каких-либо значительных сопутствующих заболеваний, а также отсутствие в анамнезе инфаркта миокарда, эмболии легочной артерии или тромбоза глубоких вен; ИМТ менее 35; предоперационный гемоглобин более 13,0 г/дл; передвижение до операции без трости или более 1500 футов с тростью; социальная поддержка, определяемая социальным работником; пациенты должны были быть мотивированы для соблюдения протокола исследования. Из исследования были исключены пациенты с воспалительным артритом, сложным ЭТС и сопутствующими заболеваниями, такими как инфаркт миокарда в анамнезе, легочная эмболия или тромбоз глубоких вен. Также исключались пациенты, у которых не было близких, способных остаться с ними после выписки, и пациенты, которые отказались участвовать в ускоренном восстановлении. Этот набор критериев включения и исключения применялся к пациентам, зарегистрированным в каждой когорте. Все пациенты как в группе быстрой реабилитации, так и в контрольной группе были выписа-

ны домой, а не в реабилитационное учреждение.

В разработке протокола исследования участвовала многопрофильная команда, включающая специалистов сестринского дела, физиотерапии, социальных услуг, анестезиологии, ортопедической хирургии и администрации больницы. Цель заключалась в том, чтобы разработать клинический подход, направленный на двухдневную продолжительность пребывания пациента в стационаре без ущерба для стандарта ухода, принятого в больнице. Были намечены соответствующие ежедневные пункты протокола ведения пациента, а послеоперационные назначения были изменены и стандартизированы для достижения этих целей. Новый протокол ускоренной реабилитации был разработан на основе уже существующего протокола с рядом модификаций (табл.).

В новом протоколе активизация в сочетании с физиотерапией начиналась в течение 6 ч после операции, а не на следующий день после операции, как это было в традиционном протоколе. Пациенты активизировались дважды в день, а не один. Чтобы увеличить время для физиотерапии в день операции хирургическое вмешательство было запланировано в первую или вторую очередь. В дальнейшем пациентам проводили физиотерапию два раза в день, вплоть до момента выписки. Послеоперационное обезболивание было организовано следующим образом: каждый пациент получал дилаудид и эпидуральную контролируемую пациентом анальгезию (ПСА) бупивакаинном, которая автоматически прекращалась утром на следующий день после операции, если оценка боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) пациентом составляла 2 или менее балла.

Таблица/Table

**Протокол ускоренной реабилитации пациентов после операции**  
**Fast-track protocol for patients after the surgery**

День операции	1-й день после операции	2-й день после операции
Выполнение операции в первую или вторую очередь	Удаление дренажей и мочевого катетера	Удаление повязки
Передвижение с физиотерапевтом, переход от каталки к ходункам	Физиотерапия утром, попытка передвигаться с костылями или тростью	Физиотерапия утром, передвижение с тростью, о лестнице
Эпидуральная контролируемая пациентом анальгезия для контроля боли	Завершение эпидуральной анальгезии к 10 утра	Если нет медицинских, хирургических или физиотерапевтических проблем, то выписка домой
Легкая жидкая пища на обед, твердая пища на ужин Прием форм аспирина для профилактики ТГВ	Физиотерапия после обеда, попытка передвигаться по лестнице	Координатор исследования звонит домой на следующий день после выписки для контроля по вопросам ухода

По традиционному протоколу эпидуральная анальгезия обычно прекращалась в течение второго послеоперационного дня. Все пациенты получали 325 мг аспирина с энтеросолюбильным покрытием в день и перемежающуюся компрессию для профилактики ТГВ. Выписывались пациенты с назначением физиотерапевтических процедур на дому. Наконец, координатор исследования звонил пациенту на следующий день и через 1 нед. после выписки, чтобы провести скрининг осложнений.

В результате средняя продолжительность пребывания в группе быстрой реабилитации составила  $2,6 \pm 0,9$  дня, что значительно меньше, чем у пациентов контрольной группы ( $4,1 \pm 1,5$  дня,  $p < 0,0001$ ). Из пациентов, участвовавших в группе ERAS, 58% были успешно выписаны домой в течение 2 дней после операции, а еще 15% были выписаны в течение 3 дней.

При оценке послеоперационных жалоб выяснилось, что в группе быстрого восстановления реже встречались случаи послеоперационного головокружения (18,8%), чем в контрольной группе (41,8%,  $p < 0,0001$ ), наблюдались более высокие показатели перехода на пероральное обезболивание: в группе быстрого восстановления на первый день — 68,5% против 32,1% в контрольной ( $p < 0,0001$ ); на второй день — 66,4% против 42,5% ( $p < 0,0001$ ).

Исследователями была построена прогностическая модель определения вероятности успеха для пациентов, включенных в путь быстрой реабилитации. Единственным предоперационным предиктором, который можно было определить, было наличие гипертонии. Пациенты с отсутствием артериальной гипертонии в 3,25 раза чаще выписывались домой в течение 2 дней по сравнению с пациентами с гипертонией (95% ДИ, 1,39–7,60,  $p < 0,006$ ).

Чтобы более полно оценить этот и другие аспекты исследований по теме ERAS, следует вновь обратиться к европейскому опыту. В частности, Henrik Husted с коллегами из Дании опубликовали результаты нескольких исследований, посвященных различным аспектам применения технологии fast-track.

Предикторы продолжительности пребывания в стационаре и удовлетворенности пациентов после операции по замене тазобедренного и коленного суставов с применением протокола быстрой реабилитации были оценены в их работе, опубликованной в 2008 г. [23]. У 712 последовательных пациентов с первичной односторонней артропластикой регистрировали эпидемиологические, физические и периоперационные параметры и исследовали их корреляцию с длительностью пребывания в стационаре и удовлетворенностью

пациентов. В срок до 5 дней было выписано 92% пациентов, из них 41% был выписан в течение 3 дней. Было обнаружено, что ряд характеристик пациента влияет на послеоперационный исход в отношении сроков госпитализации (среди них: возраст, пол, оценка ASA, потребность в переливании крови и время до первой мобилизации) и удовлетворенности пациентов (положительная связь с короткой госпитализацией и пожилым возрастом). Кроме того, были выявлены логистические барьеры для ранней выписки (операция в конце недели). Средние сроки пребывания составили 3,8 дня с высоким уровнем удовлетворенности пациентов и небольшим количеством повторных поступлений в течение 3 мес. (5–6%).

Случаи повторной госпитализации после протокола fast-track в эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов были проанализированы Н. Husted в работе 2010 г. [24]. В это проспективное когортное исследование включили 1731 случай первичного ЭТС или ЭКС. Повторно были госпитализированы в течение 90 дней 15,6% пациентов, перенесших ЭКС, и 10,9% больных после ЭТС ( $p = 0,005$ ). Три случая смерти (0,17%) были связаны с эпизодами тромбозов. Подозрение на ТГВ (не подтвержденное) и на инфекцию составляли половину повторных госпитализаций. Средний срок пребывания в госпитале уменьшился с 6,3 до 3,1 дней в течение пятилетнего периода исследования. С уменьшением длительности нахождения в стационаре не изменялось количество повторных госпитализаций и осложнений. Исследователями был сделан вывод, что fast-track не увеличивает смертность или количество случаев повторных госпитализаций после ЭТС и ЭКС по сравнению с традиционными подходами, поэтому считается безопасным в отношении смертности и заболеваемости.

Н. Husted с соавторами также исследовали частоту встречаемости тромбоэмболических осложнений при ускоренной реабилитации [25]. В проспективном когортном исследовании оценивалось влияние на показатели смертности кратковременной фармакологической тромбопрофилактики ТЭЛА и ТГВ в сочетании с ранней мобилизацией и короткой госпитализацией. Были изучены 1977 последовательных случаев первичного ЭКС и ЭТС в стандартизированном fast-track протоколе в течение 5 лет. Пациенты получали тромбопрофилактику низкомолекулярным гепарином, начиная с 6–8 ч после операции вплоть до выписки. Все повторные поступления и смертельные исходы в течение 30 и 90 дней были проанализированы с использованием национального реестра здоровья. Особое внимание было уделено случаям ТГВ (подтвержденных УЗИ и повышенным D-димером), ТЭЛА или внезапной смерти. Результаты коррелировали со сроками немедикаментозной про-



филактики (ранней активизации пациента). Три случая смерти (0,15%) были связаны с тромбоэмболическими эпизодами, а в целом были обнаружены 11 клинических ТГВ (0,56%) и 6 ТЭЛА (0,30%). Подавляющее большинство событий произошло в течение 30 дней. Только 1 смерть и 2 ТГВ произошли между 30 и 90 днями. За последние 2 года, когда пациенты (854 человека) были мобилизованы в течение 4 ч после операции, а длительность профилактики ТГВ была самой короткой (1–4 дня), смертность составляла 0%, а ТГВ или ТЭЛА не были обнаружены. Эти цифры выгодно отличаются от опубликованных схем с расширенной профилактикой (до 36 дней) и госпитализацией до 11 дней и ставят под сомнение необходимость расширенной тромбопрофилактики, когда пациенты проходят реабилитацию по протоколу fast-track.

В проспективном когортном исследовании тех же авторов проанализированы результаты 150 последовательных двусторонних одновременных эндопротезирований коленного сустава по сравнению с 271 односторонними ЭКС в условиях стандартизированного протокола раннего восстановления [26]. Выявлено увеличение сроков пребывания в стационаре (в среднем 4,7 дня против 3,3 дня) и более частое переливание крови. Однако результат через 3 мес. и 2 года в группе с двусторонним эндопротезированием был идентичен или лучше, чем в контрольной, в отношении заболеваемости, смертности, удовлетворенности пациента, диапазона движения, уровня боли, использования вспомогательных средств ходьбы, способности вернуться к работе и повседневной жизни. Таким образом, исследование показало, что двустороннее одновременное эндопротезирование коленного сустава может быть выполнено в ускоренном режиме реабилитации с удовлетворительными результатами.

В 2011 г. Н. Husted исследовал эффективность технологии ERAS после ревизионного эндопротезирования коленного сустава [27]. В проспективное когортное исследование вошли 29 последовательных пациентов, которым было выполнено 30 ревизионных артропластик коленного сустава. Исследователи оценили, могут ли пациенты, подвергшиеся ревизионному ЭКС по поводу асептической нестабильности, следовать стандартизированному протоколу fast-track для первичного ЭКС с аналогичным результатом. Средняя длительность пребывания в стационаре составила 2 (1–4) дня для всех, кроме одного пациента, который был переведен в другую больницу по причинам материально-технического характера. Ни один пациент не умер в течение 3 мес., и 3 пациента были госпитализированы повторно (2 с подозрением на ТГВ, а один для манипуляций). Удовлетворенность пациентов была высокой. По результатам исследования был сделан вывод о том, что у пациентов, подвергшихся

ревизии ЭКС по несептическим причинам, может применяться технология fast-track с результатом, сопоставимым с первичным ЭКС в отношении длительности пребывания в стационаре, заболеваемости и удовлетворенности лечением.

Причины длительного нахождения пациентов в стационаре после ЭТС и ЭКС были проанализированы в работе Н. Husted, опубликованной в 2011 г. [28]. В проспективное когортное исследование вошли 207 последовательных случаев (109 ЭТС и 98 ЭКС) с применением протокола fast-track. Средняя длительность пребывания в стационаре составляла 2 дня для обеих групп. В 95% случаев выписки в течение 3 дней и более необходимость продолжения госпитализации была обоснована клиническими и материально-техническими факторами. Боль, головокружение и общая слабость были основными причинами нахождения пациента в стационаре через 48 ч после операции. Тошнота, рвота, спутанность сознания и седативный эффект оказали минимальное влияние на задержку выписки. Исследователями был сделан вывод, что дальнейшие усилия по повышению качества лечения и снижению длительности пребывания пациентов в стационаре после ЭТС и ЭКС должны быть направлены на обезболивание, а также оптимизацию ортостатической и мышечной функций.

По результатам изучения опыта зарубежных коллег можно сделать вывод, что дальнейшие исследования по теме fast-track ERAS должны быть сфокусированы на оптимизации методов купирования боли (особенно после выписки), стратегии сбережения крови, восполнении потерь жидкости и укреплении мышц. Акцент на оптимизации методов купирования боли имеет двойную цель: сделать методику более эффективной, добавив синергетические анальгетики к существующей платформе мультимодальной опиоидной щадящей анальгезии и уменьшить побочные эффекты (головокружение, седативный эффект, тошноту и рвоту) [29].

Также следует уделять особое внимание предоперационному информированию и мотивации пациентов.

Кроме того, необходимы подробные экономические исследования, чтобы шире осветить затраты на ускоренную реабилитацию и весь периоперационный период.

К сожалению, крупных российских исследований, посвященных эффективности применения протокола ускоренной реабилитации после эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов, обнаружено не было. Авторы из ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой» Управления делами Президента РФ в своей публикации описывают собственный опыт применения протокола fast-track, но до широкого внедрения в клиническую практику данного подхода еще очень далеко [30].

## Заключение

Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования крупных суставов доказала свою безопасность и эффективность. Использование ее в США и Европе позволило существенно сократить сроки пребывания пациентов в стационаре без увеличения количества осложнений. Удовлетворенность пациентов таким протоколом выше, чем при традиционном подходе. Дальнейшие пути совершенствования технологии fast-track должны быть направлены на улучшение качества обезболивания, особенно после выписки из стационара. Возраст пациента и большой объем хирургического вмешательства не являются противопоказаниями для применения протокола fast-track. Ключевыми факторами являются информирование и заинтересованность пациента. Внедрение протокола ускоренного восстановления после операции эндопротезирования в нашей стране находится на недостаточном уровне. Преодоление организационных сложностей на этом пути — задача ближайшего будущего.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература / References

- Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth*. 1997;78(5):606-617.
- Engelman R.M., Rousou J.A., Flack J.E. 3rd, Deaton D.W., Humphrey C.B., Ellison L.H. et al. Fast-track recovery of the coronary bypass patient. *Ann Thorac Surg*. 1994;58(6):1742-1746.
- Gustafsson U.O., Scott M.J., Schwenk W., Demartines N., Roulin D., Francis N. et al. Guidelines for perioperative care in elective colonic surgery: enhanced recovery after surgery (ERAS®) society recommendations. *World J Surg*. 2013;37(2):259-284. DOI: 10.1007/s00268-012-1772-0.
- Dort J.C., Farwell G., Findlay M., Huber G.F., Kerr P., Shea-Budgell M.A. et al. Optimal perioperative care in major head and neck cancer surgery with free flap reconstruction. A consensus review and recommendations from the enhanced recovery after surgery society. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2017;143(3):292-303. DOI: 10.1001/jamaoto.2016.2981.
- Temple-Oberle C., Shea-Budgell M.A., Tan M., Semple J.L., Schrag C., Barreto M. et al. ERAS Society. Consensus review of optimal perioperative care in breast reconstruction: enhanced recovery after surgery (ERAS) society recommendations. *Plast Reconstr Surg*. 2017;139(5):1056-1071. DOI: 10.1097/PRS.0000000000003242.
- Basse L., Hjort Jakobsen D., Billesbolle P., Werner M., Kehlet H. A clinical pathway to accelerate recovery after colonic resection. *Ann Surg*. 2000;232(1):51-57.
- Затевахин И.И., Пасечник И.Н., Губайдуллин Р.Р., Решетников Е.А., Березенко М.Н. Ускоренное восстановление после хирургических операций: мультидисциплинарная проблема. Часть 1. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2015;(9):4-8. Zatevakhin I.I., Pasechnik I.N., Gubaidullin P.P., Reshetnikov E.A., Berezenko M.N. [Accelerated postoperative rehabilitation: multidisciplinary issue. Part 1]. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova* [Journal of Surgery named after N.I. Pirogov]. 2015;(9):4-8. (in Russian).
- Dinah A.F. Reduction of waiting times in A&E following introduction of 'fast-track' scheme for elderly patients with hip fractures. *Injury*. 2003;34(11):839-841.
- Kim S., Losina E., Solomon D.H., Wright J., Katz J.N. Effectiveness of clinical pathways for total knee and total hip arthroplasty: literature review. *J Arthroplasty*. 2003;18(1):69-74.
- Husted H., Holm G. Fast track in total hip and knee arthroplasty—experiences from Hvidovre University Hospital, Denmark. *Injury*. 2006;37(Suppl 5):31-35.
- Malviya A., Martin K., Harper I., Muller S.D., Emmerson K.P., Partington P.F., Reed M.R. Enhanced recovery program for hip and knee replacement reduces death rate. *Acta Orthop*. 2011;82(2):577-581.
- Raphael M., Jaeger M., van Vlymen J. Easily adoptable total joint arthroplasty program allows discharge home in two days. *Can J Anaesth*. 2011;58(10):902-910. DOI: 10.1007/s12630-011-9565-8.
- Dall G.F., Ohly N.E., Ballantyne J.A., Brenkel I.J. The influence of pre-operative factors on the length of in-patient stay following primary total hip replacement for osteoarthritis: a multivariate analysis of 2302 patients. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(4):434-440. DOI: 10.1302/0301-620X.91B4.21505.
- Makela K.T., Peltola M., Sund R., Malmivaara A., Häkkinen U., Remes V. Regional and hospital variance in performance of total hip and knee replacements: a national population-based study. *Ann Med*. 2011;43(Suppl 1):31-38. DOI: 10.3109/07853890.2011.586362.
- Antrobus J.D., Bryson G.L. Enhanced recovery for arthroplasty: good for the patient or good for the hospital? *Can J Anaesth*. 2011;58(10):891-896. DOI: 10.1007/s12630-011-9564-9.
- Husted H., Solgaard S., Hansen T.B., Soballe K., Kehlet H. Care principles at four fast-track arthroplasty departments in Denmark. *Dan Med Bull*. 2010;57(7):A4166.
- Lunn T.H., Husted H., Solgaard S., Kristensen B.B., Otte K.S., Kjersgaard A.G. et al. Intraoperative Local Infiltration Analgesia for early analgesia after Total Hip Arthroplasty: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2011;36(5):424-429. DOI: 10.1097/AAP.0b013e3182186866.
- Andersen L.Ø., Husted H., Otte K.S., Kristensen B.B., Kehlet H. A compression bandage prolongs duration of local infiltration analgesia in total knee arthroplasty. *Acta Orthop*. 2008;79(6):800-805. DOI: 10.1080/17453670810016894.
- Husted H., Hansen H.C., Holm G., Bach-Dal C., Rud K., Andersen K.L., Kehlet H. What determines length of stay after total hip and knee arthroplasty? A nationwide study in Denmark. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(2):263-268. DOI: 10.1007/s00402-009-0940-7.
- Jørgensen C.C., Kehlet H. Role of patient characteristics for fast-track hip and knee arthroplasty. *Br J Anaesth*. 2013;110(6):972-980. DOI: 10.1093/bja/aes505.
- Gulotta L.V., Padgett D.E., Sculco T.P., Urban M., Lyman S., Nestor B.J. Fast track THR: one hospital's experience with a 2-day length of stay protocol for total hip replacement. *HSS J*. 2011;7(3):223-228. DOI: 10.1007/s11420-011-9207-2.

22. González Della Valle A., Sharrock N., Barlow M., Caceres L., Go G., Salvati E. A. The modern, hybrid total hip arthroplasty for primary osteoarthritis at the Hospital for Special Surgery. *Bone Joint J.* 2016;98-B(1 Suppl A): 54-59. DOI: 10.1302/0301-620X.98B1.36409.
23. Husted H., Holm G., Jacobsen S. Predictors of length of stay and patient satisfaction after hip and knee replacement surgery: fast-track experience in 712 patients. *Acta Orthop.* 2008;79(2):168-173. DOI: 10.1080/17453670710014941.
24. Husted H., Otte K.S., Kristensen B.B., Ørsnes T., Kehlet H. Readmissions after fast-track hip and knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(9):1185-1191. DOI: 10.1007/s00402-010-1131-2.
25. Husted H., Otte K.S., Kristensen B.B., Ørsnes T., Wong C., Kehlet H. Low risk of thromboembolic complications after fast-track hip and knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2010;81(5):599-605. DOI: 10.3109/17453674.2010.525196.
26. Husted H., Troelsen A., Otte K.S., Kristensen B.B., Holm G., Kehlet H. Fast-track surgery for bilateral total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(3):351-356. DOI: 10.1302/0301-620X.93B3.25296.
27. Husted H., Otte K.S., Kristensen B.B., Kehlet H. Fast-track revision knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2011;82(4): 438-440. DOI: 10.3109/17453674.2011.584211.
28. Husted H., Lunn T.H., Troelsen A., Gaarn-Larsen L., Kristensen B.B., Kehlet H. Why still in hospital after fast-track hip and knee arthroplasty? *Acta Orthop.* 2011;82(6):679-684. DOI: 10.3109/17453674.2011.636682.
29. Husted H. Fast-track hip and knee arthroplasty: clinical and organizational aspects. *Acta Orthop Suppl.* 2012;83(346):1-39. DOI: 10.3109/17453674.2012.700593.
30. Березенко М.Н., Губайдуллин Р.Р., Онегин М.А. Fast-track реабилитация после тотального эндопротезирования коленного сустава. *Хирург.* 2015;(7):32-41. Berezenko M., Gubaydullin R., Onegin M. [Fast-track rehabilitation after total hip replacement]. *Khirurg [The Surgeon]*. 2015;(7):32-41. (in Russian).

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Агеенко Александр Михайлович* — канд. мед. наук, заведующий отделением анестезиологии и реанимации, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Садовой Михаил Анатольевич* — д-р мед. наук, профессор, директор ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Шелякина Оксана Викторовна* — канд. мед. наук, заведующая отделением физиотерапии и восстановительного лечения ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Овтин Михаил Александрович* — врач травматолого-ортопед отделения травматологии и ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Aleksandr M. Ageenko* — Cand. Sci. (Med.), Head of the Anesthesiology and Resuscitation Department, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Mikhail A. Sadovoy* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Oksana V. Shelyakina* — Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Physiotherapy and Restorative Treatment, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Mikhail A. Ovtin* — Orthopedic Surgeon, Department of Traumatology and Orthopaedics N 2, Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

## РАШИД МУРТУЗАЛИЕВИЧ ТИХИЛОВ

К 60-летию со дня рождения

8 декабря 2017 г. исполнилось 60 лет директору Российского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена доктору медицинских наук, профессору Рашиду Муртузалиевичу Тихилу.

Рашид Муртузалиевич родился 8 декабря 1957 г. в семье военного врача. В 1974 г. он поступил в Военно-медицинскую академию, которую окончил в 1980 г. с золотой медалью. В 1983 г. он поступил в клиническую ординатуру на кафедру военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии, а после ее окончания был назначен на должность начальника кабинета гипербарической оксигенации.

В 1986 г. Р.М. Тихилов защитил кандидатскую диссертацию на тему «Оксигенобаротерапия при лечении осложнений и последствий травм конечностей», а в 1998 г. — докторскую диссертацию «Хирургическое лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний и последствий травм тазобедренного сустава». В 2000 г. Рашиду Муртузалиевичу было присвоено ученое звание профессора.

В 2003 г. началась новая важная веха в жизни профессора Р.М. Тихилова — он был назначен на должность директора Российского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена. За время своего руководства Рашид Муртузалиевич сумел вдохнуть новую жизнь в деятельность старейшего в России ортопедического института. Сейчас РНИИТО им. Р.Р. Вредена является крупнейшим отечественным центром оказания высокотехнологичной помощи пациентам с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы. В клинике института ежегодно выполняется более 22 000 хирургических вмешательств, в том числе более 6500 операций эндопротезирования. В клиническую практику внедряются последние достижения науки и новейшие методики диагностики и лечения. За последние годы все клинические отделения, операционные и лаборатории были оснащены современной аппаратурой и оборудованием.

Рашид Муртузалиевич Тихилов является не только талантливым организатором здравоохранения, но и признанным научным авторитетом, внесшим крупный вклад в развитие специальности и подготовку научно-педагогических кадров. Им создана известная в России и за рубежом научная школа, отличающаяся междисциплинарным подходом к комплексному решению научно-практических проблем современной медицины.



Под его непосредственным руководством была разработана и внедрена в клиническую практику система хирургии тазобедренного сустава, включающая как органосберегающие операции, так и технологии первичного и ревизионного эндопротезирования в сложных случаях. В институте проводятся исследования природы феморо-ацетабулярного импинджмента и других вариантов патологического развития тазобедренного сустава. Изучается эффективность новых хирургических технологий лечения диспластического коксартроза — периацетабулярных остеотомий и эндопротезирования при высоком вывихе бедра с использованием различных вариантов укорачивающих остеотомий, продолжаются работы по использованию аллогенных костнопластических материалов для замещения обширных дефектов костной ткани.

Новыми направлениями деятельности коллектива, возглавляемого профессором Р.М. Тихиловым, являются исследования, имеющие фундаментальное значение для российской науки и практического обеспечения высокотехнологичной помощи больным травматолого-ортопедического профиля. К ним относятся работы по диагностике, профилактике и лечению глубокой инфекции после эндопротезирования крупных суставов и других вариантов имплант-ассоциированной инфекции. Международным признанием заслуг коллектива института в этом направлении стало участие Рашида Муртузалиевича в 2013 г. в качестве единственного представителя от Российской Федерации в международной Согласительной конференции по перипротезной инфекции (Филадельфия, США). В 2014 г. под его редакцией были переведены на русский язык и изданы материалы этой конференции, имеющие большое практическое значение

и широко используются врачами в повседневной клинической практике.

Другим перспективным направлением исследований является развитие технологий прототипирования и 3D-печати индивидуальных имплантатов, имеющих большое значение для ревизионного эндопротезирования крупных суставов. РНИИТО им. Р.Р. Вредена является одним из пионеров этого нового для нашей страны направления в ортопедической хирургии. На сегодняшний день в клинике института успешно выполнено более 60 операций с применением новой технологии.

Под руководством директора сотрудниками института проводится мониторинг травматолого-ортопедической службы города, сформированы медико-экономические стандарты и подготовлены клинические рекомендации по основным направлениям оказания травматолого-ортопедической помощи взрослым. Результаты анализа работы городских стационаров обсуждаются на коллегиях Комитета здравоохранения и координационных советах при Правительстве Санкт-Петербурга.

На базе института организован регистр эндопротезирования крупных суставов, в работе которого принимают участие большинство крупных центров эндопротезирования Российской Федерации. Анализ данных, содержащихся в базе регистра, позволяет оценить демографический состав пациентов, нуждающихся в эндопротезировании, сроки выживаемости эндопротезов, структуру и частоту осложнений, выявить наиболее эффективные хирургические технологии.

Много сил и времени Рашид Муртузалиевич уделяет подготовке новых научных кадров и врачей для практического здравоохранения. Под его руководством выполнены и защищены 35 докторских и кандидатских диссертаций. По инициативе профессора Р.М. Тихилова в институте организована и успешно работает кафедра травматологии и ортопедии, преподавателями которой являются наиболее опытные и квалифицированные сотрудники института. Ежегодно более 30 выпускников кафедры становятся дипломированными специалистами в области травматологии и ортопедии.

Профессор Р.М. Тихилов является председателем объединенного диссертационного совета Д 999.037.02 по специальности «травматология и ортопедия», работающего на базе РНИИТО им. Р.Р. Вредена.

Большой заслугой Рашида Муртузалиевича является существенное расширение международных связей с ведущими клиниками и специалистами стран ближнего и дальнего зарубежья. Он регулярно участвует в качестве модератора и приглашенного лектора на ежегодных научных симпозиумах и конгрессах крупных общественно-научных

объединений: EFORT (Европейская федерация национальных ортопедических ассоциаций), EHS (Европейское общество тазобедренного сустава), ISTA (Международное общество технологий в эндопротезировании).

Под его руководством в Санкт-Петербурге проведено более 30 научно-практических конференций и симпозиумов по различным направлениям травматологии и ортопедии, самым значимым из которых является ежегодная международная конференция «Вреденовские чтения», собирающая более 1300 участников. В этом научном симпозиуме принимают участие не только отечественные специалисты, но также известные ученые и хирурги из ведущих клиник США и Западной Европы.

Результаты научных исследований и накопленный клинический опыт нашли отражение в опубликованных работах. Рашид Муртузалиевич — автор более 600 публикаций. Он является соавтором 25 монографий, учебников и глав в национальных руководствах. Наиболее значительным из них является двухтомное «Руководство по хирургии тазобедренного сустава» — самое полное из отечественных изданий. В основе руководства лежит как личный опыт профессора Р.М. Тихилова, так и многолетний коллективный опыт сотрудников РНИИТО им. Р.Р. Вредена.

Рашид Муртузалиевич является членом редакционных коллегий ведущих отечественных журналов по травматологии и ортопедии и возглавляет журнал «Травматология и ортопедия России», который недавно вошел в ведущую международную наукометрическую базу данных Web of Science.

Профессор Р.М. Тихилов уделяет значительное внимание общественной работе. Он является главным травматологом-ортопедом Комитета здравоохранения Санкт-Петербурга и Северо-Западного федерального округа, а также вице-президентом Ассоциации травматологов-ортопедов России.

Рашид Муртузалиевич не только прекрасный организатор здравоохранения, но и талантливый хирург, ежедневно выполняющий сложнейшие операции на тазобедренном суставе. За помощью к нему обращаются пациенты из всех регионов России. Благодаря проведенным им операциям тысячи больных вернулись к полноценной жизни и избежали инвалидности.

За многолетний добросовестный труд в 2007 г. Рашид Муртузалиевич Тихилов был награжден нагрудным знаком «Отличник здравоохранения», а в 2013 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный врач Российской Федерации».

*Коллектив института поздравляет Рашида Муртузалиевича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, творческого долголетия, новых интересных проектов и встреч!*

## Роман Романович Вреден – выдающийся отечественный хирург, ученый и педагог (к 150-летию со дня рождения)

Р.М. Тихилов, А.Ю. Кочиш

### Roman R. Vreden – Outstanding Surgeon, Scientist and Teacher (150<sup>th</sup> Anniversary of the Birth)

R.M. Tikhilov, A.Yu. Kochish

В марте 2017 г. исполнилось 150 лет со дня рождения Романа Романовича Вредена, который по праву считается одним из основоположников ортопедии в России, внесшим огромный вклад в становление этой хирургической специальности в нашей стране.

Родившись в семье известного петербургского врача — специалиста в области ушных болезней, лейб-отиятра, действительного статского советника Роберта Робертовича Вредена-старшего, Роман Романович Вреден-младший с детства выбрал для себя профессию врача и после окончания с золотой медалью Первой классической гимназии в Санкт-Петербурге в 1885 г. поступил в Военно-медицинскую академию. В период обучения он заинтересовался хирургией и, будучи студентом старших курсов, проявил свои хирургические способности в качестве субординатора Семеновского военного госпиталя. Поэтому вполне закономерно после окончания курса обучения в 1890 г. он прошел по конкурсу и был оставлен для дальнейшего освоения специальности в качестве адъюнкта на кафедре госпитальной хирургии, при которой функционировала одна из ведущих хирургических клиник России.

В стенах этой клиники под руководством выдающегося российского хирурга профессора Василия Александровича Ратимова Р.Р. Вреден прошел школу становления хирурга с весьма широким клиническим кругозором и диапазоном интересов, а также получил основательную научную подготовку и большой опыт преподавания хирургии военным врачам. В 1893 г. им была успешно защищена диссертация на степень доктора медицины на тему:

«К этиологии цистита», в которой он обобщил большой экспериментальный и клинический материал [1]. В эти же годы Р.Р. Вреден активно разрабатывал и успешно внедрял в клиническую практику также и другие хирургические вмешательства. В частности, в 1895 г. он описал оригинальную операцию скручивания прямой кишки как способ лечения ее выпадения [2]. В этом же году он опубликовал свою первую ортопедическую научную работу, предложив новый способ частичной ампутации стопы [3].

Эта работа явилась подтверждением сформировавшегося у молодого хирурга новаторского подхода к хирургическому лечению патологии опорно-двигательной системы и логическим развитием научных идей его учителя — профессора В.А. Ратимова. Известно, что В.А. Ратимов впервые в России предложил лечить пациентов с застарелыми вывихами в тазобедренном суставе посредством резекции проксимального отдела бедренной кости, а также разработал оригинальную технику костнопластической ампутации голени с использованием тыльного лоскута [4]. Таким образом, установки на оперативное лечение больных с патологией органов опоры и движения были усвоены Р.Р. Вреденом еще в годы становления врача-хирурга — в конце XIX в., когда об оперативной ортопедии в среде хирургов еще не принято было говорить. Да и сама эта молодая для России специальность не считалась в те годы хирургической и использовала для лечения профильных пациентов почти исключительно консервативные методы: специальные фиксирующие повязки, корсеты, редрессации, массажи и т.п.

Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю. Роман Романович Вреден – выдающийся отечественный хирург, ученый и педагог (к 150-летию со дня рождения). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):158-162.

**Cite as:** Tikhilov R.M., Kochish A.Yu. Roman R. [Vreden — Outstanding Surgeon, Scientist and Teacher (150th Anniversary of the Birth)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):158-162. (in Russian).

✉ Александр Юрьевич Кочиш. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / *Alexandr Yu. Kochish*. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russian Federation; e-mail: auk1959@mail.ru



Роман Романович Вреден –  
адъюнкт кафедры госпитальной хирургии  
Военно-медицинской академии



Приват-доцент  
Военно-медицинской академии  
Роман Романович Вреден

К началу XX в. Р.Р. Вреден, являвшийся приват-доцентом Военно-медицинской академии, был уже хорошо известен в России как опытный клиницист, талантливый ученый и успешный хирург-новатор. В 1897 г. он предпринял первую в мире попытку ретроградной эмболизации из бифуркации брюшной аорты, завершившуюся частичным успехом [5], внес значительный вклад в развитие местного обезболивания [6], а также разработал уникальный способ пластики носа с использованием 4-го пальца кисти [7]. Его личные достижения и высокий авторитет определили назначение Р.Р. Вредена в марте 1905 г. Главным хирургом Маньчжурской армии в начавшейся Русско-японской войне, а в ноябре этого года — Главным полевым хирургом, руководившим хирургической работой в трех действующих на Дальнем Востоке русских армиях.

За год активной хирургической работы до момента контузии в сражении под Мукденом в марте 1906 г. через руки Р.Р. Вредена прошли сотни раненых, большинство из которых имели боевые повреждения конечностей. Накопленные им уникальные знания и навыки, наряду с опытом успешной организации хирургической работы в тяжелых военных условиях и научными работами в области хирургии конечностей, определили его назначение в июле 1906 г. первым директором впервые созданного в России Ортопедического института в Санкт-Петербурге. Именно в этом первом и уникальном для нашей страны медицинском учреждении с полной силой раскрылись многогранные и яркие таланты Р.Р. Вредена — блестящего хирурга-новатора, выдающегося русского ученого и замечательного педагога, заложившего в России основы подготовки специалистов в области ортопедии и травматологии.

Сразу же после открытия Ортопедического института в Санкт-Петербурге, состоявшегося 8 августа 1916 г., Роман Романович Вреден вместе со своими сотрудниками начали активно внедрять

хирургические методы в практику лечения пациентов с заболеваниями и последствиям травм опорно-двигательной системы. С первых дней работы оперативная активность при лечении профильных пациентов была высокой, что в то время расценивалось, по сути, как революционное изменение лечебной тактики у ортопедических больных. Такой новаторский подход не сразу был оценен по достоинству и вызвал вначале ряд критических замечаний, дошедших даже до императора Николая II. Поэтому уже в феврале 1907 г. было принято решение пригласить для оценки работы Р.Р. Вредена в Ортопедическом институте одного из наиболее авторитетных ортопедов Германии — профессора ортопедической хирургии Берлинского университета Альберта Гоффа [6]. После подробного изучения состояния дел на месте в конце февраля и в начале марта 1907 г. А. Гоффа дал положительный отзыв о работе Ортопедического института в Санкт-Петербурге и его директора, горячо поддержав деятельность Р.Р. Вредена в целом и используемые им методики хирургического лечения в частности, а также подарил ему набор оригинальных ортопедических инструментов [8]. Благодаря этому, были сняты имевшиеся препятствия в хирургической работе Р.Р. Вредена, и в Ортопедическом институте под его руководством начала успешно развиваться первая в нашей стране научно-клиническая школа ортопедов-хирургов, во многом определившая становление в России новой хирургической специальности.

По мнению профессора В.Г. Вайнштейна, Р.Р. Вредена следует отнести к числу общих хирургов, положивших начало оперативной ортопедии и расширивших эту дисциплину до уровня отдельной специальной науки. Поэтому он «совершенно справедливо заслужил признание основоположника оперативной ортопедии в нашей стране, поскольку уже на протяжении первых семи лет работы в возглавляемом им Ортопедическом

институте систематически выполнялись остеотомии, артротомии, артродезы, резекции костей и суставов, артропластики, кровавые вправления вывихов, сухожильная и костная пластика, а также прочие вмешательства. Подобная активность в практике лечения ортопедических больных в те годы была неизвестна отечественным специалистам, да и недоступна им» [9].

Один из первых учеников Р.Р. Вредена профессор М.И. Куслик вспоминал: «Профессор Вреден любил оперировать, и при этом, признавался сам, получал большое удовольствие. Он не шел проторенными путями хирургии, а всегда искал новых лучших решений, был в хирургии творцом» [6]. Об этом, в частности, свидетельствуют его оригинальные идеи реконструктивных операций, предполагающие, например, замещение обширного костного дефекта свода черепа фрагментом лопатки пациента или восстановление носа за счет несвободной пересадки тканей четвертого пальца кисти. В целом же, энергичная и весьма успешная хирургическая деятельность Р.Р. Вредена позволила предложить и внедрить в клиническую практику более 30 оригинальных авторских операций, каждая из которых в настоящее время, несомненно, была бы защищена патентом на изобретение. Среди них особо следует отметить оригинальные вмешательства по артродезированию плечевого, тазобедренного, коленного и голеностопного суставов, артропластику тазобедренного сустава при анкилозе, артрориз тазобедренного сустава при неправильных вывихах бедра, операции трансартикулярной фиксации плечевого, тазобедренного, коленного и голеностопного суставов с «костной загвоздкой» при туберкулезном их поражении, оригинальное вмешательство при тяжелых ригидных сколиозах, операции поперечной и косой разгрузки позвоночника с использованием костной аутопластики, а также получившую его имя операцию при



Роман Романович Вреден во время операции в Ортопедическом институте в Санкт-Петербурге

вальгусной деформации первого пальца стопы [6]. Столь многогранная и плодотворная хирургическая работа и, в частности, ее многочисленные и конкретные результаты еще раз свидетельствуют о вполне заслуженном признании профессора Р.Р. Вредена основоположником отечественной оперативной ортопедии.

Уделяя большое внимание непосредственно работе в операционной, на которую у него обычно уходило более половины всего рабочего времени, Р.Р. Вреден отлично понимал необходимость обобщения клинического опыта с научных позиций, без чего невозможен прогресс хирургии. Поэтому его научные публикации постоянно печатались в русских и зарубежных научных журналах, а доклады на научных съездах и конференциях вызывали повышенное внимание и неизменный интерес у врачей разных специальностей. Этому, несомненно, способствовали прекрасное общее образование и отличное знание трех иностранных языков: немецкого, французского и английского.

По воспоминаниям современников, доклады и научные труды профессора Р.Р. Вредена отличались краткостью и четкостью изложения основных идей, хорошей продуманностью излагаемого научного материала и убедительной обоснованностью выводов. На каждом научном форуме он пытался уловить новые научные идеи и конкретные предложения по возможному совершенствованию техники операций. При этом сразу же после возвращения в Ортопедический институт Р.Р. Вреден старался проверить эти идеи в операционной, часто усовершенствуя или развивая их применительно к лечению другой патологии или для операций в иных анатомических областях.

С самого начала своей работы в должности директора Ортопедического института в Санкт-Петербурге Роман Романович Вреден постоянно уделял большое внимание клинической и научной подготовке работающих с ним врачей и всячески способствовал их научной работе. При этом он, как правило, давал своим ученикам и сотрудникам лишь общие советы в отношении научных исследований, но никогда не сковывал их инициативу, формируя у них самостоятельность научных взглядов и суждений. Поэтому вполне закономерным итогом такой многолетней кропотливой и хорошо продуманной научной работы стало создание одной из первых и наиболее крупных в нашей стране научных школ ортопедов-хирургов, из которой вышли 14 известных профессоров: Н.Э. Берг, В.Г. Ванштейн, Г.А. Гарибаджанян, М.Н. Гончарова, И.Е. Казакевич, А.А. Козловский, Ф.А. Копылов, М.И. Куслик, Е.К. Никифорова, В.И. Розов, Т.М. Степанов, Н.Е. Сурин, Г.А. Эльберг, Г.Я. Эпштейн. Многие из них основали собствен-



ные научные школы, продолжившие развивать научные традиции, заложенные Р.Р. Вреденом. Поэтому профессор Р.Р. Вреден, вне всякого сомнения, может быть отнесен к плеяде выдающихся русских ученых-хирургов XX в.

Особого рассмотрения заслуживает огромный вклад Романа Романовича Вредена в подготовку специалистов в области ортопедии и травматологии. В период его вступления в должность первого директора первого в России Ортопедического института новая хирургическая специальность делала в нашей стране лишь первые практические шаги, а подготовленных специалистов почти не было. Поэтому уже в первом параграфе Устава Ортопедического института в Санкт-Петербурге, лично подготовленного Р.Р. Вреденом, он указывал среди основных задач нового лечебного учреждения, наряду с клинической и научной работой, также «способствовать молодым врачам усовершенствоваться на практике в ортопедической хирургии». В дальнейшем решению этой важной и сложной задачи он будет неизменно отдавать много сил и времени до самого конца своего жизненного пути.

Роман Романович Вреден отлично понимал, что для систематической, качественной и массовой подготовки кадров ортопедических хирургов необходимо создание соответствующих профильных кафедр, имеющих хорошую клиническую базу. Поэтому уже в первые годы работы Ортопедического института он предпринял целенаправленные усилия для создания таких кафедр, опирающихся на прекрасную клиническую базу института. Так, в 1907 г. академиком В.М. Бехтеревым был основан в Санкт-Петербурге Психоневрологический институт, выполнявший функции научно-исследовательского учреждения и вуза с факультетами — медицинским, педагогическим и юридическим. Медицинский

факультет был открыт в 1911 г., и в том же году Р.Р. Вреден был избран его профессором по кафедре ортопедии. В 1912 г. Р.Р. Вреден организовал обучение по ортопедии врачей Клинического института Великой Княгини Елены Павловны. Несколько позже — в 1918 г. он создал и возглавил кафедру ортопедии в Первом Петроградском медицинском институте. Таким образом, за первые 12 лет работы Ортопедического института на его клинической базе были созданы три кафедры ортопедии крупнейших медицинских вузов Санкт-Петербурга, на которых была организована интенсивная и планомерная подготовка профильных специалистов. На лекции и практические занятия, проводимые профессором Р.Р. Вреденом, собирались заинтересованные врачи разных специальностей со всего города.

Следует также отметить, что для обучения врачей основам новой хирургической специальности он написал первый отечественный учебник — «Практическое руководство по ортопедии», выдержавший с 1925 по 1936 г. три издания и на протяжении более 30 лет являвшийся основным учебным пособием для травматологов-ортопедов всего Советского Союза. Все перечисленные выше факты однозначно подтверждают яркий педагогический талант профессора Р.Р. Вредена и его весомый вклад в организацию систематической подготовки в нашей стране кадров ортопедов-хирургов.

Широкое общественное признание выдающихся заслуг Р.Р. Вредена в становлении в нашей стране новой хирургической специальности — ортопедии, а также высокая оценка его научных и педагогических талантов сложились уже в 20-е годы прошлого века. Поэтому вполне закономерными представляются соответствующее ходатайство коллектива сотрудников и присвоение первому в России научному и клиническому институту травматолого-



Роман Романович Вреден со своими учениками и сотрудниками



Роман Романович Вреден проводит практическое занятие с клинической демонстрацией пациента для врачей Ленинградского ГИДУВа

ортопедического профиля имени его первого директора — профессора Романа Романовича Вредена, последовавшие после его кончины в 1934 г.

Современный коллектив ФГБУ «Российский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации чтит и развивает клинические, научные и образовательные традиции, заложенные Романом Романовичем Вреденом. Количество пациентов, ежегодно проходящих лечение в клинике института, возросло за последнее десятилетие практически вдвое и превышает в настоящее время 26 000. При этом врачами института ежегодно выполняется более 23 000 операций, среди которых более двух третей являются высокотехнологичными. Можно с уверенностью сказать, что сегодня коллектив РНИИТО им. Р.Р. Вредена смог практически реализовать мечту своего первого директора о возвращении возможностей движений для пациентов с разрушенными крупными суставами конечностей, ежегодно выполняя более 6500 операций эндопротезирования суставов.

Научные труды сотрудников института постоянно публикуются в отечественных и зарубежных журналах, а доклады присутствуют в программах всех крупных научных форумов травматолого-ортопедического профиля, проходящих в России. Успешно выполняется Государственное задание по научным исследованиям и план подготовки научных кадров — докторов и кандидатов медицинских наук. В соответствии с традицией, заложенной Р.Р. Вреденом, на базе института проходят обучение студенты и врачи профильных кафедр четырех крупнейших медицинских вузов Санкт-Петербурга: Первого Санкт-Петербургского медицинского университета им. И.П. Павлова, Северо-Западного медицинского университета им. И.П. Мечникова, Санкт-Петербургского педиатрического медицинского университета и медицинского факультета Санкт-Петербургского университета. Помимо этого, в марте 2015 г. в РНИИТО им. Р.Р. Вредена была создана самостоятельная кафедра травматологии и ортопедии, на которой в настоящее время обучаются 65 ординаторов и 10 аспирантов.

В институте воссоздан мемориальный кабинет Романа Романовича Вредена, бережно хранятся его портреты, научные труды и оригинальные письменные документы. Но наиболее значимым мероприятием, увековечивающим память выдающегося отечественного хирурга, ученого и педагога, является ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «Вреденовские чтения»,

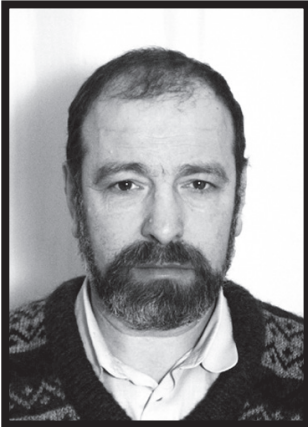
которая выросла за последние годы в крупнейший ежегодный научный форум и одновременно — образовательное мероприятие по вопросам ортопедии. В сентябре 2017 г. эта конференция успешно прошла уже в одиннадцатый раз и собрала около 2000 специалистов из нашей страны, а также ближнего и дальнего зарубежья. Думается, что тематика докладов, семинаров и мастер-классов, реализованных на этой конференции, свидетельствует об актуальности и в настоящее время научных и образовательных замыслов Романа Романовича Вредена, а также о важности и жизненности заложенных им традиций.



XI научно-практическая конференция  
«Вреденовские чтения».  
Санкт-Петербург, сентябрь 2017 г.

### Литература

1. Вреден Р.Р. К этиологии цистита : Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1893. 79 с.
2. Вреден Р.Р. Скручивание прямой кишки, как способ лечения выпадения ее. *Хирургическая летопись*. 1895; 5(6):912-913.
3. Вреден Р.Р. Новый способ частичной ампутации стопы. *Хирургическая летопись*. 1895;5(6):914-916.
4. Патрик А.М. Роль В.А. Ратимова в развитии отечественной хирургии. *Вестник хирургии*. 1952;72(2): 58-60.
5. Мирский М.Б. Хирургия от древности до современности. Очерки истории.— М. : Наука; 2000. 798 с.
6. Кустов В.М. Роман Романович Вреден. — СПб. : РосНИИТО; 2006. 304 с.
7. Вреден Р.Р. Ринопластика из пальца. *Врач*. 1901;(49): 1528-1529.
8. Вайнштейн В.Г. Р.Р. Вреден (К истории отечественной ортопедии). *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1985;(5):64-66.
9. Вайнштейн В.Г. К истории становления Ленинградского института травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена : актовая речь. Л., 1979. 20 с.



## АЛЕКСАНДР САМУЭЛЬЕВИЧ АВРУНИН

16.12.1947 – 17.09.2017

17 сентября 2017 года на 70-м году жизни скончался доктор медицинских наук Александр Самуэльевич Аврунин.

А.С. Аврунин родился 16 декабря 1947 года в Ленинграде. В 1972 году окончил Первый Ленинградский медицинский институт. С 1972 по 1976 год работал врачом в туберкулезном санатории в Псковской области, затем врачом скорой помощи в Ленинграде.

С 1978 года его жизнь была тесно связана с Российским НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, в котором он начал работу в должности младшего научного сотрудника. В 1984 году он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Протеинограмма сыворотки крови как показатель патологического процесса при ревматоидном артрите», а в 1998 году – докторскую диссертацию «Механизмы развития адаптационного ответа организма на нарушение целостности костей и пути превентивной профилактики послеоперационных осложнений».

С 2001 по 2003 год Александр Самуэльевич был руководителем научного отделения, а с 2004 по 2017 год работал старшим научным сотрудником отделения диагностики заболеваний и поврежденной опорно-двигательной системы.

Александр Самуэльевич отличался большой преданностью науке и принципиальностью. Наука была смыслом его жизни. Основной темой его исследований были различные аспекты остеологии: остеоцитарное ремоделирование, механические свойства костных структур на нано- и микроуровнях, минеральный обмен в костной ткани после переломов, патогенез потери костной массы, адаптационные процессы в развитии скелета, оценка минеральной плотности костной ткани методом фотонной абсорциометрии и др. Своими трудами А.С. Аврунин внес заметный вклад в развитие этого научного направления.

Александр Самуэльевич много и плодотворно работал. Он автор более 200 научных работ, в том числе 120 статей и 2 монографий: «Формирование остеопоротических сдвигов в структуре костной ткани» (1998) и «Адаптационные процессы в органах скелета» (2001), а также нескольких патентов. Последняя его книга «Этюды остеологии» готовится к печати. Он до последних дней жизни занимался любимым делом и был полон новых научных идей и планов.

Глубоко скорбим в связи с тяжелой утратой и выражаем соболезнования родным и близким.

*Коллектив ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России*

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,  
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ»  
В 2017 ГОДУ**

ОТ РЕДАКТОРА .....	IV, 7	<b>Михайлов Д.А., Пташников Д.А., Масевнин С.В., Смекаленков О.А., Заборовский Н.С., Лапаева О.А., Мураби З.</b> Результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративными деформациями и нестабильностью позвоночника .....	II, 15
<b>КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>			
<b>Бережной С.Ю.</b> Артроз первого плюснефалангового сустава: чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической методики, клинико-рентгенологическая классификация.....	I, 8	<b>Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Михайлова П.М., Бовкис Г.Ю.</b> Лечение несостоятельности разгибательного аппарата при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава .....	II, 27
<b>Соломин Л.Н., Уханов К.А., Сорокин Е.П., Херценберг Дж.</b> Анализ и планирование коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости.....	I, 23	<b>Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Тихилов Р.М., Сушков И.В., Мурга Е.Я.</b> Влияние положения туннелей на результаты транстибиальной реконструкции передней крестообразной связки .....	III, 7
<b>Макарова М.В., Вальков М.Ю., Валькова Л.Е., Ревчук А.С., Агапитов А.В., Черных И.А., Парфенова А.Р., Гржибовский А.М.</b> Предикторы перехода рентгенологической нулевой стадии остеоартрита коленных суставов в первую стадию (на основании балльной комплексной системы оценки коленного сустава WORMS).....	I, 33	<b>Смышляев И.А., Гильфанов С.И., Копылов В.А., Гильмутдинов Р.Г., Пулин А.А., Корсаков И.Н., Гильмутдинова И.Р., Петрикина А.П., Еремин П.С., Крючкова О.В., Абельцев В.П., Загородний Н.В., Зорин В.Л., Васильев В.С., Пупынин Д.Ю., Еремин И.И.</b> Оценка безопасности и эффективности внутрисуставного введения стромально-васкулярной фракции жировой ткани для лечения гонартроза: промежуточные результаты клинического исследования .....	III, 17
<b>Сараев А.В., Линдберг М.Ф., Гэй К., Росселэнд Л.А., Лердал А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А.</b> Факторы, влияющие на интенсивность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде после тотальной артропластики коленного сустава.....	I, 45	<b>Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярков К.А.</b> Результаты трансфораминальной эндоскопической дискэктомии при грыжах межпозвоночных дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника .....	III, 32
<b>Королев А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Ильин Д.О., Афанасьев А.П., Фролов А.В.</b> Влияние дополнительной поперечной стабилизации трансплантата передней крестообразной связки в бедренном канале на степень его расширения .....	I, 59	<b>Тепленький М.П., Олейников Е.В., Бунов В.С.</b> Хирургическое лечение детей с последствиями септического коксита .....	III, 43
<b>Ерохин А.Н., Тарчоков В.Т.</b> Особенности консолидации перелома диафиза плечевой кости у больных при чрескостном остеосинтезе методом Илизарова .....	I, 70	<b>Доколин С.Ю., Кузьмина В.И., Марченко И.В., Белых О.А., Найда Д.А.</b> Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ .....	III, 53
<b>Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В.</b> Хирургическое лечение двухмыщелковых переломов большеберцовой кости.....	I, 81	<b>Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Печкуров А.Л., Федотов А.О., Наниев С.О.</b> Сравнительный анализ результатов лечения пострадавших с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости типов В и С.....	III, 69
<b>Мурылев В.Ю., Кавалерский Г.М., Терентьев Д.И., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В.</b> Пятилетние результаты применения керамических и керамо- полиэтиленовых пар трения при эндопротезировании тазобедренного сустава.....	I, 89	<b>Кенис В.М., Степанова Ю.А.</b> Анализ причин неоптимального консервативного лечения врожденной косолапости у детей.....	III, 80
<b>Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю.</b> Результаты этапного лечения пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава.....	I, 98	<b>Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Ласунский С.А., Коган П.Г.</b> Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз? .....	IV, 9
<b>Зиновьев М.П., Паськов Р.В., Римашевский Д.В.</b> Влияние остаточной варусной деформации на клинико-функциональные, рентгенологические и динамометрические результаты тотального эндопротезирования коленного сустава .....	I, 108	<b>Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Баиндурашвили А.Г., Белянчиков С.М., Хусаинов Н.О., Овечкина А.В.</b> Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничной локализации: экстирпация или частичная резекция полупозвонок?.....	IV, 18
<b>Карбышева С.Б., Григоричева Л.Г., Жильцов И.В., Семенов В.М., Золовкина А.Г., Веремей И.С., Трампуш А.</b> D-лактат – маркер бактериального воспаления нативных и протезированных суставов .....	II, 6		

- Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярко К.А.**  
Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвоноковых суставов поясничного отдела позвоночника..... IV, 29
- Камшилов Б.В., Тряпичников А.С., Чегуров О.К., Жданов А.С., Зайцева О.П.**  
Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра ..... IV, 39
- Бережной С.Ю.**  
Ятрогенный *hallux varus*: причины формирования деформации, возможности чрескожной хирургической коррекции (ретроспективный анализ серии клинических наблюдений)..... IV, 48
- Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Жабин Г.И., Шулепов Д.А., Злобин О.В.**  
Особенности артроскопического лечения пациентов с латеральным эпикондилитом локтевого сустава ..... IV, 58
- ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**
- Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А., Семенов С.Г., Бенин А.В.**  
Экспериментальное и теоретическое обоснование двухколонной теории остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости ..... III, 86
- Степанов М.А., Антонов Н.И., Борзунов Д.Ю.**  
Экспериментальная апробация комбинированного остеосинтеза при удлинении бедренной кости ..... III, 95
- Ступина Т.А., Степанов М.А.**  
Структурная реорганизация суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при distractionном остеосинтезе голени в комбинации с наkostной пластиной..... IV, 70
- МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**
- Кренн В., Перино Г., Рютхер Ш., Кренн В.Т., Хубер М., Хюгле Т., Найм А., Мюллер С., Боеттнер Ф., Песслер Ф., Уалдштейн У., Крейгсманн Й., Хэупл Т., Уиенерт С., Крукемейер М.Г., Сесселманн С., Тихилов Р.М., Моравец Л.**  
15-летний опыт применения гистопатологической шкалы и диагностического алгоритма синовита: оценка и дальнейшее развитие ..... II, 39
- Кузьменко Д.В., Лобанов Г.В., Шатова О.П.**  
Ферментативная активность PDGF при замедленной консолидации переломов ..... IV, 78
- Коновальчук Н.С., Румакин В.П., Сорокин Е.П., Ласунский С.А., Фомичев В.А.**  
Импинджмент-синдром сухожилия короткой малоберцовой мышцы после переломов пяточной кости (морфологические аспекты) ..... IV, 83
- НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ**
- Дулаев А.К., Кажанов И.В., Мануковский В.А., Микитюк С.И., Преснов Р.А., Гавришук Я.В.**  
Минимально инвазивная пояснично-тазовая фиксация у пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца ..... II, 49
- Соломин Л.Н., Щепкина Е.А., Корчагин К.Л., Сабиров Ф.К., Таката М., Цучия Х.**  
Новый способ коррекции многоуровневых деформаций длинных костей с использованием ортопедического гексапода (предварительное сообщение) ..... III, 103
- Карякин Н.Н., Малышев Е.Е., Горбатов Р.О., Ротич Д.К.**  
Эндопротезирование коленного сустава с применением индивидуальных направлятелей, созданных с помощью технологий 3D-печати ..... III, 110
- Schnettler R., Franke J., Rimashevskiy D., Zagorodniy N., N. Batpenov, Unger R.E., Wenisch S., Barbeck M.**  
Allogeneic Bone Grafting Materials — Update of the Current Scientific Status..... IV, 92
- Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М.**  
Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава ..... IV, 101
- Дианов С.В., Домовитов С.В., Жужнев А.В., Шикунев Д.А., Семенов А.Л.**  
Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза ..... IV, 112
- СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ**
- Богатов В.Б., Садыков Р.Ш., Понамарев И.Р.**  
Образование синовиальной кисты в проекции большеберцового канала после пластики передней крестообразной связки (случай из практики) ..... II, 59
- Кузнецов И.А.** Комментарий к статье ..... II, 63
- Беленький И.Г., Сергеев Г.Д.**  
Непрерывная тромбопрофилактика при хирургическом лечении пациента с политравмой в условиях многопрофильного стационара (случай из практики) ..... II, 66
- Семенкин О.М., Измалков С.Н., Солопихина Э.Б., Досковская Е.М., Балаклеец С.В.**  
Остеоид-остеома крючковидной кости как причина компрессионной невропатии локтевого нерва в канале Гийона (случай из клинической практики) ..... II, 74
- Микайлов И.М., Засульский Ф.Ю., Григорьев П.В., Дубровская М.В.**  
Хирургическое лечение метастатического поражения ключицы при семиноме (клиническое наблюдение) ..... III, 119
- Михайловский М.В., Новиков В.В., Васюра А.С., Суздалов В.А.**  
Пенетрация ребром позвоночного канала при сколиозе на почве нейрофиброматоза I типа (клинический случай и обзор литературы) ..... III, 125
- Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Королев А.В.**  
Массивная посттравматическая гетеротопическая оссификация коленного сустава (случай из клинической практики) ..... IV, 118
- Павлов В.В., Кирилова И.А., Ефименко М.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З.**  
Двухэтапное реэндопротезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики) ..... IV, 125
- ДАННЫЕ РЕГИСТРА ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ СУСТАВОВ**
- Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Николаев Н.С., Григоричева Л.Г., Овсянкин А.В., Черный А.Ж., Дроздова П.В., Денисов А.О., Вебер Е.В., Кузьмина И.В.**  
Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена ..... II, 81

ЛЕКЦИЯ

**Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Богопольский О.Е., Гуцаев М.С.**  
Возможности рентгенографии в ранней диагностике патологии тазобедренного сустава .....I, 117

ДИСКУССИЯ

**Кудяшев А.Л., Хоминец В.В., Шаповалов В.М., Метленко П.А., Мироевский Ф.В., Резванцев М.В., Теремшенок А.В.**  
Особенности хирургической тактики лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом.....I, 132  
Комментарии.....I, 144

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАВМАТОЛОГО-ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ

**Саакян С., Закроева А.Г., Галстян Р., Ханамирян Т., Ароян А., Мамиконян Н., Бабалян В., Лебедев А.К., Гладкова Е.Н., Лесняк О.М.**  
Эпидемиологическое исследование низкоэнергетических переломов в Республике Армения.....I, 153

ОБЗОРЫ

**Кочергин П.Г., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А.**  
Влияние компьютерной навигации на клинические и рентгенологические результаты корригирующих окколосуставных остеотомий бедренной и большеберцовой костей у больных гонартрозом (обзор литературы).....I, 163

**Булатов А.А., Емельянов В.Г., Михайлов К.С.**  
Плоско-вальгусная деформация стоп у взрослых (обзор иностранной литературы)..... II, 102

**Юсеф А.И., Ахтямов И.Ф.**  
Особенности артропластики у пациентов с избыточной массой тела (обзор литературы)..... II, 115

**Воробьев К.А., Божкова С.А., Тихилов Р.М., Черный А.Ж.**  
Современные способы обработки и стерилизации аллогенных костных тканей (обзор литературы)..... III, 134

**Анастасиева Е.А., Садовой М.А., Воропаева А.А., Кирилова И.А.**  
Использование ауто- и аллотрансплантатов для замещения костных дефектов при резекциях опухолей костей (обзор литературы) ..... III, 148

**Рикун О.В., Хоминец В.В., Федотов А.О.**  
Современные тенденции в хирургическом лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки (обзор литературы)..... IV, 134

**А.М. Агеенко, В.В. Павлов, М.А. Садовой, О.В. Шелякина, М.А. Овтин**  
Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов (обзор литературы) ..... IV, 146

ЮБИЛЕИ

**Алексей Георгиевич Баиндурашвили**..... III, 156

**50 лет кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии им. акад. А.Ф. Краснова Самарского государственного медицинского университета**..... III, 158

**Рашид Муртузалиевич Тихилов**  
К 60-летию со дня рождения..... IV, 156

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

**Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю.**  
Роман Романович Вреден – выдающийся течественный хирург, ученый и педагог (к 150-летию со дня рождения).....IV, 158

НЕКРОЛОГ

**Александр Самуэльевич Аврунин**..... IV, 163

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЗА 2017 ГОД

- Абельцев В.П. – III, 17  
 Агапитов А.В. – I, 33  
 Агеенко А.М. – IV, 146  
 Анастасиева Е.А. – III, 148  
 Антониади Ю.В. – I, 81  
 Антонов Н.И. – III, 95  
 Ароян А. – I, 153  
 Афанасьев А.П. – I, 59; IV, 118  
 Ахтямов И.Ф. – II, 115  
 Бабальян В. – I, 153  
 Базлов В.А. – IV, 125  
 Баиндурашвили А.Г. – IV, 18  
 Балаклеец С.В. – II, 74  
 Банцер С.А. – III, 7  
 Беленький И.Г. II, 66; III, 86  
 Бельх О.А. – III, 53  
 Беляничков С.М. – IV, 18  
 Бенин А.В. – III, 86  
 Бережной С.Ю. – I, 8; IV, 48  
 Бовкис Г.Ю. – II, 27  
 Богатов В.Б. – II, 59  
 Богопольский О.Е. – I, 117; III, 7  
 Боеттнер Ф. – II, 39  
 Божкова С.А. I, 98; III, 134  
 Борзунов Д.Ю. – III, 95  
 Булатов А.А. – II, 102  
 Бунов В.С. – III, 43  
 Вальков М.Ю. – I, 33  
 Валькова Л.Е. – I, 33  
 Васильев В.С. – III, 17  
 Васюра А.С. – III, 125  
 Вебер Е.В. – II, 81  
 Веремей И.С. – II, 6  
 Виссарионов С.В. – IV, 18  
 Волков И.В. – III, 32; IV, 29  
 Волокитина Е.А. – I, 81  
 Воробьев К.А. – III, 134  
 Воропаева А.А. – III, 148  
 Гавришук Я.В. – II, 49  
 Галстян Р. – I, 153  
 Гилев М.В. – I, 81  
 Гильмутдинов Р.Г. – III, 17  
 Гильмутдинова И.Р. – III, 17  
 Гильфанов С.И. – III, 17  
 Гладкова Е.Н. – I, 153  
 Гончаров М.Ю. – I, 98  
 Горбатов Р.О. – III, 110; IV, 101  
 Гржибовский А.М. – I, 33  
 Григоричева Л.Г. II, 6; III, 81  
 Григорьев П.В. – III, 119  
 Гуацаев М.С. – I, 117  
 Гэй К. – I, 45  
 Денисов А.О. – II, 81  
 Дианов С.В. – IV, 112  
 Доколин С.Ю. – III, 53  
 Домовитов С.В. – IV, 112  
 Досковская Е.М. – II, 74  
 Дроздова П.В. – II, 81  
 Дубровская М.В. – III, 119  
 Дулаев А.К. – II, 49  
 Елизаров П.М. – I, 89  
 Емельянов В.Г. – II, 102  
 Еремин И.И. – III, 17  
 Еремин П.С. – III, 17  
 Ерохин А.Н. – I, 70  
 Ефименко М.В. – IV, 125  
 Жабин Г.И. – IV, 58  
 Жданов А.С. – IV, 39  
 Жильцов И.В. – II, 6  
 Жужнев А.В. – IV, 112  
 Заборовский Н.С. – II, 15  
 Загородний Н.В. – III, 17; IV, 92  
 Зайцева О.П. – IV, 39  
 Закроева А.Г. – I, 153  
 Засульский Ф.Ю. – III, 119  
 Захарова Д.В. – IV, 101  
 Зиновьев М.П. – I, 108  
 Злобин О.В. – IV, 58  
 Золовкина А.Г. – II, 6  
 Зорин В.Л. – III, 17  
 Измалков С.Н. – II, 74  
 Ильин Д.О. – I, 59; IV, 118  
 Кавалерский Г.М. – I, 89  
 Кажанов И.В. – II, 49  
 Каземирский А.В. – I, 98  
 Камшилов Б.В. – IV, 39  
 Карабаев И.Ш. – III, 32; IV, 29  
 Карбышева С.Б. – II, 6  
 Картавенко К.А. – IV, 18  
 Корякин Н.Н. – III, 110  
 Кенис В.М. – III, 80  
 Кирилова И.А. – III, 148; IV, 125  
 Ковалдов К.А. – IV, 101  
 Коган П.Г. – IV, 9  
 Кокушин Д.Н. – IV, 18  
 Коновалов Н.А. – III, 32; IV, 29  
 Коновальчук Н.С. – IV, 83  
 Копылов В.А. – III, 17  
 Корнилов Н.Н. – I, 45, 163; II, 27; IV, 9  
 Королев А.В. – I, 59; IV, 118  
 Корсаков И.Н. – III, 17  
 Корчагин К.Л. – III, 103  
 Корыткин А.А. – IV, 101  
 Кочергин П.Г. – I, 163  
 Кочийш А.Ю. – IV, 158  
 Крейгсманн Й. – II, 39  
 Кренн В. – II, 39  
 Кренн В.Т. – II, 39  
 Крукемейер М.Г. – II, 39  
 Крючкова О.В. – III, 17  
 Кудяшев А.Л. – I, 132; III, 69  
 Кузнецов И.А. – II, 63; IV, 58  
 Кузьменко Д.В. – IV, 78  
 Кузьмина В.И. – III, 53  
 Кузьмина И.В. – II, 81  
 Куляба Т.А. – I, 45, 163; II, 27  
 Кутепов С.М. – I, 81  
 Лапаева О.А. – II, 15  
 Ласунский С.А. – IV, 83;  
 Лебедев А.К. – I, 153  
 Лердал А. – I, 45  
 Лесняк О.М. – I, 153  
 Линдберг М.Ф. – I, 45  
 Лобанов Г.В. – IV, 78  
 Логвинов А.Н. – IV, 118  
 Магнитская Н.Е. – I, 59; IV, 118  
 Майоров Б.А. – III, 86  
 Макарова М.В. – I, 33  
 Малышев Е.Е. – III, 110  
 Мамиконян Н. – I, 153  
 Мамуладзе Т.З. – IV, 125  
 Мануковский В.А. – II, 49  
 Марченко И.В. – III, 53  
 Масевнин С.В. – II, 15  
 Метленко П.А. – I, 132  
 Михайлов И.М. – III, 119  
 Микитюк С.И. – II, 49  
 Мироевский Ф.В. – I, 132  
 Михайлов Д.А. – II, 15  
 Михайлов К.С. – II, 102  
 Михайлова П.М. – II, 27  
 Михайловский М.В. – III, 125  
 Моравец Л. – II, 39  
 Музыченко А.В. – I, 89  
 Мураби З. – II, 15  
 Мурга Е.Я. – III, 7  
 Мурылев В.Ю. – I, 89  
 Мюллер С. – II, 39  
 Найда Д.А. – III, 53  
 Найм А. – II, 39  
 Наниев С.О. – III, 69  
 Николаев Н.С. – II, 81  
 Новиков В.В. – III, 125  
 Новикова Я.С. – IV, 101  
 Овечкина А.В. – IV, 18  
 Овсянкин А.В. – II, 81  
 Овтин М.А. – IV, 146  
 Олейников Е.В. – III, 43  
 Павлов В.В. – IV, 125  
 Парфенова А.Р. – I, 33  
 Паськово Р.В. – I, 108  
 Перино Г. – II, 39  
 Песслер Ф. – II, 39  
 Петрикина А.П. – III, 17  
 Печуров А.Л. – III, 69  
 Плиев Д.Г. – I, 117  
 Понамарев И.Р. – II, 59  
 Поярков К.А. – III, 32; IV, 29  
 Преображенский П.М. – I, 98  
 Преснов Р.А. – II, 49  
 Пташников Д.А. – II, 15; III, 32; IV, 29  
 Пулин А.А. – III, 17  
 Пупынин Д.Ю. – III, 17  
 Ревчук А.С. – I, 33  
 Резванцев М.В. – I, 132  
 Рикун О.В. – IV, 134  
 Римашевский Д.В. – I, 108; IV, 92  
 Росселэнд Л.А. – I, 45  
 Ротич Д.К. – III, 110  
 Рукин Я.А. – I, 89  
 Румакин В.П. – IV, 83  
 Рютхер Ш. – II, 39  
 Рязанцев М.С. – I, 59; IV, 118  
 Саакян С. – I, 153  
 Сабиров Ф.К. – III, 103  
 Садовой М.А. – III, 148; IV, 146  
 Садыков Р.Ш. – II, 59  
 Салихов М.Р. – IV, 58  
 Сараев А.В. – I, 45  
 Семенкин О.М. – II, 74  
 Семенов А.Л. – IV, 112  
 Семенов В.М. – II, 6  
 Семенов С.Г. – III, 86  
 Сергеев Г.Д. – II, 66; III, 86  
 Сесселманн С. – II, 39  
 Смекаленков О.А. – II, 15  
 Смышляев И.А. – III, 17  
 Соломин Л.Н. – I, 23; III, 103  
 Солопихина Э.Б. – II, 74  
 Сорокин Е.П. – I, 23; IV, 83  
 Степанов М.А. – III, 95; IV, 70  
 Степанова Ю.А. – III, 80  
 Ступина Т.А. – IV, 70  
 Суздалов В.А. – III, 125  
 Сушков И.В. – III, 7  
 Таката М. – III, 103  
 Тарчоков В.Т. – I, 70  
 Тепленький М.П. – III, 43  
 Терешонок А.В. – I, 132  
 Терентьев Д.И. – I, 89  
 Тихилов Р.М. – I, 117; II, 39; II, 81; III, 7, 134; IV, 158  
 Трампш А. – II, 6  
 Трачук А.П. – III, 7  
 Тряпичников А.С. – IV, 39  
 Уалдштейн У. – II, 39  
 Уиенерт С. – II, 39  
 Уханов К.А. – I, 23  
 Федотов А.О. – III, 69; IV, 134  
 Фомичев В.А. – IV, 83  
 Фролов А.В. – I, 59; IV, 118  
 Ханамирян Т. – I, 153  
 Херценберг Дж. – I, 23  
 Хомяков В.В. – I, 132; III, 69; IV, 134  
 Хубер М. – II, 39  
 Хусаинов Н.О. – IV, 18  
 Хэупл Т. – II, 39  
 Хюгле Т. – II, 39  
 Цучия Х. – III, 103  
 Чегуров О.К. – IV, 39  
 Черный А.Ж. – II, 81; III, 134  
 Черных И.А. – I, 33  
 Чугаев Д.В. – IV, 9  
 Шаповалов В.М. – I, 132  
 Шатова О.П. – IV, 78  
 Шелякина О.В. – IV, 146  
 Шикун Д.А. – IV, 112  
 Шубняков И.И. – I, 117; II, 81  
 Шулепов Д.А. – IV, 58  
 Щепкина Е.А. – III, 103  
 Эль Мудни Ю.М. – IV, 101  
 Юсеф А.И. – II, 115  
 Barbeck M. – IV, 92  
 Vatpenov N. – IV, 92  
 Franke J. – IV, 92  
 Schnettler R. – IV, 92  
 Unger R.E. – IV, 92  
 Wenisch S. – IV, 92

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

### Общие положения

В журнале «Травматология и ортопедия России» публикуются статьи по широкому кругу проблем травматологии и ортопедии, а также смежным специальностям: реконструктивно-восстановительной микрохирургии, комбустиологии, протезированию и др.

Журнал имеет следующие **основные рубрики**:

- Клинические исследования
- Теоретические и экспериментальные исследования
- Методы исследований
- Организация травматолого-ортопедической помощи
- Случаи из практики
- Новые технологии в травматологии и ортопедии
- Дискуссии
- Обзоры
- Письма в редакцию.

Также мы публикуем материалы к юбилейным и памятным датам, очерки по истории травматологии и ортопедии, отчеты о научно-практических конференциях и симпозиумах.

В разделах «**Клинические исследования**», «**Теоретические и экспериментальные исследования**», «**Методы исследований**» публикуются законченные оригинальные работы, в которых представлены результаты новых научных исследований, не опубликованные ранее в других изданиях.

В разделе «**Случаи из практики**» публикуются интересные и редкие клинические наблюдения с обязательным обсуждением и списком литературы по данной теме.

**Обзоры литературы** должны носить аналитический характер, отражать наиболее актуальные проблемы специальности, представляющие интерес для широкой читательской аудитории и основываться на анализе научной литературы за последние 5–10 лет. Обязательно следует указывать цель обзорной статьи, базы данных, в которых проводился информационный поиск, и его хронологические рамки. Объем обзорных статей не должен превышать 25–30 страниц, количество литературных источников – не более 100 наименований.

В разделе «**Письма в редакцию**» публикуются комментарии и критические замечания по поводу напечатанных ранее в журнале статей, а также ответные реплики затронутых в публикациях сторон (объем – до 4 страниц формата А4).

**Не допускается направление в редакцию работ, уже напечатанных или отправленных в другие редакции. Редакция имеет право редактировать и сокращать рукописи. Принятые статьи публикуются бесплатно. Рукописи статей авторам не возвращаются.**

### Порядок подачи рукописей

Основным способом подачи статьи является загрузка через сайт журнала. Для этого необходимо зарегистрироваться на сайте или, если у вас уже есть аккаунт на сайте, авторизоваться, используя ваш логин и пароль для входа, затем перейти в раздел «Подать статью» в личном кабинете (доступен для зарегистрированных и авторизованных пользователей).

В исключительных случаях, при невозможности отправить статью через сайт журнала, редакция принимает рукописи, присланные по электронной почте в форме присоединенных файлов на адрес редакции: journal@miito.org. Дата получения рукописи по электронной почте считается датой ее поступления в редакцию. В качестве дополнительного файла следует загрузить электронный вариант направления от организации, подтверждающего право автора на публикацию данного материала, заверенного печатью. В направлении должно быть указано, что представленный материал не был ранее опубликован или направлен в другие периодические издания с целью публикации, а также что в статье не содержится информации ограниченного доступа и она может быть опубликована в открытой печати.

Согласно вступившей в действие IV части Гражданского кодекса РФ, с 2012 года между авторами статей и редакцией журнала заключается **Лицензионный договор о предоставлении права использования произведения**, согласно которому автор передает свои права на использование произведения издателю. Электронный вариант заполненного и подписанного всеми авторами договора также следует загрузить в качестве дополнительного файла.

### Рецензирование

Этап **предварительного рецензирования** предусматривает оценку правильности оформления статей, соответствия ее требованиям журнала, качества списков литературы и перевода реферата на английский язык. Кроме того, все публикуемые материалы рассматриваются экспертом по статистике, который дает заключение о правильности статистической обработки материала. Если при предварительном рецензировании



были выявлены недочеты, рукопись возвращается авторам на доработку.

Рукописи статей, прошедших предварительное рецензирование, направляются на **научное рецензирование**, которое организовано по принципу двойного слепого. В соответствии с ним рукописи направляются экспертам без указания авторов и их институциональной аффилиации. Аналогичным образом редакция не раскрывает личности экспертов авторам и третьим лицам в соответствии с общепринятыми международными стандартами экспертного рецензирования в научных журналах.

Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов, имеют научные звания и публикации по тематике рецензируемой статьи в течение последних 3 лет. Рецензирование осуществляется как членами редакционного совета, так и приглашенными рецензентами. Рецензенты уведомляются о том, что содержание присланных им рукописей не подлежит разглашению. Средний срок рецензирования составляет один месяц, но в некоторых случаях может быть продлен. Если рецензия не позволяет создать адекватное представление о рукописи и перспективах ее публикации, редакция может направить работу на повторное рецензирование другому эксперту.

Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный секретарь журнала направляет текст рецензии авторам. В течение трех месяцев статья должна быть представлена на повторное рецензирование. Если авторы нарушают эти сроки, статья рассматривается как вновь поступившая. Окончательное решение о публикации статьи принимается редколлегией журнала, после чего ответственный секретарь информирует об этом автора и указывает сроки публикации. В случае отказа в публикации статьи автору направляется мотивированный отказ. Рукописи статей и оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение пяти лет.

### Порядок оформления рукописей

Требования к оформлению рукописей обусловлены стремлением следовать общемировым тенденциям развития доказательной медицины и соответствовать международным стандартам качества научных изданий. Требования составлены на основании «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов (ICMJE) с учетом последних пересмотров ([www.ICMJE.org](http://www.ICMJE.org)).

Текст статьи печатается на одной стороне листа формата А4 с полуторными интервалами между строчками, стандартными полями (сле-

ва – 3 см, справа – 1 см, сверху и снизу – 2,5 см) и нумерацией страниц (сверху в центре, первая страница – без номера). Текст можно печатать в редакторе Word любой версии шрифтом Times New Roman, 14 кеглем, **без переносов**.

В редакцию должны быть представлены следующие файлы:

#### 1. Основной файл

Рукописи, поступающие в редакцию, проходят процедуру двойного слепого рецензирования, в соответствии с которой они направляются экспертам без указания авторов и их институциональной аффилиации. Поэтому основной файл не должен содержать фамилий авторов и названия учреждений. Он должен состоять из следующих разделов:

- Название статьи.

- Структурированное резюме на русском языке объемом 300–400 слов, в котором излагается краткое содержание статьи: актуальность, цель исследования, материал и методы, результаты (конкретные данные и их статистическая значимость) и выводы. По авторскому резюме должна быть понятна суть статьи, в нем следует приводить фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. Сокращений следует избегать.

- Ключевые слова или словосочетания (от 3 до 6), которые будут способствовать правильному индексированию статьи. Рекомендуется использовать термины из списка медицинских предметных заголовков U.S. National Library of Medicine (Medical Subject Headings): <https://meshb-prev.nlm.nih.gov/#/fieldSearch>

- Текст статьи с таблицами и рисунками по месту их упоминания.

- Информация о конфликте интересов и финансировании.

- Благодарности (если таковые имеются).

- Список литературы.

#### 2. Титульный лист:

- Название статьи.

- Фамилии и инициалы авторов.

- Полное наименование учреждения, в котором работают авторы в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности; город, страна, почтовый адрес. Если авторы работают в разных организациях, принадлежность их к своему учреждению обозначается цифрами.

- e-mail автора статьи, ответственного за связь с редакцией.

**3. Полные данные об авторах**, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования:

- Ф.И.О. полностью;

- ученая степень, ученое звание;

• должность и наименование учреждения, в котором работает автор.

#### **4. Информация на английском языке:**

- заглавие статьи;
- транслитерация фамилий авторов в латинском алфавите (<http://www.translit.ru> (вариант BSI));
- название организации с указанием города, страны и почтового адреса, структурированное резюме и ключевые слова;
- сведения об авторах в том же объеме, как на русском языке.

*Переводы на английский язык с применением компьютерных переводчиков не принимаются*

#### **Структура научных статей**

**Во введении** описывается состояние изучаемой проблемы, ее актуальность и значимость. Следует упомянуть опубликованные работы по данной теме, обозначить их достоинства и недостатки, то есть показать необходимость проведения исследования. Объем данного раздела не должен превышать одной страницы. В конце раздела указывается цель исследования или гипотеза, проверяемая исследованием или наблюдением.

В раздел **«Материал и методы»** необходимо включать только ту информацию, которая была доступна на момент составления плана или протокола исследования. Вся информация, полученная во время исследования, указывается в разделе «Результаты». Сокращения и аббревиатуры расшифровываются при первом их использовании в тексте и в дальнейшем используются в неизменном виде. В данном разделе должны быть четко отражены следующие моменты: тип исследования; способ отбора участников исследования; методика проведения измерений; способы представления и обработки данных; этические принципы. Детально следует описывать только новые методы. На ранее опубликованные и общеизвестные достаточно сослаться в списке литературы.

Следует четко описать принципы, в соответствии с которыми проводился отбор участников клинического исследования или эксперимента (пациенты или лабораторные животные, включая контрольные группы), указывая при этом критерии соответствия и исключения. В связи с тем, что значение таких показателей, как пол и возраст, для цели исследования не всегда ясно, авторам следует объяснить, почему, например, они включили в исследование только участников определенного возраста, или почему исключили женщин. Ведущим принципом должна быть ясность по поводу того, как и почему исследование было выполнено именно так.

Поскольку рукописи подвергаются двойному слепому рецензированию, не следует указы-

вать учреждение, на базе которого выполнялось исследование.

Рекомендуется использовать название действующего вещества, а не торгового (коммерческого названия). Обязательно должны указываться названия аппаратуры, оборудования, реактивов и т.д. с указанием фирмы-изготовителя.

#### **Защита участников исследований**

При представлении результатов исследования с участием человека авторы должны указать, были ли проведены процедуры оценки протокола исследования официальным комитетом по этике (локальным и национальным) или, в его отсутствие – соответствует ли исследование требованиям Хельсинкской декларации пересмотра 2013 г. ([www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html](http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html)). Пациенты имеют право на защиту информации личного характера, которая не может быть раскрыта без информированного согласия. Персональная информация, включающая имена, инициалы или номера историй болезни, не должна публиковаться ни в письменном виде, ни в виде фотографий, если только она не является необходимой для научных целей. В частности, для обеспечения анонимности недостаточно замаскировать на фотографии область глаз пациента. Пациент (родитель или опекун) должен предоставить письменное информированное согласие на подобную публикацию. При получении информированного согласия опознаваемому пациенту необходимо показать рукопись, которая будет публиковаться. Авторы должны сообщить пациенту, будут ли его персональные сведения доступны в Интернете или в печатных изданиях после публикации рукописи. С учетом соответствующих требований и законодательства письменное согласие пациента должно храниться у авторов. Автор должен предоставить журналу письменное заявление о получении и архивировании письменного согласия пациента.

При описании экспериментов на животных авторы должны указать, действовали ли они в соответствии с локальными и национальными стандартами по использованию и обращению с лабораторными животными. Дальнейшие указания в отношении этических норм, касающихся животных, представлены в консенсусном руководстве по вопросам этики и благополучия животных, разработанном Международной ассоциацией редакторов ветеринарных журналов (<http://veteditors.org/ethicsconsensusguidelines.html>).

При представлении сведений об экспериментах на животных авторам следует указать, действовали ли они в соответствии с местными и национальными руководствами по уходу и использованию

лабораторных животных, а также «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (<http://conventions.coe.int/Treaty/RUS/Treaties/Html/123.htm>).

#### **Статистическая обработка результатов исследования**

Обязательно следует описать используемые статистические методы. Желательно представить количественную оценку данных и указать соответствующие параметры, отражающие ошибку измерения либо вероятностный характер результатов (например, доверительные интервалы). Не следует полагаться только на проверку статистической гипотезы, например, определение значений  $p$ , поскольку можно ошибиться в подаче важной информации о величине эффекта. Если для обработки данных применяется пакет статистических программ, следует указывать его название и версию.

Материал раздела «**Результаты исследования**» следует излагать в логической последовательности. Вместо объемных таблиц лучше использовать графики, но при этом не должно быть дублирования данных в графиках, таблицах и тексте. При обобщении данных следует представлять числовые результаты не только в виде производных (например, процентов), но и в виде абсолютных значений, на основании которых были рассчитаны эти производные.

Вместо формулировок  $p < 0,05$ ;  $p > 0,05$  или «различия не значимы» следует указывать абсолютное значение величины  $p$  с точностью до тысячных долей (например,  $p = 0,023$ ). Помимо достигнутого уровня значимости рекомендуется приводить фактические значения критериев и число степеней свободы. Следует помнить, что выявление статистически значимых различий еще не означает наличия достоверных или клинически важных различий, а также причинно-следственных связей.

В разделе «**Обсуждение**», который является **обязательным для всех статей**, приводится интерпретация полученных результатов и сопоставление их с данными отечественной и зарубежной литературы. Вместо перечисления предыдущих исследований следует объяснить, почему полученные результаты отличаются от результатов, полученных другими авторами, или совпадают с ними. Не надо повторять фактические данные или другую информацию, представленную в разделах «Введение» или «Результаты». Акцентируйте внимание на новых и важных аспектах исследования и выводах, следующих из них, в контексте современной доказательной базы. Следует критически описать имеющиеся ограничения и недостатки данного исследования, особенно если они оказа-

ли существенное влияние на полученные результаты или их интерпретацию, а также преимущества проведенного исследования по сравнению с аналогичными исследованиями других авторов. Укажите возможность применения полученных результатов в будущих исследованиях и клинической практике.

**Выводы** необходимо сопоставлять с целями исследования, избегая неквалифицированных заявлений и выводов, неподтвержденных фактами. Не стоит заявлять о первостепенной значимости исследования или ссылаться на работу, которая полностью не закончена.

**Информация о конфликте интересов.** Конфликтом интересов может считаться любая ситуация (финансовые отношения, служба или работа в учреждениях, имеющих финансовый или политический интерес к публикуемым материалам, должностные обязанности и др.), способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных или изменить их трактовку. Выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи. Необходимо также указать источник финансирования научной работы (фонд, коммерческая или государственная организация, частное лицо и др.). Если вышеперечисленные аспекты работы проводились без участия спонсоров, авторы должны это также указать.

**Иллюстрации следует вставить в текст статьи, а также представить отдельными файлами в формате TIFF или JPEG с реальным разрешением 300–600 dpi.** Иллюстрации должны быть четкими и контрастными, их общее количество не должно превышать 15 (учитываются все рентгенограммы, фотографии в сгруппированных иллюстрациях). Не допускается тройная нумерация, например рис. 1 а-1, 2 б-2 и т.д. Все рисунки (фотографии, рентгенограммы, графики, диаграммы, схемы) должны иметь последовательную нумерацию, а нумерация цифровых файлов должна соответствовать их номеру в тексте статьи. Диаграммы и графики следует представлять в файлах Excel. Перед каждым рисунком в тексте обязательно должна быть ссылка. Символы, стрелки или буквы, используемые на фотографиях, должны контрастировать с фоном. Подписи к иллюстрациям располагаются непосредственно под рисунком. Все обозначения и надписи на рисунках (в т. ч. графиках и диаграммах) должны быть на русском и английском языках. В подписях к микрофотографиям обязательно следует указывать метод окраски и увеличение. Если рисунок публиковался ранее, необходимо указать ссылку на оригинальный источник и получить письменное разрешение от владельца

авторских прав на его репродукцию за исключением документов, находящихся в общественном доступе.

**Таблицы**, количество которых в тексте не должно превышать шести, позволяют представить информацию с любым желаемым уровнем точности и детализации. Включение данных в таблицы вместо текста позволяет уменьшить объем рукописи. Таблицы необходимо последовательно пронумеровать в порядке их первого упоминания в тексте, каждая таблица должна иметь название. Следует уточнить, какие параметры статистической вариабельности, например, стандартное отклонение или стандартная ошибка среднего, были оценены.

В **список литературы** включаются все источники литературы, цитируемые в тексте статьи. Не допускается делать ссылки на учебную и методическую литературу. Нормативные документы (ГОСТы, инструкции, приказы), а также патенты на изобретения приводятся в примечаниях или в скобках после их упоминания в тексте статьи. Диссертации и авторефераты диссертаций, которые являются неопубликованными документами, следует заменять статьями автора по теме диссертации.

Не следует включать в список тезисы научных конференций: их можно привести в тексте, в скобках. Ссылки на принятые в печать, но еще не опубликованные статьи следует указывать как «в печати» или «готовится к выпуску». При ссылке на электронные ресурсы надо давать точный адрес страницы в Интернете. Библиографические ссылки в тексте должны даваться цифрами в квадратных скобках в соответствии со списком литературы в конце статьи. Количество литературных источников в списке не должно превышать 40 наименований, для обзоров литературы – 100.

**Ссылки должны быть пронумерованы последовательно, в соответствии с порядком их упоминания в тексте («по мере цитирования»).**

Сокращения названий иностранных журналов должны соответствовать сокращениям, принятым в MEDLINE, без точек. Список цитируемой литературы составляется с указанием фамилий и инициалов **всех авторов**. Требования к оформлению списка литературы основаны на стиле NLM (Национальной медицинской библиотеки США), адаптированном для MEDLINE ([HTTP://WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/BOOKS/NBK7256/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/)).

Оформление списка литературы должно удовлетворять требованиям международных баз данных. В связи с этим при описании русскоязычных источников под тем же порядковым номером необходимо дополнительно указывать следующую информацию для цитирования на латинице: транслитерация фамилий и инициалов авторов + перевод названий статей на английский язык в квадратных скобках + транслитерация названия журнала + перевод названия журнала на английский язык. На сайте <http://www.translit.ru/> (вариант BSI) можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

Многие зарубежные и русскоязычные статьи зарегистрированы в системе CrossRef и имеют уникальный идентификатор цифрового объекта – Digital Object Identifier (DOI), который необходимо указывать в конце библиографической ссылки. Проверять наличие DOI следует на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com> путем введения в поисковую строку названия статьи на английском языке.

**Список литературы должен быть пронумерован автоматически. Ручная нумерация не допускается!**

**Готовый список литературы должен выглядеть следующим образом:**

1. Алексеева Л.И. Препараты замедленного действия в лечении остеоартроза. *Русский медицинский журнал*. 2012;(7):389-393.

Alekseeva L.I. [Preparations delayed action in the treatment of osteoarthritis]. *Russkii meditsinskii zhurnal* [Russian Medical Journal]. 2012;(7):389-393. (in Russian).

2. Лескова И.В., Ермаков Д.Н., Матушевская Е.Г., Нишнианидзе О.О. Социально-медицинские аспекты нормализации массы тела. *Ожирение и метаболизм*. 2016;13(4):49-52.

DOI: 10.14341/OMET2016449-52.

Leskova I.V., Ermakov D.N., Matushevskaya E.G., Nishnianidze O.O. [Socio-medical aspects of the normalization of body mass]. *Ozhirenie i metabolism* [Obesity and metabolism]. 2016;4(13):49-52. (in Russian). DOI: 10.14341/OMET2016449-52.

DOI: 10.14341/OMET2016449-52.

3. Keeney J.A., Nunley R.M., Baca G.R., Clohisy J.C. Are younger patients undergoing THA appropriately characterized as active? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(3):1083-1092.

DOI: 10.1007/s11999-014-3952-8.