

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

TRAVMATOLOGIIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

Учредитель

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



4 (78) – 2015

Травматология и ортопедия России

Главный редактор

д.м.н. проф. **Тихилов Р.М.**

Редакционная коллегия

к.м.н. **Шубняков И.И.** (зам. главного редактора)

Колесникова И.В. (ответственный секретарь)

д.м.н. проф. **Агаджанян В.В.** (Ленинск-Кузнецкий)

д.м.н. проф. **Ахтямов И.Ф.** (Казань)

член-корр. РАН д.м.н. проф. **Баиндурашвили А.Г.**

(Санкт-Петербург)

д.м.н. проф. **Батпенев Н.Д.** (Астана, Республика Казахстан)

д.м.н. **Бережной С.Ю.** (Москва)

д.м.н. **Воронцова Т.Н.** (Санкт-Петербург)

проф. **Гржибовский А.М.** (Осло, Норвегия)

д.м.н. **Губин А.В.** (Курган)

д.м.н. **Гурьев В.В.** (Москва)

д.м.н. проф. **Дулаев А.К.** (Санкт-Петербург)

д.м.н. **Карякин Н.Н.** (Н. Новгород)

д.м.н. проф. **Ключевский В.В.** (Ярославль)

д.м.н. **Корнилов Н.Н.** (Санкт-Петербург)

д.м.н. проф. **Королев А.В.** (Москва)

академик РАН д.м.н. проф. **Котельников Г.П.** (Самара)

д.м.н. проф. **Кочиш А.Ю.** (Санкт-Петербург)

проф. **Кренн В.** (Триер, Германия)

д.м.н. проф. **Кузнецов И.А.** (Санкт-Петербург)

проф. **Кульджанов Д.** (Сент-Луис, США)

д.м.н. проф. **Машков В.М.** (Санкт-Петербург)

академик РАН д.м.н. проф. **Миронов С.П.** (Москва)

д.м.н. проф. **Мурyleв В.Ю.** (Москва)

д.м.н. проф. **Неверов В.А.** (Санкт-Петербург)

д.м.н. проф. **Норкин И.А.** (Саратов)

д.м.н. проф. **Пташников Д.А.** (Санкт-Петербург)

д.м.н. проф. **Родоманова Л.А.** (Санкт-Петербург)

д.м.н. проф. **Садовой М.А.** (Новосибирск)

д.м.н. **Серeda А.П.** (Москва)

д.м.н. проф. **Соломин Л.Н.** (Санкт-Петербург)

проф. **Томас П.** (Мюнхен, Германия)

проф. **Томсен М.** (Баден-Баден/Гейдельберг, Германия)

д.м.н. **Хоминец В.В.** (Санкт-Петербург)

к.м.н. **Челноков А.Н.** (Екатеринбург)

д.м.н. проф. **Шапиро К.И.** (Санкт-Петербург)

д.м.н. проф. **Шведовченко И.В.** (Санкт-Петербург)

член-корр. РАН д.м.н. проф. **Шевцов В.И.** (Курган)

д.м.н. **Шлыков И.Л.** (Екатеринбург)

Travmatologiya i Ortopediya Rossii

Editor-in-Chief

Prof. **Tikhilov R.M.**

Editorial board

Shubnyakov I.I. (deputy editor)

Kolesnikova I.V. (executive secretary)

Prof. **Agadzanyan V.V.** (Leninsk-Kuznetsky)

Prof. **Akhtyamov I.F.** (Kazan)

Prof. **Baindurashvili A.G.** (St. Petersburg)

Prof. **Batpenov N.D.** (Astana, Republic Kazakhstan)

Berezhnoy S.Yu. (Moscow)

Vorontsova T.N. (St. Petersburg)

Prof. **Grjibovski A.M.** (Oslo, Norway)

Gubin A.V. (Kurgan)

Guriev V.V. (Moscow)

Prof. **Dulaev A.K.** (St. Petersburg)

Karyakin N.N. (N. Novgorod)

Prof. **Klyuchevsky V.V.** (Yaroslavl)

Kornilov N.N. (St. Petersburg)

Prof. **Korolev A.V.** (Moscow)

Prof. **Kotelnikov G.P.** (Samara)

Prof. **Kochish A.Yu.** (St. Petersburg)

Prof. **Krenn V.** (Trier, Germany)

Prof. **Kuznetsov I.A.** (St. Petersburg)

Prof. **Kuldjanov D.** (St. Louis, USA)

Prof. **Mashkov V.M.** (St. Petersburg)

Prof. **Mironov S.P.** (Moscow)

Prof. **Murylev V.Yu.** (Moscow)

Prof. **Neverov V.A.** (St. Petersburg)

Prof. **Norkin I.A.** (Saratov)

Prof. **Ptashnikov D.A.** (St. Petersburg)

Prof. **Rodomanova L.A.** (St. Petersburg)

Prof. **Sadovoy M.A.** (Novosibirsk)

Sereda A.P. (Moscow)

Prof. **Solomin L.N.** (St. Petersburg)

Prof. **Thomas P.** (Munich, Germany)

Prof. **Thomsen M.** (Baden-Baden/Heidelberg, Germany)

Khominets V.V. (St. Petersburg)

Chelnokov A.N. (Ekaterinburg)

Prof. **Shapiro K.I.** (St. Petersburg)

Prof. **Shvedovchenko I.V.** (St. Petersburg)

Prof. **Shevtsov V.I.** (Kurgan)

Shlykov I.L. (Ekaterinburg)

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, в национальную библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science, международную базу публикаций открытого доступа Google Scholar, в Реферативный журнал и 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 году
Зарегистрирован Государственным комитетом по печати. Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 0110540 от 12.04.93. 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@niito.org

Редакторы: **Колесникова И.В., Шен А.С.**

Технический редактор **Гаврилова С.В.**

СОДЕРЖАНИЕ

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Бояров А.А., Черкасов М.А.**
 Нюансы предоперационного планирования тотального эндопротезирования у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава 5
- Карагодина М.П., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Плиев Д.Г., Денисов А.О.**
 Адаптивное ремоделирование костной ткани вокруг бедренных компонентов бесцементной фиксации Fitmore и Alloclassic 15
- Lim Hong-Chul, Eshnazarov Kamolhuja**
 The postoperative radiological evaluation of the Oxford Microplasty® unicompartmental knee replacement instrumentation 29
- Скрипников А.А., Сайфутдинов М.С., Рябых С.О., Криворучко Г.А., Шейн А.П.**
 Балльная оценка результатов интраоперационного нейромониторинга при оперативной коррекции деформаций позвоночника 37
- Сапоговский А.В., Кенис В.М.**
 Клиническая диагностика ригидных форм plano-вальгусных деформаций стоп у детей 46
- Челноков А.Н., Лаврукова Е.А.**
 Способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости с варусной деформацией 52

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Батькин С.Ф., Барсуков Д.Б., Агранович О.Е., Камоско М.М.**
 Рентгеноанатомические особенности строения тазобедренного сустава у детей с тератогенным вывихом бедра при артрогрипозе 60

ОБМЕН ОПЫТОМ

- Хоминец В.В., Метленко П.А., Богданов А.Н., Кудяшев А.Л., Мироевский Ф.В.**
 Ближайшие результаты лечения больных с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава 70
- Каленский В.О., Кононова К.Ю., Глухов Д.А., Иванов П.А., Бердюгин К.А., Челноков А.Н.**
 Внутрикостный остеосинтез как новая опция в лечении переломов пяточной кости 79
- Губин А.В., Бурцев А.В., Рябых С.О., Савин Д.М., Очирова П.В., Коркин А.А.**
 Хирургическое лечение детей с нетравматическим застарелым атланта-аксиальным ротационным блокированием 87

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

- Кавалерский Г.М., Серeda А.П., Мuryлев В.Ю., Рукин Я.А., Гаврилов А.В., Архипов И.В., Ятченко А.М., Бычков И.Ю.**
 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава 95

CONTENTS

CLINICAL STUDIES

- Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Boyarov A.A., Cherkasov M.A.**
 Nuances of preoperative planning of total hip arthroplasty in patients with hip dysplasia 5
- Karagodina M.P., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Pliev D.G., Denisov A.O.**
 Adaptive bone remodeling around cementless femoral stems with two different designs: Fitmore and Alloclassic 15
- Lim Hong-Chul, Eshnazarov Kamolhuja**
 Postoperative radiological evaluation of the Oxford Microplasty® unicompartmental knee replacement instrumentation 29
- Skripnikov A.A., Saiphutdinov M.S., Ryabikh S.O., Krivoruchko G.A., Shein A.P.**
 Rating of intra-operative neuro-monitoring results in operative correction of the spinal deformities 37
- Sapogovsky A.V., Kenis V.M.**
 Clinical diagnosis of rigid flatfoot in children 46
- Chelnokov A.N., Lavrukova E.A.**
 A new technique of closed intramedullary nailing in fractures of the proximal humerus with varus deformity 52

RESEARCH METHODS

- Bat'kin S.F., Barsukov D.B., Agranovich O.E., Kamosko M.M.**
 X-ray anatomical features of dislocated hip in children with arthrogryposis 60

EXPERIENCE EXCHANGE

- Khominets V.V., Metlenko P.A., Bogdanov A.N., Kudyashev A.L., Miroevsky F.V.**
 Immediate results of treatment periprosthetic femoral fractures after hip replacement 70
- Kalensky V.O., Kononova K.Yu., Glukhov D.A., Ivanov P.A., Berdyugin K.A., Chelnokov A.N.**
 Nailing as a new option in calcaneal fracture treatment 79
- Gubin A.V., Burtsev A.V., Ryabikh S.O., Savin D.M., Ochirova P.V., Korokin A.A.**
 Surgical treatment of children with non-traumatic old atlanto-axial rotatory fixation 87

NEW TECHNOLOGIES IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

- Kavalersky G.M., Sereda A.P., Murylev V.Yu., Rukin Ya.A., Gavrilov A.V., Arkhipov I.V., Yatchenko A.M., Bychkov I.Yu.**
 2D planning for hip arthroplasty 95

НЮАНСЫ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ДИСПЛАЗИЕЙ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Р.М. Тихилов^{1,2}, И.И. Шубняков¹, А.О. Денисов¹, А.А. Бояров¹, М.А. Черкасов¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России,
ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427

² ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России,
ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Реферат

Цель исследования – оценить в разных группах пациентов вариабельность анатомических изменений, которые могут влиять на разницу в длине нижних конечностей и сказываться на результатах предоперационного планирования.

Материал и методы. Материалом исследования послужили телерентгенограммы нижних конечностей 142 пациентов. Основную группу составили 69 пациентов с дисплазией тазобедренного сустава различной степени, контрольную группу – 73 пациента без патологии тазобедренных суставов. Всем пациентам были выполнены телерентгенограммы нижних конечностей, по которым выполнялось измерение относительной и абсолютной длины нижних конечностей с последующим анализом полученных данных.

Результаты. Анализ измерений показал, что ни у одного пациента не было абсолютно равной длины нижних конечностей. Даже у пациентов контрольной группы в 56,2% наблюдений отмечалась абсолютная разница в длине нижних конечностей свыше 5 мм, а у 9,6% пациентов – от 20 до 35 мм.

Оценка разницы в длине нижних конечностей по обзорной рентгенограмме таза в основной группе показала, что только у одного пациента из 69 нижние конечности были одинаковой длины, а у 61 пациента разница превышала 5 мм, т.е. была клинически значимой. Практический интерес представляет то, что в основной группе укорочение оперируемой конечности на обзорных рентгенограммах таза наблюдалось у 51 из 69 пациентов, однако результаты измерений анатомической длины конечностей на телерентгенограммах в сравнении с измерениями относительного укорочения на рентгенограммах таза показали, что клинически значимая разница, превышающая 5 мм, между измерениями наблюдалась в 68,1% случаях. Наибольшая разница между измерениями длины конечностей по рентгенограмме таза и телерентгенограмме наблюдалась у пациентов с односторонним вывихом бедра и в среднем составила 17 мм.

Заключение. Выполнение предоперационного планирования у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава только по обзорным рентгенограммам таза не позволяет корректно скомпенсировать разницу в длине нижних конечностей, что может негативно отразиться на функциональных результатах оперативного вмешательства и, как следствие, удовлетворенности пациента. Поэтому при планировании операции тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, особенно при высоких вывихах бедра, необходимо более детально рассчитывать разницу в длине нижних конечностей, как по обзорной рентгенограмме, так и по телерентгенограммам.

Ключевые слова: дисплазия тазобедренного сустава, тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, предоперационное планирование, телерентгенография.

Введение

Одной из распространенных жалоб пациентов, нуждающихся в замене тазобедренного сустава, помимо болевого синдрома, является разница в длине нижних конечностей. Как правило, патологический процесс в суставе приводит к укорочению конечности вследствие снижения высоты суставной щели, разрушения головки

бедренной кости или ее смещения относительно сустава – так называемому относительному укорочению. Особенно существенная разница, достигающая нескольких сантиметров, наблюдается у пациентов с односторонними врожденными подвывихами и вывихами головки бедренной кости. Нередко не болевой синдром, а именно нарушение биомеханики, связанное

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Бояров А.А., Черкасов М.А. Нюансы предоперационного планирования тотального эндопротезирования у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):5-14.

Бояров Андрей Александрович. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: Wojaroffaa@mail.ru

Рукопись поступила: 14.12.2015; принята в печать: 28.12.2015

со значительным укорочением одной из конечностей, заставляет пациентов обращаться за хирургической помощью.

В таких случаях тщательное предоперационное планирование необходимо не только для определения размеров эндопротеза, но и для разметки ориентиров, позволяющих корректно установить компоненты искусственного сустава, т.е. задать необходимый офсет и устранить разницу в длине нижних конечностей [1, 2, 6, 7]. В соответствии с общепринятой методикой планирование операции осуществляется на основании обзорной рентгенограммы таза и рентгенограммы тазобедренного сустава в прямой и боковой проекциях [2, 8, 9, 10]. Тем не менее сохранение разницы в длине ног после эндопротезирования является достаточно распространенной проблемой [3, 5]. Одной из причин этого может быть разная длина анатомических сегментов нижних конечностей, возникшая в результате особенностей роста или предшествующего лечения, особенно у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава различной степени. Разумеется, подавляющее большинство рекомендаций по планированию операции эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС) подчеркивают важность клинического определения относительной и абсолютной длины ног. Но точность клинического измерения еще в большей степени, чем рентгеновское исследование, зависит от наличия контрактур и деформаций в тазобедренном и коленном суставах, выраженности атрофии мышц, наличия фиксированных деформаций позвоночника и таза [3]. Поэтому проблема определения необходимой степени коррекции длины оперируемой конечности на дооперационном этапе и реализация задуманного во время хирургического вмешательства не теряет своей актуальности. Одним из возможных способов повышения точности предоперационного планирования является оценка разницы в длине нижних конечностей по телерентгенограммам.

Цель данного исследования – оценить в разных группах пациентов вариабельность анатомических изменений, которые могут влиять на разницу в длине нижних конечностей и сказываться на результатах предоперационного планирования.

Материал и методы

Материалом исследования послужили телерентгенограммы нижних конечностей 142 пациентов, поступивших в РНИИТО им. Р.Р. Вредена для оперативного лечения. Основную группу составили 69 пациентов с дисплазией ТБС различной степени. Основная группа была разделена на 3 подгруппы: 1-я подгруппа – 37 пациен-

тов с I–III степенями дисплазии по J.F. Crowe; 2-я подгруппа – 21 пациент с односторонним высоким вывихом головки бедренной кости (IV степень по Crowe) [4]; 3-я подгруппа – 11 пациентов с двусторонним высоким вывихом головок бедренных костей (IV степень по Crowe) [4]. Контрольную группу составили 73 пациента без патологии тазобедренных суставов, которые поступили для эндопротезирования коленных суставов. Всем пациентам при предоперационной подготовке были выполнены телерентгенограммы нижних конечностей.

Измерение относительной и абсолютной разницы в длине нижних конечностей выполнялось в программе Roman версии 1.7 (рис. 1). Для исключения влияния патологии коленного сустава на результаты вычисления оценка относительной разницы в длине конечностей проводилась путем измерения расстояния от середины голеностопного сустава до середины мыщелка большеберцовой кости и от межмышцелковой вырезки бедренной кости до точки пересечения середины бедренной кости с линией, проведенной через нижние края «фигур слезы». Оценка абсолютной разницы в длине конечностей осуществлялась путем сравнения результатов посегментного измерения анатомических сегментов нижних конечностей от середины голеностопного сустава до середины мыщелка большеберцовой кости и от межмышцелковой вырезки бедренной кости до верхушки большого вертела бедренной кости. Оценка разницы в длине нижних конечностей по обзорным рентгенограммам таза выполнялась от середины малого вертела до точки пересечения с линией, проведенной через нижние края «фигур слезы». После измерения относительной и абсолютной длины нижних конечностей по телерентгенограммам и оценки разницы в длине по рентгенограммам таза был проведен анализ полученных данных.

Ни у одного пациента основной и контрольной групп не было абсолютно равной длины одинаковых сегментов нижних конечностей (бедро и голень). Однако в ряде случаев разница в длине была пренебрежительно мала и составляла десятые доли миллиметра. Разумеется, при визуальной оценке этих величин такие показатели были бы отнесены в одну группу, однако измерение в компьютерной программе дает очень высокую точность оценки и соответственно – большую вариабельность полученных значений, которые не имеют клинического смысла. Поэтому мы посчитали допустимым разницу в длине, не превышающую 1,5 мм, рассматривать как одинаковый показатель, а следующей качественной ступенью, которую мы посчитали клинически значимой, являлась разница в 5 мм.



Рис. 1. Предоперационное планирование эндопротезирования тазобедренного сустава:
 а – по обзорной рентгенограмме таза;
 б – по телерентгенограммам нижних конечностей

Результаты

Как показал анализ измерений, разница в длине конечностей является весьма распространенным явлением, и даже у пациентов контрольной группы, которые не имели патологии тазобедренного сустава, в 41 из 73 (56,2%) наблюдений отмечалась абсолютная разница в длине нижних конечностей свыше 5 мм, а у 7 (9,6%) пациентов эта разница колебалась от 20 до 35 мм.

Оценка разницы в длине нижних конечностей по обзорной рентгенограмме таза в основной группе показала, что только у одного пациента из 69 нижние конечности были одинаковой длины, а у 61 пациента разница превышала

5 мм, т.е. была клинически значимой (табл. 1). При этом укорочение оперируемой конечности наблюдалось у 23 из 37 (62,2%) пациентов первой подгруппы, у всех пациентов второй подгруппы и у 7 из 11 (63,6%) пациентов третьей подгруппы. Диапазон укорочения составил от 0 до 80,7 мм, причем наибольшие значения наблюдались во 2-й подгруппе, где определялось выраженное относительное укорочение конечности со стороны высокого вывиха бедра, которое составило в среднем 48,3 мм (от 17,7 до 80,7 мм). В 1-й и 3-й подгруппах разница в длине была значительно меньше и составила в среднем 17,3 мм (от 2,2 до 28,6 мм) и 17,9 мм (от 8,8 до 32,5 мм) соответственно.

Таблица 1

Распределение пациентов по длине оперируемой конечности, оцениваемой по рентгенограммам таза

Диагноз	Укорочение, мм				Равная длина конечностей	Удлинение, мм			Всего
	>50	21–50	5–20	<5		<5	5–20	>20	
Двухсторонняя дисплазия	–	8	14	1	1	4	7	2	37
Односторонний высокий вывих	10	9	2	–	–	–	–	–	21
Двухсторонний высокий вывих	–	4	3	–	–	2	2	–	11

Часть пациентов, 14 из 38 в 1-й подгруппе (36,8%) и 4 из 11 во 2-й подгруппе имели удлинение оперируемой конечности от 2,3 до 42 мм, что в ряде случаев создавало значительные трудности уже на этапе предоперационного планирования (табл. 2–4). Однако показатели относительного укорочения, определяемые по телерентгенограммам, в ряде случаев отличались от данных, полученных при анализе рентгенограмм таза. Лишь 8 из 69 (11,6%) пациентов

имели идентичные показатели (с разницей, не превышающей 1,5 мм). Еще у 14 (20,3%) пациентов отмечалась клинически незначимая разница, не превышающая 5 мм. У остальных 47 (68,1%) пациентов значения различались более чем на 5 мм, средняя разница составила 12,8 мм в большую или меньшую сторону. При этом у 25 пациентов на телерентгенограммах оперируемая нога была длиннее, чем на рентгенограммах таза, а у 29 – короче.

Таблица 2

Длина нижних конечностей у пациентов с диспластическим коксартрозом, мм

Анатомическая длина нижних конечностей (посегментное измерение)			Требуемая коррекция длины по рентгенограммам таза	Величина ошибки
оперируемая	неоперируемая	требуемая коррекция длины по телерентгенограммам		
669	642	-14,5	12,5	27
638,7	661,2	12,5	-10	22,5
787,2	794,1	19,7	12,8	6,9
713,4	718,8	21	15,6	5,4
657	672	23,4	8,4	15
745,5	773,1	19,9	-7,7	27,6
702	679,2	-15,6	7,2	22,8
571,2	568,5	24,9	27,6	2,7
712,2	718,8	16,8	10,2	6,6
795,6	769,2	-20,7	5,7	26,4
726	722,1	24,7	28,6	3,9
791,7	778,8	-17,4	-4,5	12,9
734,4	722,7	-53,7	-42	11,7
727,2	716,7	-8,3	2,2	10,5
701,4	729,6	50,5	22,3	28,2
723,3	715,2	-30,1	-22	8,1
882,9	885,3	-5,5	-7,9	2,4
716,4	731,4	7,2	-7,8	15
672	667,5	-17,2	-12,7	4,5
773,4	773,1	-0,3	0	0,3
789,6	788,7	47,1	48	0,9
718,2	711,9	6,7	13	6,3
685,8	685,5	15,4	15,7	0,3
727,5	723,9	0,2	3,8	3,6
788,7	795	-14	-20,3	6,3
835,5	836,7	-16,2	-17,4	1,2
812,4	815,1	-14,5	-17,2	2,7
731,4	738,9	-2	-9,5	7,5

Окончание таблицы 2

Анатомическая длина нижних конечностей (посегментное измерение)			Требуемая коррекция длины по рентгенограммам таза	Величина ошибки
оперируемая	неоперируемая	требуемая коррекция длины по телерентгенограммам		
718,8	721,2	7,8	5,4	2,4
710,7	730,2	-3,1	-22,6	19,5
695,7	688,2	-3,5	4	7,5
815,1	835,8	14,7	-6	20,7
896,7	870,6	-35,5	-9,4	26,1
712,2	716,1	-24,7	-28,6	3,9
580,5	570	-5,8	4,7	10,5
757,8	753,9	-38,7	-34,8	3,9
851,4	821,4	-48	-18	30

Таблица 3

Длина нижних конечностей у пациентов с односторонним высоким вывихом, мм

Анатомическая длина нижних конечностей (посегментное измерение)			Требуемая коррекция длины по рентгенограммам таза	Величина ошибки
оперируемая	неоперируемая	требуемая коррекция длины по телерентгенограммам		
757,5	751,5	26,2	32,2	6
795	795,9	28,9	28	0,9
674,4	647,4	-9,3	17,7	27
701,7	701,4	20,5	20,8	0,3
752,4	741,6	57,3	68,1	10,8
702,3	683,7	24,7	43,3	18,6
693,6	693	79,4	80	0,6
735,3	744,9	69,8	60,2	9,6
738,6	736,5	52,3	54,4	2,1
711,9	728,7	64,7	47,9	16,8
741,3	768,9	79,1	51,5	27,6
720,9	737,7	36,6	19,8	16,8
802,8	748,2	-3,9	50,7	54,6
691,2	686,4	75,9	80,7	4,8
730,2	768,9	86,8	48,1	38,7
722,1	719,1	43,3	46,3	3
750,6	734,1	5,6	22,1	16,5
767,4	750,6	27,9	44,7	16,8
769,2	720	15	64,2	49,2
697,8	677,7	43,7	63,8	20,1
681,9	666,6	54,1	69,4	15,3

Таблица 4

Длина нижних конечностей у пациентов с двухсторонним высоким вывихом, мм

Анатомическая длина нижних конечностей (посегментное измерение)			Требуемая коррекция длины по рентгенограммам таза	Величина ошибки
оперируемая	неоперируемая	требуемая коррекция длины по телерентгенограммам		
694	690,3	28,8	32,5	3,7
741,7	729,2	-22,9	-10,4	12,5
746,2	736,9	-0,5	8,8	9,3
782,1	784,8	23,8	21,1	2,7
760,7	755,1	4,5	10,1	5,6
757,3	750,5	-9,1	-2,3	6,8
750,6	751,3	-19,3	-20	0,7
830,4	807	-0,7	22,7	23,4
621,9	646,8	33,9	9	24,9
742,2	729,3	7,9	20,8	12,9
697,1	705	5,3	-2,6	7,9

Практический интерес представляет то, что в основной группе укорочение оперируемой конечности на обзорных рентгенограммах таза наблюдалось у 51 из 69 пациентов и соответственно требовалось выравнивание конечностей на соответствующую величину. Однако результаты измерений анатомической длины конечностей на телерентгенограммах в сравнении с измерениями относительного укорочения на рентгенограммах таза показали, что клинически значимая разница, превышающая

5 мм между измерениями наблюдалась в 47 (68,1%) случаях.

Наибольшая разница между измерениями длины конечностей по рентгенограммам таза и телерентгенограммам наблюдалась в подгруппе пациентов с односторонним вывихом бедра и в среднем составила 17,0 мм (от 0,3 мм до 54,6 мм) (табл. 5, рис. 2, 3). При этом в 1-й и 3-й подгруппах средняя разница составила 11,2 мм (от 0,3 до 30 мм) и 10,0 мм (от 0,7 до 24,9 мм) соответственно.

Таблица 5

Распределение пациентов основной группы по величине ошибки измерения длины оперируемой конечности по рентгенограммам таза в сравнении с измерением по телерентгенограммам

Диагноз	Величина ошибки измерения, мм					Всего
	<5	5–10	11–20	21–30	>30	
Двухсторонняя дисплазия	13	8	7	9	–	37
Односторонний высокий вывих	6	2	7	3	3	21
Двухсторонний высокий вывих	3	4	2	2	–	11

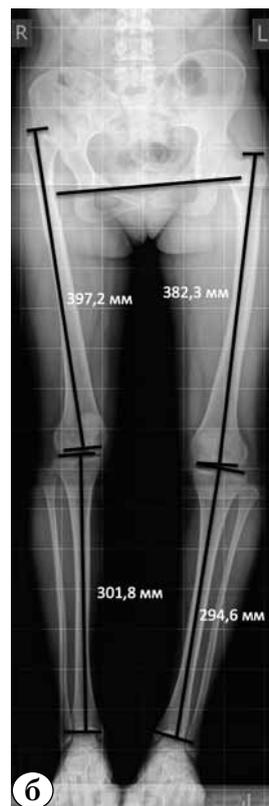
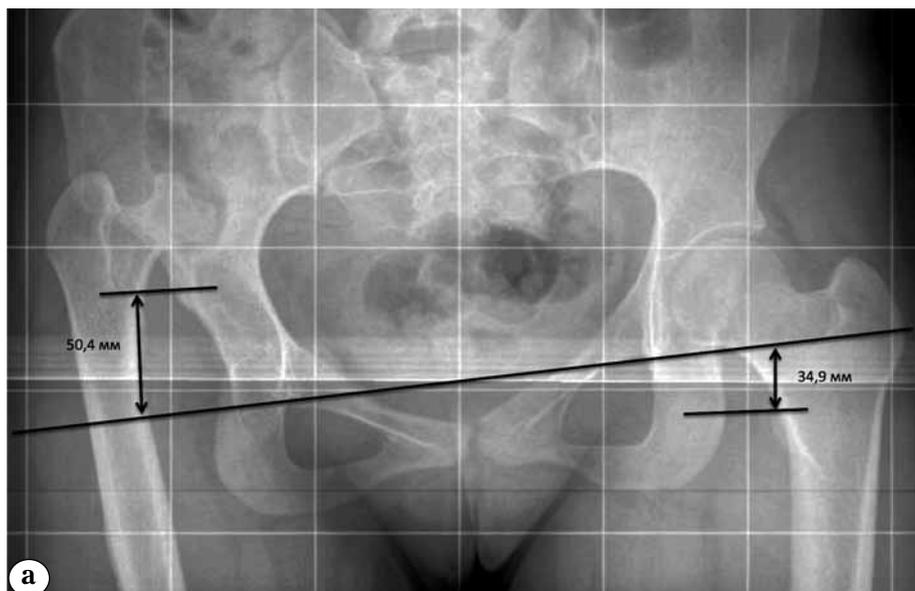


Рис. 2. Рентгенограммы пациентки 48 лет с односторонним высоким вывихом бедра IV степени по Crowe, C2 – по Hartofilakidis:
 а – при планировании операции по обзорной рентгенограмме таза величина укорочения оперируемой конечности составляет 63,8 мм;
 б – при оценке телерентгенограммы нижних конечностей определяется удлинение правой голени на 6 мм, а правого бедра – на 14,1 мм в сравнении с контралатеральной конечностью. Ошибка измерения по рентгенограмме таза составляет 20,1 мм, а величина необходимой коррекции длины – 43,7 мм



Рис. 3. Рентгенограммы пациентки 53 лет с двухсторонним диспластическим коксартрозом (справа – степень IV по Crowe, C1 – по Hartofilakidis, слева – Crowe III, B2 по Hartofilakidis):
 а – при планировании операции по обзорной рентгенограмме таза величина укорочения правой конечности составляет 22,1 мм;
 б – при оценке телерентгенограммы нижних конечностей определяется удлинение правой голени на 7,2 мм, а правого бедра – на 9,3 мм в сравнении с контралатеральной конечностью. Ошибка измерения по рентгенограмме таза составляет 16,5 мм, а величина необходимой коррекции длины – 5,6 мм

Обсуждение

Предоперационное планирование тотального эндопротезирования тазобедренного сустава направлено на восстановление во время операции оптимальной биомеханики, включая устранение разницы в длине конечностей. При этом, как показывают наши измерения, общепринятая методика предоперационного планирования и расчёт укорочения или удлинения оперируемой конечности по обзорным рентгенограммам таза, особенно у пациентов с диспластическим коксартрозом и высоким вывихом бедра, не всегда позволяет точно определить необходимую величину компенсации длины оперируемой конечности.

Хорошо известно, что на длину конечности, помимо патологического процесса в тазобедренном суставе, дополнительно может влиять наличие контрактур в смежных суставах, фиксированные деформации поясничного отдела позвоночника и деформации таза. Однако изменение длины анатомических сегментов конечности в результате ранее перенесённых операций, в частности некоторых видов остеотомий, в том числе с использованием аппаратов внешней фиксации, также оказывает значительное влияние на общую длину конечности и не всегда может быть определено только на основании обзорных рентгенограмм таза. Более того, даже при отсутствии в анамнезе хирургического воздействия в ряде случаев отмечается весьма значимое увеличение или уменьшение длины бедра и голени одной из конечностей, которое сформировалось в период роста костей, особенно у пациентов высоким вывихом одного или обоих бедер. Какие факторы вызывают такую разницу в интенсивности роста на настоящий момент не известно, и требуются дополнительные исследования в этой области.

В литературе имеются указания на уменьшенные размеры костей таза на стороне высокого вывиха при одностороннем характере процесса, предположительно это связано с разницей в прилагаемой нагрузке [11]. Возможно, что в отличие от костей таза ограничение нагрузки на изначально укороченную конечность стимулирует ускоренный рост длинных костей (бедро и голень), и в таком случае укорочение, обусловленное высоким смещением головки, частично компенсируется большей длиной самой конечности.

Заключение

Выполнение предоперационного планирования у пациентов с высоким вывихом бедра только по обзорным рентгенограммам таза не

позволяет корректно скомпенсировать разницу в длине нижних конечностей, что может негативно отразиться на функциональных результатах оперативного вмешательства и, как следствие, удовлетворённости пациента. Поэтому при планировании операции тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, особенно при высоких вывихах бедра, необходимо более детально рассчитывать разницу в длине нижних конечностей, учитывая как разницу в длине по обзорной рентгенограмме, так и по телерентгенограмме.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Абельцев В.П. Эндопротезирование тазобедренного сустава при диспластическом коксартрозе (оптимальные методы лечения): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2004. 49 с.
2. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб.; 2015. Т. 2. Гл. 10. С. 7-24.
3. Austin M.S., Hozack W.J., Sharkey P.F., Rothman R.H. Stability and leg length equality in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2003; 18, Suppl. 1:88-90.
4. Crowe J.F., Mani V.J., Ranawat C.S. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg. Am.* 1979; 61:15-23.
5. Konyves A., Bannister G.C. The importance of leg length discrepancy after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg. Br.* 2005; 87(2):155-157.
6. Lecerf G., Fessy M.H., Philippot R., Massin P., Giraud F., Flecher X., Girard J., Mertil P., Marchetti E., Stindel E. Femoral offset: anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009; 95(3):210-219.
7. Miller C.D., Stiltner A.R., Cui Q. Preoperative planning for hip surgery. In: Brown T.E., Cui Q., Mihalko W.M., Saleh K.J. (eds). *Arthritis and arthroplasty*. 1st ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2009. p. 24-33.
8. Murzic W.J., Glozman Z., Lowe P. The accuracy of digital (filmless) templating in total hip replacement. In: 72nd Annual meeting of the American Academic of Orthopaedic Surgeons. Washington; 2005.
9. Oddy M.J., Jones M.J., Pendegrass C.J., Pilling J.R., Wimhurst J.A. Assessment of reproducibility and accuracy in templating hybrid total hip arthroplasty using digital radiographs. *J Bone Joint Surg. Br.* 2006; 88:581-585.
10. White S.P., Shardlow D.L. Effect of introduction of digital radiographic techniques on preoperative templating in orthopaedic practice. *Ann R Coll Surg Engl.* 2005; 87:53-54.
11. Zhang Y, Chang F, Wang C, Yang M, Wang J. Pelvic reference selection in patients with unilateral Crowe type IV DDH for measuring leg length inequality. *Hip Int.* 2015; 25(5):457-460. doi: 10.5301/hipint.5000235.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед. наук профессор директор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Шубняков Игорь Иванович – канд. мед. наук Ученый секретарь ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Денисов Алексей Олегович – канд. мед. наук заведующий научным отделением патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Бояров Андрей Александрович – лаборант-исследователь ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Черкасов Магомед Ахмедович – аспирант ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

NUANCES OF PREOPERATIVE PLANNING OF TOTAL HIP ARTHROPLASTY IN PATIENTS WITH HIP DYSPLASIA

R.M. Tikhilov^{1,2}, I.I. Shubnyakov¹, A.O. Denisov¹, A.A. Boyarov¹, M.A. Cherkasov¹

¹ *Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427*

² *Mechnikov North-Western State Medical University, Kirochnaya ul., 41, St. Petersburg, Russia, 191015*

Abstract

Purpose of the study – to evaluate in different groups of patients variability of anatomical changes that may affect the difference in the length of the lower extremities and affect on the results of the preoperative planning.

Material and methods. As study material we used long film X-rays of 142 patients. A main group comprised 69 patients with varying severity of hip dysplasia. Control group consisted of 73 patients without hip pathology. All patients were performed long film X-rays, and measurements of relative and absolute lengths of the lower limbs, followed by analysis of the data.

Results. Analysis of the measurements showed that none of the patients had absolutely equal length of the lower limbs, even in the control group in 56.2% of the observations noted the absolute difference of the lower extremities length more than 5 mm, and in 9.6% of patients – from 20 to 35 mm. In assessing the difference of the lower extremities length on AP pelvic view in the main group only one patient of 69 had the same length of the legs, and in 61 cases the difference was more than 5 mm, that it was clinically significant. Of practical interest is the fact that in the main group shortening of the operated limb was observed in 51 of 69 patients in AP views of the pelvis, but the results of measurements of the anatomical length of limbs long film X-rays compared with measurements of the relative shortening on the pelvis AP views showed that clinically significant difference exceeding 5 mm between measurements observed in 68.1% of cases.

The greatest difference between the measurements of the limbs length on the pelvis AP views and long film X-rays observed in patients with unilateral hip dislocation and averaged 17.0 mm.

Conclusion. Performing preoperative planning in patients with dysplasia only on pelvis AP views not allow properly compensate the difference of the lower extremities lengths, which may adversely affect the functional results of surgery and as a result, the patient's satisfaction. Therefore, planning THA, especially at high hip dislocation, it is necessary to calculate the difference of the lower extremities lengths considering as the difference of the lengths on AP pelvis views and long film X-rays.

Key words: hip dysplasia, total hip arthroplasty, long film X-rays, preoperative planning.

Conflict of interest: none.

Cite as: Tikhilov RM, Shubnyakov II, Denisov AO, Boyarov AA, Cherkasov MA. [Nuances of preoperative planning of total hip arthroplasty in patients with hip dysplasia]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 5-14. [in Russian]

✉ *Boyarov Andrey A.* ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: Bojaroffaa@mail.ru

1 Received: 14.12.2015; Accepted for publication: 28.12.2015

References

1. Abeltsev VP. Endoprotezirovanie tazobedrennogo sustava pri displasticheskom koksartroze (optimalnye metody lecheniya) [Hip arthroplasty in dysplastic coxarthrosis (optimal treatment)]: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. M.; 2004. 49 s. [in Rus.]
2. Tikhilov RM, Shubnyakov II. Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guidelines for hip surgery]. SPb.; 2015; Vol. 2, Ch. 10. p. 7-24. [in Rus.]
3. Austin MS, Hozack WJ, Sharkey PF, Rothman RH. Stability and leg length equality in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2003;18, Suppl. 1:88-90.
4. Crowe JF, Mani VJ, Ranawat CS. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg. Am.* 1979; 61:15-23.
5. Konyves A, Bannister GC. The importance of leg length discrepancy after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg. Br.* 2005; 87(2):155-157.
6. Lecerf G, Fessy MH, Philippot R, Massin P, Giraud F, Flecher X, Girard J, Mertl P, Marchetti E, Stindel E. Femoral offset: anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009; 95(3):210-219.
7. Miller CD, Stiltner AR, Cui Q. Preoperative planning for hip surgery. In: Brown TE, Cui Q, Mihalko WM, Saleh KJ (Eds). *Arthritis and arthroplasty*. 1st ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2009. p. 24-33.
8. Murzic WJ, Glzman Z, Lowe P. The accuracy of digital (filmless) templating in total hip replacement. In: 72nd Annual meeting of the American Academic of Orthopaedic Surgeons. Washington; 2005. <http://www.usbji.org/civicrm/event/info?reset=1&id=17048>
9. Oddy MJ, Jones MJ, Pendegrass CJ, Pilling JR, Wimhurst JA. Assessment of reproducibility and accuracy in templating hybrid total hip arthroplasty using digital radiographs. *J Bone Joint Surg. Br.* 2006; 88:581-585.
10. White SP, Shardlow DL. Effect of introduction of digital radiographic techniques on preoperative templating in orthopaedic practice. *Ann R Coll Surg Engl.* 2005; 87:53-54.
11. Zhang Y, Chang F, Wang C, Yang M, Wang J. Pelvic reference selection in patients with unilateral Crowe type IV DDH for measuring leg length inequality. *Hip Int.* 2015; 25(5):457-460. doi: 10.5301/hipint.5000235.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Tikhilov Rashid M. – director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of Mechnikov North-Western State Medical University

Shubnyakov Igor I. – Academic secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Denisov Alexey O. – head of hip pathology department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Boyarov Andrey A. – assistant researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Cherkasov Magomed A. – postgraduate student, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

**Приглашаем Вас пройти обучение на курсах повышения квалификации
в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России
по новым программам:**

- Основы тотального эндопротезирования тазобедренного сустава
- Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава
- Перипротезная инфекция в травматологии и ортопедии
- Основы тотального эндопротезирования коленного сустава
- Новые тренды, противоречия и сложные случаи тотальной артропластики коленного сустава
- Ревизионное эндопротезирование коленного сустава
- Одномыщечковое эндопротезирование коленного сустава
- Лечение повреждений и заболеваний кисти
- Основы реконструктивной хирургии переднего отдела стопы
- Реконструктивная хирургия переднего отдела стопы
- Основы чрескостного остеосинтеза при переломах
- Основы коррекции деформаций длинных трубчатых костей по Илизарову
- Коррекция деформаций длинных костей аппаратом, работающем на основе компьютерной навигации (Орто-СУВ)
- Комбинированное и последовательное использование чрескостного остеосинтеза и внутренней фиксации при лечении переломов, замещении дефектов и коррекции деформаций длинных костей

Курсы проводят ведущие специалисты института.

Подробную информацию можно получить на сайте института и по телефону +7 (812) 670-89-05.

Вишнева Марина Геннадьевна

АДАПТИВНОЕ РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ ВОКРУГ БЕДРЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ БЕСЦЕМЕНТНОЙ ФИКСАЦИИ FITMORE И ALLOCLASSIC

М.П. Карагодина¹, И.И. Шубняков¹, Р.М. Тихилов^{1,2}, Д.Г. Плиев¹, А.О. Денисов¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427

² ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Реферат

Введение. По современным представлениям, укороченные бедренные компоненты способствуют сохранению костной ткани в проксимальном отделе бедра вследствие уменьшения проявлений стресс-шилдинг синдрома. Для проверки этой гипотезы был выполнен сравнительный анализ клинических и рентгенологических результатов исследования костной ткани вокруг бедренных компонентов двух различных дизайнов.

Материал и методы. Под наблюдением находились две группы пациентов (средний возраст 58,3 лет): 26 пациентов после имплантации короткой ножки Fitmore и 20 пациентов – стандартного бедренного компонента Alloclassic. Проведена клиническая оценка состояния тазобедренного сустава по шкале Харриса, дополненная оценкой уровня болевых ощущений в бедре по визуально-аналоговой шкале на трех уровнях. Рентгенологическая оценка выполнена по данным рентгенометрии и денситометрии.

Результаты. Значительное улучшение показателей клинической оценки по шкале Харриса наблюдалось в обеих группах пациентов независимо от дизайна имплантата. Мониторинг показателей денситометрии различался по зонам Груена в зависимости от дизайна эндопротеза. Через 3 месяца после эндопротезирования тазобедренного сустава (ЭПТБС) вокруг имплантатов обоих дизайнов отмечалась потеря минеральной плотности костной ткани с наибольшей выраженностью в зонах Груена 2 и 7 при использовании ножки Fitmore и в зонах 6 и 7 – при установке бедренного компонента Alloclassic. Через 6 месяцев после операции практически во всех зонах бедренной кости вокруг имплантатов наступила фаза умеренной стабилизации. К 12 месяцам после эндопротезирования независимо от формы и дизайна эндопротезов наблюдалась потеря кости в зонах Груена 1 и 7, что не оказывало негативного влияния на клинический результат.

Выводы. Независимо от дизайна внедрение металлического имплантата в проксимальный отдел бедренной кости сопровождается специфической перестройкой костного вещества, проявляющейся потерей кости в зонах Груена 1 и 7 и относительным уплотнением кости в дистальных отделах имплантата (явления stress-shielding), что свидетельствует о том, что использование более коротких бедренных компонентов не способствует сохранению костной массы в проксимальном отделе бедра.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, стресс-шилдинг, ремоделирование костной ткани, рентгеновская денситометрия.

Введение

Эндопротезирование является успешным и экономически эффективным методом лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями тазобедренного сустава, так как позволяет в короткие сроки купировать болевой синдром, восстановить функцию сустава и улучшить качество жизни пациентов [1, 2, 21, 23, 29, 34, 35]. В последние годы повсеместно наблюдается отчетливая тенденция к более широкому использованию компонентов бесцементной фик-

сации [30, 33]. В частности, в РНИИТО им. Р.Р. Вредена доля имплантируемых бедренных компонентов бесцементной фиксации составляет 48,2%, а вертлужных – 93,0% [4]. Среди огромного разнообразия различных форм и других особенностей дизайна бедренных компонентов существуют модели, прочно завоевавшие доверие многих специалистов, к которым относятся и бедренные компоненты типа Zweymuller, первичная стабильность которых достигается плотным контактом по всей длине

✉ Карагодина М.П., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Плиев Д.Г., Денисов А.О. Адаптивное ремоделирование костной ткани вокруг бедренных компонентов бесцементной фиксации Fitmore и Alloclassic *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):15-28.

✉ Карагодина Марина Петровна. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: marina.karagodina2011@yandex.ru

1 Рукопись поступила: 26.11.2015; принята в печать: 14.12.2015

имплантата. Отличительной особенностью этих ножек является прямоугольное поперечное сечение, отсутствие воротника и расширяющаяся в проксимальном направлении клиновидная форма. Согласно данным зарубежных исследователей и финского регистра эндопротезирования, 15-летняя выживаемость ножек Zweymuller составляет 98% [15, 32]. В то же время, исследователи отмечают отчетливые явления адаптационного ремоделирования в проксимальном отделе бедренной кости («стресс-шилдинг») и избыточное разрушение большого вертела [3, 17, 22, 24].

Существует и другой подход к конструированию бесцементных бедренных компонентов, который предусматривает внедрение в кость так называемых коротких ножек, изготовленных с учетом физиологических особенностей проксимального отдела бедра. Одним из представителей анатомически изогнутых коротких ножек являются компоненты преимущественно проксимальной фиксации Fitmore (Zimmer). По мнению разработчиков, такая форма бедренного компонента обеспечивает равномерное давление на костную ткань, улучшает остеоинтеграцию и позволяет избежать проявления стресс-шилдинг синдрома [11, 28, 31].

Соответственно, можно предположить, что использование коротких бедренных компонентов проксимальной фиксации, по сравнению со стандартными моделями промежуточной фиксации, способствует уменьшению развития адаптационного ремоделирования костной ткани в проксимальном отделе бедра.

Цель работы – провести сравнительный анализ клинических и рентгенологических результатов исследования адаптационного ремоделирования костной ткани в проксимальном отделе бедренной кости у пациентов после имплантации бедренных компонентов Fitmore и Alloclassic.

Материал и методы

Под наблюдением находились 46 пациентов, которые были разделены на 2 группы:

I группа – 26 пациентов после имплантации короткой ножки Fitmore;

II группа – 20 пациентов с применением стандартного бедренного компонента Alloclassic.

Продолжительность наблюдения пациентов в обеих группах составила один год. В I группе в 55% случаев операции выполнялись по поводу первичного коксартроза, в 35% – асептического некроза головки бедренной кости и в 10% – диспластического коксартроза. Во II группе в 75% случаев операции выполнялись по поводу первичного коксартроза, в 15% – асептического некроза головки бедренной кости и в 10% – диспластического коксартроза.

Данные о распределении пациентов по полу, возрасту, весу и росту в обеих группах приведены в таблице 1. Статистически значимых различий между группами по возрасту, весу и росту не выявлено ($P > 0,05$).

Клиническую эффективность эндопротезирования тазобедренного сустава (ЭПТБС) оценивали в соответствии с критериями Harris Hip Score (HHS) и визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) для определения локализации болевого синдрома в области прооперированной нижней конечности [20].

При анализе рентгенограмм таза и прооперированного тазобедренного сустава, выполненных до и после операции, были получены следующие рентгенометрические показатели.

• *Значение кортикоморфологического индекса (КМИ) по методике E. Barnett и B. Nordin (1960) в модификации Д.Г. Плиева (2009).* Дает представление о состоянии костной ткани верхней трети бедра (у здоровых людей КМИ превышает 54%).

Таблица 1

Распределение пациентов по полу, возрасту, весу и росту

Показатели	Тип ножки				P-value
	Fitmore		Alloclassic		
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	
Средний возраст, лет (min-max)	58,3 (40–77)	47,5 (40–56)	56,3 (42–71)	53,5 (49–58)	0,97
Средний вес, кг (min-max)	89,3 (69–110)	85,5 (62–110)	85,3 (66–105)	76,5 (73–81)	0,482
Средний рост, см (min-max)	178,5 (170–188)	160,5 (157–165)	173,5 (165–182)	159,5 (160–161)	0,106
Численность	22 (85%)	4 (15%)	17 (85%)	3 (15%)	

• *Тип костномозгового канала по L. Dorr (индекс Dorr)*. Выделяют три типа строения костномозговой полости: цилиндрическую, или типа «дымовой трубы» (значение индекса менее 3); клиновидную (индекс от 3 до 4,7) и воронкообразную, или типа «перевернутой бутылки шампанского» (индекс более 4,7).

• *Положение бедренного компонента относительно оси бедренной кости (варус/вальгус)*. Нейтральным положением считали полное совпадение оси бедренной кости с осью эндопротеза (0°), вальгусное отклонение отмечали как отрицательные значения, варусные – как положительные.

• *Степень заполнения костномозгового канала на трех уровнях:*

А – на высоте опилов шейки бедренной кости;
В – у середины бедренного компонента;

С – на 1 см выше кончика бедренного компонента [10, 26].

Денситометрические измерения минеральной плотности костной ткани (МПКТ) вокруг бедренных компонентов Fitmore и Alloclassic выполнялись на цифровом остеоденситометре Lunar Prodigy Advance (General Electric) по специально адаптированным в аналитической программе семи зонам Груена (рис. 1). Первое исследование МПКТ (исходные значения) производилось на 2–3-и сутки после ЭПТБС и далее через 3, 6 и 12 месяцев.

Статистическая обработка показателей на всех этапах наблюдений произведена с использованием программного обеспечения STATISTICA for Windows (версия 9). Вычисляли комплекс выборочных описательных статистических характеристик: среднее значение, стандартное отклонение, ошибку среднего, границы размаха варьирования (минимум и максимум), а также определяли возможные корреляции. Критерием статистической значимости различий мы считали общепринятую в медицине величину $P < 0,05$.

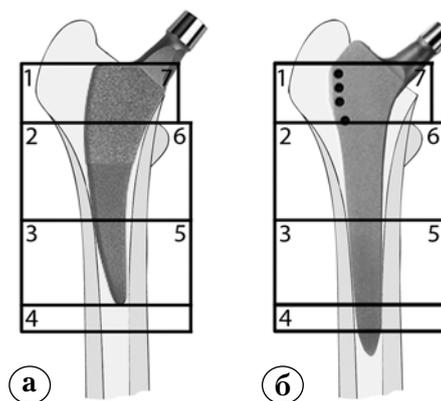


Рис. 1. Зоны Груена вокруг бедренных компонентов Fitmore (а) и Alloclassic (б)

Результаты

Значительное улучшение показателей клинической оценки по шкале Harris Hip Score отмечено в обеих группах пациентов независимо от дизайна имплантата. Выявлено, что у пациентов группы I общая оценка до операции составила 41,1 балла, после – 97,3; у больных группы II общая оценка до операции – 40,6, после – 94,0 (табл. 2). При этом отмечалась отчетливая корреляция результатов лечения с изначальным функциональным статусом пациентов (корреляция Спирмана $R = 0,53$, $p = 0,004$). У пациентов, имеющих начальную оценку по шкале Харриса менее 40, средний балл через год после операции составил 94,1, а если перед операцией функциональный показатель был выше 40, через год средний балл составил 97,4.

Данные ВАШ также демонстрируют отличные результаты, связанные с уменьшением болевых ощущений различной локализации как у пациентов с бедренным компонентом Fitmore, так и у больных с компонентом Alloclassic (табл. 3).

Результаты рентгенометрических показателей анализировали для каждой группы пациентов в отдельности (табл. 4).

Таблица 2

Оценка клинического статуса больных по Harris Hip Score до и после эндопротезирования тазобедренного сустава, баллы

Категория	Тип ножки			
	Fitmore		Alloclassic	
	до операции	после операции	до операции	после операции
Боль	17,7	42	17,1	41,8
Функция	17,2	46,4	17,3	44
Деформация	3	3,9	3	3,5
Амплитуда	3,2	5	3,2	4,7
Итого	41,1	97,3	40,6	94

Таблица 3

Оценка клинического статуса больных по ВАШ до и после эндопротезирования тазобедренного сустава, баллы

Уровень бедра	Тип ножки			
	Fitmore		Alloclassic	
	до операции	после операции	до операции	после операции
Верхняя треть	7,7	0,2	7,8	0,2
Средняя треть	3,3	0,3	3,2	0,3
Нижняя треть	4,9	0,1	4,8	0,1

Таблица 4

Характеристика рентгенометрических показателей при анализе рентгенограмм до и после эндопротезирования тазобедренного сустава

Изученные данные		Группа I	Группа II
		Количество больных	
КМИ	>54%	5 (19%)	4 (20%)
	<54%	21 (81%)	16 (80%)
Тип костномозгового канала	цилиндрический	4 (15,3%)	3 (15%)
	клиновидный	20 (77%)	17 (85%)
	воронкообразный	2 (7,7%)	0
Положение эндопротеза	варус	13 (50%)	13 (65%)
	нейтральное	2 (7,7%)	4 (20%)
	вальгус	11 (42,3%)	3 (15%)
Заполнение костномозгового канала на различных уровнях	A	63%	66%
	B	77%	88%
	C	90%	90%

Группа I (с бедренным компонентом Fitmore):
– значение КМИ в 81% случаев составило от 54 до 66%;

– индекс Dogg в 77% случаев характерен для клиновидной формы костномозгового канала бедра;

– среднее значение угла отклонения бедренного компонента составило 0,6° (95% ДИ от -0,3° до 1,55°), максимальное варусное отклонение составило 6,2°, а вальгусное – 2,7°;

– заполнение костномозгового канала бедренной кости на 90% наблюдается на уровне «С».

Группа II (с бедренным компонентом Alloclassic):

– значение КМИ в 80% случаев составило от 54 до 66%;

– индекс Dogg в 85% случаев характерен для клиновидной формы костномозгового канала бедра;

– среднее значение угла отклонения бедренного компонента составило 0,8° (95% ДИ от -0,4° до 1,9°), максимальное варусное отклонение составило 3,7°, а вальгусное – 1,9°;

– заполнение костномозгового канала бедра на 90% наблюдается на уровне «С».

Результаты исследования методом ДЭРА (двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии) представлены в таблицах 5 и 6 для каждого бедренного компонента в отдельности.

Измерение МПКТ вокруг бедренного компонента Fitmore:

– через 3 месяца после ЭПТБС наблюдается снижение МПКТ во всех зонах Груена; наибольшая потеря МПКТ наблюдается в зонах Груена 2 и 7 – на 9,7% и на 18,3% соответственно;

– через 6 месяцев после операции практически во всех зонах Груена наблюдается умеренная стабилизация процессов ремоделирования МПКТ, за исключением зон 6 и 7, где потеря МПКТ увеличивается на 9,4% и на 21,9%;

– через 12 месяцев после операции наибольшее снижение МПКТ определяется в зонах Груена 1 и 7 на 10,2% и на 24,9%, умеренное снижение МПКТ в зонах 2 и 6 на 9,5% и на 9,1%, фаза умеренной стабилизации МПКТ в зонах 4 и 5 на 2,1% и на 1,3%, а в зоне Груена 3 отмечается наоборот увеличение МПКТ до 1,3% в сравнении с исходными значениями.

Таблица 5

Значения МПКТ в зонах Груена вокруг бедренного компонента Fitmore, г/см (M±m)

Зона Груена	Срок исследования						
	Исходные значения	через 3 мес.		через 6 мес.		через 12 мес.	
		МПКТ	% от исходного	МПКТ	% от исходного	МПКТ	% от исходного
1	0,93±0,037	0,86±0,051	-7,8	0,85±0,057	-8,6	0,84±0,066	-10,2
2	1,82±0,047	1,64±0,053	-9,7	1,66±0,059	-8,6	1,64±0,070	-9,5
3	2,31±0,050	2,22±0,054	-4,1	2,31±0,048	0,0	2,34±0,047	1,3
4	2,15±0,055	2,06±0,063	-4,3	2,10±0,062	-2,6	2,11±0,060	-2,1
5	2,37±0,047	2,21±0,055	-6,7	2,28±0,058	-3,5	2,34±0,053	-1,3
6	1,63±0,060	1,53±0,057	-6,0	1,48±0,055	-9,4	1,48±0,062	-9,1
7	1,58±0,046	1,29±0,056	-18,3	1,23±0,044	-21,9	1,18±0,052	-24,9

Таблица 6

Значения МПКТ в зонах Груена вокруг бедренного компонента Alloclassic, г/см (M±m)

Зона Груена	Срок исследования						
	Исходные значения	через 3 мес.		через 6 мес.		через 12 мес.	
		МПКТ	% от исходного	МПКТ	% от исходного	МПКТ	% от исходного
1	0,82±0,051	0,77±0,054	-6,6	0,74±0,064	-9,5	0,72±0,069	-12,2
2	1,78±0,088	1,72±0,081	-3,4	1,70±0,096	-4,6	1,72±0,097	-3,5
3	2,22±0,078	2,15±0,070	-3,2	2,13±0,080	-4,0	2,15±0,074	-3,1
4	1,99±0,073	1,98±0,067	-0,7	1,93±0,072	-3,1	1,92±0,066	-3,6
5	2,13±0,082	2,12±0,075	-0,6	2,04±0,091	-4,5	2,07±0,092	-2,8
6	1,52±0,092	1,42±0,093	-6,7	1,39±0,093	-8,7	1,41±0,090	-7,1
7	1,14±0,103	1,02±0,099	-11,1	0,94±0,089	-17,8	0,93±0,097	-18,7

Измерение МПКТ вокруг бедренного компонента Alloclassic:

– через 3 месяца после ЭПТБС наблюдается снижение МПКТ во всех зонах Груена, наибольшая потеря МПКТ наблюдается в зонах 1 и 7 – на 6,6% и на 11,1% соответственно;

– через 6 месяцев после операции наибольшее снижение МПКТ наблюдается в зонах Груена 1, 6 и 7 – на 9,5%, на 8,7% и на 17,8%, стадия умеренной стабилизации процессов ремоделирования МПКТ определяется в зонах 2, 3, 4 и 5.

– через 12 месяцев после операции наибольшая потеря МПКТ определяется в зонах Груена 1 и 7 – на 12,2% и на 18,7%, умеренное снижение МПКТ в зоне 6 на 7,1%, а фаза умеренной стабилизации МПКТ в зонах Груена 2, 3, 4 и 5 в сравнении с исходными значениями.

Динамика изменений МПКТ в зонах Груена в зависимости от дизайна эндопротеза представлена на рисунке 2.

Возможные корреляции между результатами денситометрии и данными рентгенометрии определяли методом статистической обработки.

Для первой группы пациентов с бедренным компонентом Fitmore выявлена корреляция:

– между значениями МПКТ в зоне Груена 3 и индексом заполнения костномозгового канала бедра на уровне А, где R = 0,54 при p = 0,018 (рис. 3);

– между значениями МПКТ в зоне Груена 3 и вальгусным положением эндопротеза (от 0° до 2,7°), где R = 0,2 при p = 0,01 (рис. 4).

Для второй группы пациентов с бедренным компонентом Alloclassic выявлена корреляция:

– между значениями МПКТ в зоне Груена 2 и индексом заполнения канала костномозгового канала бедра на уровне С, где R = 0,58 при p = 0,01 (рис. 5);

– между значениями МПКТ в зонах Груена 4, 6 и варусным положением эндопротеза (от 0° до 3,7°), где R = 0,75, R = 0,48 при p = 0,01 (рис. 6).

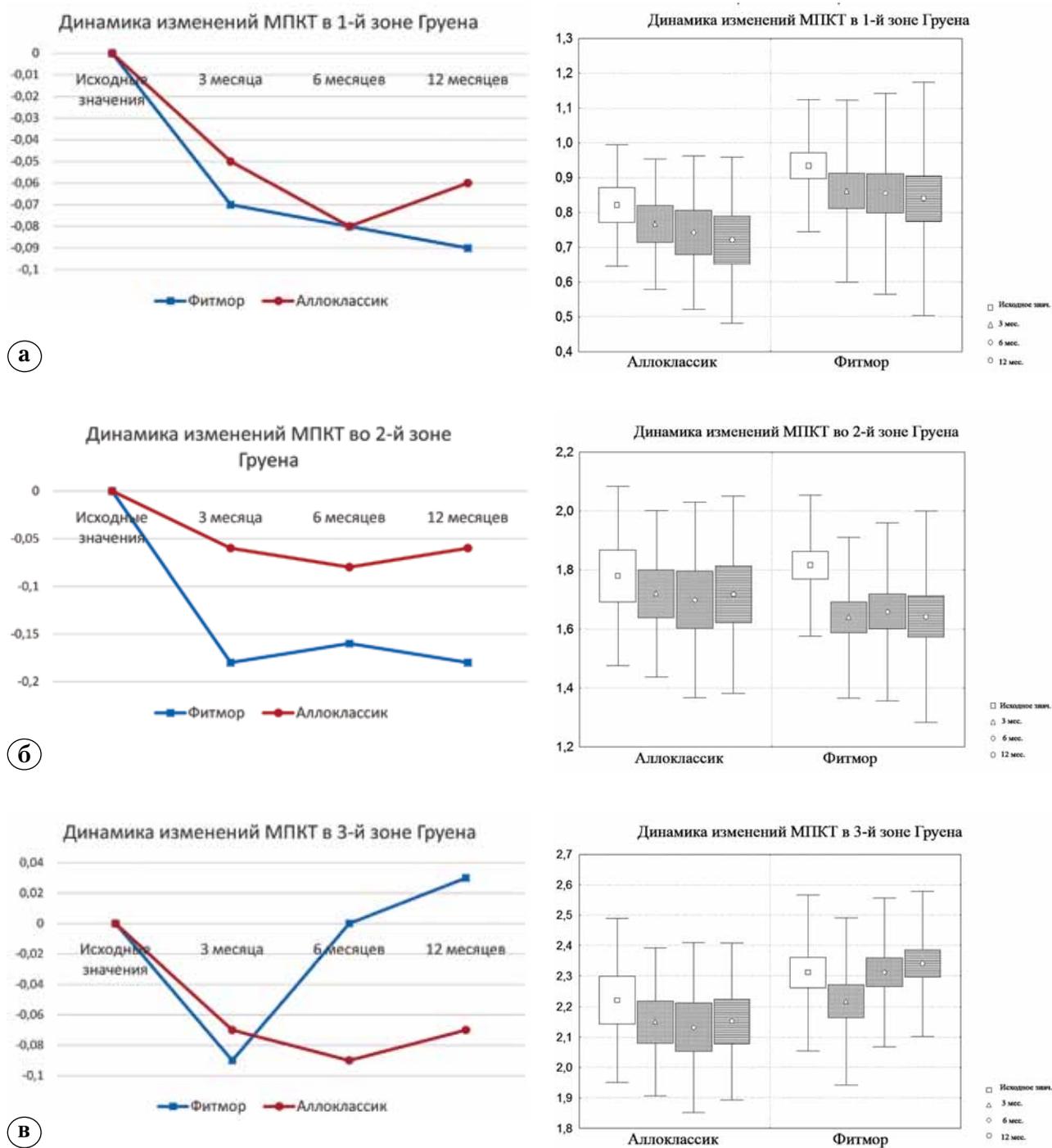
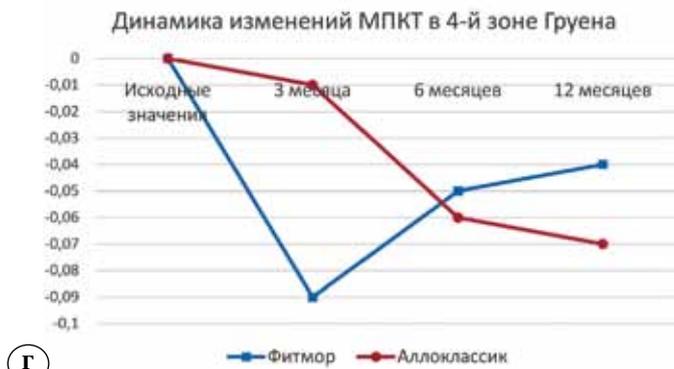
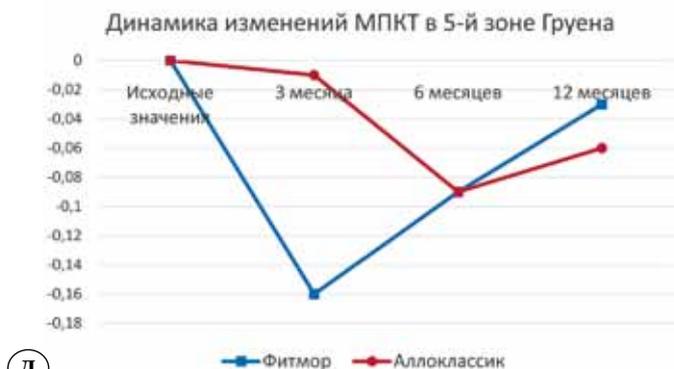
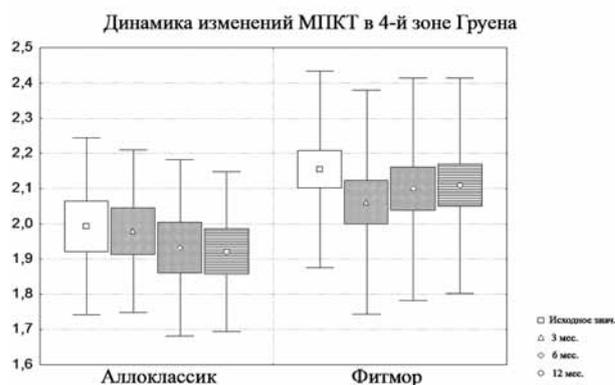


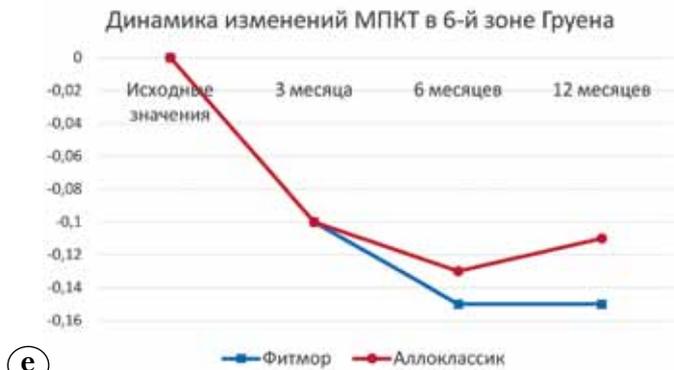
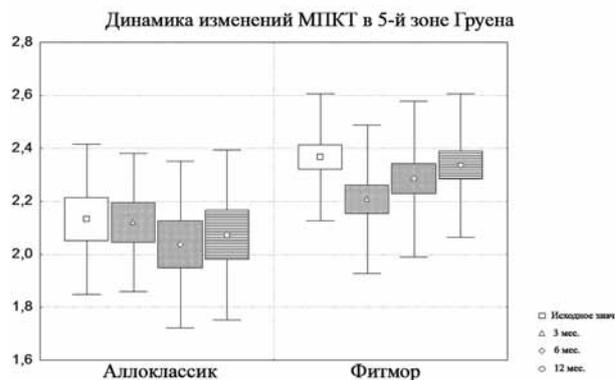
Рис. 2 (а–в). Динамика изменений МПКТ в зонах Груена в зависимости от дизайна эндопротеза: а – в зоне 1; б – в зоне 2; в – в зоне 3



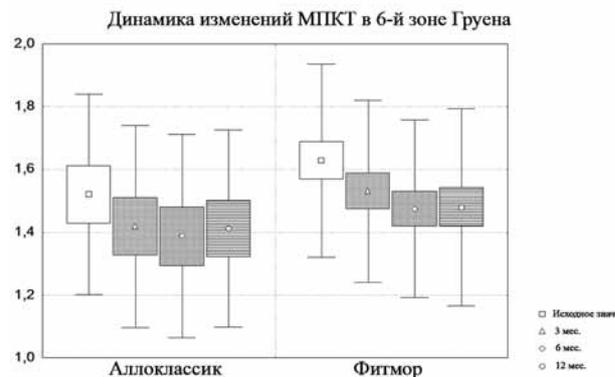
Г



Д



е



ж

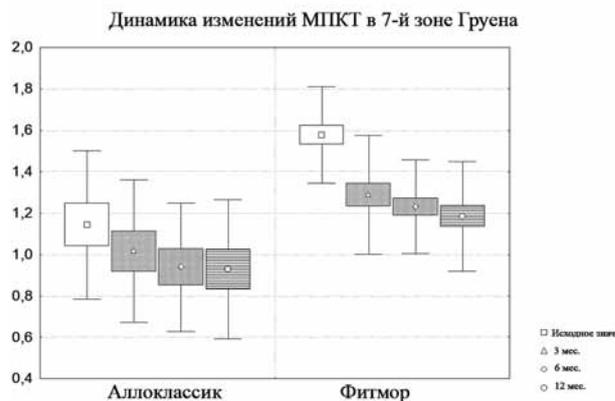


Рис. 2 (г–ж). Динамика изменений МПКТ в зонах Груена в зависимости от дизайна эндопротеза: г – в зоне 4; д – в зоне 5; е – в зоне 6; ж – в зоне 7

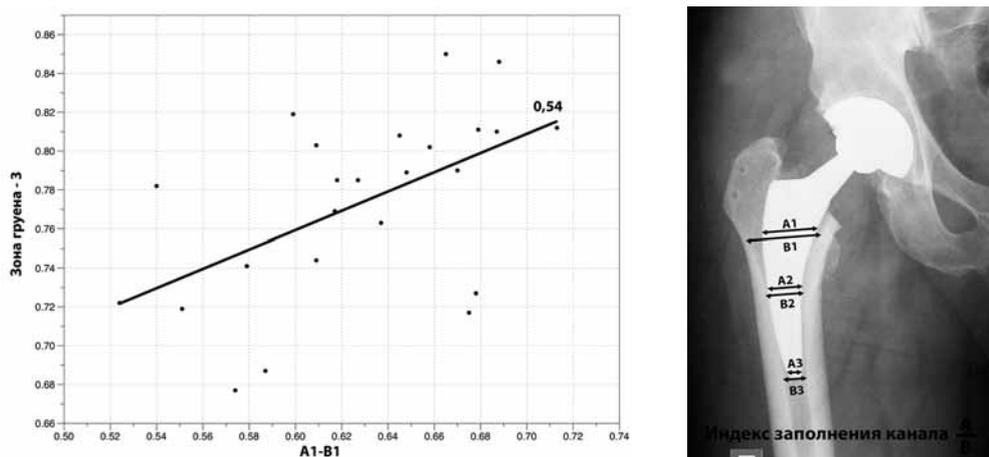


Рис. 3. График корреляции значений МПКТ в зоне Груена 3 с индексом заполнения канала на уровне А: корреляция Спирмана $R = 0,54$ при $p = 0,018$

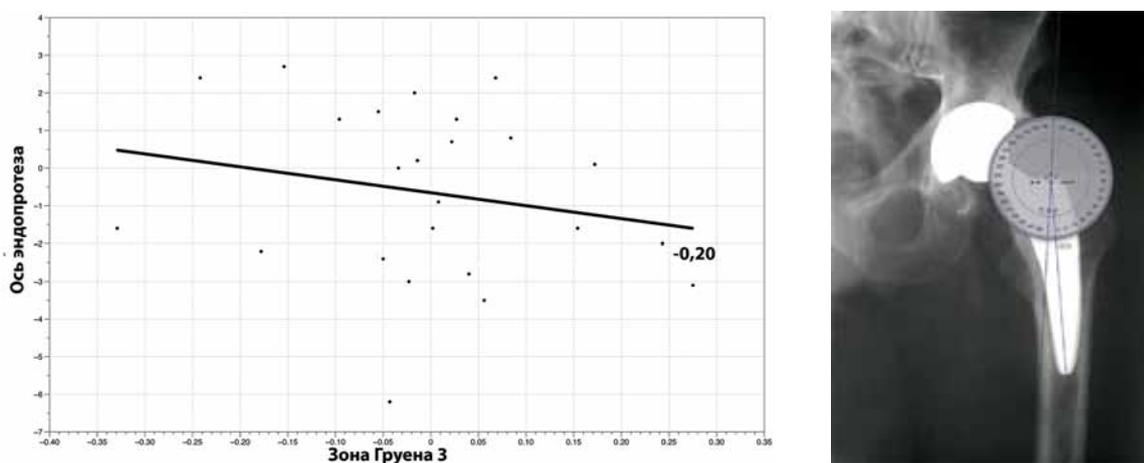


Рис. 4. График корреляции значений МПКТ в зоне Груена 3 при вальгусном положении ножки: корреляция Спирмана $R = 0,2$ при $p = 0,01$

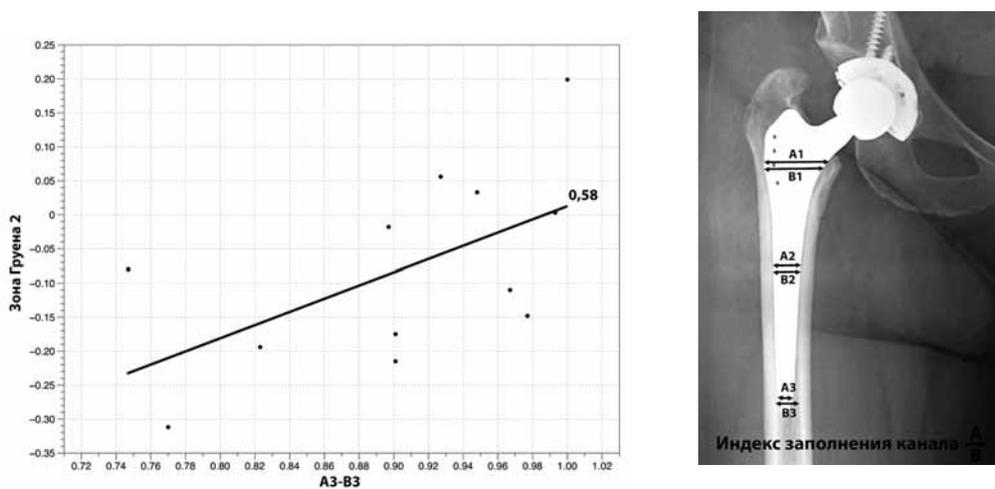


Рис. 5. График корреляции значений МПКТ в зоне Груена 2 с индексом заполнения канала на уровне С: корреляция Спирмана $R = 0,58$ при $p = 0,01$

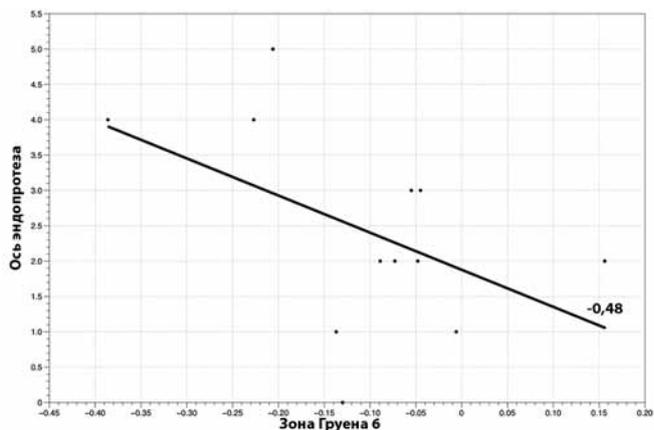
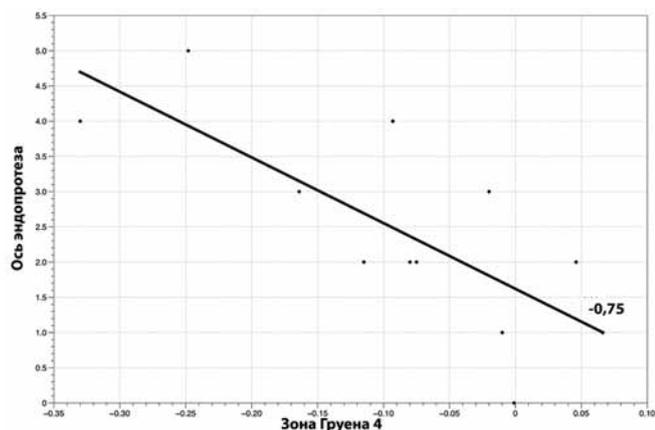


Рис. 6. График корреляции значений МПКТ в зонах Груена 4 и 6 при варусном положении ножки: корреляция Спирмана $R = 0,75$, $R = 0,48$ при $p = 0,01$

Обсуждение

Сравнительный анализ клинической эффективности состояния оперированного сустава показывает практически аналогичную частоту хороших и отличных результатов в обеих группах пациентов, что соответствует общепринятому представлению о высокой эффективности первичного тотального ЭПТБС. Функциональный результат, определяемый с помощью Harris Hip Score в большей степени зависел от изначального статуса пациента (коэффициент корреляции Спирмана $R = 0,53$), чем от типа и особенностей установки бедренных компонентов. Даже значимое отклонение от оси бедренной кости не влияло на функциональный результат (у пациента с варусным наклоном бедренного компонента в $6,2^\circ$ показатель по шкале Харриса составил 98 баллов).

Показатели рентгеноморфометрии при использовании бедренных компонентов обоих типов были схожими. В большинстве случаев состояние плотности костной ткани верхней трети бедра соответствовало норме (КМИ больше 54% в 80% случаев в первой и второй группах соответственно). При использовании

компонентов обоих типов отмечалась некоторая тенденция к незначительной варусной позиции (средние значения имели положительные значения: $0,6^\circ$ – в группе с ножкой Fitmore и $0,8^\circ$ – в группе с ножкой Alloclassic). У подавляющего большинства пациентов отмечалась клиновидная форма канала (индекс Dogt в $77–85\%$ случаев составил от 3 до 4,7), при этом наиболее плотное заполнение канала (90%) наблюдалось в третьей зоне – на 1 см проксимальнее дистального конца бедренного компонента.

Мониторинг показателей денситометрического исследования МПКТ продемонстрировал, что наиболее активное ремоделирование костной ткани вокруг бедренных компонентов, заключающееся в прогрессивной потере костной массы, отмечается в первые три месяца и несколько различается по зонам Груена в зависимости от дизайна эндопротеза. Через 3 месяца после ЭПТБС вокруг имплантата Fitmore наибольшая резорбция костной ткани наблюдалась в зонах Груена 2 и 7, а в области имплантата Alloclassic – в зонах 6 и 7. Через 6 месяцев после ЭПТБС практически во всех зонах бедренной кости вокруг имплантатов наступила

фаза умеренной стабилизации. К 12 месяцам после операции максимальная потеря МПКТ наблюдалась в зоне 7 при использовании обоих вариантов имплантатов и составила для бедренного компонента Fitmore 24,9%, а для ножки Alloclassic – 18,7% в то время как в зоне Груена 3 у 90% пациентов с ножкой Fitmore наблюдалась кортикальная гипертрофия. Вероятно, этот феномен объясняется специфической нагрузкой на наружный метадиафизарный отдел бедра за счет изогнутой формы бедренного компонента. Хорошо известно, что кость адаптируется к действующим на нее нагрузкам путем изменения ее структуры. Области кости, подвергающиеся высокому напряжению, будут отвечать на него увеличением костной массы [5, 13]. В свою очередь, области, которые лишены нагрузки, будут постепенно ее терять. Они либо становятся более пористыми (внутреннее ремоделирование), либо становятся тоньше (внешнее ремоделирование) [5, 13]. Способность кости к моделированию при структурной адаптации к изменяющейся нагрузке или сигналах – хорошо известный процесс, который считают проявлением закона Вольфа, на его основе формируются базовые ортопедические знания об изменениях в кости [36].

Сравнение показателей рентгеноморфометрии при использовании бедренных компонентов обоих типов отражает характерные изменения – в зонах наиболее плотного контакта с костью отмечалось относительное уплотнение кости, а в зонах с ограниченной нагрузкой – потеря костной массы. Такие изменения в перипротезной зоне впервые были отмечены при использовании бесцементных бедренных компонентов с протяженным пористым покрытием и получили наименование стресс-шилдинг синдрома [9, 14]. Потеря кости при использовании полнопокрытых ножек нарастала в течение первых двух лет и достигала 35–37% в зоне Груена 7 [18, 25].

Имплантация клиновидных бедренных компонентов не приводила к столь существенной потере кости в проксимальном отделе бедра, но снижение минеральной плотности в зонах Груена 1 и 7 все равно наблюдалось. При использовании прямых клиновидных ножек типа Spotorno потеря кости составляла через 4 года около 20% в зоне 7 [18]. При использовании ножек с прямоугольным сечением Alloclassic потеря кости в зоне 7 составила 14%, но отмечалась гипертрофия кортикала в зоне Груена 4 [8].

Другие элементы дизайна – такие, как использование анатомического изгиба в сагитальной плоскости, также не позволили изменить ситуацию. Н. J. Laine с соавторами, изучая

динамику МПКТ в течение 5 лет после ЭПТБС прямыми ножками Bi-Metric (Biomet) и анатомическими АВG (Howmedica), не выявили значимой разницы в резорбции костной ткани в зоне Груена 7. Аналогичные результаты получили L.F. Grochola с соавторами, которые наблюдали в течение года динамику адаптивного ремоделирования кости вокруг прямых бедренных компонентов PPF и анатомических СТХ-S [19].

Современной тенденцией в изменении дизайна стало использование укороченных и коротких бедренных компонентов. Считается, что они лучше передают нагрузку на проксимальный отдел бедренной кости [7]. Разумеется, что компонент меньшей длины вовлекает в процесс адаптивного моделирования кость на меньшем протяжении, но, как показывает наше исследование и работы других авторов, кость в перипротезной зоне все равно подвергается характерному воздействию, и в наибольшей степени страдают именно зоны Груена 1 и 7. Согласно данным T. Freitag с соавторами, потеря кости в зоне 7 через год после операции составляет в среднем 17,2%, но наблюдается меньшая потеря кости в зоне 6 в сравнении с прямыми клиновидными ножками [16]. В нашем исследовании потеря кости в зоне Груена 7 через год после операции составила 24,9%, что существенно превосходит показатели вышеприведенной группы авторов.

Таким образом, независимо от дизайна внедрение металлического имплантата в проксимальный отдел бедренной кости сопровождается специфической перестройкой костного вещества, проявляющейся потерей кости в зонах Груена 1 и 7 и относительным уплотнением кости в дистальных отделах имплантата (явления стресс-шилдинг), что однако не оказывает негативного влияния на клинический результат при использовании изучаемых бедренных компонентов. Вероятно, нужны более глубокие исследования с большими сроками наблюдения для понимания влияния на клинический результат особенностей адаптивного ремоделирования кости в зависимости от дизайна имплантата и специфической формы бедренной кости.

Выводы

1. Характер адаптивного ремоделирования кости в перипротезной зоне определяется особенностями геометрии бедренного компонента, но независимо от его длины и в области большого вертела, и в калкарной зоне наблюдается потеря минеральной плотности костной ткани, связанная с шунтированием нагрузки в участки максимального контакта имплантата

с костью – зона 3 для ножки Fitmore и зона 4 для ножки Alloclassic;

2. Специфическая перестройка кости в перипротезной зоне при использовании изучаемых бедренных компонентов не оказывает влияния на клинический результат в течение года после операции.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

- Макаров М.А., Макаров С.А., Павлов В.П., Вардинова Г.Н. Стрессовое ремоделирование костной ткани после эндопротезирования крупных суставов и его консервативная коррекция. *Современная ревматология*. 2009; (1):62-67.
- Сеидов И.И., Загородний Н.В., Хаджихараламбус К., Веяль Н.М. Клинико-рентгенологическое обоснование применения бедренных компонентов проксимальной фиксации при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2012; (1):19-24.
- Тихилов Р.М. Конструктивные особенности различных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава. В кн.: *Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава*. СПб., 2008. Гл. 4. С. 54-117.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Черный А.Ж., Муравьева Ю.В., Гончаров М.Ю. Данные регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2007–2012 годы. *Травматология и ортопедия России*. 2013; (3):167-190.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Основные факторы, влияющие на эффективность эндопротезирования тазобедренного сустава. В кн.: *Руководство по хирургии тазобедренного сустава*. СПб.; 2014. Гл. 7. С. 221-256.
- Barnett E., Nordin B.E. The radiological diagnosis of osteoporosis: a new approach. *Clin Radiol*. 1960; 11:166-174.
- Brinkmann V., Radetzki F., Delank K.S., Wohlrab D., Zeh A. A prospective randomized radiographic and dual-energy X-ray absorptiometric study of migration and bone remodeling after implantation of two modern short-stemmed femoral prostheses. *J Orthop Traumatol*. 2015; 16(3):237-243.
- Brodner W., Bitzan P., Lomoschitz F., Krepler P., Jankovsky R., Lehr S. et al. Changes in bone mineral density in the proximal femur after cementless total hip arthroplasty. A five-year longitudinal study. *J Bone Joint Surg Br*. 2004; 86(1):206.
- Bugbee W.D., Culpepper W.J. 2nd, Engh C.A. Jr., Engh C.A. Sr. Long-term clinical consequences of stress-shielding after total hip arthroplasty without cement. *J Bone Joint Surg Am*. 1997; 79(7):1007-1012.
- Callaghan J., Dysart S.H., Savory C.G. The uncemented porous-coated anatomic total hip prosthesis. Two-year results of prospective consecutive series. *J Bone Joint Surg*. 1988; 70-A(2):337-346.
- Decking R., Rokahr C., Zurstege M. et al. Maintenance of bone mineral density after implantation of a femoral neck hip prosthesis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008; 9:17.
- Dorr L.D., Faugere M.C., Mackel A.M., Gruen T.A., Bognar B., Malluche H.H. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. *Bone*. 1993; 14(3):231-242.
- Dunn M.G., Maxian S.H. Biomaterials used in orthopaedic surgery. In: Greco R.S. (ed.) *Implantation biology, the host response and biomedical devices*. Boca Raton, FL: CRC Press; 1994.
- Engh C.A., Bobyn J.D. The influence of stem size and extent of porous coating on femoral bone resorption after primary cementless hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1988; 231:7-28.
- Flecher X., Pearce O., Parratte S. et al. Custom cementless stem improves hip function in young patients at 15-year follow-up. *Clin Orthop*. 2010; 468(3):747-755.
- Freitag T., Hein M.A., Wernerus D., Reichel H., Bieger R. Bone remodelling after femoral short stem implantation in total hip arthroplasty: 1-year results from a randomized DEXA study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015; Nov 27. [Epub ahead of print]
- Garcia-Cimbrello E., Cruz-Pardos A., Madero R., Ortega-Andreu M. Total hip arthroplasty with use of the cementless Zweymuller Alloclassic System. *J Bone Joint Surg*. 2003; 85-A(2):296-303.
- Gibbons CE, Davies AJ, Amis AA, Olearnik H, Parker BC, Scott JE Periprosthetic bone mineral density changes with femoral components of differing design philosophy. *Int Orthop*. 2001; 25(2):89-92.
- Grochola L.F., Habermann B., Mastrodomenico N., Kurth A. Comparison of periprosthetic bone remodelling after implantation of anatomic and straight stem prostheses in total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008; 128(4):383-392.
- 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*. 1969; 51-A(2):737-755.
- Hawker G.A., Badley E.M., Croxford R. et al. A population-based nested case-control study of the costs of hip and knee replacement surgery. *Med Care*. 2009; 47:732-741.
- Huo M.H., Martin R.P., Zatorski L.E., Keggi K.J. Total hip arthroplasty using the Zweymuller stem implanted without cement: A prospective study of consecutive patients with minimum 3-year follow-up period. *J Arthroplasty*. 1995; 10(12):793-799.
- Katz J.N., Phillips C.B., Baron J.A. et al. Association of hospital and surgeon volume of total hip replacement with functional status and satisfaction three years following surgery. *Arthritis Rheum*. 2003; 48(2):560-568.
- Khalily C., Lester K. Results of a tapered cementless femoral stem implanted in varus. *J Arthroplasty*. 2002; 17(4):463-466.
- Kilgus D.J., Shimaoka E.E., Tipton J.S., Eberle R.W. Dual-energy X-ray absorptiometry measurement of bone mineral density around porous-coated cementless femoral implants. Methods and preliminary results. *J Bone Joint Surg Br*. 1993; 75(2):279-287.
- Kobayashi S., Eftekhari S.N., Tereyama K. Predisposing factors in fixation failure of femoral prostheses following primary Charnley low friction arthroplasty: A 10- to 20-year follow study. *Clin Orthop*. 1994; (306): 73-83.
- Laine H.J., Puolakka T.J., Moilanen T. et al. The effects of cementless femoral stem shape and proximal surface texture on 'fit-and-fill' characteristics and on bone remodeling. *Int Orthop*. 2000; 24(4):184-190.
- Lazarinis S., Mattsson P., Milbrink J. et al. A prospective cohort study on the short collum femoris-preserving (CFP) stem using RSA and DXA. Primary stability but no prevention of proximal bone loss in 27 patients followed for 2 years. *Acta Orthop*. 2013; 84(1):32-39.

29. McMurray A., Grant S., Griffiths S., Letford A. Health-related quality of life and health service use following total hip replacement surgery. *J Adv Nurs*. 2002; 40:663-672.
30. National Joint Registry of England and Wales 12th Annual Report 2015 <http://www.njrcentre.org.uk/njrcentre/Reports,PublicationsandMinutes/Annualreports/tabid/86/Default.aspx>
31. Stukenborg-Colsman C. Femoral neck prostheses. *Orthopade*. 2007; 36:347-352.
32. Suckel A., Geiger F., Kinz L. et al. Long-term results for the uncemented Zweymüller/Alloclassic hip endoprosthesis: a 15-year minimum follow-up of 320 hip operations. *J Arthroplasty*. 2009; 24:846-853.
33. Swedish Hip Arthroplasty Register 2013 Annual Report. http://www.shpr.se/Libraries/Documents/AnnualReport_2013-04-1_1.sflb.ashx
34. Walker D.J., Heslop P.S., Chandler C., Pinder I.M. Measured ambulation and self-reported health status following total joint replacement for the osteoarthritic knee. *Rheumatology* (Oxford). 2002; 41:755-758.
35. Wolf O., Mattsson P., Milbrink J. Effects of postoperative weight-bearing on body composition and bone mineral density after uncemented total hip arthroplasty. *J Rehabil Med*. 2013; 45(5):498-503.
36. Wolff J. Ueber die Bedeutung der Architektur des spongiösen Substanz. *Zentralblatt med. Wissenschaft*. 1869; VI: 223-234.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Карagodина Марина Петровна – врач-рентгенолог ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Шубняков Игорь Иванович – канд. мед. наук Ученый секретарь ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед. наук профессор директор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Плиев Давид Гивиевич – канд. мед. наук научный сотрудник научного отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Денисов Алексей Олегович – канд. мед. наук заведующий научным отделением патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

ADAPTIVE BONE REMODELING AROUND CEMENTLESS FEMORAL STEMS WITH TWO DIFFERENT DESIGNS: FITMORE AND ALLOCLASSIC

M.P. Karagodina¹, I.I. Shubnyakov¹, R.M. Tikhilov^{1,2}, D.G. Pliev¹, A.O. Denisov¹

¹ *Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427*

² *Mechnikov North-Western State Medical University, Kirochnaya ul., 41, St. Petersburg, Russia, 191015*

Abstract

Introduction. We hypothesized that a short stem preserves periprosthetic bone mass in the proximal femur after total hip arthroplasty (THA). We performed a comparative analysis of clinical efficiency and X-ray results of the BMD around two cementless femoral stems with two different designs.

Purpose. To compare the clinical and radiographic results of the study of adaptive bone remodeling in the proximal femur in patients after implantation of the femoral component and Alloclassic Fitmore

Material and methods. We evaluated two groups of patients (mean age 58,3): 26 patients with a short femoral stem Fitmore (Zimmer) and 20 patients with a standard stem Alloclassic (Zimmer). Clinical assessment of the hip condition was made according to Harris scale, supplemented by the evaluation of the pain level for femur by a visual analog scale at three levels. The radiological result was studied according to radiogrammetry and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA).

Results. Independently from design of the femoral component in both groups of patients was observed a significant clinical improvement. The BMD on the surgery side was measured using of analysis in Gruen zones. The first postoperative

Cite as: Karagodina MP, Shubnyakov II, Tikhilov RM, Pliev DG, Denisov AO. [Adaptive bone remodeling around cementless femoral stems with two different designs: Fitmore and Alloclassic]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 15-28. [in Russian]

✉ *Karagodina Marina P.* Ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: marina.karagodina2011@yandex.ru

1 Received: 26.11.2015; Accepted for publication: 14.12.2015

measurement was performed after surgery and further in 3, 6 and 12 months. DXA after 3 mo showed progressive loss BMD in all Gruen zones, but more significant in Gruen zones 2, 7 for Fitmore stem group, in Gruen zones 6, 7 for Alloclassic stem group. At 6 mo after THA in all Gruen zones of Fitmore vs Alloclassic femoral stems there were the phase of moderate stabilization. At 12 mo we observed decreased periprosthetic BMD in Gruen zone 1 and 7, however that there are no clinically relevant changes around two different designs of cementless femoral stems.

Discussion. It isn't dependent on design of a metal stem we showed progressive remodeling periprosthetic BMD in the proximal parts of hip (Gruen zone 1, 7) and we observed a slighter hypertrophy in the distal parts of femoral stem (stress-shielding). We conclude that using short stems have not benefit in preservation bone of proximal femur.

Key words: hip replacement, stress-shielding, bone remodeling, dual-energy X-ray absorptiometry.

Conflict of interest: none.

References

- Makarov MA, Makarov SA, Pavlov VP, Vardikova GN. Stress bone remodeling after large joint replacement and its conservative correction. *Sovpennaya rheumatology* [Modern rheumatology]. 2009; (1):62-67. [in Rus.]
- Seidov II, Zagorodny NV, Khadzikhharalambus K, Veyal' NM. Clinical and radiological substantiation of application proximal femoral fixation components hip arthroplasty. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2012; (1):19-24. [in Rus.]
- Tikhilov RM, Shubnyakov II, Kovalenko AN, Chernyy AZh, Murav'yeva YuV, Goncharov MYu. Data of the Hip Arthroplasty Register of Vreden RNIITO for 2007-2012. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013; (3):167-190. [in Rus.]
- Tikhilov RM, Shubnyakov II, Pliev DG. Design features of different components of hip prosthesis. In: Rukovodstvo po endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava [Guidelines for hip arthroplasty]. SPb., 2008. Ch. 4. P. 54-117. [in Rus.]
- Tikhilov RM, Shubnyakov II. The main factors influencing the effectiveness of hip arthroplasty. In: Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guidelines for hip surgery]. SPb.; 2014. Ch. 7. P. 221-256. [in Rus.]
- Barnett E, Nordin BE. The radiological diagnosis of osteoporosis: a new approach. *Clin Radiol.* 1960; 11:166-174.
- Brinkmann V, Radetzki F, Delank KS, Wohlrab D, Zeh A. A prospective randomized radiographic and dual-energy X-ray absorptiometric study of migration and bone remodeling after implantation of two modern short-stemmed femoral prostheses. *J Orthop Traumatol.* 2015; 16(3):237-243.
- Brodner W, Bitzan P, Lomoschitz F, Krepler P, Jankovsky R, Lehr S et al. Changes in bone mineral density in the proximal femur after cementless total hip arthroplasty. A five-year longitudinal study. *J Bone Joint Surg Br.* 2004; 86(1):206.
- Bugbee WD, Culpepper WJ 2nd, Engh CA Jr, Engh CA Sr. Long-term clinical consequences of stress-shielding after total hip arthroplasty without cement. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79(7):1007-1012.
- Callaghan J, Dysart SH, Savory CG. The uncemented porous-coated anatomic total hip prosthesis. Two-year results of prospective consecutive series. *J Bone Joint Surg.* 1988; 70-A(2):337-346.
- Decking R, Rokahr C, Zurstege M et al. Maintenance of bone mineral density after implantation of a femoral neck hip prosthesis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008; 9:17.
- Dorr LD, Faugere MC, Mackel AM, Gruen TA, Bognar B, Malluche HH. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. *Bone.* 1993; 14(3):231-242.
- Dunn MG, Maxian SH. Biomaterials used in orthopaedic surgery. In: Greco RS (ed.) *Implantation biology, the host response and biomedical devices.* Boca Raton, FL: CRC Press; 1994.
- Engh CA, Bobyn JD. The influence of stem size and extent of porous coating on femoral bone resorption after primary cementless hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1988; 231:7-28.
- Flecher X, Pearce O, Parratte S et al. Custom cementless stem improves hip function in young patients at 15-year follow-up. *Clin Orthop.* 2010; 468(3):747-755.
- Freitag T, Hein MA, Wernerus D, Reichel H, Bieger R. Bone remodelling after femoral short stem implantation in total hip arthroplasty: 1-year results from a randomized DEXA study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015; Nov 27. [Epub ahead of print]
- Garcia-Cimbrello E, Cruz-Pardos A, Madero R, Ortega-Andreu M. Total hip arthroplasty with use of the cementless Zweymuller Alloclassic System. *J Bone Joint Surg.* 2003; 85-A(2):296-303.
- Gibbons CE, Davies AJ, Amis AA, Olearnik H, Parker BC, Scott JE Periprosthetic bone mineral density changes with femoral components of differing design philosophy. *Int Orthop.* 2001; 25(2):89-92.
- Grochola LF, Habermann B, Mastrodomenico N, Kurth A. Comparison of periprosthetic bone remodelling after implantation of anatomic and straight stem prostheses in total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008; 128(4):383-392.
- Harris WH. 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.* 1969; 51-A(2):737-755.
- Hawker GA, Badley EM, Croxford R et al. A population-based nested case-control study of the costs of hip and knee replacement surgery. *Med Care.* 2009; 47:732-741.
- Huo MH, Martin RP, Zatorski LE, Keggi KJ. Total hip arthroplasty using the Zweymuller stem implanted without cement: A prospective study of consecutive patients with minimum 3-year follow-up period. *J Arthroplasty.* 1995; 10(12):793-799.
- Katz JN, Phillips CB, Baron JA et al. Association of hospital and surgeon volume of total hip replacement with functional status and satisfaction three years following surgery. *Arthritis Rheum.* 2003; 48(2):560-568.
- Khalily C, Lester K. Results of a tapered cementless femoral stem implanted in varus. *J Arthroplasty.* 2002; 17(4):463-466.
- Kilgus DJ, Shimaoka EE, Tipton JS, Eberle RW. Dual-energy X-ray absorptiometry measurement of bone mineral density around porous-coated cementless femoral implants. Methods and preliminary results. *J Bone Joint Surg Br.* 1993; 75(2):279-87.
- Kobayashi S, Eftekhari SN, Terayama K. Predisposing factors in fixation failure of femoral prostheses following primary Charnley low friction arthroplasty: A 10- to 20-year follow study. *Clin Orthop.* 1994; (306):73-83.

27. Laine HJ, Puolakka TJ, Moilanen T. et al. The effects of cementless femoral stem shape and proximal surface texture on <fit-and-fill> characteristics and on bone remodeling. *Int Orthop*. 2000; 24(4):184-190.
28. Lazarinis S, Mattsson P, Milbrink J et al. A prospective cohort study on the short collum femoris-preserving (CFP) stem using RSA and DXA. Primary stability but no prevention of proximal bone loss in 27 patients followed for 2 years. *Acta Orthop*. 2013; 84(1):32-39.
29. McMurray A, Grant S, Griffiths S, Letford A. Health-related quality of life and health service use following total hip replacement surgery. *J Adv Nurs*. 2002; 40:663-672.
30. National Joint Registry of England and Wales 12th Annual Report 2015 <http://www.njrcentre.org.uk/njrcentre/Reports,PublicationsandMinutes/Annualreports/tabid/86/Default.aspx>
31. Stukenborg-Colsman C. Femoral neck prostheses. *Orthopade*. 2007; 36:347-352.
32. Suckel A, Geiger F, Kinz L et al. Long-term results for the uncemented Zweymuller/Alloclassic hip endoprosthesis: a 15-year minimum follow-up of 320 hip operations. *J Arthroplasty*. 2009; 24:846-853.
33. Swedish Hip Arthroplasty Register 2013 Annual Report. http://www.shpr.se/Libraries/Documents/AnnualReport_2013-04-1_1.sflb.ashx
34. Walker D.J., Heslop P.S., Chandler C., Pinder I.M. Measured ambulation and self-reported health status following total joint replacement for the osteoarthritic knee. *Rheumatology (Oxford)*. 2002; 41:755-758.
35. Wolf O, Mattsson P, Milbrink J. Effects of postoperative weight-bearing on body composition and bone mineral density after uncemented total hip arthroplasty. *J Rehabil Med*. 2013; 45(5):498-503.
36. Wolff J. Ueber die Bedeutung der Architectur des spongiösen Substanz. *Zentralblatt med. Wissenschaft*. 1869; VI: 223-234.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Karagodina Marina P. – radiologist, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Shubnyakov Igor I. – Academic Secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Tikhilov Rashid M. – director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of Mechnikov North-Western State Medical University

Plev David G. – researcher, hip pathology department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Denisov Alexei O. – head of hip pathology department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

21–23 апреля 2016 г. в г. Челябинске состоится

**V Уральский медицинский научно-практический форум с международным участием
«ТРАВМАТОЛОГИЯ: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ, ЛЕЧЕНИИ
И РЕАБИЛИТАЦИИ»**

VIII специализированная выставка «УралМедФарм»

Организаторы:

Минздрав Челябинской области

ГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России
(г. Челябинск)

ГБУЗ «НИИ скорой помощи им.И.И. Джанелидзе» (г. Санкт-Петербург)

НП СРО «Ассоциация травматологов-ортопедов Челябинской области»

КВЦ «Урал» (г. Челябинск)

Программа:

I. Пленарная конференция «Актуальные вопросы оказания медицинской помощи при сочетанной множественной травме»:

1) оказание помощи на догоспитальном этапе, реанимация;

2) госпитальный этап: принципы диагностики критических состояний, алгоритм оказания помощи, damage control;

3) переломы таза: принципы диагностики, объем помощи при переломах;

4) обширные раны: принципы лечения;

5) сочетанные повреждения с доминированием черепно-мозговой травмы: этапный объем оказания помощи.

II. Круглый стол «Телемедицина: информационное обеспечение оказания помощи при сочетанной множественной травме»

III. Научно-практический семинар «Реабилитация в травматологии и ортопедии»

IV. Обучающий семинар-практикум для медицинских сестер травматолого-ортопедических отделений «Современные технологии обеспечения оказания помощи больным с патологией опорно-двигательного аппарата»

По вопросам подготовки и проведения Форума обращаться:

ООО КВЦ «Урал», г. Челябинск, ул. Российская, д. 279, офис 712.

Тел: (351) 268-92-68, 237-17-55, 237-93-83; E-mail: kvcural@mail.ru, kvcural-pp@mail.ru

THE POSTOPERATIVE RADIOLOGICAL EVALUATION OF THE OXFORD MICROPLASTY® UNICOMPARTMENTAL KNEE REPLACEMENT INSTRUMENTATION

Hong-Chul Lim¹, Kamolhuja Eshnazarov²

¹Department of Orthopaedic Surgery, Barunesang Hospital
Seoul, Korea

²Department of Orthopaedic Surgery, Shinchon Yonsei Hospital
Seoul, Korea

Abstract

Introduction. Recently, new model of Oxford mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty (UKA, Oxford Microplasty®, Zimmer Biomet, IN, USA) was launched to improve previous version (Oxford Phase 3, Biomet, IN, USA). Still, there are few reports demonstrating the results of this noble UKA prosthesis in the literature. Thus, the aim of this study is to report and assess the postoperative radiological outcomes of the Oxford Microplasty® instrument.

Materials and methods. From March 2013 to October 2013, twenty-one patients (23 knees) underwent mobile UKA for medial compartment osteoarthritis using this noble instrument. Postoperative radiological outcomes were measured for operated lower limb alignment and implant position, and they were compared with those of 64 UKAs using the Oxford Phase 3 which had been performed from January 2010 to August 2012. Pre- and post-operative deformity of the knee in the coronal plane, the location of the mechanical axis with respect to the center of the tibial surface, positioning of the tibial and femoral components and varus and valgus alignment for the tibial and femoral components were evaluated.

Results. In the Microplasty® patients, preoperative HKA angle was $172.8 \pm 2.5^\circ$ and postoperative HKA angle increased to $177.7 \pm 2.8^\circ$ ($p < 0.001$). There were no significant differences in postoperative HKA angle between Oxford Phase 3 and Microplasty group (178.4° vs. 177.7° , $p > 0.05$). There were no significant differences in postoperative limb alignment and component position between the Microplasty group and Oxford Phase 3 group except femoral component flexion ($11.9 \pm 2.1^\circ$ vs. $2.6 \pm 4.1^\circ$, $p < 0.001$). In addition, there were not any outliers in measurements of the components in the Microplasty group.

Conclusion. UKA using Oxford Microplasty® includes noble tools including femoral sizing spoon, G-clamp, longer IM rod, two-peg femoral component, and IM link system to help with ease of use, precision, efficiency, and reproducibility. Increased flexion of femoral component and increased total arc of femoral component will be more suitable especially for Asian patients who perform more flexion such as squatting and sitting on the floor in daily living activities.

Key words: unicompartmental knee replacement, radiological evaluation.

Introduction

Unicompartmental knee arthroplasty (UKA) is a reliable surgical option to treat unicompartmental osteoarthritis in the knee joint [1, 2]. The survivorship and function of UKA have been gradually improved since its introduction more than thirty years ago as a result of improved materials, designs, patient selections, and surgical techniques [1, 3]. Many clinical studies have reported satisfactory results with survivor rates over 90% at mid- to long-term follow-up by both the designing group and many independent centers [4, 7].

The Oxford unicompartmental knee instrument (Oxford, Zimmer Biomet, IN, USA) is a fully congruent mobile-bearing implant. It has the potential advantage of allowing more confirmed sur-

face and thus reducing contact stresses through larger contact areas [8]. The Phase 1 Oxford instrument was first introduced in 1978. Through the Phase 2 instrument, the Oxford Phase 3 UKA became available in 1998 [9]. Different from the Phase 1 and 2 implants, the Oxford Phase 3 allowed minimally invasive approach and a larger range of component sizes than previous versions. Many studies about the Oxford Phase 3 UKA demonstrated successful clinical results in Europe, Asia, and USA [4, 6, 9, 13].

In spite of these excellent clinical results, during the use Oxford Phase 3 instrument still has some limitation in the precise positioning of an implant, which may cause bearing dislocation, loosening of the tibial and femoral component, and variations in femoral component position [2, 14, 15]. Furthermore, some

 **Cite as:** Lim Hong-Chul, Eshnazarov Kamolhuja. The postoperative radiological evaluation of the Oxford Microplasty® unicompartmental knee replacement instrumentation. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):29-36.

 Eshnazarov Kamolhuja Eshnazarovich. Seoul, Korea; e-mail: kamolhuja77@mail.ru

 Received: 24.11.2015; Accepted for publication: 18.12.2015

studies have reported high rate of revision after the Oxford UKA in large academic practices and national registries [15]. To overcome these problems, noble version of the Oxford unicompartmental knee prosthesis (Oxford Microplasty®, Oxford, Zimmer Biomet, IN, USA) has been recently developed with newly designed femoral component and improved surgical instruments.

Still, there are few reports demonstrating the results of this noble UKA prosthesis in the literature. Thus, the aim of this study is to report and assess the postoperative radiological outcomes of the Oxford Microplasty® instrument.

Patients and Methods

Approval of the present study was obtained from the institutional review board of our medical center. Our study included the whole number of patients operated and analyzed by the authors only at the specified period. From March to October 2013, twenty-one patients (23 knees) underwent mobile UKA for medial compartment osteoarthritis using the Oxford Microplasty instrument by authors. Of the 21 patients, 18 were female and the other 3 were male. The mean age was 66.5 years (range, 55 to 85 years). Postoperative radiological outcomes were measured for operated lower limb alignment and implant position, and they were compared with those of 64 UKAs (6 male and 58 female; mean age 66.5 years with range from 41 to 85 years) using the Oxford Phase 3 which had been performed in the same center from January 2010 to August 2012. All prostheses were cemented.

Patient selection for the present study followed the criteria of A. Carr et al. [16]. These criteria consisted of patients with medial compartmental osteoarthritis, intact anterior and posterior cruciate ligaments, correctable varus deformity which was best visualized on varus and valgus stress radiographs, minimal or absent degenerative changes in the lateral knee compartment on standing simple radiographs, absence of tenderness in lateral compartment, and no more than minimal patella-femoral abnormalities on radiographic and clinical evaluations. Exclusion criteria for surgery were inflammatory arthritis such as rheumatoid arthritis, full-thickness cartilage loss of the patella, and prior high tibial osteotomy. Of the 23 knees, 21 were diagnosed as degenerative osteoarthritis and the other two were spontaneous osteonecrosis of the knee. The operations were performed by the same surgeons, the responsible professor Lim, Hong-Chul have more than thirty five year surgeon and twenty five years knee arthroplasty surgeon experiences.

Surgical Technique

With affected knee in flexion on the thigh support, a minimal medial parapatellar incision from the medial margin of the patella to a 3 cm distal to the joint line was made. In the lower part of the wound, the front of the tibia was exposed and as much of the medial meniscus as possible was removed without any release of medial collateral ligament. The ACL was inspected to ascertain that it is intact without definite degeneration or tear. Then, all osteophytes on medial margin of the medial femoral condyle and both margin of the intercondylar notch were removed.

After these preparations, the femoral sizing spoon was inserted starting with 1 mm thick to assess the proper ligament tension. By capturing the medial femoral condyle with this sizing spoon, restoration of joint space could be performed. The tibial saw guide was applied with its shaft parallel to long axis of tibia in both sagittal and coronal planes. Then proximal tibial coupling clamp (G-clamp, 3 & 4-mm options) was applied to connect the femoral sizing spoon and tibial saw guide (Fig. 1). The size of the G-clamp corresponds to the depth of tibial resection and the expected thickness of the polyethylene bearing. Then, after fixing the tibial saw guide in place, the clamp and spoon were removed and tibial resection was performed in the same manner with previous version.

Femoral canal was opened with a 4 mm drill and sequential 5 mm awl at 1 cm anterior to antero-medial corner of the intercondylar notch with the knee in about 45° flexion. After insertion of the intramedullary (IM) rod (5 mm x 300 mm) through the anatomical axis of the femur, a line was drawn down the center of the medial femoral condyle for later reference of femoral drill guide. Then the newly developed femoral drill guide was inserted at the center of the medial femoral condyle adjusting the guide position according to pre-drawn line on the medial femoral condyle. The Oxford IM Link was inserted into the IM rod and lateral hole of the femoral drill guide. This would ensure more correct alignment of the femoral drill guide with maintaining 10° flexion and 7° varus alignment of guide to IM rod. Then 4 and 6 mm holes were drilled and we checked the hole position on the medial femoral condyle (Fig. 2). The femoral posterior resection guide was inserted and cutting was performed (Fig. 3).

The milling of distal femoral condyle was performed using a spigot system in the same manner with previous version. Different from the Oxford Phase 3, we additionally trimmed the anterior and posterior condyle of the femur to reduce the risk of impingement of bone against the polyethylene bearing in full flexion and full extension. To prevent an-

terior impingement, anti-impingement guide application and anterior milling were performed (Fig. 4), and posterior osteophytes were removed using the osteophytes chisel leaving the anti-impingement guide in place.

Then after inserting trials and checking the laxity in 20° & 100°, all real components were inserted with cementing (Palacos cement, Stryker Orthopaedics, Mahwah, NJ).

Postoperatively, patients began routine physiotherapy and exercise. The weight-bearing was allowed as tolerated.

Radiological Assessment

A descriptive report of the postoperative radiographic outcomes was performed using means and standard deviations. Pre- and post-operative deformity of the knee in the coronal plane was evaluated with use of the hip-knee-ankle (HKA) angle from a 90 cm standing anteroposterior (AP) radiograph of the entire lower limb (Fig. 5–7). The location of the mechanical axis with respect to the center of the tibial surface was assessed using a classification described by W.R. Kennedy and R.P. White [17]. Positioning of the tibial and



Fig. 1. Assembly of the femoral sizing spoon and the tibial cutting guide using the coupling clamp (G-clamp). The femoral sizing spoon is located at the center of the medial femoral condyle. The tibial cutting guide is applied parallel to the long axis of the tibia. The size of the G-clamp (3 or 4 mm) corresponds to the depth of tibial resection



Fig. 2. Connecting the IM rod and the femoral drill guide using the IM link. This link makes consistent position of the femoral drill guide (10° flexion and 7° varus alignment against the IM rod). After femoral hole drilling, we could find the correct hole position on the pre-drawn line (a vertical mid-line on the medial femoral condyle)



Fig. 3. Newly designed femoral posterior resection guide. Using this noble instrument, more precise resection of posterior femoral condyle could be achieved



Fig. 4. Anterior milling to prevent anterior impingement. After milling of distal femoral condyle, anti-impingement guide was applied. Then additional milling of the anterior aspect of the medial femoral condyle was performed using the Oxford anterior bone mill

femoral components was assessed by the Oxford Partial Knee Surgical Technique operating manual [18]. Varus and valgus alignment for the tibial and femoral components was evaluated on the AP simple radiograph in relation to the tibial anatomical axis, and flexion/extension alignment was measured on a lateral radiograph relative to the posterior cortex of the tibia and femur. Radiograph measurement in the patients performed twice; postoperatively after two weeks and within interval from six month to two years.



Fig. 5. Postoperative radiographs of the Oxford Microplasty



Fig. 6. The femoral component has two pegs in the Microplasty instrument. More flexed position and increased arc of the femoral component are identified in the Microplasty instrument



Fig. 7. Postoperative radiographs of the Oxford Phase 3. Only one peg is visible on the femoral component

The tolerances which are specified in the Oxford operating manual are that the femoral component would be positioned within a range of $\pm 10^\circ$ varus/valgus in a coronal plane, 0° extension to 15° flexion in a sagittal plane, and posterior overhang below 4 mm and the tibial component would be implanted within a range of $\pm 5^\circ$ varus/valgus in a coronal plane, and 2° to 12° of posterior tilting in a sagittal plane (Fig. 8).

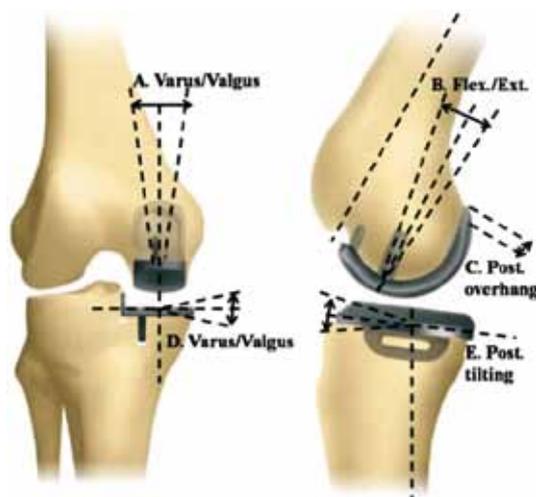


Fig. 8. Diagrams showing the postoperative radiological measurements described in the operating manual of the Oxford Microplasty unicompart ment knee replacement

Statistical Analysis

The reliability of the measurement was evaluated by calculating the intra-class correlation coefficients (ICC). The measurements were considered reliable if the ICC was calculated more than 0.80. Normal distribution of the data was validated with use of the Kolmogorov-Smirnov test. Statistical analysis was performed in both groups. Both parametric and non-parametric tests were used with a consideration of statistical significance when $p < 0.05$. Analysis was performed using SPSS software (Version 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Results

In the Microplasty[®] patients, preoperative HKA angle was $172.8 \pm 2.5^\circ$ and postoperative HKA angle increased to $177.7 \pm 2.8^\circ$ ($p < 0.001$). There were no significant differences in postoperative HKA angle between Oxford Phase 3 and Microplasty group (178.4° vs. 177.7° , $p > 0.05$). Considering the alignment correct when the mechanical axes is in Zone 2 or C according to the Kennedy and White classification, most of knees showed correct postoperative alignment (zone 2 or C)

in both groups (87.0% in the Microplasty and 90.6% in the Oxford Phase 3, $p>0.05$). Femoral components were positioned in valgus $1.7\pm 1.4^\circ$ in the Microplasty group ($2.3\pm 2.4^\circ$ in the Oxford Phase 3, $p>0.05$). Femoral component flexion in lateral radiographs were measured as flexion $11.9\pm 2.1^\circ$ in the Microplasty group and it was significantly higher than the Oxford Phase 3 group ($2.6\pm 4.1^\circ$, $p<0.001$). Posterior overhanging of femoral component was measured as 1.4 ± 1.0 mm without significant differences compared with the Oxford Phase 3 group (1.4 ± 1.4 mm, $p>0.05$). In tibial component assessment, tibial component coronal alignments were measured as varus $0.8\pm 1.0^\circ$ in the Microplasty group. They were more neutral than those in the Oxford Phase 3 group without significance (varus $1.3\pm 2.2^\circ$, $p>0.05$). Posterior tibial slope did not show significant differences, either ($5.9\pm 1.4^\circ$ in the Microplasty group vs. $5.8\pm 2.2^\circ$ in the Phase 3 group, $p>0.05$) (Table).

In short, femoral component flexion was significantly higher in the Microplasty group and there were no significant differences in any other measurements between the Oxford Microplasty group and the Oxford Phase 3 group. However, measurements of the components showed more neutral position in the Microplasty group. In all measurement, standard deviations were smaller

in the Microplasty group, that is, the Microplasty group showed more narrow range of measurements. In addition, there were not any outliers in measurements in the Microplasty group.

Discussion

This study is the first report of the Oxford Microplasty® instrument to the best of our knowledge. Our results showed that the position of the femoral and tibial component in all 23 UKAs was within the limits of flexion/extension (0° extension to 15° flexion in the femoral component) and varus/valgus ($\pm 10^\circ$ varus/valgus in the femoral component and $\pm 5^\circ$ varus/valgus in the tibial component). There were no outliers in all measurements, and the standard deviations of the Microplasty group were smaller than those of the Oxford Phase 3 group.

Several previous studies about the Oxford Phase 3 demonstrated that the position of the femoral component showed wide variations especially in the flexion/extension [2, 19, 21], N.P. Kort et al. pointed out the reason for this result was that the error in the sagittal alignment of the intramedullary (IM) rod might be larger than that in the coronal error. In addition, the authors demonstrated that the femoral drill guide was not fixed directly to the IM rod, inducing uncertain positioning

Table
Postoperative radiological outcomes in the Oxford Microplasty and the Oxford Phase 3 (SD, Standard Deviation; ICC, Intraclass Correlation Coefficient; CI, Confidence Interval)

Parameter	Oxford Microplasty		Oxford Phase 3		P-value
	Mean (SD range)	ICC (95% CI)	Mean (SD; range)	ICC (95% CI)	
Pre-operative Hip-Knee-Ankle angle	172.8 (2.5; 167.4 to 177.3)	0.927 (0.828 to 0.969)	173.6 (3.0; 167.1 to 178.0)	0.963 (0.940 to 0.978)	0.618
Post-operative Hip-Knee-Ankle angle	177.7 (2.8; 171.8 to 183.5)	0.922 (0.816 to 0.967)	178.4 (3.0; 173.5 to 184.5)	0.986 (0.977 to 0.992)	0.403
Femoral component varus(-)/valgus (+)	1.7 (1.4; -1.5 to 5.1)	0.976 (0.943 to 0.990)	2.3 (2.4; -3.2 to 8.5)	0.99 (0.984 to 0.994)	0.095
Femoral component flexion	11.9 (2.1; 7.4 to 14.9)	0.951 (0.884 to 0.979)	2.6 (4.1; -9.9 to 11.9)	0.983 (0.972 to 0.990)	<0.001
Femoral component posterior overhang	1.4 (1.0; 0.2 to 3.8)	0.965 (0.917 to 0.985)	1.4 (1.4; -1.9 to 4.0)	0.99 (0.983 to 0.994)	0.692
Tibial component varus(-)/valgus(+)	-0.8 (1.0; -2.6 to 1.5)	0.964 (0.916 to 0.985)	-1.3 (2.2; -7.0 to 3.1)	0.975 (0.960 to 0.985)	0.492
Tibial component posterior tilting	5.9 (1.4; 3.3 to 8.5)	0.926 (0.825 to 0.969)	5.8 (2.2; -1.6 to 9.6)	0.949 (0.916 to 0.969)	0.631

of the femoral drill guide, which resulted in uncertain positioning of the femoral component [22], J.G. Kim et al. also proposed to use a link between the IM rod and the femoral drill guide to make more reproducible position of the femoral component [2]. As the recommendations of previous authors, the IM linker system was introduced in the Oxford Microplasty instrument. This linker connects the IM rod and the femoral drill guide, and the flexion angle of the femoral component is maintained as 10°. Furthermore, it also supports the coronal angle between the IM rod and the femoral drill guide as 7°. Thus, as our results have shown, we could find no outliers in the flexion/extension of the femoral component and more reproducible position of the femoral component might be achieved.

In addition to the IM linker system, there are some more improved designs in this novel instrument. First, the proper size of the femoral component is chosen by both preoperative templating of the lateral radiographs and intraoperative confirming with the femoral sizing spoon. Thus, more appropriate size of the femoral component could be applied to the patients. Second, the total arc of the femoral component is increased and more flexed position of the femoral component could be achieved. The cam impingement of the posterior medial femoral condyle was thought to be a main reason for the polyethylene wear and the dislocation of the mobile-bearing insert [23, 25]. However, in this novel version of instrument, posterior condylar cam might be reduced according to more flexed position of the femoral component. Furthermore, more flexion of the knee joint in daily living activities could be performed, which might be more suitable to the Asian population [9, 26]. Third, different from only one peg in previous femoral components, two pegs are applied to the femoral component. Previous studies already demonstrated that the single-peg design itself was a main reason in increased femoral component loosening [14]. Thus, it is thought that this two-peg design could contribute to increased survival rate of the femoral component.

Improved instruments are also applied to the tibial aspect. When the tibial osteotomy is performed, the femoral sizing spoon and the G-clamp are used. The joint space restoration is performed by capturing the medial femoral condyle with the femoral sizing spoon, and then the G-clamp (3 or 4-mm options) connects the femoral sizing spoon and the tibial cutting guide. This system could prevent excessive tibial condyle cutting which was one of the concerns in the Oxford Phase 3 instrumentation. In our 23 cases, 3 or 4 mm mobile-inserts were used in 20 cases (87.0 %; 10 cases and 10 cases, respectively), and a 5 mm insert was applied

in the other 3 cases (23.0%). Considering the correlation with the medial tibial plateau fracture and conversion to the total knee arthroplasty, preservation of larger tibial condyle by less tibial condyle cutting might be an important factor in the tibial preparation.

This noble UKA instrument showed more reproducible and exact radiological results. These positive outcomes might contribute to increasing the patient satisfaction and long-term survivorship of the instrument. Besides, we could expect decreased complication rates such as dislocation of the polyethylene bearing and bearing wear. Although this study demonstrated more satisfactory radiological outcomes in Oxford Microplasty patients, clinical follow-up duration is only from several months to two years. Thus, long term clinical evaluation is necessary to judge the superiority of the novel instrumentation. Furthermore, we reviewed only 23 cases in a single center. To elucidate the efficacy of the noble instrument, a prospective multi-centered trial would be required. Limitation of our study was small number of patient which may decrease the reliability of our analysis.

In conclusion, in order to achieve satisfactory outcomes after unicompartmental knee arthroplasty, optimum position of implant is essential. Significantly higher femoral component flexion and increased total arc of femoral component in Oxford Microplasty® will be more suitable especially for Asian patients who perform more flexion such as squatting and sitting on the floor in daily living activities.

More exact and reproducible positioning of the components, increased flexion position of the femoral component, and reducing impingement on posterior aspect of the medial femoral condyle might increase long-term survivorship of the implant and decrease complication rates such as dislocation of the polyethylene bearing and bearing wear.

Conflicts of interest: none.

References

1. Parratte S, Pauly V, Aubaniac JM, Argenson JN. No long-term difference between fixed and mobile medial unicompartmental arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; (470):61-68.
2. Kim JG, Kasat NS, Bae JH et al. The radiological parameters correlated with the alignment of the femoral component after Oxford Phase 3 unicompartmental knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br].* 2012; 94-B:1499-1505.
3. Scott RD. Three decades of experience with unicompartmental knee arthroplasty: mistakes made and lessons learned. *Orthopedics.* 2006; 29:829-831.
4. Berend KR, Lombardi AV, Jr. Liberal indications for minimally invasive oxford unicompartmental arthroplasty provide rapid functional recovery and pain relief. *Surg Technol Int.* 2007; 16:193-197.

5. Kendrick BJ, Simpson DJ, Kaptein BL et al. Polyethylene wear of mobile-bearing unicompartmental knee replacement at 20 years. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2011; (93-B):470-475.
6. Price AJ, Svard U. A second decade lifetable survival analysis of the Oxford unicompartmental knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469:174-179.
7. Verdonk R, Cottenie D, Almqvist KF, Vorlat P. The Oxford unicompartmental knee prosthesis: a 2-14 year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005; 13:163-166.
8. Goodfellow JW, O'Connor J. Clinical results of the Oxford knee. Surface arthroplasty of the tibiofemoral joint with a meniscal bearing prosthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 1986; 21:40-42.
9. Lim HC, Bae JH, Song SH, Kim SJ. Oxford Phase 3 unicompartmental knee replacement in Korean patients. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2012; 94-B:1071-1076.
10. Pandit H, Jenkins C, Barker K, Dodd CA, Murray DW. The Oxford medial unicompartmental knee replacement using a minimally-invasive approach. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2006; 88-B:54-60.
11. Pandit H, Jenkins C, Gill HS et al. Minimally invasive Oxford Phase 3 unicompartmental knee replacement: results of 1000 cases. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2011; 93-B:198-204.
12. Lisowski LA, van den Bekerom MP, Pilot P, van Dijk CN, Lisowski AE. Oxford Phase 3 unicompartmental knee arthroplasty: medium-term results of a minimally invasive surgical procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011; 19:277-284.
13. Yoshida K, Tada M, Yoshida H et al. Oxford Phase 3 unicompartmental knee arthroplasty in Japan -clinical results in greater than one thousand cases over ten years. *J Arthroplasty*. 2013; 28:168-171.
14. Kim SJ, Postigo R, Koo S, Kim JH. Causes of revision following Oxford Phase 3 unicompartmental knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014; 22:1895-1901.
15. Schroer WC, Barnes CL, Diesfeld P et al. The Oxford Unicompartmental Knee fails at a high rate in a high-volume knee practice. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471:3533-3539.
16. Carr A, Keyes G, Miller R, O'Connor J, Goodfellow J. Medial unicompartmental arthroplasty. A survival study of the Oxford meniscal knee. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; 295:205-213.
17. Kennedy WR, White RP. Unicompartmental arthroplasty of the knee. Postoperative alignment and its influence on overall results. *Clin Orthop Relat Res*. 1987; 221:278-285.
18. Sarmah SS, Patel S, Hossain FS, Haddad FS. The radiological assessment of total and unicompartmental knee replacements. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2012; 94-B:1321-1329.
19. Kaya Bicer E, Servien E, Lustig S et al. Sagittal flexion angle of the femoral component in unicompartmental knee arthroplasty: is it same for both medial and lateral UKAs? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010; 18:928-933.
20. Muller PE, Pellengahr C, Witt M et al. Influence of minimally invasive surgery on implant positioning and the functional outcome for medial unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004; 19:296-301.
21. Clarius M, Hauck C, Seeger JB et al. Correlation of positioning and clinical results in Oxford UKA. *Int Orthop*. 2010; 34:1145-1151.
22. Kort NP, van Raay JJ, Thomassen BJ. Alignment of the femoral component in a mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty: a study in 10 cadaver femora. *Knee*. 2007; 14:280-283.
23. Choy WS, Kim KJ, Lee SK, Yang DS, Lee NK. Mid-term results of oxford medial unicompartmental knee arthroplasty. *Clin Orthop Surg*. 2011; 3(3):178-183.
24. Kendrick BJ, Longino D, Pandit H et al. Polyethylene wear in Oxford unicompartmental knee replacement: a retrieval study of 47 bearings. *J Bone Joint Surg [Br]*. 2010;(92-B):367-373.
25. Bozkurt M, Akmeser R, Cay N et al. Cam impingement of the posterior femoral condyle in unicompartmental knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;(21):2495-2500.
26. Choy WS, Kim KJ, Lee SK, Yang DS, Kim CM, Park JS. Medial unicompartmental knee arthroplasty in patients with spontaneous osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Surg*. 2011;(3):279-284.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Lim Hong-Chul – Department of Orthopaedic Surgery, Barunsesang Hospital, Seoul, Korea

Eshnazarov Kamolhuja Eshnazarovich – Department of Orthopaedic Surgery Shinchon Yonsei Hospital

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ OXFORD MICROPLASTY® ДЛЯ ОДНОМЫШЦЕЛКОВОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Hong-Chul Lim¹, Kamolhuja Eshnazarov²

¹Department of Orthopaedic Surgery, Barunsesang Hospital
Seoul, Korea

²Department of Orthopaedic Surgery, Shinchon Yonsei Hospital
Seoul, Korea

Реферат

Недавно на рынке появилась новая модель эндопротеза Oxford с подвижным вкладышем для одномышцелкового эндопротезирования коленного сустава – UKA, Oxford Microplasty® (Zimmer Biomet, IN, USA), которая является улучшенной версией предыдущей модели – Oxford Phase 3 (Biomet, IN, USA). На настоящий момент в литературе есть только несколько публикаций, демонстрирующих результаты применения нового одномышцелкового эндопротеза.

Цель данного исследования – оценить и представить послеоперационные рентгенологические результаты использования инструментария Oxford Microplasty®.

Материал и методы. С марта по октябрь 2013 г. с применением этого усовершенствованного инструментария было выполнено одномышцелковое эндопротезирование коленного сустава 21 пациенту (23 сустава) с остеоартрозом медиального отдела коленного сустава. Была проведена сравнительная оценка рентгенологических послеоперационных результатов одномышцелкового эндопротезирования коленного сустава (ось конечности и положение компонентов) в этой группе пациентов с результатами одномышцелковой артропластики, выполненной 64 пациентам с использованием Oxford Phase 3 с января 2010 по август 2012 г. Оценивались следующие показатели: до- и послеоперационная деформация коленного сустава во фронтальной плоскости, расположение механической оси по отношению к центру большеберцового плато, положение большеберцового и бедренного компонентов, варусное и вальгусное отклонение большеберцового и бедренного компонентов.

Результаты. В группе пациентов с использованием инструментария Oxford Microplasty® угол НКА (hip-knee-ankle) до операции составлял $172.8 \pm 2.5^\circ$, а после операции он увеличился до $177.7 \pm 2.8^\circ$ ($p < 0.001$). Существенной разницы между величинами угла НКА в группах с использованием Oxford Phase 3 и Oxford Microplasty выявлено не было: 178.4° и 177.7° соответственно ($p > 0.05$). Также не наблюдалось существенной разницы между этими группами в послеоперационной оси конечности и положении компонентов эндопротеза, за исключением флексии бедренного компонента ($11.9 \pm 2.1^\circ$ vs. $2.6 \pm 4.1^\circ$, $p < 0.001$). Однако в группе пациентов, которым были имплантированы протезы Oxford Microplasty, измерения показали более нейтральную позицию компонентов и меньшее стандартное отклонение. В этой группе также отсутствовали какие-либо выпадающие значения при измерении положения компонентов.

Заключение. Использование инструментария Oxford Microplasty® для одномышцелкового эндопротезирования коленного сустава, в который входит усовершенствованный инструментарий, включая тест-определитель размера бедренного компонента, G-зажим, удлинённый интрамедуллярный стержень, бедренный компонент с двумя штифтами и интрамедуллярную звеньевую навигационную систему, обеспечивает точность, эффективность и воспроизводимость операции. Увеличение сгибаемого положения и, следовательно, увеличение общей дуги бедренного компонента является более удобным, особенно для жителей Азии, которым свойственно выполнять в быту много сгибаемых движений в коленном суставе, таких как сидение на корточках.

Ключевые слова: одномышцелковое эндопротезирование коленного сустава, рентгенологические результаты.

Конфликт интересов: не заявлен.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Lim Hong-Chul – профессор отделения ортопедической хирургии, клиника Barunsesang, Сеул, Корея

Eshnazarov Kamolhuja E. – отделение ортопедической хирургии, клиника Shinchon Yonsei, Сеул, Корея

Lim Hong-Chul, Eshnazarov Kamolhuja E. Послеоперационная рентгенологическая оценка инструментария Oxford Microplasty® для одномышцелкового эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):29-36.

Eshnazarov Kamolhuja Eshnazarovich. Seoul, Korea; e-mail: kamolhuja77@mail.ru

Рукопись поступила: 24.11.2015; принята в печать: 18.12.2015

БАЛЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО НЕЙРОМОНИТОРИНГА ПРИ ОПЕРАТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

А.А. Скрипников, М.С. Сайфутдинов, С.О. Рябых, Г.А. Криворучко, А.П. Шеин

ФГБУ «РНИЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014

Реферат

Цель данной работы состояла в систематизации наблюдаемых в процессе интраоперационного нейромониторинга электрофизиологических феноменов с последующей разработкой оценочной шкалы результатов интраоперационного нейрофизиологического тестирования пирамидного тракта.

Материал и методы. Анализируемая выборка включала в себя данные 147 протоколов интраоперационного нейромониторинга у 135 больных (53 мужского, 82 женского пола) в возрасте от 1 года 5 мес. до 52 лет ($14,1 \pm 0,7$ лет) с деформациями позвоночника различной этиологии, которым была произведена инструментальная коррекция деформации с последующей фиксацией сегментов грудного или грудно-поясничного отдела позвоночника с использованием различных вариантов погружных систем транспедикулярной фиксации. Интраоперационный нейромониторинг осуществлялся с помощью системы «ISIS IOM» (Inomed Medizintechnik GmbH, Германия). По балльной шкале оценивали изменения моторных вызванных потенциалов.

Результаты. Выделено пять типов реакции пирамидной системы на оперативное вмешательство. По нейрофизиологическим критериям выявлены три степени риска развития неврологических расстройств в ходе оперативной коррекции деформаций позвоночника и соответствующие им три уровня тревоги для нейрохирурга.

Заключение. Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг является эффективным высокотехнологичным инструментом предотвращения неврологических расстройств при деформации позвоночника. Предложенная шкала оценки риска развития неврологических осложнений позволяет выделить три уровня тревоги в процессе оперативного вмешательства.

Ключевые слова: деформация позвоночника, интраоперационный нейромониторинг, пирамидная система, неврологические осложнения.

Введение

Развитие высокотехнологичной медицины направлено не только на создание новых возможностей для вмешательства в структуры и функции человеческого организма, но и на обеспечение максимальной безопасности подобных действий. Именно это обстоятельство послужило толчком для разработки и развития различных технологий интраоперационного нейрофизиологического мониторинга (ИОНМ), направленного на выявление негативных отклонений функционального состояния центральной нервной системы и периферических нервных структур больного в процессе выполнения оперативного вмешательства.

Для профилактики послеоперационных двигательных нарушений ятрогенной природы при оперативной коррекции деформаций позвоноч-

ника в настоящее время используются моторные вызванные потенциалы (МВП), возникающие в мышцах пациента в условиях транскраниальной электростимуляции двигательной коры головного мозга [7–11].

Ввиду значительной вариативности клинических и физиологических особенностей пациентов с деформациями позвоночника, а также специфичности их реакции на анестезию и хирургическую агрессию, динамика показателей МВП характеризуется выраженной индивидуальностью, что затрудняет формализацию и интерпретацию конкретного протокола ИОНМ. Данным обстоятельством объясняется тот факт, что основной массив публикаций по настоящему вопросу отражает преимущественно качественные характеристики наблюдаемых феноменов, в связи с чем существуют определенные разногласия в их толковании.

Скрипников А.А., Сайфутдинов М.С., Рябых С.О., Криворучко Г.А., Шеин А.П. Балльная оценка результатов интраоперационного нейромониторинга при оперативной коррекции деформаций позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):37-45.

Скрипников Александр Анатольевич. ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014; e-mail: skripnikov2007@mail.ru

Рукопись поступила: 28.09.2015; принята в печать: 20.10.2015

Цель данной работы состояла в систематизации наблюдаемых в процессе интраоперационного нейромониторинга электрофизиологических феноменов с последующей разработкой оценочной (балльной) шкалы результатов интраоперационного нейрофизиологического тестирования пирамидного тракта.

Материал и методы

Анализируемая выборка включала в себя данные 147 протоколов интраоперационного нейромониторинга у 135 больных (53 мужского и 82 женского пола) в возрасте от 1 года 5 мес. до 52 лет ($14,1 \pm 0,7$ лет) с деформациями позвоночника различной этиологии: идиопатический сколиоз был диагностирован у 51 пациента, деформации позвоночника врожденного генеза и связанные с системными поражениями – у 64 лиц, нейромышечный и нейрогенный сколиоз – у 15 больных, деформации позвоночника, связанные с другими причинами, – у 5 пациентов. Величина деформации варьировала от 20 до 105° по сколиотическому компоненту и от 15 до 134° – по кифотическому. Всем пациентам была произведена инструментальная коррекция деформации с последующей фиксацией сегментов грудного или груднопоясничного отдела позвоночника с использованием различных вариантов погружных систем транспедикулярной фиксации. Общая анестезия осуществлялась в виде комбинации гипнотика пропофола с наркотическим анальгетиком фентанилом. На стадии интубации применялся миорелаксант среднего действия – эсмерон. Исходя из цели данной работы, мы не сочли целесообразным представлять более подробное описание использованных вариантов оперативного вмешательства и особенностей анестезиологического обеспечения. Они широко освещены в ранее опубликованных нами работах [3–6].

В предоперационном периоде возможность интраоперационной регистрации пригодных для анализа МВП оценивалась у пациентов старше пяти лет по данным глобальной и стимуляционной электромиографии (ЭМГ). Исследование производилось с использованием цифровой ЭМГ-системы «Viking EDX» (Natus Medical Incorporated, США) и магнитоимпульсного стимулятора «BiStim²» (Magstim, Великобритания). Функциональное состояние выбранных мышц-индикаторов анализировалось в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение», а также по данным транскраниально вызванных потенциалов (использован двойной угловой койл) и М-ответов [1]. У детей младше пяти лет функциональное состояние пирамидного тракта оценивалось клинически. Контрольное

ЭМГ-исследование в зависимости от состояния пациента выполнялось через одну-две недели после оперативного вмешательства.

Интраоперационный нейромониторинг осуществлялся с помощью системы «ISIS IOM» (Inomed Medizintechnik GmbH, Германия). В режиме «free run» контролировали степень представленности спонтанной активности тестируемых мышц, факт возникновения которой также является диагностическим признаком, свидетельствующим об интраоперационном развитии ирритативных явлений на уровне спинномозговых корешков. МВП получали посредством транскраниальной электростимуляции коры головного мозга с помощью субдермальных спиралевидных электродов, установленных на скальпе в проекции корковых представительств мышц-индикаторов, что соответствовало отведениям C_3 , C_4 по международной системе регистрации ЭЭГ «10-20». Стимулы предъявлялись пачками, состоящими из пяти разнополярных импульсов длительностью 1 мс с межстимульным интервалом 4 мс, частотой 1 Гц и интенсивностью порядка 150 мА. При нерегулярном возникновении МВП, их отсутствии или нестабильности амплитудно-временных характеристик производилась транспозиция стимулирующих электродов до получения воспроизводимого ответа. Регистрирующие игольчатые электроды устанавливались монополярно (отведение типа «belly-tendon»). Выбор мышц-индикаторов для получения МВП был обусловлен уровнем хирургического вмешательства на позвоночнике и результатами предоперационного ЭМГ-исследования.

Первое тестирование (регистрация «базовых» МВП) проводилось через 40–60 мин после введения миорелаксанта. Оценивались латентный период ответов, их амплитуда, форма и воспроизводимость. Последующие тестирования проводились после выполнения имплантации опорных элементов конструкции и на различных этапах корригирующих маневров. Продолжительность мониторинга варьировала от 1 ч 03 мин до 9 ч 00 мин (средняя длительность $3,9 \pm 0,2$ ч).

В процессе каждой посылки стимулирующих воздействий на кору головного мозга оценивался характер реакции пирамидных трактов на хирургические манипуляции. В качестве диагностически значимых изменений характеристик МВП рассматривалось снижение амплитуды более чем на 50% от исходного уровня и увеличение латентного периода, превышающее 10%. Зафиксированным реакциям характеристика МВП присваивался ранг в соответствии

с разработанной нами шкалой. Совокупность изменений ранговой оценки МВП на протяжении оперативного вмешательства являлась основанием для присвоения выявленному типу реакции моторной системы соответствующего балла. Определялась частота встречаемости (v) выделенных типов реакции по формуле:

$$v_i = \frac{n_i \times 100\%}{N},$$

где n_i – число наблюдений i -го типа реакции, N – общее количество наблюдений в анализируемой выборке.

Результаты

Показатели исходных МВП, получаемых до начала хирургического вмешательства, характеризовались значительной индивидуальной вариативностью, связанной с особенностями функционального статуса пирамидной системы, который был обусловлен такими факторами, как возраст, размер тела пациента, особенности протекания основного и сопутствующего заболеваний. В одном случае ответы были получены только монолатерально, еще у двух больных исходные МВП получить не удалось.

Среди многообразия форм, получаемых в процессе тестирования МВП, можно условно выделить несколько типичных конфигураций:

1) полифазные (четыре и более фаз) с относительно близкими амплитудными характеристиками большинства фаз;

2) полифазные с неравномерно выраженной амплитудой ответов в серии (возможно наличие фазы, доминирующей над другими);

3) сокращенное количество фаз (до трех и менее).

В процессе регистрации «базовых» МВП наиболее часто встречались первый и второй варианты конфигурации ответов. Третий тип (при низких значениях амплитуды МВП) наблюдался у детей младше трех лет и у пациентов с исходно значительно сниженной амплитудой произвольной и вызванной биоэлектрической активности мышц-индикаторов.

Из приведенных в таблице 1 описаний наблюдаемых реактивных изменений МВП видно, что каждый из них отражает функциональное состояние пирамидной системы на момент тестирования в условиях воздействия текущей комбинации факторов оперативного вмешательства (наркоз, действия хирурга, эндогенные события и т.п.). Каждому виду реактивных изменений МВП присваивался соответствующий оценочный ранг (от «0» до «7»). При последующем тестировании ранговая оценка либо сохранялась на том же уровне (относительно предшествующей динамики МВП), либо менялась в сторону

Таблица 1

Ранговая оценка реакции параметров моторных вызванных потенциалов на текущее оперативное воздействие

Ранг	Электрофизиологический феномен
0	Сохранение на момент тестирования формы и амплитудно-временных параметров МВП, близких к исходным
1	Повышение амплитуды МВП относительно исходного уровня, зачастую сопровождаемое появлением дополнительных фаз
2	Умеренное снижение амплитуды МВП, не сопровождаемое существенным изменением его формы
3	Нестабильность амплитудно-временных характеристик и формы (значительные колебания количества и выраженности фаз) ответа
4а	Значительное снижение амплитуды МВП (более чем на 50% от исходного уровня), сопровождаемое колебаниями его латентности и обеднением (редукцией) формы с последующим восстановлением характеристик МВП, близких к исходным
4б	Значительное снижение амплитуды МВП (более чем на 50% от исходного уровня), сопровождаемое колебаниями его латентности и обеднением формы с последующим сохранением угнетенных ответов и/или дальнейшим угнетением МВП, вплоть до полного исчезновения
5	Полное исчезновение ответа (длительностью не более 15 мин) с последующим восстановлением до уровня, близкого к исходному
6	Полное исчезновение ответа с последующим частичным восстановлением
7	Полное исчезновение МВП без признаков его восстановления к моменту завершения хирургического вмешательства

повышения или понижения в зависимости от способности пирамидной системы транслировать волну возбуждения от моторной коры к мышце-индикатору.

Обобщая текущие изменения значений ранговой оценки МВП на протяжении всей операции, мы выделили пять типов устойчивых (воспроизводимых на различных больных) комбинаций рангов, которые, по-нашему мнению, соответствуют основным типам реакции моторной системы пациента на оперативную коррекцию деформаций позвоночника. Они представлены в таблице 2.

Выделенные типы реакции отражают уровень риска развития и обратимости неврологических осложнений (развития моторного дефицита), которые могут возникнуть в результате интраоперационного повреждения проводящих путей спинного мозга.

Как видно из таблицы 2, использование указанных технологий оперативной коррекции деформаций позвоночника сопровождается минимальным риском развития неврологических осложнений за исключением небольшого числа случаев (в пределах 10%), при которых повышенная опасность повреждения моторных трактов обусловлена особенностями патологии. При выявлении IV и V типов реакции, благодаря своевременно принятым мерам (введению гормональных, вазоактивных препаратов, частичному сбросу тракционных нагрузок на спинной мозг), в большинстве наблюдений моторные функции пациентов сохранились на уровне, соответствующем дооперационному.

В трех случаях, после выявления реакции V типа, пациентам были проведены повторные оперативные вмешательства (перепроведение винтов, сброс тракционных нагрузок).

Клинический пример

Пациенту М., 14 лет, с врожденной аномалией развития позвоночника и грудной клетки, инфантильным идиопатическим прогрессирующим сколиозом крайне тяжелой степени (по James) на фоне заднебокового полупозвонка Th₇ справа было выполнено оперативное вмешательство, включающее остеотомию по Smith-Peterson на четырех уровнях, коррекцию и заднюю инструментальную фиксацию позвоночника системой транспедикулярной фиксации на уровне Th₃-L₄ и задний спондилодез. Перед началом операции в отведениях от мышц нижних конечностей зарегистрированы хорошо воспроизводимые полифазные МВП, которые оставались таковыми до этапа коррекции деформации, во время которого зафиксировано резкое билатеральное снижение амплитуды потенциалов (с одновременным увеличением их латентности) с последующим полным исчезновением МВП. В дальнейшем, после частичного сброса корригирующих нагрузок на позвоночник, отмечено появление низкоамплитудных двух- и трехфазных МВП с увеличенными латентными периодами и нестабильной конфигурацией. На завершающем этапе операции амплитуда ответов колебалась в диапазоне 2,7–97,3%, а латентность – от 94,4 до 141,9% от исходных величин. В послеоперационном периоде моторные и сенсорные расстройства у данного пациента не наблюдались.

В 11 (7,5%) наблюдениях отмечались ЭМГ-признаки ирритации корешков спинного мозга – кратковременные вспышки спонтанной ЭМГ в соответствующих отведениях, которые стихали в результате коррекции действий хирургов после получения ими данной информации.

Таблица 2

Типы реакции моторной системы больных на оперативную коррекцию деформации позвоночника

Тип	Комбинации рангов	Частота встречаемости		Характеристика риска
		n	%	
I	0, 1, 2	70	48,3	Благоприятное течение
II	0, 1, 2, 3, 4a	19	13,1	Удовлетворительное течение
III	0, 1, 2, 3, 4a, 5	21	14,5	Низкий риск
IV	0, 1, 2, 3, 4b, 5, 6	23	15,9	Средний риск
V	0, 1, 2, 3, 4b, 5, 6, 7	12	8,2	Высокий риск

Примечание: процент рассчитан без учета двух наблюдений с исходно отсутствующими моторными потенциалами.

Наряду с реализацией текущего контроля, предложенная нами шкала типов реактивности моторной системы интересна еще и тем, что отражает эффективность физиологических механизмов, обеспечивающих поддержание функции пирамидных трактов в условиях экстремального воздействия. К этим механизмам относятся, прежде всего, неспецифические регуляторные системы ЦНС, обеспечивающие баланс между активацией и торможением корковых моторных зон. Тем самым они интегрируют действие факторов анестезии и эффектов разнообразной интенсивной интероцептивной (в том числе и ноцицептивной) афферентации из зоны оперативного вмешательства.

Другим важным компонентом, предположительно определяющим тип реакций моторных структур ЦНС на хирургическую агрессию, является состояние интрамедуллярной сосудистой системы. Резкое сужение и перепады давления в интрамедуллярных артериях могут стать причиной транзиторных интраоперационно индуцированных ишемических атак, приводящих к появлению эффекта нестабильности МВП и их временному снижению.

В результате обобщения данных литературы и собственного опыта нами предложен алгоритм подготовки и проведения интраоперационного нейромониторинга, который может быть использован в качестве основы для разработки соответствующих ИОНМ-протоколов (табл. 3).

Таблица 3

Последовательность клинических мероприятий при проведении интраоперационного нейрофизиологического мониторинга

№	Содержательная сторона действия	
1	Предоперационная подготовка	
1.1	Отбор больных для мониторинга	
1.1.1	Наличие показаний к использованию ИОНМ: а) оперативное вмешательство высокого риска, агрессивное по отношению к проводящим путям спинного мозга, его сегментарным структурам и спинномозговым корешкам; б) достаточный уровень сохранности моторной функции конечностей	
1.1.2	Основания для отказа: а) наличие прямых противопоказаний, связанных с процедурой ИОНМ (например, наличие декомпенсированной эпилепсии); б) конфликт требований анестезиолога и условий проведения ИОНМ (например, необходимость использования миорелаксантов или севофлурана); с) исходные нарушения функции нейромоторного аппарата, не позволяющие производить нейромониторинг (значительные функциональные нарушения проводниковых свойств пирамидного тракта, ЭМГ-признаки грубых амиотрофических изменений в мышцах-индикаторах); д) экономические и технические причины (высокая стоимость расходных материалов и трудовых затрат для проведения нейромониторинга, с одной стороны, и низкий риск послеоперационных осложнений, с другой)	
1.2	Предоперационные обследования	
1.2.1	Электронеуромиография	а) определение исходного функционального статуса пирамидной системы б) выбор мышц-индикаторов, пригодных для проведения ИОНМ
1.2.2	Электроэнцефалография	Выявление ЭЭГ-признаков эпилепсии
2	Процедура ИОНМ	а) размещение электродов; б) проведение тестирования; с) адекватные действия в критических ситуациях
3	Послеоперационный период	
3.1	Первичный анализ информации, собранной в процессе ИОНМ. Оформление протокола	
3.2	Послеоперационное ЭМГ-обследование	

Обсуждение

Наблюдаемые в процессе тестирования локальные электрофизиологические реакции (см. табл. 1), отнесенные нами к рангам «0», «1» и «2», свидетельствуют о сохранении текущего функционального состояния ЦНС на уровне, близком к предоперационному. Регистрация изменений, соответствующих локальным реакциям «3» и «4а», указывает на значительное снижение возбудимости части элементов моторной системы, обусловленное причинами функционального характера. Последствия указанных изменений вполне обратимы. Тем не менее они свидетельствуют о наличии низкой степени риска развития интраоперационных неврологических осложнений. Это первый уровень тревоги для нейрохирурга, требующий повышенного внимания к своим действиям в случае сохранения или повторного появления подобных трендов МВП.

Электрофизиологические феномены, маркированные нами рангами «4б», «5» и «6», указывают на существенные изменения в состоянии моторных трактов, связанные с блокадой передачи возбуждения по значительному количеству нервных волокон. Существует определенная вероятность того, что последствия этих изменений могут стать частично или полностью необратимыми. Это второй уровень тревоги, требующий от нейрохирурга принятия решения о целесообразности фармакологической поддержки пациента и/или внесения технологических коррекций в ход манипуляций на позвоночнике.

Полное выпадение МВП без признаков восстановления на момент окончания операции (вид реакции «7») свидетельствует о наиболее высокой степени риска (третий – максимальный уровень тревоги). Тем не менее наблюдаемый феномен не означает окончательной утраты пирамидного моторного контроля над тестируемой мышцей, но делает еще более вероятным значительное его снижение в послеоперационном периоде, что впоследствии может потребовать применение курса специализированных реабилитационных мероприятий и, возможно, повторного оперативного вмешательства.

Исходя из вышеизложенного, изменения МВП, не связанные с непосредственными действиями хирурга, но по формальным признакам воспринимаемые как негативные, обусловлены угнетением возбудимости моторной коры и флуктуацией функционального состояния волокон кортикоспинального тракта, спинальных корешков и периферических нервов. В первом случае ведущую роль играет воздействие наркоза, особенно у детей с повышенной чувствительностью к пропофолу. В данной ситуации необ-

ходимо контролировать концентрацию данного препарата в крови таким образом, чтобы она не превышала 0,6–0,8 нг/мл [10]. Эффективным способом контроля повышенной чувствительности к этому препарату у детей может служить дополнительная регистрация МВП в отведениях от мышц верхних конечностей (*mm. thenar, mm. hypothenar*).

Устойчивое снижение возбудимости проводниковых элементов сегментарных структур, корешков спинного мозга и нервных стволов может возникать вследствие гипертермии подлежащих нервных структур при избыточно пролонгированном воздействии на ткани ВЧ-тока, генерируемого электрокоагулятором, используемым в монополярном режиме рассечения тканей и коагуляции. В частности, с этим явлением связывается временное угнетение МВП на начальных этапах оперативного вмешательства (при скелетировании позвоночника). В подобной ситуации дополнительным способом интраоперационного контроля функционального статуса проводниковых структур спинного мозга может служить термография кожных покровов нижних конечностей: интраоперационное снижение возбудимости пре- и постганглионарных структур симпатической нервной системы, связанное с развитием гипертермических блоков, может привести к существенному повышению кожной температуры [2].

Трансформация МВП при II–IV типах реакции обусловлена не столько непосредственным воздействием на нервную ткань, сколько взаимодействием вышеперечисленных физиологических механизмов. Это дает основания считать, что наблюдаемый при интраоперационном электрофизиологическом тестировании тип реакции пирамидной системы в определенной степени отражает состояние механизмов адаптации и связан с реабилитационным потенциалом пациента. Иными словами, динамика характеристик моторных потенциалов, регистрируемых во время проведения оперативного вмешательства, содержит информацию о состоянии общих неспецифических регуляторных систем организма. Предполагается, что выделенные нами типы реакции позволят найти подход к получению и дальнейшему использованию данной информации.

Заключение

Таким образом, использование технологии регистрации МВП в процессе оперативной коррекции деформаций позвоночника является высокоэффективным инструментом профилактики развития интраоперационных неврологических

осложнений. Нами проведена систематизация выявленных электрофизиологических феноменов, на основании чего были выделены основные типы реакции моторной системы на оперативное вмешательство. Предложенная схема шкалирования типов реакции моторной системы отражает степень риска развития неврологических осложнений в условиях хирургической агрессии.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Команцев В.Н., Заболотных В.А. Методические основы клинической электронейромиографии. СПб.: Лань; 2001. 349 с.
2. Новиков В.В., Новикова М.В., Цветовский С.Б., Лебедева М.Н., Михайловский М.В., Васюра А.С., Дологин Д.Н., Удалова И.Г. Профилактика неврологических осложнений при хирургической коррекции грубых деформаций позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2011; (3):66-76.
3. Рябых С.О., Савин Д.М., Медведева С.Н., Губина Е.Б. Опыт лечения нейрогенных деформаций позвоночника. *Гений ортопедии*. 2013; (1):87-92.
4. Рябых С.О. Применение двойного деротационного маневра для коррекции сколиозов тяжелой степени. *Гений ортопедии*. 2013; (4):71-75.
5. Рябых С.О., Савин Д.М., Третьякова А.Н. Хирургия тяжелых комбинированных кифозов на фоне миелоцеле: первый отечественный опыт. *Хирургия позвоночника*. 2014; (1):65-70.
6. Рябых С.О. Алгоритм выбора хирургической тактики при врожденных деформациях позвоночника на фоне множественных пороков позвонков. *Хирургия позвоночника*. 2014; (2):21-28.
7. Хить М.А., Колесов С.В., Колбовский Д.А., Морозова Н.С. Роль интраоперационного нейрофизиологического мониторинга в предотвращении развития послеоперационных неврологических осложнений в хирургии сколиотической деформации позвоночника. *Невро-мышечные болезни*. 2014; (2):36-41.
8. Gibson P.R.J. Anaesthesia for correction of scoliosis in children. *Anaesth Intensive Care*. 2004; 32:548-559.
9. Hsu B., Cree A.K., Lagopoulos J., Cummine J.L. Transcranial motor-evoked potentials combined with response recording through compound muscle action potential as the sole modality of spinal cord monitoring in spinal deformity surgery. *Spine*. 2008; 33:1100-1106.
10. Koruk S., Mizrak A., Kaya B. et al. Propofol/dexmedetomidine and propofol/ketamine combinations for anesthesia in pediatric patients undergoing transcatheter atrial septal defect closure: a prospective randomized study. *Clin Ther*. 2010; 32:701-709.
11. Pelosi L., Lamb J., Grevitt M, et al. Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery. *Clin Neurophysiol*. 2002; 113:1082-1091.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Скрипников Александр Анатольевич – канд. мед. наук научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Сайфутдинов Марат Саматович – д-р биол. наук ведущий научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Рябых Сергей Олегович – д-р мед. наук руководитель лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Криворучко Галина Алексеевна – старший научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Шенин Александр Порфирьевич – д-р биол. наук профессор ведущий научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

RATING OF INTRA-OPERATIVE NEURO-MONITORING RESULTS IN OPERATIVE CORRECTION OF THE SPINAL DEFORMITIES

A.A. Skripnikov, M.S. Saiphutdinov, S.O. Ryabykh, G.A. Krivoruchko, A.P. Shein

*Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»,
ul. M. Ul'yanovoy, 6, Kurgan, Russia, 640014*

Abstract

Purpose of the work was filing the electrophysiological phenomena observed in the process of intra-operative neuro-monitoring followed by development of the results' scale of intra-operative neuro-physiological testing of the pyramidal tract.

Materials and methods. The selection for evaluation included data of 147 protocols of intra-operative neuro-monitoring in 135 patients (53 males, 82 females), aged from 1 y. 5 m. to 52 years (14,1±0,7 years) with spinal deformities of different etiology who underwent instrumentation spinal correction followed by fixation of thoracic / thoracolumbar spine segments using various variants of internal systems of trans-pedicular fixation. Intra-operative neuro-monitoring was performed using system «ISIS IOM» (Inomed Medizintechnik GmbH, Germany). The changes of motor evoked potentials were evaluated according to this scale.

Results. Five types of pyramidal system reaction to operative invasion were revealed. According to neurophysiological criteria three grades of the risk of neurological disorders development during operative spinal deformity correction and, correspondingly, three levels of anxiety for the surgeon were defined.

Conclusion. Intra-operative neurophysiological monitoring is the effective highly technological instrument to prevent neurological disorders in the spinal deformity. Offered rating scale of the risk of neurological complications gives the possibility to highlight three levels of anxiety during operative invasion.

Key words: spinal deformity, intra-operative neuro-monitoring, pyramidal system, neurological complications.

Conflict of interest: none.

References

- Komantsev VN, Zabolotnykh VA. Metodicheskie osnovy klinicheskoy elektroneyromiografii [Methodical backgrounds of clinical electroneuromyography]. Spb.: Lan'; 2001. 349 s. [in Rus.]
- Novikov VV, Novikova MV, Tsvetovsky SB, Lebedeva MN, Mikhailovsky MV, Vasyura AC, Dolotin DN, Udalova IG. [Prophylaxis of neurological complications in surgical correction of rough spinal deformities]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2011; (3):66-76. [in Rus.]
- Ryabykh SO, Savin DM, Medvedeva SN, Gubina EB. [Experience of neurogenic spinal deformities treatment]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2013; (1):87-92. [in Rus.]
- Ryabykh SO. [Application of double derotation maneuver for severe scoliosis correction]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2013; (4):71-75. [in Rus.]
- Ryabykh SO, Savin DM, Tretiakova AN. [Surgery of the severe combined kyphosis on the background of myelocoele: first national experience]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2014; (1):65-70. [in Rus.]
- Ryabykh SO. [Algorithm of the surgical tactics selection in congenital spine deformities on the background of multiples vertebral mal-developments]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2014; (2):21-28. [in Rus.]
- Khit' MA, Kolesov SV, Kolbovsky DA, Morozova NS. [Role of intraoperative neurophysiological monitoring in prevention of post-operative neurological complications in the surgery of scoliotic spine deformity]. *Nervno-myshechnye bolezni* [Neuromuscular disease]. 2014; (2):36-41. [in Rus.]
- Gibson PRJ. Anaesthesia for correction of scoliosis in children. *Anaesth Intensive Care*. 2004; 32:548-559.
- Hsu B, Cree AK, Lagopoulos J, Cummine JL. Transcranial motor-evoked potentials combined with response recording through compound muscle action potential as the sole modality of spinal cord monitoring in spinal deformity surgery. *Spine*. 2008; 33:1100-1106.
- Koruk S, Mizrak A, Kaya B et al. Propofol/dexmedetomidine and propofol/ketamine combinations for anesthesia in pediatric patients undergoing transcatheter atrial septal defect closure: a prospective randomized study. *Clin Ther*. 2010; 32:701-709.
- Pelosi L, Lamb J, Grevitt M et al. Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery. *Clin Neurophysiol*. 2002; 113:1082-1091.

 **Cite as:** Skripnikov AA, Saiphutdinov MS, Ryabykh SO, Krivoruchko GA, Shein AP. [Rating of intra-operative neuro-monitoring results in operative correction of the spinal deformities]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):37-45. [in Russian]

 Skripnikov Aleksandr A. Ul. M. Ul'yanovoy, 6, Kurgan, Russia, 640014; e-mail: skripnikov2007@mail.ru

 Received: 28.09.2015; Accepted for publication: 20.10.2015

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Skripnikov Aleksandr A. – researcher of the laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Saiphutdinov Marat S. – leading researcher of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Ryabykh Sergey O. – head of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Krivoruchko Galina A. – senior researcher of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Shein Aleksandr P. – professor leading researcher of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

КЛИНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РИГИДНЫХ ФОРМ ПЛАНО-ВАЛЬГУСНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТОП У ДЕТЕЙ

А.В. Сапоговский, В.М. Кенис

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

Реферат

Плано-вальгусные деформации стоп имеют ригидные и мобильные формы в зависимости от подвижности суставов заднего отдела стопы. Ригидные деформации, как правило, приводят к развитию болевого синдрома. Наиболее частой причиной развития ригидных плано-вальгусных деформаций стоп является тарзальная коалиция. Определение степени подвижности суставов предплюсны производится на основании специальных клинических тестов.

Цель исследования – определение диагностической значимости клинических тестов мобильности стопы при дифференциальной диагностике плано-вальгусных деформаций стоп.

Результаты. Получены следующие значения: чувствительность теста «вставания на цыпочки» и теста Jack составила 87% и 85%, специфичность – 65% и 64% соответственно. Чувствительность мануального определения пассивной эверсии и инверсии стопы составила 80%, специфичность – 88%. Последний тест обладает более высокой специфичностью по сравнению с тестами «вставания на цыпочки» и Jack.

Выводы. При оценке мобильности стопы в 1 балл по любому из описанных тестов вероятность тарзальной коалиции составляет 80% и более, что служит поводом для продолжения диагностического поиска и перехода на следующий этап диагностики, включающий рентгенологическое исследование.

Ключевые слова: плоскостопие, тарзальные коалиции, клиническая диагностика.

Введение

Плано-вальгусные деформации стоп (плоскостопие) – одна из наиболее обсуждаемых проблем детской ортопедии. Согласно современным представлениям, указанные деформации у детей в большинстве своем являются вариантом нормы и имеют тенденцию к исправлению по мере роста ребенка [2]. Тем не менее, у определенной части детей и взрослых плоскостопие сохраняется, но не все деформации такого рода сопровождаются клиническими проявлениями, в частности, болевым синдромом. В литературе выделяют ригидные и мобильные формы плоскостопия [2, 3]. Как правило, болевым синдромом сопровождаются ригидные плано-вальгусные деформации стоп, а мобильные формы в большинстве случаев являются асимптоматическими и не требуют лечения [3]. Наиболее частой причиной развития ригидных плано-вальгусных деформаций стоп являются тарзальные коалиции [1, 5]. В отличие от других причин ригидного плоскостопия, тарзальные коалиции в большинстве случаев требуют своевременного хирургического лечения, а их

поздняя диагностика может привести к необратимым изменениям суставов предплюсны. Это обуславливает необходимость раннего выявления данной патологии [4].

Ряд авторов рекомендует начинать инструментальное обследование с рентгенографии стоп для подтверждения указанной патологии [1, 3], другие подчеркивают ценность компьютерной томографии для визуализации зоны патологического сращения между костями предплюсны и рекомендуют этот метод как основу диагностики [5].

В клинической практике мобильность стопы характеризуется степенью подвижности суставов предплюсны, которая оценивается при помощи специальных тестов, среди которых наиболее известны тест «вставания на цыпочки», тест Jack, мануальное определение степени пассивной эверсии и инверсии стопы [3]. Однако в литературе не определена диагностическая значимость данных тестов при выявлении тарзальных коалиций у детей, что имеет существенное значение при планировании дальнейшего обследования пациента.

☞ Сапоговский А.В., Кенис В.М. Клиническая диагностика ригидных форм плано-вальгусных деформаций стоп у детей *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):46-51.

✉ Кенис Владимир Маркович. Ул. Парковая 64-68, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия, 196603; e-mail: kenis@mail.ru

1 Рукопись поступила: 28.10.2015; принята в печать: 30.11.2015

Целью настоящего исследования являлось определение диагностической значимости клинических тестов мобильности стопы при дифференциальной диагностике плано-вальгусных деформаций стоп.

Материал и методы

За период 2011–2014 гг. в НИДОИ им. Г.И. Турнера было обследовано 100 пациентов (155 стоп) с ригидными плано-вальгусными деформациями стоп в возрасте от 12 до 18 лет (из них 56 мальчиков, 44 девочки).

Всем пациентам была проведена клиническая диагностика, включающая выполнение тестов мобильности стопы (тест «вставания на цыпочки», тест Jack, мануальное определение степени пассивной эверсии и инверсии стопы). Следующим этапом диагностики являлось рентгенологическое исследование, при котором верификация тарзальных коалиций производилась на основании данных компьютерной томографии.

Клинические тесты, использовавшиеся для определения мобильности стопы, мы разделили на две группы: тесты визуальной и мануальной мобильности. Под визуальными мы понимали диагностические тесты, при выполнении которых мобильность определялась на основании визуальной оценки изменения формы стопы – тест «вставания на цыпочки» и тест Jack. При проведении тестов второй группы мобильность оценивалась при мануальном исследовании путем определения амплитуды движений в суставах

(мануальная оценка пассивной эверсии и инверсии стопы).

Во время проведения теста «вставания на цыпочки» пациента в положении стоя просили встать на «цыпочки» на плоской поверхности (на полу) на 3–5 секунд, при этом оценивали изменение положения заднего отдела стопы (рис. 1). В норме при выполнении теста задний отдел стопы занимает варусное положение за счет движения суставов предплюсны. Тест считали положительным при отсутствии изменения положения заднего отдела с вальгусного на варусное при вставании на цыпочки.

Тест Jack осуществлялся путем пассивного разгибания в плюсне-фаланговом суставе первого пальца стопы. Увеличение высоты продольного свода при выполнении теста происходит за счет натяжения длинного сгибателя первого пальца и подошвенного апоневроза. Данный тест также выполняли в положении стоя. Тест считали положительным при отсутствии увеличения высоты продольного свода и уменьшения вальгусного отклонения заднего отдела стопы (рис. 2).

Тест мануальной мобильности стопы заключался в оценке степени пассивной инверсии и эверсии стопы. Фиксируя одной рукой задний отдел стопы, другой – передний, производили эверсию и инверсию стопы, при этом определяли амплитуду данных движений.

Для оценки результатов описанных клинических тестов мы применяли предложенную нами полуколичественную (балльную) систему оценки (табл. 1).



Рис. 1. Тест «вставания на цыпочки». Пациент Б., 15 лет, диагноз: пяточно-ладьевидная коалиция слева:
а – определяется вальгус заднего отдела обеих стоп в положении стоя;
б – тест «вставания на цыпочки» положительный слева (сохранение вальгусного положения заднего отдела стопы при плантофлексии стоп), отрицательный справа (изменение положения заднего отдела стопы при плантофлексии стоп)

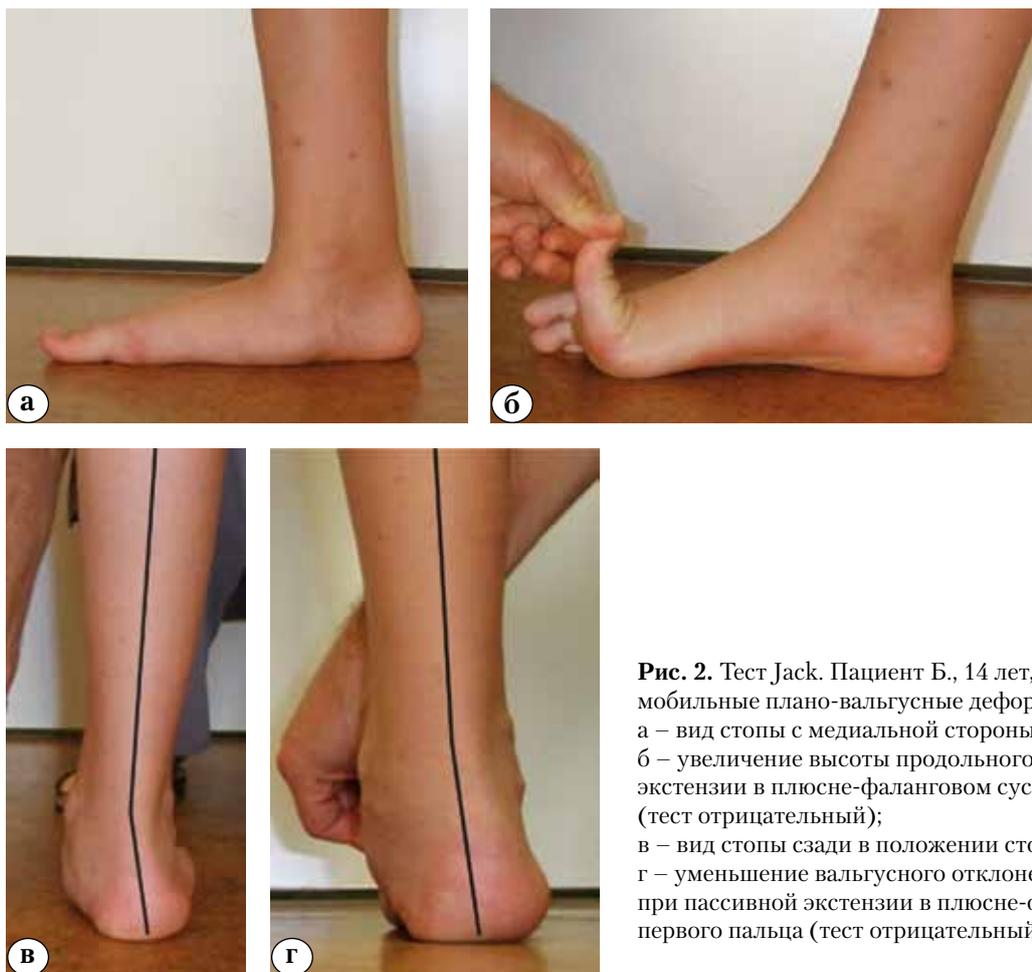


Рис. 2. Тест Jack. Пациент Б., 14 лет, диагноз: мобильные plano-вальгусные деформации стопы: а – вид стопы с медиальной стороны в положении стоя; б – увеличение высоты продольного свода при пассивной экстензии в плюсне-фаланговом суставе первого пальца (тест отрицательный); в – вид стопы сзади в положении стоя; г – уменьшение вальгусного отклонения заднего отдела при пассивной экстензии в плюсне-фаланговом суставе первого пальца (тест отрицательный)

Балльная оценка тестов мобильности стопы

Таблица 1

Тесты		Баллы		
		0	0,5	1
Визуальные	«Вставание на цыпочки»	Изменение положения заднего отдела из вальгусного в варусное	Изменение положения заднего отдела из вальгусного в нейтральное	Отсутствие изменения положения заднего отдела
	Тест Jack	Увеличение высоты подсводного пространства, изменение положения заднего отдела из вальгусного в варусное	Увеличение высоты подсводного пространства, отсутствие изменения положения заднего отдела	Отсутствие увеличения высоты подсводного пространства, отсутствие изменения положения заднего отдела
Мануальные	Определение инверсии и эверсии стопы	Нормальные инверсия и эверсия стопы	–	Ограничение инверсии и эверсии стопы

Положительными результатами теста мы расценивали значения в 0,5 и 1 балл, отрицательными – 0 баллов.

При оценке диагностической значимости указанных тестов производился расчет чувствительности и специфичности. Термин «чувствительность» подразумевает долю истинных положительных случаев, которые были правильно идентифицированы тестом. Термин «специфичность» показывает долю истинных отрицательных случаев, которые были правильно идентифицированы тестом. Под чувствительностью мы понимали долю пациентов с тарзальными коалициями, у которых результаты мануальных и визуальных тестов мобильности были положительными; под специфичностью – долю пациентов без тарзальных коалиций, у которых результаты мануальных и визуальных тестов мобильности были отрицательными. Чувствительность признака в настоящем исследовании рассчитывалась по формуле:

$$A/B \times 100\%,$$

где А – доля пациентов с тарзальными коалициями с положительными результатами мануальных и визуальных тестов мобильности; В – общее количество пациентов с истинными положительными результатами тестов мобильности.

Специфичность рассчитывали по следующей формуле:

$$C/D \times 100\%,$$

где С – доля пациентов без тарзальных коалиций с отрицательными результатами мануальных и визуальных тестов мобильности; D – общее количество пациентов с истинными отрицательными результатами тестов мобильности.

Результаты

В результате проведенного рентгенологического исследования обследованные пациенты были разделены на группы: с тарзальными коалициями и с плано-вальгусными деформациями стоп без тарзальных коалиций. Группу пациентов с тарзальными коалициями составили 50 детей (75 стоп), которые имели таранно-пяточные (22 пациента – 30 стоп) и пяточно-ладьевидные коалиции (28 пациентов – 45 стоп). Из пациентов без тарзальных коалиций у 39 ригидность стопы была обусловлена укорочением ахиллова сухожилия, у 11 ограничение мобильности суставов предплюсны было связано с другими причинами (воспалительные изменения, последствия травм и др.).

На основании полученных данных клинического обследования (тесты мобильности стопы) выполнен расчет чувствительности и специфичности указанных клинических тестов. Результаты значений для каждого из тестов представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что тест «вставания на цыпочки» был положительным у большинства пациентов с тарзальными коалициями

Таблица 2

Расчет диагностической значимости тестов мобильности стопы

Результаты исследуемых тестов	Тарзальные коалиции	Плано-вальгусные деформации стоп	Итого
<i>Тест «вставания на цыпочки»</i>			
Положительные	65	28	93
Отрицательные	10	52	62
Всего	75	80	155
<i>Тест Jack</i>			
Положительные	64	29	93
Отрицательные	11	51	62
Всего	75	80	155
<i>Тест мануального определения степени инверсии и эверсии стопы</i>			
Положительные	60	10	70
Отрицательные	15	70	85
Всего	75	80	155

(65 из 75 стоп). Это определяет его высокую чувствительность, однако в 28 из 80 случаев у пациентов без тарзальных коалиций данный тест также был положительным, что указывает на его низкую специфичность. При расчете чувствительности получены следующие результаты: $65/75 \times 100\% = 86,7\%$. Расчет специфичности: $52/80 \times 100\% = 65\%$. При исследовании теста Jack выявлены значения чувствительности и специфичности, сопоставимые с результатами теста «вставания на цыпочки» (чувствительность – $64/75 \times 100\% = 85,3\%$; специфичность – $51/80 \times 100\% = 63,8\%$).

Исследование диагностической значимости мануального теста мобильности показало более низкое значение чувствительности по отношению к визуальным тестам мобильности и составило 80% ($60/75 \times 100\%$). Расчет специфичности теста мануального определения степени инверсии и эверсии стопы показывает значительно большее, по сравнению с группой визуальных тестов, значение ($70/80 \times 100\% = 87,5\%$).

Обсуждение

Как показывают данные литературы и собственные наблюдения, своевременность выявления тарзальных коалиций у детей является важным условием эффективности лечения [1, 3]. Одним из наиболее частых клинических проявлений тарзальных коалиций является плано-вальгусная деформация стопы. Это является одной из причин, требующих проведения дифференциальной диагностики между плано-вальгусными деформациями стоп, имеющими в своей основе различные причины. С помощью стандартного рентгенологического обследования можно заподозрить тарзальные коалиции. Однако, учитывая высокую частоту физиологического плоскостопия в детском возрасте, для проведения рентгенографии и компьютерной томографии стоп должно быть более веское обоснование. Это приводит к необходимости определения клинических критериев, являющихся показанием к проведению дальнейшего рентгенологического исследования даже в группе пациентов с асимптоматическими деформациями стоп. В нашей работе в качестве таковых мы предположили наличие ригидности суставов заднего и среднего отделов стопы и результаты характеризующих ее тестов. При этом все использованные нами тесты (тест «вставания на цыпочки», тест Jack и мануальное определение степени пассивной эверсии и инверсии) опре-

делялись в соответствии с предложенной нами балльной оценкой.

Результаты нашего исследования показали, что тесты визуальной мобильности обладают более высокими показателями чувствительности (85% и 87%) по сравнению с мануальным тестом (80%). Однако мануальное определение степени пассивной эверсии и инверсии стопы имеет большее значение специфичности (88%). Полученные данные позволяют рассматривать тесты обеих групп как взаимодополняющие. Тем не менее, учитывая то, что значения чувствительности и специфичности данных тестов не настолько велики, чтобы служить основанием для постановки диагноза, данные клинические тесты не имеют самостоятельного значения при диагностике тарзальных коалиций. В связи с этим сохраняет свою актуальность разработка новых клинических тестов.

Заключение

Определение тестов мобильности является основой дифференциальной диагностики при клиническом обследовании пациентов с ригидными формами плано-вальгусных деформаций стоп. Их наиболее частой причиной являются тарзальные коалиции, которые требуют своевременного выявления и хирургического лечения во избежание необратимых изменений суставов предплюсны. Результаты нашего исследования показали, что при оценке мобильности стопы в 1 балл по любому описанному тесту вероятность тарзальной коалиции составляет 80% и более, что должно послужить поводом для продолжения диагностического поиска и перехода на следующий этап диагностики, включающий рентгенологическое исследование.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Кенис В.М. Тарзальные коалиции у детей: опыт диагностики и лечения. *Травматология и ортопедия России*. 2011; 2(60):132-136.
2. Кенис В.М., Хусаинов Р.Х., Сапоговский А.В. Мобильное плоскостопие у детей (обзор литературы). *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2014; II(2):44-54.
3. Blakemore L.C., Cooperman D.R., Thompson G.H. The rigid flatfoot: tarsal coalitions. *Clin Podiatr Med Surg*. 2000; 17(3):531-555.
4. Outland T., Murphy I.D. Relation of tarsal anomalies to spastic and rigid flatfeet. *Clin Orthop*. 1953; (1):217-224.
5. Perman M.D., Wertheimer S.I. Tarsal coalitions. *J Foot Surg*. 1986; (4):25-41.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сапоговский Андрей Викторович – научный сотрудник отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России

Кенис Владимир Маркович – д-р мед. наук заместитель директора по развитию и внешним связям ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России

CLINICAL DIAGNOSIS OF RIGID FLATFOOT IN CHILDREN

A.V. Sapogovsky, V.M. Kenis

*Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics,
Parkovaya ul., 64-68, Pushkin, St. Petersburg, Russia, 196603*

Abstract

Flatfeet are divided into rigid and mobile forms. Rigid flatfeet usually lead to the development of pain. The most common reason of rigid flatfeet is a tarsal coalition. Mobility of the tarsal joints is checked by specific clinical tests. The study investigated the sensitivity and specificity of foot mobility tests – the “tip toes test”, Jack test, manual examination of passive and eversion and inversion. The study found the following parameters: the sensitivity of the “tip toes test”, Jack test was 87% and 85%, specificity – 65% and 64%. The sensitivity of the manual examination of passive and eversion and inversion was – 80%, specificity – 88%. The last test has a high specificity compared to the “tip toes test” and Jack test. Detection limits the mobility of the tarsal joints can be an indication for radiography for the detection of tarsal coalitions.

Key words: flatfoot, plano-valgus foot, tarsal coalitions.

Conflict of interest: none.

References

1. Kenis VM. [Tarsal coalition in children: the experience of diagnosis and treatment]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics Russia]. 2011; 2(60):132-136. [in Rus.]
2. Kenis VM, Khasanov RKh, Sapogovskiy AV. [Mobile flat feet in children (review)]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric orthopedics, traumatology and reconstructive surgery]. 2014; II(2):44-54. [in Rus.]
3. Blakemore L.C., Cooperman D.R., Thompson G.H. The rigid flatfoot: tarsal coalitions. *Clin Podiatr Med Surg*. 2000; 17(3):531-555.
4. Outland T., Murphy I.D. Relation of tarsal anomalies to spastic and rigid flatfeet. *Clin Orthop*. 1953; (1):217-224.
5. Perman M.D., Wertheimer S.I. Tarsal coalitions. *J Foot Surg*. 1986; (4):25-41.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sapogovsky Andrey V. – orthopaedic surgeon, Department of foot and ankle surgery, neuroorthopaedics and skeletal dysplasias, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics

Kenis Vladimir M. – deputy director for development and foreign contacts, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics

 **Cite as:** Sapogovsky AV, Kenis VM. [Clinical diagnosis of rigid flatfoot in children]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):46-51. [in Russian]

 *Kenis Vladimir M.* Parkovaya ul., 64-68, Pushkin, St. Petersburg, Russia, 196603; e-mail: kenis@mail.ru

 Received: 28.10.2015; Accepted for publication: 30.11.2015

СПОСОБ ЗАКРЫТОГО ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ С ВАРУСНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

А.Н. Челноков, Е.А. Лаврукова

ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина»
Минздрава России,
пер. Банковский, д. 7, г. Екатеринбург, Россия, 620014

Реферат

Актуальность. Варусное смещение типично для переломов проксимального отдела плечевой кости. Актуальной является разработка малоинвазивных способов остеосинтеза при этих повреждениях, позволяющих восстановить анатомию проксимального отдела плечевой кости и создать условия для малотравматичной фиксации отломков.

Цель работы – разработка малоинвазивного способа закрытого интрамедуллярного остеосинтеза, обеспечивающего устранение типичного варусного смещения отломков при переломах проксимального отдела плечевой кости и их последствиях.

Материал и методы. Представлены техника и результат применения нового способа коррекции посттравматической варусной деформации проксимального отдела плечевой кости и закрытого интрамедуллярного остеосинтеза у 12 пациентов, из них у 7 с двухфрагментными переломами и у 5 с посттравматическими варусными деформациями проксимального отдела плечевой кости. Хирургический прием основан на применении спицевого дистрактора, проксимальная опора которого накладывается таким образом, что при соединении ее с дистальной происходит коррекция варусной деформации, после чего заданное положение отломков фиксируется интрамедуллярным стержнем.

Результаты. Удалось устранить варусную деформацию и восстановить форму суставного конца плечевой кости у всех больных, сращение через год отмечено у 11 больных. У одного больного – несращение шейки плечевой кости, через год ему выполнен реостеосинтез стержнем с компрессией. Результаты по шкале Constant через год составили 76 ± 17 баллов после лечения переломов и 70 ± 16 баллов в случаях посттравматических деформаций, что соответствовало хорошим и отличным результатам.

Заключение. Предложенный способ малотравматичен, позволяет выполнить коррекцию угловой деформации $40-50^\circ$. Достигнутые результаты подтверждают эффективность нового способа и целесообразность его использования у пациентов с переломами и посттравматическими деформациями этой локализации. Минимальная инвазивность закрытого интрамедуллярного остеосинтеза плечевой кости в предложенной модификации является перспективным подходом в реконструктивной хирургии проксимального отдела плечевой кости.

Ключевые слова: перелом проксимального отдела плечевой кости, закрытый интрамедуллярный остеосинтез, чрескожная остеотомия, чрескостный остеосинтез, варусная деформация.

Введение

Переломы проксимального отдела плечевой кости составляют ~5% всех переломов [6]. Встречаемость таких переломов достигает 63–105 случаев на 100 000 населения в год, при этом за последние 30 лет отмечено ее увеличение в 2 раза [14].

При нарушении взаимоотношений в плечевом суставе восстановление функции верхней конечности является проблематичным. При переломах проксимального отдела плечевой кости помимо восстановления длины и оси необходимо близкое к анатомическому восстановление точек прикрепления ротаторов плеча,

без которых невозможны полноценные движения в плечевом суставе. Одним из частых последствий переломов проксимального отдела плечевой кости является остаточная варусная деформация, отмечаемая приблизительно с одинаковой частотой (6–20%) при консервативном и оперативном лечении [3, 4, 7, 8, 15], которая является следствием как исходно неполной репозиции, так и вторичных смещений при несостоятельности фиксации. Очевидным следствием посттравматических варусных деформаций являются ограничение амплитуды движений и боль, обусловленная подакромияльным импиджмент-синдромом [3, 4, 11].

☒ Челноков А.Н., Лаврукова Е.А. Способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости с варусной деформацией. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):52-59.

✉ Челноков Александр Николаевич. Пер. Банковский, д. 7, г. Екатеринбург, Россия, 620014; e-mail: alex61@gmail.com

1 Рукопись поступила: 20.11.2015; принята в печать: 01.12.2015

Разработка новых малотравматичных методик остеосинтеза при переломах проксимального эпиметафиза плечевой кости, обеспечивающих не только надежную фиксацию костных отломков, но и восстановление анатомии, остается актуальной задачей современной травматологии. В последние годы с традиционным на костном все более активно конкурирует закрытый интрамедуллярный остеосинтез специализированными имплантатами [1, 2, 9, 10]. Упомянутый об использовании приемов чрескостного остеосинтеза для достижения репозиции и удержания отломков с последующим закрытым интрамедуллярным остеосинтезом при переломах проксимального отдела плечевой кости в доступной нам литературе мы не встретили, поэтому целью нашей работы стала разработка малоинвазивного способа закрытого интрамедуллярного остеосинтеза, обеспечивающего устранение варусного смещения отломков при переломах проксимального отдела плечевой кости и их последствиях.

Материал и методы

Работа выполнена на базе травматологического отделения ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России.

Нами был предложен способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза плеча, основанный на использовании приемов чрескостного остеосинтеза для достижения и удержания репозиции, обеспечивающий устранение варусной деформации*. Способ применен в лечении 12 пациентов с переломами проксимального эпиметафиза плечевой кости с варусной деформацией и их последствиями, из них 7 пациентов с внесуставными унифокальными вколоченными и не вколоченными переломами с варусной деформацией либо смещением по ширине (АО/ОТА 11А2.2, 11А3), внесуставными бифокальными переломами с метафизарным вколочением и без, с ротацией фрагмента эпифиза и переломом большого бугорка плечевой кости без смещения (АО/ОТА 11В1, В2). Срок с момента травмы до обращения и оперативного лечения составил в среднем 3 недели (от 7 дней до 2 месяцев). У 5 больных имелась посттравматическая варусная деформация проксимального отдела плечевой кости на фоне неправильно сросшихся переломов давностью до 2 лет. Величина ее в среднем составила $42 \pm 7^\circ$ (от 25° до 60°). Средний возраст больных составил 60

лет (от 45 до 78 лет). Среди пациентов было 8 женщин и 4 мужчин.

В предоперационном периоде проводилось стандартное клиническое и рентгенологическое обследование пациентов. Рентгенологическое исследование включало в себя снимки в прямой, боковой и аксиальной проекциях. Пациентам с переломами типа АО/ОТА 11 В1, В2 в дооперационном периоде выполнялась компьютерная томография для оценки распространения линий перелома в головке плечевой кости. Больным с посттравматическими деформациями дополнительно выполняли рентгенограмму с максимальным отведением в плечевом суставе.

Клинико-рентгенологическая оценка результатов лечения пациентов проводилась в срок 1, 3, 6 месяцев и 1 год после операции. Оценивались жалобы пациента, измерялась амплитуда активных и пассивных движений в плечевом и локтевом суставах, проводилась оценка по шкале Constant [5]. На этапных рентгенограммах определяли рентгенологическую динамику сращения перелома, положение фиксатора, вторичные смещения.

Техника операции иллюстрируется следующим клиническим примером.

Пациентка У., 53 лет, поступила в отделение травматологии УНИИТО им. В.Д. Чаклина через 2 месяца после бытовой травмы (лечилась консервативно по месту жительства). Предъявляла жалобы на боли в травмированном плече при попытке движений, ограничение амплитуды движений в плечевом суставе. При пальпации определялась болезненность на уровне плечевого сустава. Активные и пассивные движения в плечевом суставе ограничены, болезненны. На рентгенограммах выявлены посттравматическая варусная деформация, несросшийся перелом проксимального эпиметафиза плечевой кости (рис. 1).

В положении на спине в условиях проводниковой анестезии под контролем рентгено-телевизионной установки было подтверждено несращение на уровне перелома в виде патологической подвижности при стресс-тестах.

В положении приведения и наружной ротации плеча $25-30^\circ$ две проксимальные спицы дистрактора проведены в передне-заднем направлении параллельно суставной поверхности впадины лопатки таким образом, чтобы первая спица попадала в нижний полюс головки, а вторая спица проходила в области большого бугорка плечевой кости. Спицы были перпен-

* Пат. 2547725 РФ, МПК А61В 17/56. Способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости / Челноков А.Н., Лаврукова Е.А. – № 2013149587; Заявлено 06.11.2013; Оpubл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

дикулярны оси центрального фрагмента в боковой проекции. Обе спицы были фиксированы на присоединенных к полукольцу кронштейнах (рис. 2 а, б). При этом полукольцо занимало по-

ложение гиперкоррекции варусного смещения, т.е. закрепленные к нему телескопически стержни были направлены не дистально, а кнаружи (рис. 2 б).



Рис. 1. Рентгенограммы проксимального отдела плеча пациентки У., 53 лет:
а – прямая проекция: определяется укорочение и варусная деформация на уровне проксимального эпиметафиза плечевой кости;
б – боковая проекция: определяется заднее вколочивание, антекурвационная деформация проксимального эпиметафиза плечевой кости



Рис. 2. Спицевой дистрактор:

а – две параллельные спицы введены в проксимальный эпиметафиз плечевой кости таким образом, чтобы первая спица попадала в область большого бугорка, а вторая – в ниже-медиальный полюс головки плечевой кости;
б – спицы зафиксированы на полукольце через кронштейны таким образом, что полукольцо занимает положение гиперкоррекции варусного смещения, т.е. закрепленные телескопически стержни оказываются направленными кнаружи;
в – внешний вид смонтированного дистрактора;
г – рентгенологическая картина достигнутой с помощью вальгизации репозиции отломков проксимального эпиметафиза плечевой кости

Дистальная спица была проведена через надмышечки плеча во фронтальной плоскости и фиксирована на кольце. Выполняли отведение дистального отдела плеча плеча с одновременной вальгизацией проксимального отломка путем приведения проксимального полукольца. Проксимальную и дистальную опоры соединяли между собой двумя телескопическим стержнями, по которым произвели distraction до восстановления длины сегмента. Наложение такого упрощенного аппарата Илизарова требовало 10–15 минут. Благодаря этому приему происходила полная одномоментная коррекция длины и оси плеча с коррекцией как варусного, так и антекурвационного компонентов деформации (рис. 2 в, г).

После репозиции в дистракторе выполняли закрытый интрамедуллярный остеосинтез плечевой кости. Для формирования точки входа под контролем ЭОП по переднему краю акро-

миального отростка через центр головки плечевой кости вводилась спица, по которой делали разрез кожи 1 см, и с помощью канюлированного шила формировали входное отверстие стержня в головке плечевой кости (рис. 3 а, б). Затем вводили интрамедуллярный стержень Multiloc (Synthes) и проксимальные запирающие винты. После контроля длины сегмента выполняли дистальное заправление, демонтировали дистрактор (рис. 3 в, г). Операция от разреза до закрытия ран длилась 45 минут.

Послеоперационный период проходил без особенностей. Пациентка с первых суток занималась лечебной физкультурой – разработкой пассивных движений в плечевом суставе. Через месяц после операции удалось восстановить отведение и переднюю девиацию до 90°. К двум месяцам была восстановлена полная безболезненная амплитуда движений, рентгенологически определялось сращение (рис. 4).

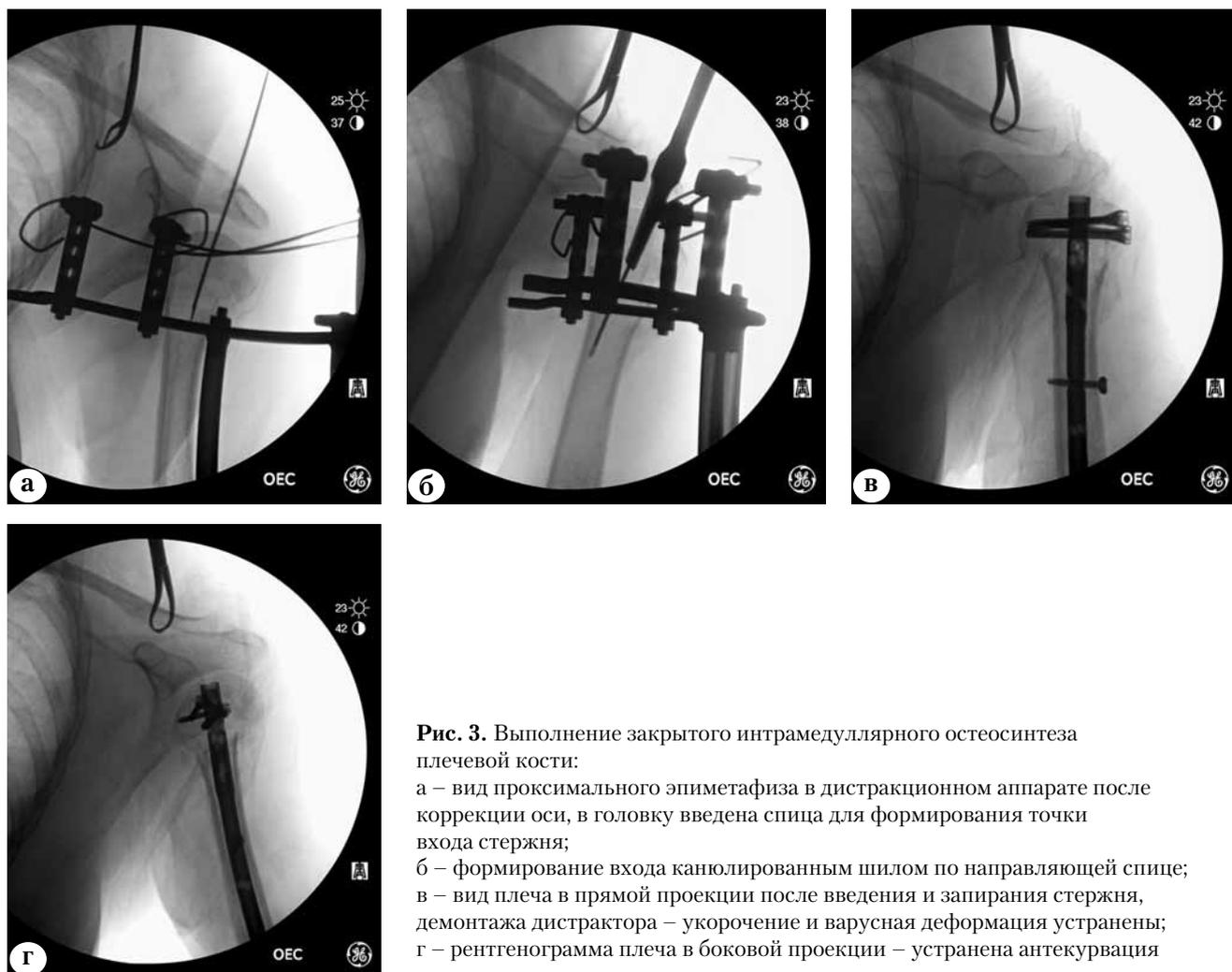


Рис. 3. Выполнение закрытого интрамедуллярного остеосинтеза плечевой кости:
 а – вид проксимального эпиметафиза в дистракционном аппарате после коррекции оси, в головку введена спица для формирования точки входа стержня;
 б – формирование входа канюлированным шилом по направляющей спице;
 в – вид плеча в прямой проекции после введения и заправления стержня, демонтажа дистрактора – укорочение и варусная деформация устранены;
 г – рентгенограмма плеча в боковой проекции – устранена антекурвация

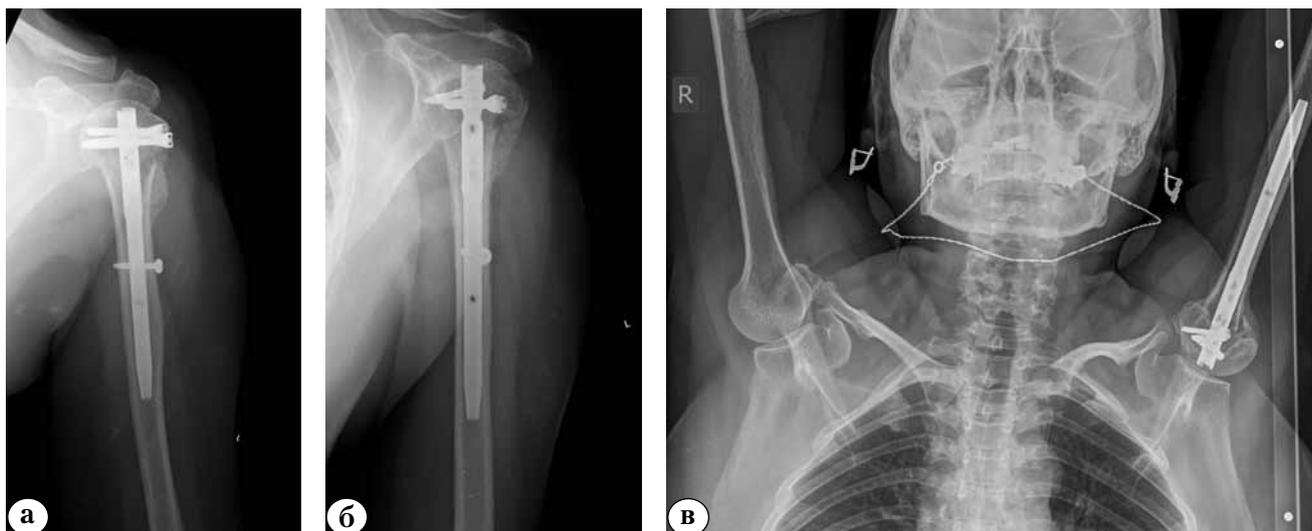


Рис. 4. Рентгенограммы через 2 месяца после остеосинтеза:

а, б – достигнутое положение отломков сохраняется, определяется сращение;

в – на сравнительной функциональной рентгенограмме видно полное восстановление амплитуды отведения

Результаты

У больных с посттравматическими деформациями для мобилизации отломков выполняли чрескожную остеотомию на уровне хирургической шейки передним мини-доступом. Далее операция выполнялась однотипно у больных как с переломами, так и с посттравматическими деформациями. Описанная техника позволила восстановить анатомию проксимального отдела плечевой кости и устранить варусную деформацию у всех 12 пациентов. Малоинвазивность операции обеспечила быстрое функциональное восстановление. Переломы срослись без остаточной деформации у 11 из 12 больных. У одного больного отмечено несращение шейки плечевой кости, и в срок 1 год выполнен ре-остеосинтез стержнем с компрессией.

Амплитуда отведения в плечевом суставе после остеосинтеза по поводу переломов к сроку 6 месяцев после остеосинтеза достигала $90 \pm 12^\circ$, передняя девиация – $145 \pm 14^\circ$. По шкале Constant в этот срок показатель составил 76 ± 17 баллов (в диапазоне от 47 до 90), что соответствовало хорошим и отличным результатам. У больных, которым проводилось лечение по поводу посттравматических деформаций, функциональные результаты достигали меньших величин: отведение к полугоду после операции составило $78 \pm 14^\circ$, передняя девиация – $107 \pm 17^\circ$. Показатель по шкале Constant составил 70 ± 16 баллов (в диапазоне от 39 до 88), что также соответствовало хорошим результатам.

Обсуждение

Широко распространенным хирургическим методом фиксации при переломах проксимального отдела плечевой кости остается накостный остеосинтез. Активно развивающийся в последнее десятилетие внутрикостный остеосинтез проксимального отдела плеча обеспечивает как минимум не худшие результаты в сравнении с накостным [9, 16].

Современные имплантаты, как накостные, так и внутрикостные, обеспечивают фиксацию отломков введением множественных винтов с угловой стабильностью в разных плоскостях. Тем не менее встречаемость как сращений с варусной деформацией, так и несостоятельности фиксации достигает 15–20% [3, 15]. В исследовании J. Agudelo с соавторами, наблюдавшими за 73 больными, потеря фиксации при остеосинтезе пластиной отмечена у 30,4% пациентов с шеечно-диафизарным углом после операции менее 120° , в то время как у тех, у кого этот угол превышал 120° , она составила 11% [3]. В исследовании M.P. Silverstein с соавторами в серии из 78 больных, которым был выполнен накостный остеосинтез, потеря фиксации и сращение после операции с варусной деформацией составили по 20,5%, а в качестве факторов, обуславливающих несостоятельность фиксации, идентифицированы тяжесть перелома (2-, 3-, 4-фрагментарные) и исходно варусная репозиция [15].

Если первый фактор является данностью и не зависит от наших действий, то качество

репозиции – это сугубо врачебная прерогатива. Поэтому повышение технологичности приемов репозиции будет способствовать росту их воспроизводимости и надежности.

При использовании интрамедуллярных штифтов также возможен варусный коллапс. Так, В.М. Nolan с соавторами использовали традиционные приемы репозиции с фиксацией гвоздем Polarus у 18 больных. У 17 из них отмечено уменьшение шеечно-диафизарного угла в среднем на 11°, и у 9 (50%) больных отмечено сращение с величиной шеечно-диафизарного угла менее 120°, т.е. с варусной деформацией [12].

С помощью предложенного нами варианта коррекции деформации в несложном и быстро монтируемом аппарате внешней фиксации удастся полностью устранить варусную деформацию не только в свежих, но и в застарелых случаях. Очевидно, что при тугоподвижности отломков в проксимальном отделе плечевой кости добиться мобилизации отломков без обнажения области перелома и открытого разобщения практически невозможно, т.к. трудно удержать короткий суставной фрагмент. Представленный дистрактор позволяет легко решить эту проблему – после натяжения и фиксации спиц в головке плечевой кости можно зафиксировать ее положение, удерживая проксимальную опору аппарата, и манипулировать дистальным отделом конечности для закрытой мобилизации отломков, после чего выполнить те же приемы репозиции (приведение центрального отломка, отведение дистального) и зафиксировать достигнутое положение соединением обеих опор телескопическими стержнями.

При невозможности добиться появления подвижности между головкой и диафизом плечевой кости при уже сросшихся переломах или тугих ложных суставах нужно выполнить чрескожную остеотомию на уровне хирургической шейки и далее провести те же манипуляции дистрактором для устранения варусной деформации, что было нами успешно предпринято в 5 наблюдениях. Заданное положение отломков, зафиксированное дистрактором, прочно удерживается, что позволяет не опасаться смещений во время дальнейших хирургических действий при формировании и рассверливании канала, введении и запирации штифта.

Во всех случаях величина доступа при введении стержня была не более 1 см. Точка введения стержня находится между двумя спицами в головке плечевой кости, которые являются дополнительными ориентирами. Точка введения на вершине головки плечевой кости на сегодня считается оптимальной, поскольку канал для

штифта оказывается в более васкуляризованной зоне надостной мышцы, в отличие от ранее применявшейся латеральной, в области прикрепления ее сухожилия [10, 13].

К негативным моментам предложенного способа остеосинтеза можно отнести значительное натяжение мягких тканей спицами аппарата после коррекции угловой деформации, что делает предложенную технику применимой только для одномоментной коррекции, когда аппарат можно снять немедленно после установки штифта. В случае необходимости постепенной, в течение нескольких дней, коррекции, целесообразно либо сделать разрезы кожи для ослабления ее натяжения, либо использовать известные компоновки аппаратов внешней фиксации, применяемые для дозированной коррекции деформаций этой локализации.

Совершенствование имплантатов для лечения переломов проксимального отдела плечевой кости и технологий их применения продолжают развиваться, и потребуются новые сравнительные исследования, которые позволят более точно количественно оценить преимущества как основных видов остеосинтеза, так и особенностей их применения при различных вариантах повреждений и их последствий. На сегодня нам представляются очевидными позитивные особенности предлагаемого подхода в виде аппаратно-ассистированной репозиции и минимально инвазивного закрытого штифтования не только при свежих переломах проксимального отдела плечевой кости, но и в случаях с тугоподвижностью отломков, а также при посттравматических деформациях.

Заключение

При переломах и посттравматических деформациях с варусной деформацией представленная техника малоинвазивного внутрикостного остеосинтеза с использованием временного внешнего фиксатора обеспечивает надежное восстановление анатомии проксимального отдела плечевой кости и позволяет получить хорошие функциональные исходы при невысокой встречаемости осложнений.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Коган П.Г., Воронцова Т.Н., Шубняков И.И., Воронкевич И.А., Ласунский С.А. Эволюция лечения переломов проксимального отдела плечевой кости (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2013; (3):154-161.
2. Мурылев В., А. Имамкулиев А., Елизаров П., Коршев О., Кутузов А. Хирургическое лечение внесуставных

- переломов проксимального отдела плеча. *Врач*. 2014; (11):10-13.
3. Agudelo J., Schürmann M., Stahel P., Helwig P., Morgan S.J., Zechel W., Bahrs C., Parekh A., Ziran B., Williams A., Smith W. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(10):676-681.
 4. Benegas E., Zoppi Filho A., Ferreira Filho A.A., Ferreira Neto A.A., Negri J.H., Prada F.S., Zumiotti A.V. Surgical treatment of varus malunion of the proximal humerus with valgus osteotomy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007; 16(1):55-59.
 5. Constant C.R., Murley A.H. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop*. 1987; (214):160-164.
 6. Court-Brown C.M., Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury*. 2006; 37(8):691-697.
 7. Iyengar J.J., Devic Z., Sproul R.C., Feeley B.T. Nonoperative treatment of proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma*. 2011; 25(10):612-617.
 8. Jung S.W., Shim S.B., Kim H.M., Lee J.H., Lim H.S. Factors that Influence reduction loss in proximal humerus fracture surgery. *J Orthop Trauma*. 2015; 29(6):276-282.
 9. Lekic N., Montero N.M., Takemoto R.C., Davidovitch R.I., Egol K.A. Treatment of two-part proximal humerus fractures: intramedullary nail compared to locked plating. *Hospital for Special Surgery Journal*. 2012; (8):86-91.
 10. Lopiz Y., Garcia-Coiradas J., Garcia-Fernandez C., Marco F. Proximal humerus nailing: a randomized clinical trial between curvilinear and straight nails. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014; 23(3):369-376.
 11. Meller R., Hawi N., Schmiedem U., Millett P.J., Petri M., Krettek C. Posttraumatic nonunions and malunions of the proximal humerus : Possibilities and limitations of corrective osteotomy. *Unfallchirurg*. 2015;118(7):577-585.
 12. Nolan B.M., Kippe M.A., Wiater J.M., Nowinski G.P. Surgical treatment of displaced proximal humerus fractures with a short intramedullary nail. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20(8):1241-1247.
 13. Park J.Y., Pandher D.S., Chun J.Y., Md S.T. Antegrade humeral nailing through the rotator cuff interval: a new entry portal. *J Orthop Trauma*. 2008; 22:419-425.
 14. Robinson C.M., Heckman J.D., Court-Brown J.D., Tornetta P., Bucholz R.W. Proximal humerus fractures. In: Rockwood and Green's fractures in adults. 7th Edition. 2010. P. 1039-1102.
 15. Silverstein M.P., Yirenkyi K., Haidukewych G., Koval K.J. Analysis of failure with the use of locked plates for stabilization of proximal humerus fractures. *Bull Hosp Jt Dis*. 2015; 73(3):185-189.
 16. Wang G., Mao Z., Zhang L., Zhang L., Zhao Y., Yin P., Gao L., Tang P., Kang H. Meta-analysis of locking plate versus intramedullary nail for treatment of proximal humeral fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2015; 10:122.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Челнок Александр Николаевич – канд. мед. наук руководитель травматологического отдела ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Лаврук Екатерина Александровна – младший научный сотрудник травматологического отдела ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

A NEW TECHNIQUE OF CLOSED INTRAMEDULLARY NAILING IN FRACTURES OF THE PROXIMAL HUMERUS WITH VARUS DEFORMITY

A.N. Chelnokov, E.A. Lavrukova

Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, per. Bankovskiy, 7, Ekaterinburg, Russia, 620014

Abstract

Introduction. Varus displacement is common in fractures of the proximal humerus. Development of new low invasive surgical modalities providing anatomy restoration and non-traumatic fracture fixation is actual.

Purpose of the study was development of the low invasive technique of closed interlocking nailing providing reduction of the typical varus displacement in fractures and posttraumatic deformities of the proximal humerus.

Material and methods. A new technique of correction of the proximal humerus in fractures and posttraumatic deformities was applied in 12 patients – 7 with two-part fractures and 5 with posttraumatic varus deformities. The surgical technique includes application of a small wire circular external frame. Its proximal part is secured to the humeral head to reduce varus displacement along with connection to the distal part of the frame, and the reached alignment is fixed by an intramedullary nail.

 **Cite as:** Chelnokov AN, Lavrukova EA. [A new technique of closed intramedullary nailing in fractures of the proximal humerus with varus deformity]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 52-59. [in Russian]

 Chelnokov Alexander N. Per. Bankovskiy, 7, Ekaterinburg, Russia, 620014; e-mail: alex61@gmail.com

 Received: 20.11.2015; Accepted for publication: 01.12.2015

Results. In all 12 cases we succeeded to reduce the varus deformity. At 1 year follow-up healing was reached in 11 patients, and in one patient exchange compression nailing was performed. Constant score in 1 year was 76 ± 17 after fracture treatment, and 70 ± 16 in posttraumatic deformities, which corresponded to good results.

Conclusion. The presented technique allows to reach $40-50^\circ$ angular correction without open approach and significant soft tissue damage. The obtained results confirm efficacy of the new technique and pertinence of its use in patients with fractures and posttraumatic deformities of this localization. The introduced technique of closed nailing appears to be a promising approach in reconstructive surgery of the proximal humerus.

Key words: proximal humeral fractures, closed interlocking nailing, percutaneous osteotomy, external fixation, varus deformity.

Conflict of interest: none.

References

1. Kogan PG, Vorontsova TN, Shubnyakov II, Voronkevich IA, Lasunskyy SA. [Treatment evolution of proximal humeral fractures (literature review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopaedics of Russia]. 2013; (3):154-161.
2. Murylev V, Imamkuliev A, Elizarov P, Korshev O, Kutuzov A. [Surgical treatment of extraarticular fractures of the proximal humerus]. *Vrach* [Physician]. 2014; (11):10-13.
3. Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, Helwig P, Morgan SJ, Zechel W, Bahrs C, Parekh A, Ziran B, Williams A, Smith W. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(10):676-681.
4. Benegas E, Zoppi Filho A, Ferreira Filho AA, Ferreira Neto AA, Negri JH, Prada FS, Zumioti AV. Surgical treatment of varus malunion of the proximal humerus with valgus osteotomy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007; 16(1):55-59.
5. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop*. 1987; (214):160-164.
6. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury*. 2006; 37(8):691-697.
7. Iyengar JJ, Devic Z, Sproul RC, Feeley BT. Nonoperative treatment of proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma*. 2011; 25(10):612-617.
8. Jung SW, Shim SB, Kim HM, Lee JH, Lim HS. Factors that Influence reduction loss in proximal humerus fracture surgery. *J Orthop Trauma*. 2015; 29(6):276-282.
9. Lekic N, Montero NM, Takemoto RC, Davidovitch RI, Egol KA. Treatment of two-part proximal humerus fractures: intramedullary nail compared to locked plating. *Hospital for Special Surgery Journal*. 2012; (8):86-91.
10. Lopiz Y, Garcia-Coiradas J, Garcia-Fernandez C, Marco F. Proximal humerus nailing: a randomized clinical trial between curvilinear and straight nails. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014; 23(3):369-376.
11. Meller R, Hawi N, Schmidem U, Millett PJ, Petri M, Krettek C. Posttraumatic nonunions and malunions of the proximal humerus : Possibilities and limitations of corrective osteotomy. *Unfallchirurg*. 2015;118(7):577-585.
12. Nolan BM, Kippe MA, Wiater JM, Nowinski GP. Surgical treatment of displaced proximal humerus fractures with a short intramedullary nail. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20(8):1241-1247.
13. Park JY, Pandher DS, Chun JY, Md ST. Antegrade humeral nailing through the rotator cuff interval: a new entry portal. *J Orthop Trauma*. 2008; 22:419-425.
14. Robinson CM., Heckman JD, Court-Brown JD, Tornetta P, Bucholz RW. Proximal humerus fractures. In: Rockwood and Green's fractures in adults. 7th Edition. 2010. P. 1039-1102.
15. Silverstein MP, Yirenkyi K, Haidukewych G, Koval KJ. Analysis of failure with the use of locked plates for stabilization of proximal humerus fractures. *Bull Hosp Jt Dis*. 2015; 73(3):185-189.
16. Wang G, Mao Z, Zhang L, Zhang L, Zhao Y, Yin P, Gao L, Tang P, Kang H. Meta-analysis of locking plate versus intramedullary nail for treatment of proximal humeral fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2015; 10:122.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Chelnokov Alexander N. – head of orthopaedic trauma unit, Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Lavrukova Ekaterina A. – junior researcher, orthopaedic trauma unit, Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

РЕНТГЕНАНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ С ТЕРАТОГЕННЫМ ВЫВИХОМ БЕДРА ПРИ АРТРОГРИПОЗЕ

С.Ф. Баткин, Д.Б. Барсуков, О.Е. Агранович, М.М. Камоско

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

Реферат

Цель исследования – выявить рентгеноанатомические особенности строения тазобедренного сустава при вывихе бедра у детей с артрогрипозом, провести сравнительный анализ данных рентгенографии и мультиспиральной компьютерной томографии тазобедренных суставов у пациентов с вывихом бедра при артрогрипозе и дисплазии развития тазобедренного сустава (DDH).

Материал и методы. Проведен анализ рентгенограмм и компьютерных томограмм тазобедренных суставов 98 детей (120 суставов) в возрасте от 5 месяцев до 7 лет с вывихом бедра при артрогрипозе (основная группа) и DDH (контрольная группа).

Результаты. Кранио-латеральное смещение головки бедренной кости было менее выражено в основной группе, чем в контрольной. Недоразвитие переднего и верхнего краев вертлужной впадины характерно для сравниваемых групп, но данные изменения менее выражены в основной группе ($p < 0,0001$). Однако выявлено, что задний край вертлужной впадины более развит в основной, чем в контрольной группе ($p < 0,0001$). Для пациентов основной группы до 3 лет избыточная антеторсия бедренной кости не характерна в отличие от пациентов контрольной группы ($p < 0,0001$), однако она встречается в более старшем возрасте ($p = 0,14$). В сравниваемых группах истинные значения шеечно-диафизарного угла не превышали возрастные нормы.

Выводы. С целью достоверной оценки степени развития бедренного и вертлужного компонентов тазобедренного сустава и проведения предоперационного планирования у пациентов с вывихом бедра при артрогрипозе в протокол лучевого исследования, помимо стандартной рентгенографии, необходимо включать мультиспиральное компьютерно-томографическое исследование.

Ключевые слова: артрогрипоз, дисплазия развития тазобедренного сустава, тератогенный вывих бедра, рентгенологические особенности, компьютерная томография.

Введение

Артрогрипоз (врожденный множественный артрогрипоз или амиоплазия) – это заболевание, характеризующееся врожденными контрактурами двух и более суставов несмежных областей в сочетании с мышечной гипо- или атрофией и поражением мотонейронов спинного мозга [7].

Поражение тазобедренного сустава (ТБС) у пациентов с артрогрипозом представлено в виде вывиха бедра и/или контрактур ТБС и встречается в 28–90% случаев [8, 10–12, 14–16, 19].

Вывих бедра при артрогрипозе относится к группе истинно врожденных (тератогенных или эмбриональных) вывихов и наблюдается в 13,5–58,0% случаев [1, 8, 10].

Неудовлетворительные результаты лечения вывиха бедра у детей с артрогрипозом приводят к развитию деформирующего коксартроза.

Из немногочисленных доступных публикаций известно, что эндопротезированию ТБС пациенты с артрогрипозом подвергаются уже на третьем десятилетии жизни. Однако, по данным ряда авторов, операция по замене сустава у этих больных технически сложна, а результаты не однозначны [6, 9, 14].

Актуальность темы обусловлена тем, что, прежде всего, происходит терминологическая путаница между двумя нозологическими формами: вывихом бедра при артрогрипозе и вывихом бедра при дисплазии развития тазобедренного сустава (DDH (англ.) – developmental dysplasia of the hip). Нередко ортопеды применяют методы консервативного лечения, которые эффективны у детей с DDH, но не дают должного результата и даже вредны у пациентов с артрогрипозом, что усугубляет тяжесть деформации [1, 16, 20].

Баткин С.Ф., Барсуков Д.Б., Агранович О.Е., Камоско М.М. Рентгеноанатомические особенности строения тазобедренного сустава у детей с тератогенным вывихом бедра при артрогрипозе. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(3):60-69.

Баткин Сергей Федорович. Парковая ул., д. 64-68, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия, 196603; e-mail: sergey-batkin@mail.ru

1 Рукопись поступила: 20.04.2015; принята в печать: 09.06.2015

Особенности рентгеноанатомии ТБС при DDH подробно изучены [3–5, 18]. Однако данные, касающиеся этого вопроса при артрогрипозе, крайне недостаточны [1, 16]. Кроме того, при анализе тематической литературы выявлено отсутствие данных о выполнении сравнительного анализа рентгенологической картины ТБС у пациентов с вывихом бедра при артрогрипозе и DDH.

Данные обстоятельства являются основанием для более детального рентгенологического исследования особенностей строения ТБС при артрогрипозе.

Основным методом диагностики вывиха бедра у детей с артрогрипозом и с DDH является рентгенография. Изучение формы, пространственного положения вертлужной впадины и проксимального отдела бедра, а также их соотношений у детей при артрогрипозе, является необходимым для выбора оптимальной тактики хирургического лечения, прогнозирования результатов и научного анализа. Оценка рентгенологических показателей при анализе стандартных рентгенограмм не всегда объективна. Это связано с наличием у пациентов множественных контрактур нижних конечностей, препятствующих правильной укладке на рентгенологическом столе. В связи с этим более информативным является мультиспиральное компьютерно-томографическое исследование (МСКТ) ТБС, позволяющее нивелировать дефекты укладки, получить требуемые срезы и 3D-реконструкцию.

Цель исследования – выявить рентгеноанатомические особенности строения ТБС при вывихе бедра у детей с артрогрипозом, а также провести сравнительный анализ рентгенологической картины ТБС у детей с вывихом бедра при артрогрипозе и DDH.

Материал и методы

Рентгенологическое исследование было проведено у 98 детей (120 ТБС) в возрасте от 5 месяцев до 7 лет, находившихся на лечении в ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России с 1995 по 2015 г. Все пациенты были разделены на две группы. В основную группу вошли 54 пациента (70 ТБС) с артрогрипозом, в контрольную – 44 ребенка (50 ТБС) с DDH.

Всем пациентам выполнялась рентгенография в передне-задней проекции (при среднем положении бедер), а также с отведением и внутренней ротацией бедер. Измерялись основные угловые величины, характеризующие форму и пространственное положение тазового и бед-

ренного компонентов ТБС: ацетабулярный индекс (АИ), индекс сферичности вертлужной впадины (ИСВВ), индекс толщины дна вертлужной впадины (ИТДВВ), угол Шарпа (УШ), истинный угол антеторсии бедренной кости (ист. УАБК), истинный шеечно-диафизарный угол (ист. ШДУ) (рис. 1–3). У больных с вывихом бедра при DDH истинный угол антеторсии бедренной кости (УАБК) измерялся с использованием таблицы Н. Strzyzewski по рентгенограммам ТБС в прямой проекции и с отведением и внутренней ротацией бедер [17].

У больных с артрогрипозом истинные ШДУ и УАБК на рентгенограммах не представлялось возможным оценить из-за неустранимой наружно-ротационной контрактуры в ТБС. Поэтому данные показатели оценивались при помощи МСКТ. В результате проведенного МСКТ исследования ТБС с 3D-моделированием, мы дополнительно измеряли угол фронтальной инклинации вертлужной впадины (УФИВВ), угол сагиттальной инклинации вертлужной впадины (УСИВВ). Также определялась степень развита переднего и заднего краев вертлужной впадины, чтобы получить представление о возможной функциональной стабильности головки бедренной кости в сагиттальной плоскости. Измерения проводились по схеме на аксиальных МСКТ-срезах. Обработку данных показателей мы проводили только в группе дошкольников, так как к 7 годам в ТБС происходит оссификация переднего и заднего краев. С целью измерения «возможного» переднего, заднего и суммарного ацетабулярного покрытия у детей с вывихом бедра при артрогрипозе аксиальные МСКТ-сканы ТБС подвергались компьютерному моделированию. МСКТ-срез проходил через центр вертлужной впадины, измерялся ее поперечный размер и «смоделированный» срез головки бедра, равный диаметру поперечного размера вертлужной впадины, при помощи графического редактора Windows 7 Paint, помещался в вертлужной впадине исследуемой стороны. У пациентов с вывихом бедра при DDH данные измерения выполнялись только в ТБС с маргинальным смещением головки.

Согласно возрастной периодизации, основанной на особенностях анатомо-физиологического развития ребенка, при анализе данных рентгенометрии все дети были разделены по возрасту на 3 группы: до 1 года, от 1 года до 3 лет и от 3 до 7 лет [3].

Исследования выполнялись на рентгеновском аппарате Digital Diagnost (Philips) и компьютерном томографе Brilliance CT 64 (Philips).

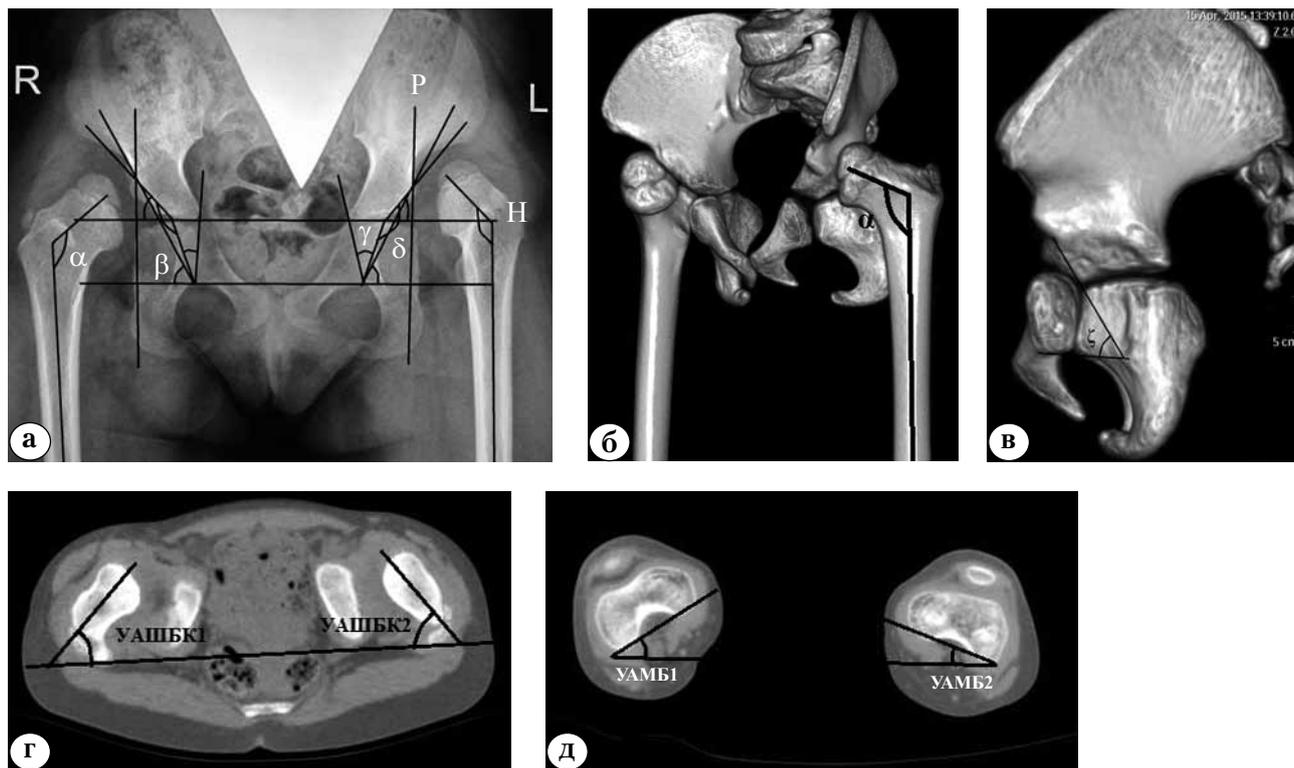


Рис. 1. Результаты рентгенологического метода обследования ТБС больной Г., 5 лет, с диагнозом: артрогрипоз, двусторонний тератогенный вывих бедер:
 а – рентгенограмма ТБС в прямой проекции (Р – линия Перкинса, Н – линия Хильгенрейнера, α – ШДУ, β – УШ, γ – индекс толщины дна вертлужной впадины, δ – индекс сферичности вертлужной впадины);
 б – МСКТ ТБС, 3D-модель (α – истинный шеечно-диафизарный угол);
 в – МСКТ ТБС, 3D-модель (ζ – угол сагиттальной инклинации вертлужной впадины);
 г – МСКТ ТБС, горизонтальный срез (УАШБК1,2 – угол антеверсии шейки бедренной кости);
 д – МСКТ ТБС, горизонтальный срез (УАМБ1,2 – угол антеверсии мыщелков бедренной кости).
 Расчет УАБК ($^{\circ}$) = УАШБК ($^{\circ}$) – УАМБ ($^{\circ}$)

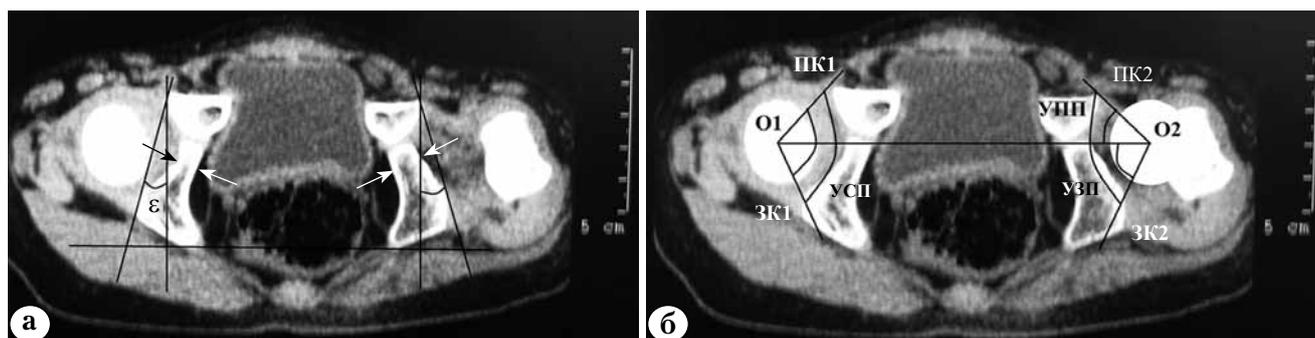


Рис. 2. Результаты рентгенологического обследования ТБС больного Б., 4 лет, с диагнозом: артрогрипоз, левосторонний тератогенный вывих бедра:
 а – МСКТ ТБС, горизонтальный срез (ϵ – угол фронтальной инклинации вертлужной впадины, стрелками указана разница в толщине дна вертлужной впадины);
 б – МСКТ ТБС, горизонтальный срез с компьютерным моделированием головки левого бедра (O1 и O2 – центры головок бедер, ПК1 и ПК2 – передние края вертлужных впадин, ЗК1 и ЗК2 – задние края вертлужных впадин, УПП – угол переднего покрытия, УЗП – угол заднего покрытия, УСП – угол суммарного покрытия)

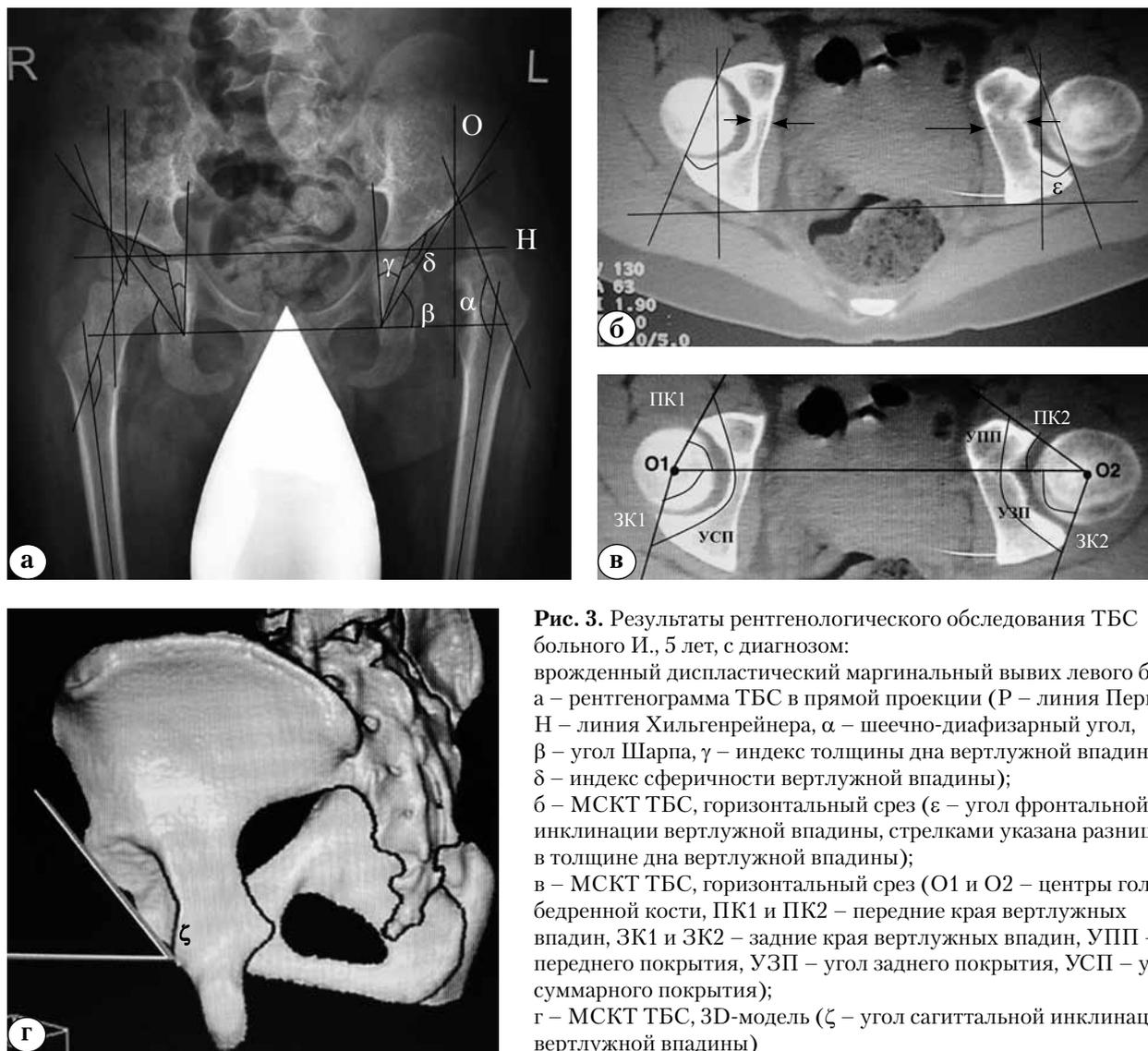


Рис. 3. Результаты рентгенологического обследования ТБС больного И., 5 лет, с диагнозом: врожденный диспластический маргинальный вывих левого бедра: а – рентгенограмма ТБС в прямой проекции (Р – линия Перкинса, Н – линия Хильгенрейнера, α – шейно-диафизарный угол, β – угол Шарпа, γ – индекс толщины дна вертлужной впадины, δ – индекс сферичности вертлужной впадины); б – МСКТ ТБС, горизонтальный срез (ϵ – угол фронтальной инклинации вертлужной впадины, стрелками указана разница в толщине дна вертлужной впадины); в – МСКТ ТБС, горизонтальный срез (О1 и О2 – центры головок бедренной кости, ПК1 и ПК2 – передние края вертлужных впадин, ЗК1 и ЗК2 – задние края вертлужных впадин, УПП – угол переднего покрытия, УЗП – угол заднего покрытия, УСП – угол суммарного покрытия); г – МСКТ ТБС, 3D-модель (ζ – угол сагиттальной инклинации вертлужной впадины)

Для статистического анализа использовали интерактивный калькулятор QuickCalcs GraphPad. Данные считали статистически значимыми при $p = 0,05$.* Результаты представляли в виде ${}_L M_U$, где L и U , обозначаемые в виде подстрочников слева и справа от среднего значения (M), являются нижней и верхней границами 95% доверительного интервала (ДИ) [13]. Для построения ДИ для разности долей использовали универсальный метод MOVER (Method of Variance Estimate Reconstructure), реализованный в программе Mover-d.xls**.

Результаты

По степени краниального и латерального смещения головки бедренной кости ТБС пациентов основной и контрольной групп в возрасте до 1 года были разделены на 4 типа согласно классификации DDH D. Tönnis [18] (табл. 1). ТБС детей контрольной группы старше 1 года не дифференцировались согласно данной классификации ввиду ранее проводимого консервативного лечения, соответственно полученные данные для сравнения были бы недостоверными.

* <http://www.graphpad.com/quickcalcs/ttest1/>

** <http://medicine.cf.ac.uk/primary-care-public-health/resources/>

Таблица 1

Распределение тазобедренных суставов по классификации DDH D. Tönnis у детей основной и контрольной групп в возрасте до 1 года

Тип ТБС по D. Tönnis	Основная группа		Контрольная группа		Разность долей, ${}_L\Delta_U$
	n_1	f_1	n_2	f_2	
Тип 2	11	${}_{0,42}0,73_{0,93}$	8	${}_{0,14}0,32_{0,57}$	${}_{0,01}0,41_{0,68}$
Тип 3	4	${}_{0,07}0,27_{0,59}$	10	${}_{0,19}0,40_{0,65}$	${}_{-0,46}-0,13_{0,25}$
Тип 4	0	${}_{0,00}0,00_{0,26}$	7	${}_{0,11}0,28_{0,52}$	${}_{-0,52}-0,28_{0,03}$

n_i – объем выборки; f_i – относительные частоты (доли).

При распределении ТБС детей исследуемых групп согласно классификации DDH D. Tönnis выявлено, что частота встречаемости 2 типа ТБС в основной группе была статистически значимо выше, чем в контрольной, о чем свидетельствует тот факт, что ДИ для разности долей $\Delta = {}_{0,01}0,41_{0,68}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$. Частота встречаемости 3 и 4 типов ТБС у пациентов основной и контрольной групп не имела статистически значимых отличий (ДИ для разности долей $\Delta_3 = {}_{-0,46}-0,13_{0,25}$ и $\Delta_4 = {}_{-0,52}-0,28_{0,03}$ покрывают безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

При оценке ангулометрических показателей ТБС в группе детей до 1 года были отмечены следующие статистически значимые отличия (табл. 2). УТДВВ (°) в основной группе был меньше, чем в группе контроля (ДИ для разности долей $\Delta = {}_{-6,3}-5,35_{-4,4}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

Истинные значения шеечно-диафизарного угла (°) в сравниваемых группах не превы-

шали возрастную норму, однако в основной группе данный показатель был статистически значимо меньше (ДИ для разности долей $\Delta = {}_{-10,2}-7,9_{-5,6}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

УАБК (°) в основной группе соответствовал норме и был статистически значимо меньше, чем в группе контроля (ДИ для разности долей $\Delta = {}_{-29,5}-24,1_{-18,7}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

В результате анализа индексов ТБС, характеризующих форму и пространственное положение его компонентов, детей возрасте от 1 до 3 лет были получены следующие статистически значимые отличия (табл. 3).

УТДВВ (°) в основной группе был статистически значимо меньше, чем в группе контроля (ДИ для разности долей $\Delta = {}_{-6,1}-3,63_{-1,2}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$). Также УАБК (°) был статистически значимо больше в группе контроля, чем в основной (ДИ для разности долей $\Delta = {}_{-29,3}-22,83_{-16,3}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

Таблица 2

Основные ангулометрические показатели тазобедренных суставов у детей основной и контрольной групп в возрасте до 1 года

Показатель, (°)	Основная группа $n_1 = 15$	Контрольная группа $n_2 = 25$	Значимость различий	
			Разность, ${}_L\Delta_U$	Значения P (t -критерий)
АИ	${}_{30}33_{36}$	${}_{30}31_{32}$	${}_{-2,0}1,7_{5,3}$	0,36
УШ	${}_{51}54_{57}$	${}_{48}50_{52}$	${}_{-3,0}0,95_{4,9}$	0,63
УТДВВ	${}_{19,5}20_{20,5}$	${}_{25}26_{27}$	${}_{-6,3}-5,35_{-4,4}$	< 0,0001
ИСВВ	${}_{140}146_{152}$	${}_{144}147_{150}$	${}_{-8,07}-1,4_{5,3}$	0,68
Ист. ШДУ	${}_{135,1}135_{135,1}$	${}_{141}142_{143}$	${}_{-10,2}-7,9_{-5,6}$	< 0,0001
УАБК	${}_{18}19_{20}$	${}_{39}43_{47}$	${}_{-29,5}-24,1_{-18,7}$	< 0,0001

Таблица 3

Основные ангулометрические показатели тазобедренных суставов у детей основной и контрольной групп в возрасте от 1 до 3 лет

Показатель, (°)	ДИ основной группы $n_1 = 30$	ДИ контрольной группы $n_2 = 10$	Значимость различий	
			Разность, $L\Delta_U$	Значения P (t -критерий)
АИ	36^{39}_{42}	34^{42}_{50}	$-9,4^{-2,9}_{3,6}$	0,37
УШ	56^{58}_{60}	55^{59}_{63}	$-4,01^{-0,3}_{3,5}$	0,89
УТДВВ	25^{26}_{27}	27^{29}_{31}	$-6,1^{-3,63}_{-1,2}$	<0,0045
ИСВВ	148^{152}_{156}	141^{150}_{159}	$-7,65^{-1,93}_{11,5}$	0,69
Ист. ШДУ	134^{135}_{136}	129^{136}_{143}	$-5,1^{-1,7}_{1,7}$	0,32
УАБК	2^{13}_{23}	29^{36}_{43}	$-29,3^{-22,83}_{-16,3}$	<0,0001

При изучении ангулометрических показателей ТБС детей возрасте от 3 до 7 лет были получены следующие статистически значимые отличия (табл. 4, 5).

УТДВВ (°) в основной группе был меньше, чем в группе контроля (ДИ для разности долей $\Delta = -7^{-5,2}_{-3,4}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$). Также УАБК (°) был статистически значимо больше в группе контроля, чем в основной (ДИ для разности долей $\Delta = -29,3^{-22,83}_{-16,3}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$). УФИВВ (°) был статистически значимо меньше в основной группе, чем в контрольной (ДИ для разности долей $\Delta = -19^{-14,1}_{-9,3}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$). УСИВВ (°) в

основной группе также был статистически значимо меньше, чем в группе контроля (ДИ для разности долей $\Delta = -10,2^{-7,56}_{-4,9}$ не покрывает безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

При измерении «возможного» ацетабулярного покрытия в горизонтальной плоскости у детей основной и контрольной групп в возрасте от 3 до 7 лет также были получены статистически значимые отличия. УПП (°), УЗП (°) и УСП (°) были статистически значимо больше в основной группе, чем в контрольной (ДИ для разности долей, соответственно, $\Delta = 6,4^{9,5}_{12,7}$, $\Delta = 10,8^{15,6}_{20,3}$, $\Delta = 13,3^{19,8}_{26,3}$ не покрывали безразличное значение $\Delta_{indiff} = 0$).

Таблица 4

Основные ангулометрические показатели тазобедренного сустава у детей основной и контрольной групп в возрасте от 3 до 7 лет

Показатель, (°)	ДИ основной группы $n_1 = 25$	ДИ контрольной группы $n_2 = 15$	Значимость различий	
			Разность, $L\Delta_U$	Значения P (t -критерий)
АИ	37^{40}_{43}	39^{41}_{43}	$-7,01^{-2,6}_{1,7<}$	0,23
УШ	56^{58}_{60}	59^{60}_{61}	$-5,25^{-2,3}_{0,7}$	0,13
УФИВВ	21^{24}_{27}	35^{38}_{41}	$-19^{-14,1}_{-9,3}$	<0,0001
УТДВВ	22^{23}_{24}	26^{27}_{29}	$-7^{-5,2}_{-3,4}$	<0,0001
ИСВВ	140^{145}_{150}	136^{143}_{150}	$-201,9^{-78,6}_{44,8}$	0,2
Ист. ШДУ	132^{134}_{136}	127^{131}_{136}	$-6,15^{-1,95}_{2,2}$	0,35
УАБК	37^{42}_{47}	41^{46}_{51}	$-12,4^{-5,32}_{1,8}$	0,14
УСИВВ	48^{49}_{50}	55^{57}_{59}	$-10,2^{-7,56}_{-4,9}$	<0,0001

Таблица 5

Ангулометрические показатели «возможного» ацетабулярного покрытия в горизонтальной плоскости у детей основной и контрольной групп в возрасте от 3 до 7 лет

Показатель, (°)	ДИ основной группы $n_1=25$	ДИ контрольной группы $n_2=15$	Значимость различий	
			Разность $L\Delta_U$	Значения P (t -критерий)
УПП	39^{41}_{43}	31^{32}_{33}	$6,4^{9,5}_{12,7}$	<0,0001
УЗП	73^{76}_{79}	59^{61}_{63}	$10,8^{15,6}_{20,3}$	<0,0001
УСП	116^{121}_{126}	99^{101}_{103}	$13,3^{19,8}_{26,3}$	<0,0001

Обсуждение

В результате изучения рентгенологической картины ТБС у детей с вывихом бедра при артрогрипозе и DDH было отмечено, что степень кранио-латерального смещения головки бедренной кости значительно выражена в контрольной группе. Недоразвитие вертлужной впадины выявлено в обеих сравниваемых группах. В первую очередь это касалось недоразвития свода и переднего края вертлужной впадины, что проявлялось увеличением ее фронтальной и сагиттальной инклинации, а также уменьшением «возможного» ацетабулярного покрытия в горизонтальной плоскости, однако в основной группе данные изменения были выражены менее ($p<0,0001$). Также было выявлено, что задний край вертлужной впадины развит значительно в основной группе ($p<0,0001$). Утолщение дна вертлужной впадины является рентгенографическим признаком «пустой» вертлужной впадины. Данное явление было отмечено в обеих группах. Однако у детей с вывихом бедра при артрогрипозе данные изменения были менее выражены ($p<0,0001$).

Истинный шеечно-диафизарный угол в основной и контрольной группах не превышал возрастную норму, однако у детей до 1 года в основной группе он был меньше, чем в контрольной ($p<0,0001$).

Избыточная антеторсия бедренной кости у детей до 3 лет наблюдалась только в контрольной группе ($p<0,0001$), однако, у детей старше 3 лет данное явление наблюдалось и в основной группе ($p = 0,14$).

В доступных немногочисленных научных статьях, посвященных лечению пациентов с вывихом бедра при артрогрипозе, авторы отмечали выраженное недоразвитие свода вертлужной впадины, увеличенный шеечно-диафизарный угол и избыточную антеторсию бедренной кости,

что также характерно и для больных с DDH [1]. Однако проведенный нами сравнительный анализ показал, что основные изменения наблюдались только в виде недоразвития свода и переднего края вертлужной впадины при значениях истинного шеечно-диафизарного угла, соответствующих возрастной норме и появлении избыточной антеторсии бедренной кости только у детей старше 3 лет. Таким образом, полученные в ходе проведенного исследования данные лишь частично совпадают с данными литературы. На наш взгляд, данное обстоятельство можно объяснить одноплоскостным рентгеновским исследованием ТБС, которое проводили другие авторы.

Таким образом, при обследовании ТБС у детей с вывихом бедра при артрогрипозе рентгенологический метод является основным. Однако выполнение МСКТ ТБС в ряде случаев является единственным объективным методом оценки пространственного положения и формы вертлужной впадины и проксимального отдела бедра. Выполнение данного исследования необходимо, в частности, для расчета УАБК у данной категории пациентов, так как использование методик математического расчета истинных углов по проекционным углам с последующим вычислением по таблицам Schertlain (1929), Strzyzewski (1966), Magilligan (1956) и ее модификациям не всегда возможно из-за наружно-ротационной контрактуры в ТБС, которую часто не удается устранить, чтобы выполнить правильную рентгенологическую укладку [3–5, 18]. В таких случаях данный показатель возможно рассчитать только на основе горизонтальных МСКТ-срезов ТБС на уровнях шейки и мышечков бедренной кости. Также представление об истинном ШДУ у детей с вывихом бедра при артрогрипозе возможно получить исключительно при использовании МСКТ 3D-модели ТБС по той же причине.

Выводы

1. Кранио-латеральное смещение головки бедренной кости у детей в возрасте до 1 года при артрогрипозе статистически значимо менее выражено, чем у пациентов с DDH.

2. Недоразвитие вертлужной впадины в виде недостаточности свода и переднего края характерно для пациентов обеих групп, однако у пациентов с артрогрипозом эти изменения статистически значимо менее выражены. Также выявлено, что задний край вертлужной впадины более развит у пациентов с вывихом бедра при артрогрипозе, чем у детей с DDH.

3. Избыточная антеторсия бедренной кости статистически значимо выражена у пациентов до 3 лет с DDH и не встречается у детей с артрогрипозом. Однако у детей старше 3 лет с вывихом бедра при артрогрипозе патологическая антеторсия бедренной кости наблюдается так же, как у пациентов с DDH.

4. При планировании оперативного вмешательства на тазобедренном суставе у детей с вывихом бедра при артрогрипозе в протокол лучевого исследования, помимо стандартной рентгенографии, необходимо включать МСКТ.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Батькин С.Ф., Агранович О.Е., Барсуков Д.Б. Тактика лечения вывиха бедра у больных с артрогрипозом (обзор литературы). *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2014; (2):55-62.
2. Воронцов И.М., Мазурин А.В. Пропедевтика детских болезней. СПб.: Фолиант; 2009. 1002 с.
3. Камоско М.М., Баиндурашвили А.Г. Диспластический коксартроз у детей и подростков (клиника, патогенез, хирургическое лечение). СПб.: СпецЛит; 2010.
4. Поздникин Ю.И., Камоско М.М., Поздникин И.Ю. Профилактика и лечение деформирующего пре- и коксартроза у детей и подростков с врожденной патологией тазобедренного сустава: пособие для врачей. СПб.; 2005. 30 с.
5. Садофьева В.И. Рентгенофункциональная диагностика заболеваний опорно-двигательного аппарата у детей. Л.: Медицина; 1986. 235 с.
6. Cameron H.U. Total joint replacement in multiplex congenital contractures: a case report. *Can J Surg*. 1998; 41(3):245-247.
7. Darin N., Kimber E., Krokmark A. Multiple congenital contractures: Birth prevalence, etiology, and outcome. *J Pediatr*. 2002; 140:61-67.
8. Fassier A., Wicart Ph., Dubousset J., Seringe R. Arthrogyposis multiplex congenital. Long-term follow up from birth until skeletal maturity. *J Child Orthop*. 2009; 3:383-390.
9. Fisher K.A., Fisher D.A. Total hip and knee replacement in a patient with arthrogyposis multiplex congenita. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2014; 43 (4):E79-82.
10. Friedlander H.L., Westin G.W., Wood W.L. Arthrogyposis multiplex congenita: a review of 45 cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1968; 90:89-112.
11. Gruel C.R., Birch J.G., Roach J.W., Herring J.A. Teratologic dislocation of the hip. *J Pediatr Orthop*. 1986; 6:693-702.
12. Huurman W.W., Jacobsen S.T. The hip in arthrogyposis multiplex congenita. *Clin Orthop Relat Res*. 1985; 194:81-86.
13. Louis T.A., Zeger S.L. Effective communication of standard errors and confidence intervals. *Biostatistics*. 2009; 10(1):1-2.
14. Södergard J. Hip in arthrogyposis multiplex congenita. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 1996; 82(5):403-409.
15. Staheli L.T., Chew D.E., Elliott J.S., Mosca V.S. Management of hip dislocation in children with arthrogyposis. *J Pediatr Orthop*. 1987; 7(6):681-685.
16. Stilli S., Antonioli D., Lampasi M., Donzelli O. Management of hip contractures and dislocations in arthrogyposis. *Musculoskelet Surg*. 2012; 96(1):17-21.
17. Strzyzewski H. A simplified method for radiological determination of the angle of antetorsion and neck-shaft angle of the femur in children. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol*. 1966; 31(1):65-73.
18. Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 1987. 536 p.
19. Wada A., Yamaguchi T., Nakamura T., Yanagida H., Takamura K., Oketani Y., Kubota H., Fujii T. Surgical treatment of hip dislocation in amyoplasia-type arthrogyposis. *J Pediatr Orthop B*. 2012; 21(5):381-355.
20. Yau P.W.P., Wang C., Yun H.L., Leong G.C.Y. Twenty year follow-up of hip problems in arthrogyposis multiplex congenital. *J Pediatr Orthop*. 2002; 22(3):359-363.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Батькин Сергей Федорович – аспирант ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России

Барсуков Дмитрий Борисович – канд. мед. наук научный сотрудник отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России

Агранович Ольга Евгеньевна – д-р мед. наук научный руководитель отделения артрогрипоза ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России

Камоско Михаил Михайлович – д-р мед. наук научный руководитель отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России

X-RAY ANATOMICAL FEATURES OF THE DISLOCATED HIP IN CHILDREN WITH ARTHROGRYPOSIS

S.F. Bat'kin, D.B. Barsukov, O.E. Agranovich, M.M. Kamosko

*Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, Parkovaya ul., 64-68, Pushkin, St. Petersburg, Russia, 196603***Abstract**

The purpose – to identify the X-ray anatomical features of the dislocated hip in children with arthrogryposis, to compare X-ray and CT scans of hips in patients with arthrogryposis and DDH.

Materials and methods. We examined the 98 X-rays and CT scans of the pelvis (120 hips) in children aged from 5 months to 7 years with a hip dislocation in arthrogryposis (main group) and DDH (control group).

Results. Cranio-lateral displacement of the femoral head was less pronounced in the main group than in the control. Deficiency of the roof and anterior acetabular margin are typical for the comparison groups, but these changes are significantly less pronounced in the main group ($p < 0,0001$). Also revealed that the posterior acetabular margin developed significantly greater in the main group. For the patients in the main group up to 3 years, the pathological femoral antetorsion is not typical in contrast to the control group ($p < 0,0001$), however, it occurs in older age ($p < 0,14$). At the compared groups the true values of the NSA do not exceed the age norm.

Conclusion. Examination protocol of the hip dislocation in children with arthrogryposis must include X-ray and CT of the pelvis for reliable evaluation of the femoral and acetabular component and preoperative planning.

Key words: arthrogryposis, DDH, teratological hip dislocation, X-ray and CT features.

Conflict of interest: none.

References

- Bat'kin SF, Agranovich OE, Barsukov DB. [Management of hip dislocation in patients with arthrogryposis (review)]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta*. 2014;(2):55-62. [in Rus.]
- Vorontsov IM, Mazurin AV. Propedeutika detskikh boleznej [Propaedeutics of childhood diseases]. SPb.: Foliant; 2009. 1002 s. [in Rus.]
- Kamosko MM, Baindurashvili AG. Displasticheskiy koksartroz u detey i podrostkov (klinika, patogenez, khirurgicheskoe lecheniye) [Dysplastic coxarthrosis in children and adolescents (clinic, pathogenesis, surgery)]. SPb.: SpecLit; 2010. [in Rus.]
- Pozdnyukov JuI, Kamosko MM, Pozdnyukov IJu. Profilaktika i lecheniye deformiruyushchego pre- i koksartroza u detey i podrostkov s vrozhdennoy patologiyey tazobedrennogo sustava [Prevention and treatment of pre-deforming and coxarthrosis in children and adolescents with a congenital pathology hip]. SPb.; 2005. 30 s. [in Rus.]
- Sadofeva VI. Rentgenofunktsional'naya diagnostika zabolevaniy oporno-dvigatel'nogo apparata u detey [X-ray diagnosis of the musculoskeletal system diseases in children]. L.: Meditsina; 1986. 235 s. [in Rus.]
- Cameron HU. Total joint replacement in multiplex congenital contractures: a case report. *Can J Surg*. 1998; 41(3):245-247.
- Darin N, Kimber E, Kroksmark A. Multiple congenital contractures: Birth prevalence, etiology, and outcome. *J Pediatr*. 2002; 140:61-67.
- Fassier A, Wicart Ph, Dubouset J, Seringe R Arthrogryposis multiplex congenital. Long-term follow up from birth until skeletal maturity. *J Child Orthop*. 2009; 3:383-390.
- Fisher KA, Fisher DA. Total hip and knee replacement in a patient with arthrogryposis multiplex congenita. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2014; 43 (4):E79-82.
- Friedlander HL, Westin GW, Wood WL. Arthrogryposis multiplex congenita: a review of 45 cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1968; 90:89-112.
- Gruel CR, Birch JG, Roach JW, Herring JA. Teratologic dislocation of the hip. *J Pediatr Orthop*. 1986; 6:693-702.
- Huurman WW, Jacobsen ST. The hip in arthrogryposis multiplex congenita. *Clin Orthop Relat Res*. 1985; 194:81-86.
- Louis TA, Zeger SL. Effective communication of standard errors and confidence intervals. *Biostatistics*. 2009; 10(1):1-2.
- Södergard J. Hip in arthrogryposis multiplex congenita. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot*. 1996; 82(5):403-409.
- Staheli LT, Chew DE, Elliott JS, Mosca VS. Management of hip dislocation in children with arthrogryposis. *J Pediatr Orthop*. 1987; 7(6):681-685.
- Stilli S, Antonioli D, Lampasi M, Donzelli O. Management of hip contractures and dislocations in arthrogryposis. *Musculoskelet Surg*. 2012; 96(1):17-21.
- Strzyzewski H. A simplified method for radiological determination of the angle of antetorsion and neck-shaft angle of the femur in children. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol*. 1966; 31(1):65-73.

Cite as: Bat'kin SF, Barsukov DB, Agranovich OE, Kamosko MM. X-ray anatomical features of the dislocated hip in children with arthrogryposis. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):60-69. [in Russian]

✉ Bat'kin Sergey F. Parkovaya ul., 64-68, Pushkin, St. Petersburg, Russia, 196603; e-mail: sergey-batkin@mail.ru

1 Received: 20.04.2015; Accepted for publication: 09.06.2015

18. Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 1987. 536 p.
19. Wada A, Yamaguchi T, Nakamura T, Yanagida H, Takamura K, Oketani Y, Kubota H, Fujii T. Surgical treatment of hip dislocation in amyoplasia-type arthrogyrosis. *J Pediatr Orthop B.* 2012; 21(5):381-355.
20. Yau PWP, Wang C, Yun HL, Leong GCY. Twenty year follow-up of hip problems in arthrogyrosis multiplex congenital. *J Pediatr Orthop.* 2002; 22(3):359-363.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Bat'kin Sergey F. – postgraduate student, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics

Barsukov Dmitry B. – researcher of the department of the hip pathology, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics

Agranovich Olga E. – head of the department of arthrogyrosis, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics

Kamosko Mikhail M. – head of the department of hip pathology, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics

БЛИЖАЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПЕРИПРОТЕЗНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

В.В. Хоминец, П.А. Метленко, А.Н. Богданов, А.Л. Кудяшев, Ф.В. Мироевский

ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ,
ул. Ак. Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, Россия, 194044

Реферат

Проанализированы ближайшие результаты лечения 19 больных с перипротезными переломами бедренной кости, которые были разделены на группы в соответствии с Ванкуверской классификацией перипротезных переломов. Оценка функциональных результатов проводили по шкале Харриса. Всем больным в послеоперационном периоде выполняли контрольное рентгенологическое исследование, а при необходимости – компьютерную томографию.

Во всех наблюдениях перипротезные переломы были получены в послеоперационном периоде, в срок от 2 недель до 11 лет после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. У всех пациентов при первичном эндопротезировании были имплантированы клиновидные бедренные компоненты (Versys ET, Spotorno, CPT (Zimmer, США)). В большинстве случаев первоначально больным были имплантированы бесцементные эндопротезы – 16 (84,2%) наблюдений, в 2 (10,5%) клинических наблюдениях – гибридные и в 1 (5,3%) – цементный. У всех больных с перипротезными переломами типа А был выявлен перелом большого вертела. При перипротезных переломах типа В1 (8 больных) применяли открытую репозицию отломков, фиксацию их проволочными серкляжами и остеосинтез перелома пластиной. При лечении больных с переломами типа В2 (3 больных) осуществляли замену нестабильного бедренного компонента на бесцементный ревизионный компонент Вагнера, фиксацию пластиной с угловой стабильностью винтов и серкляжами. У больных с перипротезными переломами типа С применяли закрытую репозицию, внутренний минимально инвазивный остеосинтез пластиной. Сращение было достигнуто у 18 (94,7%) больных. Средние сроки сращения составили $14,3 \pm 5,2$ недель. Результаты оценки по шкале Харриса, проведенной через 3 месяца, составили в среднем $64,9 \pm 16,7$ баллов. Через 1 год по аналогичной методике были опрошены 12 (63,2%) больных, при этом результат составил $86,5 \pm 15,9$ баллов.

Перипротезные переломы бедренной кости являются серьезным осложнением эндопротезирования тазобедренного сустава, требующим специализированного подхода к выбору тактики лечения в зависимости от типа перелома и качества костной ткани. Необходимо тщательно оценивать стабильность бедренного компонента, особенно при дифференциальной диагностике перипротезных переломов типов В1 и В2, при этом КТ является одним из необходимых методов диагностики.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, перипротезные переломы, стабильность бедренного компонента.

Эндопротезирование тазобедренного сустава является одним из наиболее активно развивающихся и успешных направлений современной ортопедии. В последние годы частота первичных и ревизионных оперативных вмешательств существенно увеличилась [13, 16]. В связи с этим имеет место закономерный рост осложнений, одним из которых являются перипротезные переломы бедренной кости. Эта патология характеризуется высокой частотой неудовлетворительных функциональных результатов лечения, значительным количеством инфекционных осложнений и смертностью [13, 16, 19].

По данным различных авторов, частота интраоперационных перипротезных переломов варьирует от 0,1% до 27,8%, в то время как в послеоперационном периоде – от 0,07% до 18% [1, 2, 8, 15]. Предрасполагающими факторами их возникновения являются остеопороз, остеопения и морфологические изменения кости (например, вследствие ревматоидного артрита или болезни Педжета), а также интраоперационные ошибки хирургов (дефекты и раскалывание бедренной кости вследствие неправильной обработки канала рашпилями). Помимо этого к факторам риска следует отнести использование

Хоминец В.В., Метленко П.А., Богданов А.Н., Кудяшев А.Л., Мироевский Ф.В. Ближайшие результаты лечения больных с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):70-78.

Метленко Павел Анатольевич. Ул. Ак. Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, Россия, 194044; e-mail: +79052274723@yandex.ru

Рукопись поступила: 24.09.2015; принята в печать: 05.10.2015

бесцементных бедренных компонентов, нестабильность ножки, ревизионное эндопротезирование и пожилой возраст пациента [14, 15, 18]. В некоторых исследованиях было отмечено, что частота перипротезных переломов может увеличиваться до 12% у больных, которым первичное эндопротезирование было выполнено по поводу переломов шейки бедренной кости в связи со значимым уменьшением плотности костной ткани [12]. Встречаются публикации, описывающие зависимость частоты перипротезных переломов от дизайна бедренного компонента. По данным Т.М. Thien с соавторами, наиболее часто перипротезные переломы встречаются при использовании полированных цементных бедренных компонентов типа Exeter и СРТ [17].

Консервативное лечение и остеосинтез аппаратами внешней фиксации не получили широкого распространения в повседневной клинической практике при лечении данной категории больных. Наиболее распространенным методом лечения является открытая репозиция и внутренний остеосинтез пластинами. Экстремедулярные фиксаторы, применительно к перипротезным переломам, прошли эволюцию от устройств «Mennen Plate» до современных пластин с угловой стабильностью винтов с возможностью тангенциального полиаксиального их проведения в сочетании с использованием проволочных серкляжей или кабель-тросов. Зачастую при перипротезных переломах бедренной кости и ревизии бедренного компонента используется метод интрамедулярного остеосинтеза на длинной ревизионной ножке [3, 9, 11].

Успешное лечение больных данной категории требует оснащения хирургического стационара современными имплантатами, включая ревизионные компоненты эндопротезов тазобедренного сустава, а также высокотехнологичного оборудования и подготовленного медицинского персонала. Вместе с тем, несмотря на существенные экономические затраты на лечение этих пациентов, частота осложнений остается достаточно высокой и достигает 25% [6, 7, 10].

Вопросы тактики хирургических вмешательств при перипротезных переломах бедренной кости и оценки полученных результатов достаточно широко освещены в иностранной научной литературе, в то время как в отечественных изданиях встречаются лишь редкие публикации.

Нами проанализированы результаты лечения 19 больных с перипротезными переломами бедренной кости, которые проходили лечение в клинике военной травматологии и ортопедии

ВМедА и в травматологическом отделении СПб ГБУЗ «Городская больница № 26» с 2011 по 2015 г. Больные были разделены на группы в соответствии с Ванкуверской классификацией перипротезных переломов: тип А – проксимальные переломы на уровне большого и малого вертелов; тип В – переломы на протяжении бедренного компонента (В1 – при стабильном бедренном компоненте, В2 – при нестабильном бедренном компоненте и удовлетворительном качестве костной ткани в проксимальном отделе, В3 – переломы оскольчатые на фоне остеолитиза с нестабильностью бедренного компонента); тип С – переломы дистальнее бедренного компонента при его стабильности [5].

Перипротезные переломы типа А были диагностированы у 4 (21,1%) больных; В1 – у 8 (42,1%); В2 – у 3 (15,8%); В3 – у 2 (10,5%), С – у 2 (10,5%) пациентов (табл. 1). Мужчин было 11 (57,9%), женщин – 8 (42,1%). Средний возраст больных составил 65±12 лет (42–88 лет).

Таблица 1
Распределение больных по типу перипротезного перелома и полу

Тип перелома	Количество больных	Распределение по полу	
		Мужчины	Женщины
А	4	1	3
В1	8	5	3
В2	3	2	1
В3	2	2	–
С	2	1	1
Всего	19	11	8

Оценку функциональных результатов проводили с помощью шкалы Харриса. Всем больным в послеоперационном периоде выполняли контрольное рентгенологическое исследование, а при необходимости – компьютерную томографию (4 пациента).

Во всех наблюдениях перипротезные переломы были получены в послеоперационном периоде. Сроки возникновения колебались от 2 недель до 11 лет после первичной операции эндопротезирования тазобедренного сустава.

Основной причиной перелома в большинстве случаев стала травма, полученная при падении в быту. Среди предрасполагающих факторов следует выделить остеопороз, участки остеолитиза проксимального отдела бедренной кости, бесцементную фиксацию бедренного компонента, клиновидную форму ножки или полированные цементные бедренные компоненты.

У всех пациентов при первичном эндопротезировании был имплантирован клиновидный бедренный компонент бесцементной или цементной фиксации (Versys ET, Spotorno, CRT (Zimmer, США)). В большинстве случаев первоначально больным были имплантированы бесцементные эндопротезы тазобедренного сустава – 16 (84,2%) наблюдений, у 2 (10,5%) пациентов – гибридные и у 1 (5,3%) – цементный. Распределение больных по типу бедренного компонента представлено в таблице 2.

Таблица 2
Распределение больных по типу первичного бедренного компонента

Тип бедренного компонента	Количество больных
Versys ET	15
Spotorno	1
CRT	3
Всего	19

У больных с перипротезными переломами типа А во всех случаях был выявлен перелом большого вертела. Переломы малого вертела и наличие остеолитизиса проксимального отдела бедренной кости отмечены не были. У 3 (15,8%) больных перипротезные переломы были стабильными, что позволило применить консервативную тактику лечения (иммобилизация тазобедренной повязкой). В одном (5,3%) наблюдении при нестабильном переломе большого вертела был выполнен остеосинтез стягивающей петлей.

При перипротезных переломах типа В1 (8 больных) применяли открытую репозицию отломков, фиксацию их проволочными серкляжами и остеосинтез перелома пластиной. При данном виде переломов особое внимание уделяли тщательному изучению рентгенограмм и оценке стабильности бедренного компонента. Нередко возможно интерпретировать перипротезный перелом типа В2 как тип В1, что впоследствии приводит к развитию нестабильности бедренного компонента и неудовлетворительному функциональному результату.

При лечении больных с переломами типа В2 (3 больных) осуществляли замену нестабильного бедренного компонента на бесцементный ревизионный компонент Вагнера, фиксацию пластиной с угловой стабильностью винтов и серкляжами. При данном типе перипротезных переломов цементные бедренные компоненты не применяли, так как костный цемент зачастую приводит к интерпозиции линии перелома, ухудшает и существенно затрудняет репозицию

костных отломков. Ни в одном из наблюдений не использовали костные аллотрансплантаты.

При типе В3 (2 больных) применяли длинную бесцементную ревизионную ножку Вагнера дистальной фиксации и остеосинтез специальной пластиной для перипротезных переломов с угловой стабильностью NCB (Zimmer) и возможностью использования полиаксиального введения винтов, кабель-тросов и серкляжей.

Особенностью лечения переломов типов В2 и В3 явилось то, что во время операции после удаления нестабильной ножки эндопротеза выполняли репозицию отломков бедренной кости, используя при этом серкляжные швы, потом осуществляли фиксацию перелома пластиной в режиме шины для кости, которая позволяла нам выполнить примерку ревизионного бедренного компонента. Заканчивали операцию введением винтов или применением дополнительных кабель-тросов, что увеличивало стабильность остеосинтеза.

Клиническое наблюдение 1

Больной П., 58 лет, находился на лечении в клинике военной травматологии и ортопедии (ВТО) ВМедА с 07.08.2014 г. по 27.08.2014 г. Диагноз: закрытый перипротезный оскольчатый перелом правой бедренной кости со смещением отломков, тип В3 по Ванкуверской классификации. В 2005 г. проведено тотальное цементное эндопротезирование правого тазобедренного сустава, в 2012 г. – тотальное гибридное эндопротезирование левого тазобедренного сустава. В клинике ВТО ВМедА выполнены ревизия нестабильного цементного бедренного компонента с заменой на бесцементный компонент дистальной фиксации (Вагнера), открытая репозиция и внутренняя фиксация перипротезной пластиной NCB (Zimmer, США), винтами, кабель-тросами, проволочными серкляжами (рис. 1).

У больных с перипротезными переломами типа С применяли закрытую репозицию, внутренний минимально инвазивный остеосинтез пластиной (рис. 2).

Сращение было достигнуто у 18 (94,7%) больных. Провести контрольное рентгенологическое обследование не удалось лишь у одного пациента. Он был опрошен по телефону – ходит с полной опорной нагрузкой на оперированную конечность, пользуется тростью при длительной ходьбе. Средние сроки сращения составили $14,3 \pm 5,2$ недель. Поверхностной или глубокой инфекции, вывихов отмечено не было.

Первичная выживаемость бедренных компонентов эндопротезов составила 94,7%. У 1 (5,3%) пациента с перипротезным переломом сращения

бедренной кости через 10 месяцев была диагностирована нестабильность ножки. Данный факт трактуется нами как следствие неверной оценки типа перипротезного перелома (тип В2 был

интерпретирован как В1), что привело к выбору ошибочной хирургической тактики – был выполнен внутренний остеосинтез пластиной без ревизии и замены бедренного компонента.

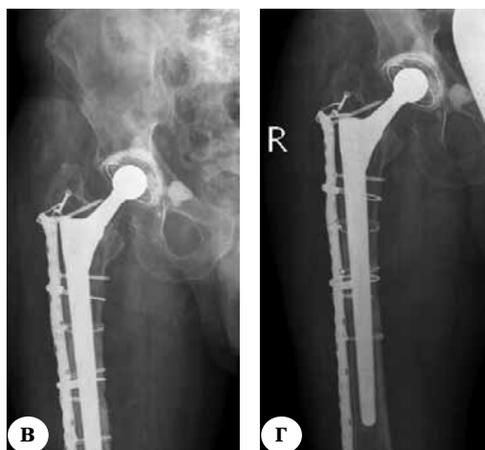
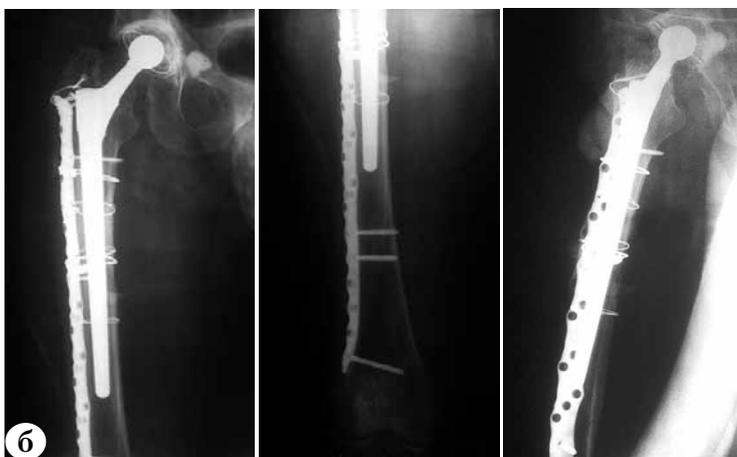
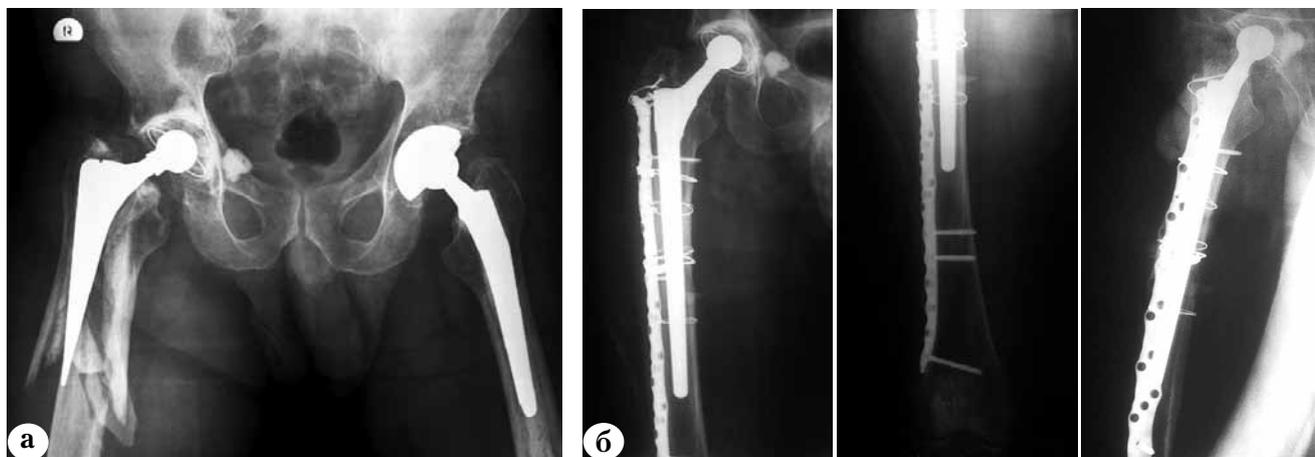
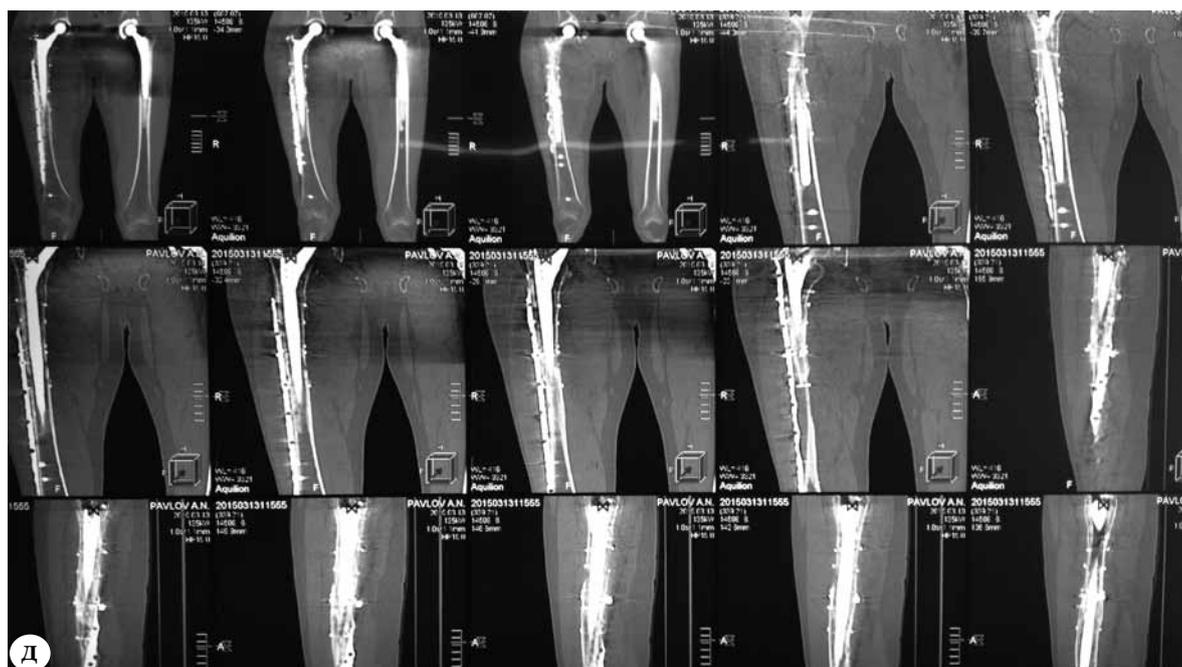


Рис. 1. Рентгенограммы и компьютерные томограммы больного П. с перипротезным перелом бедренной кости типа В3: а – при поступлении в клинику; б – после операции; в – через 4 месяца после операции (оседание бедренного компонента не более 4 мм); г – через 7 месяцев после операции (оседание бедренного компонента не отмечается); д – контрольное КТ-исследование спустя 7 месяцев после операции (сращение бедренной кости, бедренный компонент стабилен)



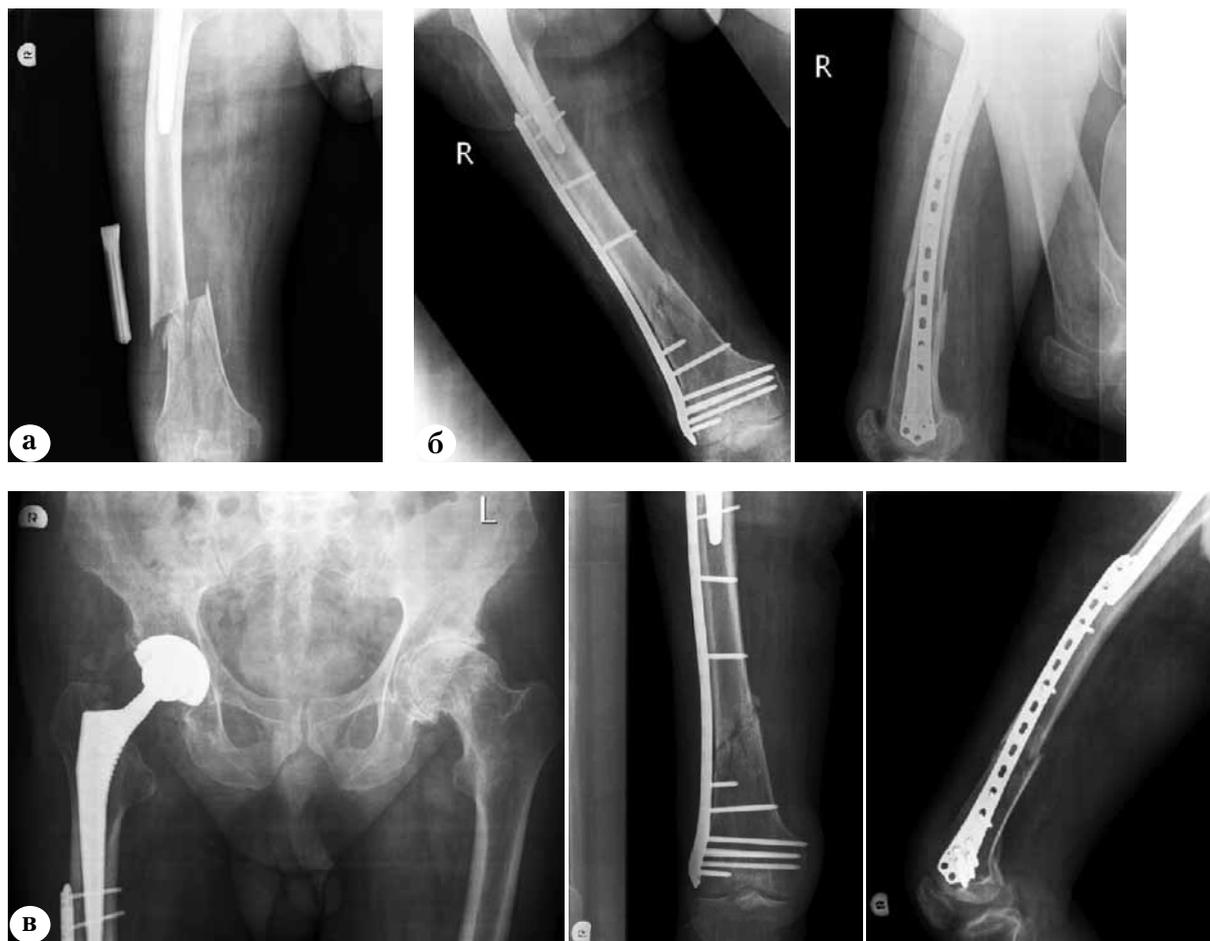


Рис. 2. Рентгенограммы больной М. с перипротезным переломом бедренной кости типа С: а – при поступлении в клинику; б – после операции; в – через 3 месяца после операции

Клиническое наблюдение 2

Больная Н., 79 лет, поступила на лечение в клинику ВТО ВМедА 27.07.2014 г. Диагноз: закрытый перипротезный перелом правой бедренной кости со смещением отломков типа В2 по Ванкуверской классификации. В 2003 г. было проведено тотальное бесцементное эндопротезирование правого тазобедренного сустава. Больной была выполнена открытая репозиция и внутренняя фиксация пластиной с угловой стабильностью, винтами и проволочными серкляжами. Через 3 месяца после операции больная ходила с костылями с частичной нагрузкой на оперированную конечность, признаки нестабильности бедренного компонента отсутствовали. Спустя 10 месяцев после операции больную стала беспокоить интенсивная боль в правом бедре, значительно снижающая качество жизни и способность самообслуживания. Были проведены контрольная рентгенография и КТ-исследование. Отмечались сращения перелома бедренной кости, признаки нестабильности бедренного компонента. Выполнена замена бедренного компонента на ревизионную бесцементную ножку Вагнера (рис. 3).

Результаты опроса по шкале Харриса, проведенного у всех больных через 3 месяца, составили в среднем $64,9 \pm 16,7$ баллов. Через 1 год по аналогичной методике были опрошены 12 (63,2%) больных, при этом результат составил $86,5 \pm 15,9$ баллов.

У 2 (10,5%) пациентов (1 мужчина и 1 женщина) результаты удалось оценить в сроки 7 и 10 месяцев соответственно. После контрольной рентгенографии и компьютерной томографии у одного пациента констатировано сращение бедренной кости и хороший результат по шкале Харриса (83 балла). У второй больной (клинический пример № 2) при рентгенографии была диагностирована асептическая нестабильность бедренного компонента эндопротеза, а результаты по шкале Харриса оценены как неудовлетворительные (67 баллов).

Применяемая тактика лечения перипротезных переломов у анализируемой выборки больных представлена в таблице 3.



Рис. 3. Рентгенограммы больной Н. с перипротезным перелом бедренной кости типа В2:
 а – при поступлении в клинику;
 б – после операции;
 в – через 3 месяца после операции;
 г – через 10 месяцев после операции (признаки нестабильности бедренного компонента – указано стрелкой);
 д – после ревизии бедренного компонента

Тактика лечения перипротезных переломов у анализируемой группы больных

Стабильность бедренного компонента

Стабильный		Нестабильный	
Тип А	Типы В1 и С	Тип В2	Тип В3
Консервативное или оперативное лечение (фиксация провололочными серкляжами, винтами)	Оперативное лечение: внутренний остеосинтез пластиной (преимущественно с угловой стабильностью), винтами, провололочными серкляжами, кабель-тросами	Оперативное лечение: внутренний остеосинтез пластиной (преимущественно с угловой стабильностью), винтами, провололочными серкляжами, кабель-тросами + ревизия с применением бесцементных бедренных компонентов (в т. ч. длинных ножек с дистальной фиксацией)	Оперативное лечение: внутренний остеосинтез пластиной (преимущественно с угловой стабильностью), винтами, провололочными серкляжами, кабель-тросами + ревизия с применением бесцементных бедренных компонентов (в т. ч. длинных ножек с дистальной фиксацией) + использование костных аллотрансплантатов (при наличии дефектов проксимального отдела бедренной кости)

Выводы

1. Перипротезные переломы бедренной кости являются серьезным осложнением эндопротезирования тазобедренного сустава, требующим специализированного подхода к выбору тактики лечения больных данной категории в зависимости от типа перелома, стабильности бедренного компонента и качества костной ткани.

2. Необходимо тщательно оценивать стабильность бедренного компонента, особенно при дифференциальной диагностике перипротезных переломов типа В1 и В2, при этом КТ является одним из необходимых методов диагностики.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

- Белов М.В., Ключевский В.В., Даниляк В.В., Гильфанов С.И., Ключевский В.В. Сравнение эффективности способов лечения перипротезных переломов бедра. *Травматология и ортопедия России*. 2006; (3):21-25.
- Ключевский В.В., Даниляк В.В., Гильфанов С.И., Белов М.В., Ключевский В.В. Современные подходы к лечению перипротезных переломов бедра. *Тендэнс ортопедии*. 2008; (4):126-130.
- Тихилов Р.М., Воронкевич И.А., Малыгин Р.В., Ласунский С.А. Пластина для остеосинтеза перипротезных переломов бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2009; (2):117-122.
- Brodén C., Mukka S., Muren O., Eisler T., Boden H., Stark A., Sköldenberg O. High risk of early periprosthetic fractures after primary hip arthroplasty in elderly patients using a cemented, tapered, polished stem. *Acta Orthop*. 2015; 86(2):169-174.
- Duncan C.P., Marsi B.A. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect*. 1995; 44:293-304.
- Fink B. Revision arthroplasty in periprosthetic fractures of the proximal femur. *Oper Orthop Traumatol*. 2014; 6(5):455-468.
- Füchtmeier B., Galler M., Müller F. Mid-term results of 121 periprosthetic femoral fractures: increased failure and mortality within but not after one postoperative year. *J Arthroplasty*. 2014; 30(4):699-674.
- Graham S.M., Moazen M., Leonidou A., Tsiridis E. Locking plate fixation for Vancouver B1 periprosthetic femoral fractures: a critical analysis of 135 cases. *J Orthop Sci*. 2013; 18(3):426-436.
- Khan M., Della Valle C.J., Jacofsky D.J., Meneghini R.M., Haddad F.S. Early postoperative complications after total hip arthroplasty: current strategies for prevention and treatment. *Instr Course Lect*. 2015; 64:337-346.
- Kim Y., Tanaka C., Tada H., Kanoe H., Shirai T. Treatment of periprosthetic femoral fractures after femoral revision using a long stem. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015; 10:106-113.
- Lunebourg A., Mouhsine E., Cherix S., Ollivier M., Chevalley F., Wettstein M. Treatment of type B periprosthetic femur fractures with curved non-locking plate with eccentric holes: Retrospective study of 43 patients with minimum 1-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015; 101(3):277-282.
- Mann T., Eisler T., Bodén H., Muren O., Stark A., Salemyr M., Sköldenberg O. Larger femoral periprosthetic bone mineral density decrease following total hip arthroplasty for femoral neck fracture than for osteoarthritis: a prospective, observational cohort study. *J Orthop Res*. 2015; 33(4):504-512.
- Nauth A., Nousiainen M.T., Jenkinson R., Hall J. The treatment of periprosthetic fractures. *Instr Course Lect*. 2015; 64:161-173.
- Ricci W.M. Periprosthetic femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2015; 29(3):130-137.
- Sidler-Maier C.C., Waddell J.P. Incidence and predisposing factors of periprosthetic proximal femoral fractures: a literature review. *Int Orthop*. 2015; 39(9):1673-1682.
- Spina M., Rocca G., Canella A., Scalvi A. Causes of failure in periprosthetic fractures of the hip at 1- to 14-year follow-up. *Injury*. 2014; 45(6):85-92.
- Thien T.M., Chatziagorou G., Garellick G., Furnes O., Havelin L.I., Mäkelä K., Overgaard S., Pedersen A., Eskelinen A., Pulkkinen P., Kärrholm J. Periprosthetic femoral fracture within two years after total hip replacement: analysis of 437,629 operations in the nordic

- arthroplasty register association database. *J Bone Joint Surg Am.* 2014; 96(19):e167.
18. Watts C.D., Abdel M.P., Lewallen D.G., Berry D.J., Hanssen A.D. Increased risk of periprosthetic femur fractures associated with a unique cementless stem design. *Clin Orthop Relat Res.* 2015; 473(6):2045-2053.
19. Yassen A.T., Haddad F.S. Periprosthetic fractures: bespoke solutions. *Bone Joint J.* 2014; 96-B(11):48-55.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хоминец Владимир Васильевич – д-р мед. наук начальник кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Метленко Павел Анатольевич – канд. мед. наук начальник ортопедического отделения клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Богданов Андрей Николаевич – канд. мед. наук ассистент кафедры военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Кудяшев Алексей Леонидович – канд. мед. наук заместитель начальника кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Мироевский Филипп Владиславович – врач-травматолог-ортопед клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

IMMEDIATE RESULTS OF TREATMENT PERIPROSTHETIC FEMORAL FRACTURES AFTER HIP REPLACEMENT

V.V. Khominets, P.A. Metlenko, A.N. Bogdanov, A.L. Kudyashev, F.V. Miroevsky

Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation, ul. Ak. Lebedeva, 6, St. Petersburg, Russia, 194044

Abstract

Periprosthetic fractures are one of the most serious complications after hip replacement. Nineteen periprosthetic femoral fractures operated on during the period 2011-2015 were followed-up retrospectively. Periprosthetic fractures were classified according to the Vancouver classification. The functional results were evaluated using Harrison scale. Bone healing and implant stability were evaluated clinically, on plain radiographs and computed tomography.

The periprosthetic fractures in all patients occurred in the postoperative period. Time from operation until fracture varied from 2 weeks to 11 years. A wedge-shaped cemented or cementless stems were implanted during the first surgery: Versys ET, Spotorno, CPT (Zimmer, США): cementless fixation was performed in 16 (84,2%) patients, hybrid – in 2 (10,5%) and cemented fixation – in 1 (5,3%) patient. The fractures of greater trochanter were diagnosed in all patients with type A periprosthetic fractures. In type B1 periprosthetic fracture (8 patients) open reduction, cerclage wiring and internal plate osteosynthesis were applied. Loosening stems in 3 patients with type B2 fractures were replaced with Wagner cementless revision component (Wagner SL Revision Stem). Angle-stable plate osteosynthesis and cerclage wiring were also performed. Closed reduction and internal minimal invasive plate osteosynthesis were performed in patients with type C periprosthetic fractures. Bone consolidation was achieved in 18 (94,7%) patients, the average term was 14,3±5,2 weeks. The average Harris hip score in all patients 3 months after treatment was 64,9±16,7 points, and in 12 patients (63,2%) after a year – 86,5±15,9. Femoral periprosthetic fractures require a specialized approach to choosing the treatment tactic depending on the fracture type and quality of bone tissue. It is necessary to evaluate the femoral component stability, especially in differential diagnosis of type B1 and B2 periprosthetic fractures. Computed tomography is one of the necessary methods of diagnosis.

Key words: total hip replacement, periprosthetic fractures.

Conflict of interest: none.

 **Cite as:** Khominets VV, Metlenko PA, Bogdanov AN, Kudyashev AL, Miroevsky FV. [Immediate results of treatment periprosthetic femoral fractures after hip replacement]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii.* 2015; (4):70-78. [in Russian]

 *Metlenko Pavel A.* Ul. Ak. Lebedeva, 6, St. Petersburg, Russia, 194044; e-mail: +79052274723@yandex.ru

 Received: 24.09.2015; Accepted for publication: 05.10.2015

References

1. Belov MV, Klyuchevsky VV, Danilyak VV, Gil'fanov SI, Klyuchevsky VasV. [Comparison of the effectiveness of treatments for periprosthetic hip fractures]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2006; (3):21-25. [in Rus.]
2. Klyuchevsky VV, Danilyak VV, Gil'fanov SI, Belov MV, Klyuchevsky VasV. [Modern approaches to the treatment of periprosthetic fractures of the hip]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2008; (4): 126-130. [in Rus.]
3. Tikhilov RM, Voronkevich OA, Malygin RV, Lasunskiy SA. [Plate for osteosynthesis of periprosthetic femoral fractures]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2009; (2): 117-122. [in Rus.]
4. Brodén C, Mukka S, Muren O, Eisler T, Boden H, Stark A, Sköldenberg O. High risk of early periprosthetic fractures after primary hip arthroplasty in elderly patients using a cemented, tapered, polished stem. *Acta Orthop*. 2015; 86(2):169-174.
5. Duncan CP, Marsi BA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect*. 1995; 44:293-304.
6. Fink B. Revision arthroplasty in periprosthetic fractures of the proximal femur. *Oper Orthop Traumatol*. 2014; 6(5):455-468.
7. Führtmeier B, Galler M, Müller F. Mid-term results of 121 periprosthetic femoral fractures: increased failure and mortality within but not after one postoperative year. *J Arthroplasty*. 2014; 30(4):699-704.
8. Graham SM, Moazen M, Leonidou A, Tsiridis E. Locking plate fixation for Vancouver B1 periprosthetic femoral fractures: a critical analysis of 135 cases. *J Orthop Sci*. 2013; 18(3):426-436.
9. Khan M, Della Valle CJ, Jacofsky DJ, Meneghini RM, Haddad FS. Early postoperative complications after total hip arthroplasty: current strategies for prevention and treatment. *Instr Course Lect*. 2015; 64:337-346.
10. Kim Y, Tanaka C, Tada H, Kanoe H, Shirai T. Treatment of periprosthetic femoral fractures after femoral revision using a long stem. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015; 10:106-113.
11. Lunebourg A, Mouhsine E, Cherix S, Ollivier M, Chevalley F, Wettstein M. Treatment of type B periprosthetic femur fractures with curved non-locking plate with eccentric holes: Retrospective study of 43 patients with minimum 1-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015; 101(3):277-282.
12. Mann T, Eisler T, Bodén H, Muren O, Stark A, Salemyr M, Sköldenberg O. Larger femoral periprosthetic bone mineral density decrease following total hip arthroplasty for femoral neck fracture than for osteoarthritis: a prospective, observational cohort study. *J Orthop Res*. 2015; 33(4):504-512.
13. Nauth A, Nousiainen MT, Jenkinson R, Hall J. The treatment of periprosthetic fractures. *Instr Course Lect*. 2015; 64:161-173.
14. Ricci WM. Periprosthetic femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2015; 29(3):130-137.
15. Sidler-Maier CC, Waddell JP. Incidence and predisposing factors of periprosthetic proximal femoral fractures: a literature review. *Int Orthop*. 2015; 39(9):1673-1682.
16. Spina M, Rocca G, Canella A, Scalvi A. Causes of failure in periprosthetic fractures of the hip at 1- to 14-year follow-up. *Injury*. 2014; 45(6):85-92.
17. Thien TM, Chatziagorou G, Garellick G, Furnes O, Havelin L.I., Mäkelä K, Overgaard S, Pedersen A, Eskelinen A, Pulkkinen P, Kärrholm J. Periprosthetic femoral fracture within two years after total hip replacement: analysis of 437,629 operations in the nordic arthroplasty register association database. *J Bone Joint Surg Am*. 2014; 96(19):e167.
18. Watts CD, Abdel MP, Lewallen DG, Berry DJ, Hanssen AD. Increased risk of periprosthetic femur fractures associated with a unique cementless stem design. *Clin Orthop Relat Res*. 2015; 473(6):2045-2053.
19. Yasen AT, Haddad FS. Periprosthetic fractures: bespoke solutions. *Bone Joint J*. 2014; 96-B(11):48-55.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Khomintets Vladimir V. – the head of department and clinic of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Metlenko Pavel A. – the head of orthopedic department, Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Bogdanov Andrey N. – assistant, department of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Kudyashev Alexey L. – deputy head of the department and clinic of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Miroevsky Filipp V. – the orthopedic surgeon, the department of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

ВНУТРИКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ КАК НОВАЯ ОПЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

В.О. Каленский¹, К.Ю. Кононова², Д.А. Глухов², П.А. Иванов¹,
К.А. Бердюгин², А.Н. Челноков²

¹ ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»,
Большая Сухаревская площадь, д. 3, Москва, Россия, 129010

² ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина»
Минздрава России,
пер. Банковский, д. 7, г. Екатеринбург, Россия, 620014

Резюме

Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 36 пациентов (42 операции), которым был выполнен внутрикостный остеосинтез пяточной кости штифтом: на базе УНИИТО – 30 пациентов, на базе НИИСП – 6 пациентов. Средний возраст пациентов составил 40,4 года. Билатеральные переломы диагностированы у 8 пациентов. У 4 пациентов имела место сочетанная травма. У всех пациентов переломы были закрытыми. В обоих лечебных учреждениях применялись сходные диагностический и лечебный алгоритмы. Предоперационное обследование включало рентгенографию и КТ. Оперативное вмешательство включало два этапа. Первым этапом выполнялась предварительная репозиция с помощью дистракционного аппарата и восстановление формы суставной поверхности через мини-доступы. Вторым этапом в пяточную кость вводили штифт и производили его блокирование. В послеоперационном периоде проводилась активная разработка движений в суставах стопы, пациенты обучались ходьбе при помощи костылей без нагрузки на поврежденную стопу. Сращение оценивали по контрольным рентгенограммам. Репозиция и элевация суставной площадки у всех пациентов, кроме одного, признана удовлетворительной. Средний срок наблюдения в серии УНИИТО составил 5,3 месяцев, в серии НИИСП – 9,8 месяцев. Ни у одного из пациентов в двух описанных сериях не наблюдалось гнойно-воспалительных осложнений и вторичного смещения отломков. В серии УНИИТО имел место один случай миграции винта. Консолидация наступила в срок от 2 до 3 месяцев после операции у всех пациентов.

Внутрикостный остеосинтез пяточной кости штифтом характеризуется сочетанием минимальной травматизации мягких тканей стопы, сохранением кровоснабжения латеральной кортикальной пластинки и стабильной фиксации, что значительно снижает риск инфекционных осложнений и расширяет показания к оперативному лечению. Применение данного метода возможно не только в условиях посттравматических местных нарушений трофики тканей, но и при наличии таких факторов риска, как сахарный диабет и курение. Для оценки функциональных исходов требуется продолжение исследования.

Ключевые слова: переломы пяточной кости, внутрикостный остеосинтез пяточной кости.

Переломы пяточной кости составляют 1,1–2,9% от всех повреждений костей скелета и 40–60% в структуре переломов костей стопы [7], около 75% из них являются внутрисуставными [13]. По данным литературы, первичный выход на инвалидность при переломах пяточной кости составляет от 15 до 78% [11]. Около 90% больных данной категории – люди молодого и трудоспособного возраста от 18 до 55 лет [11]. Даже при использовании современных методов репозиции и фиксации неудовлетворительные исходы лечения тяжелых компрессионных переломов пяточной кости варьируют в диапазоне от 13% до 80,5% [4, 8].

Определение оптимальной тактики лечения перелома пяточной кости нередко представляет для врача-травматолога сложную многофакторную задачу. Определение целесообразности, сроков и объема проведения оперативного вмешательства требует дифференцированного подхода. В настоящее время общепринятым считается проведение консервативного лечения и отказ от операции при переломах пяточной кости без смещения или с минимальным смещением отломков, а также, напротив, при многооскольчатых переломах, не подлежащих реконструкции (например, большинство переломов IV типа по классификации Sanders) [1, 3, 5–7].

Каленский В.О., Кононова К.Ю., Глухов Д.А., Иванов П.А., Бердюгин К.А., Челноков А.Н. Внутрикостный остеосинтез как новая опция в лечении переломов пяточной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):79-86.

Каленский Всеволод Олегович. Большая Сухаревская площадь, д. 3, Москва, Россия, 129010;
e-mail: vsevolod.kalenskiy@gmail.com

Рукопись поступила: 08.06.2015; принята в печать: 29.09.2015

В остальных случаях определение целесообразности операции проводится лечащим врачом-травматологом индивидуально с учетом рисков и технической возможности реконструкции.

Классический подход к остеосинтезу пяточной кости с использованием доступа по Essex – Lopresti, описанный в ряде авторитетных литературных источников, подразумевает большой L-образный разрез с выделением субпериостального лоскута и скелетированием латеральной стенки пяточной кости и, как следствие, ее деваскуляризации (рис. 1) [1, 5–7]. Остеосинтез пяточной кости в этих случаях проводится специальными пластинами. Достигается высокая стабильность фиксации и хорошее качество репозиции, так как операция проходит непосредственно под визуальным контролем хирурга, дополненным выполнением интраоперационной рентгенографии при помощи электронно-оптического преобразователя (ЭОП) (рис. 2).



Рис. 1. Классический L-образный доступ Essex – Lopresti в модификации Tornetta



Рис. 2. Рентгенограмма пяточной кости после корректно выполненного остеосинтеза пластиной

Ряд факторов, как соматических (возраст, хроническая венозная недостаточность, анемия, курение и пр.), так и интраоперационных (высыхание лоскута во время операции, его сдавление инструментом, длительное время использования жгута и пр.), способны скомпрометировать кровообращение и привести к некрозу кожи и возникновению инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде (рис. 3) [1, 3, 5–7, 10, 14]. По данным ряда авторов, частота нарушений заживления послеоперационной раны в пяточной области может составлять до 25% [5–8, 14].



Рис. 3. Краевой некроз кожи, осложнившийся обнажением фиксатора и присоединением инфекции

Отдельную группу составляют пациенты, у которых переломы пяточных костей входят в состав сочетанной или множественной скелетной травмы. Сроки проведения операции на костях стопы у таких пациентов ввиду тяжести состояния смещаются на поздний период, когда мини-инвазивная хирургия становится технически неосуществимой. В то же время, в этой группе пациентов актуальна минимизация операционной травмы, так как риск осложнений ввиду посттравматической анемии и вторичного иммунодефицита значительно выше, чем у пациентов с изолированной травмой [12].

Существуют перкутанные техники репозиции, при использовании которых манипуляции осуществляются через проколы кожи без полноценного доступа. Винты и спицы, классически применяемые в этих случаях в качестве средств остеосинтеза, не всегда обеспечивают необходимую стабильность [5–7]. Применение аппарата Илизарова при переломах пяточной кости относится к мини-инвазивным манипуляциям, обеспечивает достаточную стабильность, но не решает проблему депрессии суставной площадки и нарушения ее формы.

Перечисленные особенности и сложность соотношения рисков склоняют многих травматологов к выбору консервативного лечения, что может приводить к ухудшению функциональных исходов у пациентов, у которых возможна полноценная реконструкция пяточной кости. В последние годы несколько производителей травматологических имплантатов предложили варианты внутрикостных конструкций для остеосинтеза пяточной кости, призванные решить вышеописанные проблемы [9].

Лечение по представленной методике проводилось одновременно в двух крупных травматологических стационарах: 2-м травматологическом отделении УНИИТО и в отделении сочетанной и множественной травмы НИИСП.

За 2013–2014 годы было проведено 42 операции остеосинтеза пяточных костей с применением пяточного штифта (35 в УНИИТО и 7 в НИИСП) у 36 пациентов (30 пациентов в УНИИТО и 6 пациентов в НИИСП). Критериями исключения являлись: недостаточное количество информации для анализа, потеря пациента из-под наблюдения, срок наблюдения менее 3 месяцев.

Соотношение мужчин и женщин в УНИИТО составило 27:3, в НИИСП – 4:2. Средний возраст пациентов в УНИИТО составил 40,4 года (от 22 до 62), пациентов НИИСП – 32,6 лет (от 20 до 40). В группе пациентов из НИИСП у 4 из 6 повреждение стопы входило в состав сочетанной травмы. Билатеральные переломы были диагностированы у 5 пациентов из УНИИТО и у 3 – из НИИСП. У всех пациентов в обеих сериях переломы пяточной кости носили закрытый характер. В серии УНИИТО в 4 случаях при КТ выявлен перелом IV типа по Sanders, в остальных 31 – III типа по Sanders. В серии НИИСП переломы пяточной кости без раскола суставной площадки (Sanders IIС) имели место в 3 случаях, переломы Sanders II А или В – в 3 случаях, перелом Sanders IIIАВ – в 1 случае. Остеосинтез выполнялся в среднем на 21-е сутки в группе УНИИТО (от 5 до 45) и на 16-е сутки – в группе НИИСП (от 7 до 26).

Длительный предоперационный период в серии УНИИТО был обусловлен преимущественно поздним обращением, а в серии НИИСП – тяжелым состоянием пациентов, которое не позволяло провести оперативное вмешательство.

Все операции выполнялись без жгута, исключая 3 операции в НИИСП, при которых был выполнен доступ к подтаранному суставу. Среднее время операции составило 90 минут (от 60 до 190 минут) для серии УНИИТО и 133 минуты – для серии НИИСП (от 95 до 180 минут).

В качестве диагностических мероприятий на предоперационном этапе выполнялась рентгенография в боковой (рис. 4 а), аксиальной (по Harris) проекциях, а также проекциях по Broden. Выполнялась компьютерная томография (КТ) стопы с построением мультипланарных реконструкций и трехмерной модели в программе Multivox 5.0. Тип перелома по Sanders, степень внутрисуставного смещения оценивались по мультипланарным КТ-реконструкциям (рис. 4 б).



Рис. 4. Рентгенограмма в боковой проекции (а) и коронарная КТ-реконструкция (б), демонстрирующие перелом Sanders II А у пациента 40 лет (серия НИИСП)

Техника операции. Операция включала два этапа. На первом этапе устанавливали дистракционный аппарат на двух спицах и двух опорах в виде полуколец, соединенных телескопическими тягами. Выполняли тракцию пяточного бугра в необходимом направлении. Особенность компоновки дистракционного аппарата обеспечивала достаточный обзор при рентгенографии (патент на полезную модель РФ 122011) (рис. 5). На втором этапе выполняли закрытую элевацию импрессионной суставной поверхности и окончательную репозицию пяточной кости. Через разрез длиной до 1 см по латеральному краю ахиллова сухожилия в месте его прикрепления к пяточной кости под соответствующий суставной фрагмент подводился элеватор, манипуляцией которым устраняли смещение (рис. 6). После элевации фрагмента выполняли провизорную фиксацию его спицей с последующим проведением субхондрального стягивающего винта (одного или двух). Пациентам из НИИСП в 3 случаях выполнена репозиция суставной поверхности задней фасетки через мини-доступ к подтаранному суставу. Также под контролем электронно-оптического преобразователя выполняли устранение углового (как правило, варусного) смещения бугра.



Рис. 5. Внешний вид distractionного аппарата, применяемого на первом этапе

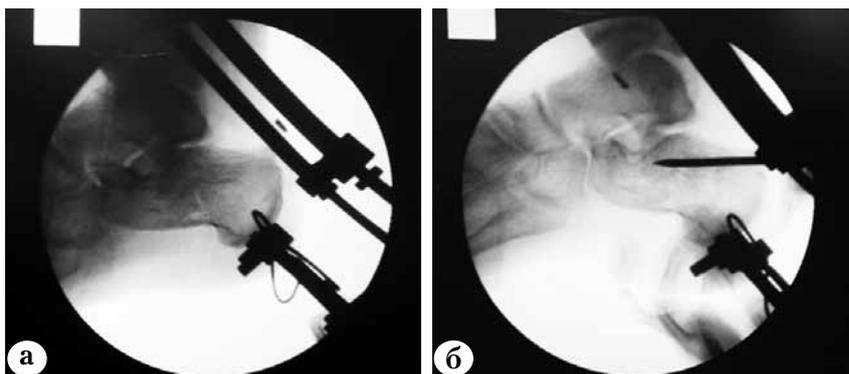


Рис. 6. Рентгенологическая картина после осуществления трaкции в аппарате: импрессия суставной площадки (а) и элевация суставной площадки инструментом (б)

После завершения репозиции всех структур пяточной кости производилась установка штифта и его блокирование винтами (рис. 7). Данная методика репозиции и фиксации была впервые предложена коллективом авторов из УНИИТО [1], а позже внедрена в НИИСП. Во всех случаях был использован штифт C-nail (MEDIN, Чехия). Выбор конструкции обусловлен тем, что в настоящее время среди травматологических имплантатов, зарегистрированных в России, только этот тип внутрикостной конструкции позволяет обеспечить трехточечную фиксацию пяточной кости. В каждом из учреждений операции выполнялись одной хирургической бригадой, имеющей опыт как открытой, так и закрытой репозиции и фиксации пяточной кости.

Ни в одном наблюдении в обеих сериях не выполнялось замещение костных дефектов после элевации суставной поверхности, даже при значительных разрушениях пяточной

кости. Дренирование послеоперационной раны не проводилось.

Репозиция и элевация суставной площадки у пациентов в обеих сериях признана удовлетворительной (рис. 8). У одного пациента в серии НИИСП не достигнуто удовлетворительной элевации задней суставной площадки пяточной кости в связи с оскольчатый переломом переднего отдела пяточной кости и проседанием конструкции.



Рис. 7. Введение штифта после осуществления репозиции. Distractionный аппарат не конфликтует с кондуктором штифта



Рис. 8. Рентгенограмма (а) и коронарная КТ-реконструкция (б), демонстрирующие восстановление целостности и высоты суставной площадки у пациента 40 лет (серия НИИСП)

В послеоперационном периоде внешняя иммобилизация не применялась. С 2–3-х суток пациентам рекомендована лечебная физкультура, направленная на восстановление объема движений в суставах стопы. В этот же срок пациенты обучались ходьбе при помощи костылей без нагрузки на поврежденную стопу (при отсутствии повреждений, не позволяющих ранний подъем и ходьбу). При билатеральных переломах пяточной кости, а также при повреждении контралатеральной нижней конечности пациенты начинали передвигаться в кресле-каталке. Наблюдение в послеоперационном периоде осуществлялось оперирующим хирургом. Контрольные рентгенограммы выполняли через 1, 2 и 3 месяца после операции. Консолидация перелома определялась по наличию костной мозоли, перекидывающейся через зону перелома. Сращение перелома определяли по данным рентгенографии. Полную нагрузку весом тела разрешали в сроки от 2,5 до 3 месяцев после операции на основании признаков консолидации на контрольных рентгенограммах (рис. 9).

Средний срок послеоперационного пребывания в стационаре составил 5,3 суток (от 4 до 10) в группе УНИИТО и 17 (от 5 до 45) –

в группе НИИСП. Длительное послеоперационное пребывание в НИИСП было связано с наличием в серии пациентов с сочетанной травмой, которым требовались другие оперативные вмешательства. Средний срок наблюдения в группе УНИИТО составил 8,8 (от 1 до 20,5), в группе НИИСП – 9,8 месяцев (от 3,0 до 15,5). Ни у одного из пациентов в двух описанных сериях в раннем послеоперационном периоде не наблюдалось гнойно-воспалительных осложнений, краевых некрозов кожи и вторичного смещения отломков (рис. 10). В серии УНИИТО отмечен один случай миграции винта. Консолидация наступила в срок 2–3 месяца после операции у всех пациентов в обеих сериях.



Рис. 10. Внешний вид стопы после перкутанной репозиции и установки штифта



Рис. 9. Рентгенограммы, демонстрирующие сращение пяточной кости у пациента 35 лет (серия НИИСП)

В зависимости от клинической ситуации выбор тактики лечения пациентов с переломами пяточной кости варьирует от консервативного до полномасштабного травматического хирургического вмешательства. Определение показаний к операции, сроков оперативного вмешательства, применяемых приемов репозиции и остеосинтеза основывается на множестве факторов, характеризующих как общее состояние пациента (тяжесть сопутствующих повреждений, состояние иммунной системы, наличие факторов риска), так и местный статус конечности (тип перелома, открытый или закрытый характер перелома, локализация ран при открытых повреждениях, местные нарушения микроциркуляции и др.). R. Sanders и другие авторы, являющиеся апологетами накостного остеосинтеза пяточной кости, сообщают о 25% осложнений заживления раны у пациентов, имевших преимущественно закрытые изолированные переломы [10, 14]. В случаях, когда вероятность возникновения осложнений велика, целесообразно применение мини-инвазивных хирургических техник, в число которых входит и остеосинтез пяточным штифтом.

Нам не удалось найти публикаций, в которых бы сравнивались прочностные характеристики штифта, канюллированных винтов и спиц. Тем не менее, в отличие от винтов и спиц, исходя из своего строения, штифт обеспечивает стабильную трехточечную фиксацию, подобно современным пластинам с угловой стабильностью. М. Goldzak с соавторами при лабораторном механическом тестировании показали отсутствие отличий в стабильности фиксации между пяточным штифтом и пластиной с угловой стабильностью винтов [9].

В обеих сериях пациентов была достигнута удовлетворительная стабильность фиксации, а также отсутствовали типичные для данной анатомической области проблемы заживления послеоперационных ран.

Выводы

Внутрикостный остеосинтез пяточной кости штифтом представляется альтернативой классическому накостному остеосинтезу, а также существующим мини-инвазивным способам фиксации. Метод характеризуется сочетанием минимальной травматизации мягких тканей стопы, сохранением кровоснабжения латеральной кортикальной пластинки и стабильной фиксации.

Минимальная инвазивность репозиции и установки имплантата при достаточно прочной фиксации значительно снижает риск инфекционных осложнений (в наших наблюдениях их не отмечено), что расширяет показания к оперативному лечению и делает его возможным не только в условиях посттравматических местных нарушений трофики тканей, но и при наличии таких факторов риска, как сахарный диабет и курение, которые вынуждают отказываться от традиционного оперативного лечения с использованием пластин.

Представленные серии пациентов характеризуются коротким периодом наблюдения, не позволяющим произвести анализ функциональных исходов лечения, однако уже сейчас можно говорить о тенденции к малой частоте инфекционных осложнений и высокой стабиль-

ности фиксации при использовании пяточного штифта. Целесообразно продолжение исследования данного метода.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Кононова К.Ю., Глухов Д.В., Бердюгин К.А., Челноков А.Н. Наш опыт лечения внутрисуставных переломов пяточной кости. *Фундаментальные исследования*. 2014; (10):294-297.
2. Коробушкин Г.В., Копенкин С.С., Скороглядоев А.В., Плавунов Н.Ф. Выбор тактики лечения закрытых переломов пяточной кости. *Вестник РГМУ*. 2003; (5):55-59.
3. Корышков Н.А., Платонов С.М. Лечение повреждений пяточной кости: обзор литературы. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2005; (1):90-92.
4. Asik M., Sen C. Surgical management of intraarticular fractures of the calcaneus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2002; 122(6):354-359.
5. Bucholz R.W., Heckman J.D., Court-Brown C.M., Tornetta P. Rockwood and Green's fractures in adults. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
6. Canale S.T., Boyd H.B., Beaty J.H. Campbell's operative orthopaedics 12th ed. Mosby, Elsevier. 2012.
7. Coughlin M.J., Mann R.A., Saltzman C. Surgery of the foot and ankle. 8th ed. Mosby, Elsevier. 2007.
8. Sabry F.F., Ebraheim N.A., Mehalik J.N., Rezcallah A.T. Internal architecture of the calcaneus: implication for calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*. 2000; 21(2): 114-118.
9. Goldzak M., Simon P., Mittlmeier T., Chaussemier M., Chiergatti R. Primary stability of an intramedullary calcaneal nail and an angular stable calcaneal plate in a biomechanical testing model of intraarticular calcaneal fracture. *Injury*. 2014; 45, Suppl 1:49-53.
10. Harvey E.J., Grujic L., Early J.S., Benirschke S.K., Sangeorzan B.J. Morbidity associated with ORIF of intraarticular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int*. 2001; 22(11):868-873.
11. Hutchinson F., Huebener M.K. Treatment of the os calcis fracture by open reduction and internal fixation. *Foot Ankle Int*. 1994; 15(5):225-232.
12. Pape H.C., Sanders R., Borrelli Jr J. The poly-traumatized patient with fractures: a multi-disciplinary approach. Heidelberg: Springer; 2011.
13. Sanders R., Fortin P., DiPasquale T., Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; (290):87-95.
14. Swanson S.A., Clare M.P., Sanders R.W. Management of intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Clin*. 2008; 13(4):659-678.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Каленский Всеволод Олегович – младший научный сотрудник отделения сочетанной и множественной травмы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»

Кононова Ксения Юрьевна – аспирант клиники травматологии ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Глухов Денис Валерьевич – канд. мед. наук старший научный сотрудник клиники травматологии, ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Иванов Павел Анатольевич – д-р мед. наук заведующий научным отделением сочетанной и множественной травмы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»

Бердюгин Кирилл Александрович – д-р мед. наук доцент, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Челноков Александр Николаевич – канд. мед. наук руководитель клиники травматологии ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

NAILING AS A NEW OPTION IN CALCANEAL FRACTURE TREATMENT

V.O. Kalensky¹, K.Yu. Kononova², D.A. Glukhov², P.A. Ivanov¹,
K.A. Berdyugin², A.N. Chelnokov²

¹ Sklifosovsky Scientific Research Institute of Emergency Medicine,
Bol'shaya Sukharevskaya ploshchad', 3, Moscow, Russia, 129010

² Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics,
per. Bankovskiy, 7, Ekaterinburg, Russia, 620014

Abstract

Treatment of 36 patients in 2013-2014 with calcaneal fractures was retrospectively analyzed in two trauma centers (UNIITO and NIISP). Patients in both series were treated by similar algorithm. Diagnostic procedures included roentgenography and CT scan. Each operation had two stages. First one consisted of primary reduction by distraction device and precise reduction of posterior facet using miniapproaches. Second stage was nailing of calcaneus with interlocking. On 2-3 day after surgery active motions in ankle and subtalar joints were recommended. Weight bearing on damaged foot had been prohibited till bony union was achieved. Union was assessed by roentgenograms. 42 operations of calcaneal nailing were carried out in 36 patients. Mean patient age in UNIITO series was 40,4 years, in NIISP series – 32,6 years. 5 patients in UNIITO series and 3 patients in NIISP series had bilateral fractures. 4 patients in NIISP series had polytrauma. There were no open fractures in both series. Reduction and elevation of posterior facet was acceptable in all patients in both series except 1 patient from NIISP. Mean follow up period was 5,3 month in UNIITO series and 9,8 month in NIISP series. No infection complications, skin necrosis or loss of fixation noted in both series. Screw migration met in 1 patient from UNIITO. Union achieved in all cases in 2-3 month period.

There was a trend towards low infection rate and good mechanical stability. Nailing of calcaneus appears to be safe and effective alternative to classic methods. Further investigation of this method is needed.

Key words: calcaneal fracture, osteosynthesis of calcaneus, nailing.

Conflict of interest: none.

References

- Kononova KYu, Glukhov DV, Berdyugin KA, Chelnokov AN. [Our experience in intraarticular calcaneal fracture treatment]. *Fundamental'nyye issledovaniya*. [Fundamental Researches]. 2014; (10):294-297. [in Rus.]
- Korobushkin GV, Kopenkin SS, Skoroglyadov AV, Plavunov NE. [Choice of tactics treatment of closed fractures of the calcaneus]. *Vestnik RGMU* [Bulletin of the Russian State Medical University]. 2003; (5):55-59 [in Rus.]
- Koryshkov NA, Platonov SM. [Treatment of injuries of the calcaneus: a literature review]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics]. 2005; (1):90-92 [in Rus.]
- Asik M, Sen C. Surgical management of intraarticular fractures of the calcaneus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2002; 122(6):354-359.
- Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM, Tornetta P. Rockwood and Green's fractures in adults. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
- Canale ST, Boyd HB, Beaty JH. Campbell's Operative Orthopaedics 12th ed. Mosby, Elsevier; 2012.
- Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman C. Surgery of the Foot and Ankle. 8th ed. Mosby, Elsevier; 2007.
- Sabry FF, Ebraheim NA, Mehalik JN, Rezcallah AT. Internal architecture of the calcaneus: implication for calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*. 2000; 21(2):114-118.
- Goldzak M, Simon P, Mittlmeier T, Chaussemier M, Chiergatti R. Primary stability of an intramedullary calcaneal nail and an angular stable calcaneal plate in a

 **Cite as:** Kalensky VO, Kononova KYu, Glukhov DA, Ivanov PA, Berdyugin KA, Chelnokov AN. [Nailing as a new option in calcaneal fracture treatment]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 79-86. [in Russian]

 Kalensky Vsevolod O. Bol'shaya Sukharevskaya ploshchad', 3, Moscow, Russia, 129010; e-mail: vsevolod.kalenskiy@gmail.com

 Received: 08.06.2015; Accepted for publication: 29.09.2015

- biomechanical testing model of intraarticular calcaneal fracture. *Injury*. 2014; 45, Suppl 1: 49-53.
10. Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Morbidity associated with ORIF of intraarticular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int*. 2001; 22(11):868-873.
 11. Hutchinson F, Huebener MK. Treatment of the os calcis fracture by open reduction and internal fixation. *Foot Ankle Int*. 1994; 15(5):225-232.
 12. Pape HC, Sanders R, Borrelli Jr J, eds. *The Polytraumatized Patient with Fractures*. Springer; 2011.
 13. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; (290):87-95.
 14. Swanson SA, Clare MP, Sanders RW. Management of intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Clin*. 2008; 13(4):659-678.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Kalensky Vsevolod O. – researcher of polytrauma department, Sklifosovsky Scientific and Research Institute of Emergency Care

Kononova Kseniya Yu. – postgraduate, trauma department, Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Glukhov Denis V. – senior researcher of trauma department, Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Ivanov Pavel A. – head of polytrauma department, Sklifosovsky Scientific and Research Institute of Emergency Care

Berdyugin Kirill A. – deputy director of scientific work, Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Chelnokov Aleksandr N. – head of trauma department, Chaklin Ural Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С НЕТРАВМАТИЧЕСКИМ ЗАСТАРЕЛЫМ АТЛАНТО-АКСИАЛЬНЫМ РОТАЦИОННЫМ БЛОКИРОВАНИЕМ

А.В. Губин, А.В. Бурцев, С.О. Рябых, Д.М. Савин, П.В. Очирова, А.А. Коркин

ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, ул. М. Ульяновой, г. Курган, Россия, 640014

Реферат

Атланто-аксиальное ротационное блокирование (ААРБ) развивается на фоне синдрома острой кривошеи. Широко применяемые у нас термины «подвывих С1» или «атланто-аксиальный ротационный подвывих» не отражают сути данной патологии и вносят свою отрицательную лепту в диагностику и лечения ААРБ.

Представлены ретроспективный анализ диагностики и результатов лечения 5 детей с подтвержденным диагнозом ААРБ, обзор литературы. Для подтверждения диагноза использовались клинический метод, рентгенография и функциональная компьютерная томография. В качестве методов лечения применялось деротационное halo-вытяжение, открытая коррекция с винтовой фиксацией. У всех пациентов удалось улучшить положение головы. В одном случае репозиция выполнена за счет коррекции в субаксиальных сегментах, у остальных 4 пациентов коррекция и фиксация по Harms и деротационное halo-вытяжение позволили устранить кривошею. Болевой синдром купирован полностью. Исходом заболевания вне зависимости от метода лечения являлось образование фиброзного или костного блока С1-С2.

Пациенты с застарелым ААРБ представляют серьезную проблему для диагностики и лечения. При неэффективности консервативного лечения, необходимо перейти к деротационной halo-тракции с возможным использованием открытой коррекции и задней фиксации. Целью лечения является устранение кривошеи и болей за счет создания правильного соотношения С1-С2. Движения в атланто-аксиальном суставе не восстанавливаются из-за образования фиброзного или костного блока.

Ключевые слова: атланто-аксиальное ротационное блокирование, острая кривошея, halo-вытяжение.

Атланто-аксиальное ротационное блокирование (ААРБ) развивается, как правило, на фоне синдрома острой кривошеи у детей и является очень редкой патологией. Его частота неизвестна. Напротив, острая кривошея – одно из самых частых детских вертебрологических синдромов, для которого характерно внезапное возникновение (обычно при пробуждении утром), резкая боль в шее и вынужденное положение головы [2]. Ряд последних зарубежных исследований и наши работы указывают на отсутствие в этиологии данного страдания поражения атланто-аксиального комплекса [6, 12, 15]. Диагноз ААРБ можно заподозрить, если синдром острой кривошеи не купируется в течение нескольких дней и сопровождается выраженным блоком ротационных движений в шее. Это приводит к продлению вытяжения на петле Глиссона или попыткам мануального воздействия на шейный отдел позвоночника. К сожалению, эти действия не обеспечивают желаемого успеха, а потеря-

ное время ухудшает результаты оперативного лечения. Кривошея сохраняется и быстро приводит к формированию деформации лицевого черепа. Для исключения атланто-аксиального ротационного блокирования требуется проведение функциональной (с поворотами головы) мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Отсутствие подвижности в сегменте С1-С2 позволяет подтвердить диагноз и перейти к другим методам лечения. Применение термина ААРБ (atlanto-axial rotatory fixation) практически не встречается в отечественных публикациях. Широко применяемые у нас термины «подвывих С1» или «атланто-аксиальный ротационный подвывих» не отражают сути данного патологического процесса и вносят свою отрицательную лепту в раннюю диагностику и своевременное лечение ААРБ, что отражено во всех приведенных ниже клинических примерах.

Мы представляем результаты лечения пяти детей с подтвержденным диагнозом

Губин А.В., Бурцев А.В., Рябых С.О., Савин Д.М., Очирова П.В., Коркин А.А. Хирургическое лечение детей с нетравматическим застарелым атланто-аксиальным ротационным блокированием. Травматология и ортопедия России. 2015; (4):87-94.

Губин Александр Вадимович. Ул. М. Ульяновой, г. Курган, Россия, 640014; e-mail: shugu19@gubin.spb.ru

Рукопись поступила: 09.03.2015; принята в печать: 03.09.2015

ААРБ. Основными жалобами являлись: кривошея, боли и усталость в шее, нарастающая асимметрия лица. Все больные были направлены на оперативное лечение очень поздно (от 6 месяцев до 2 лет) после начала заболевания. У всех детей заболевание начиналось как типичная острая кривошея. Отсутствие результатов лечения приводило к многочисленным обращениям в различные клиники и к парамедикам. Активно использовались мануальная терапия, остеопатическое лечение, ЛФК, мышечные блокады, ботулинотерапия. Для подтверждения диагноза использовались клинический метод (типичная симптоматика), рентгенография и функциональная компьютерная томография. Неврологическая симптоматика отсутствовала во всех случаях. В двух случаях применялось деротационное halo-вытяжение как основной метод лечения, еще в двух открытая коррекция соотношения С1-С2 с винтовой фиксацией по Harms с halo-вытяжением как подготовительным этапом. В одном случае коррекция кривошеи проведена за счет сегментов С0-С1 и С2-С4 в связи с образованием массивного костного сращения С1-С2 в неправильном положении.

Для вытяжения использовались стандартная четырехточечная корона и блоки для тяги и ротации головы, закрепленные на балканской раме (рис. 1).

Подбор грузов осуществлялся индивидуально и не превышал 5 кг



Рис. 1. Halo-вытяжение с деротационным блоком

Предоперационное планирование по КТ с расчетом хода позвоночной артерии и толщины ножек С2 являлось обязательным компонентом при открытых вариантах оперативного лечения (рис. 2).

Фиксация С1-С2 по Harms выполнялась под интубационным наркозом в положении лежа на животе. Использовались интраоперационное позиционирование и фиксация головы голодержателем. Введение винтов осуществлялось в боковые массы С1. Траектория введения винта соответствовала медиальному направлению с наклоном 10–15° параллельно нижней поверхности задней дуги атланта. Введение винта в С2 осуществлялось транспедикулярно. Точка ввода винта располагалась в верхне-медиальном квадранте перешейка позвонка. Траектория соответствовала медиально-краниальному направлению с углом наклона 10–20° [3] (рис. 3)

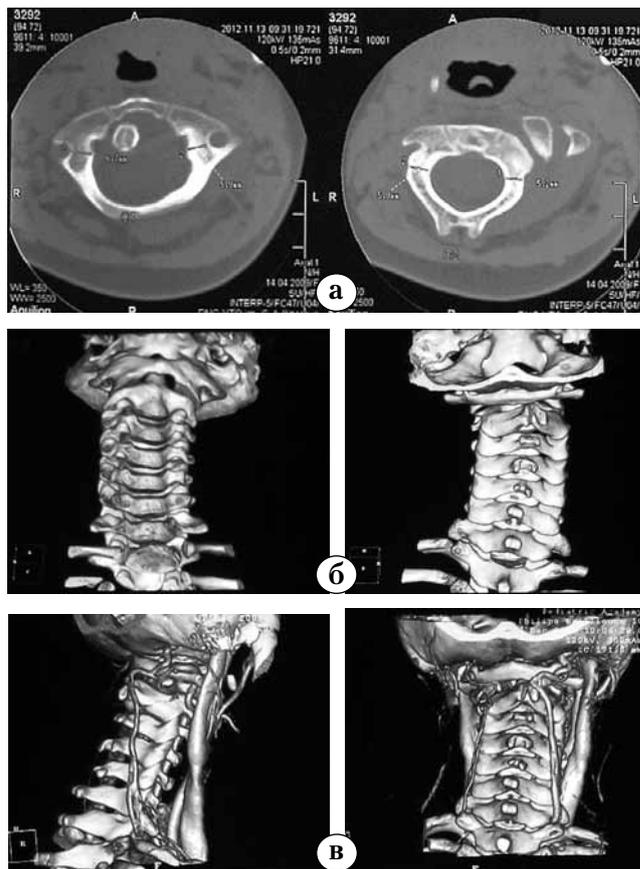


Рис. 2. Предоперационное планирование по КТ: а – КТ с замером ножки С1 и С2; б – 3D-реконструкция соотношений в С1 и С2; в – КТ-ангиография (добавочная *a. vertebralis* справа, гипоплазия *a. vertebralis* слева)



Рис. 3. Методика фиксации C1-C2 по Harms

Сроки послеоперационного наблюдения варьировали от 3 месяцев до 8 лет (табл.). Осмотр производился в срок 3, 6, 12 месяца с последующим ежегодным осмотром.

Несмотря на сходные истории болезни и симптоматику, пациенты отличались типом нарушения соотношения в C1-C2. В двух слу-

чаях это было одностороннее полное смещение суставных поверхностей с захождением суставных поверхностей друг за друга (то есть односторонний вывих), что полностью блокировало ротационные движения в сегменте (рис. 4).

В трех других наблюдениях – смещение C1 в бок с большей или меньшей ротацией и также полным отсутствием ротационных движений (рис. 5).

Даже в случае невозможности улучшения взаимоотношения C1-C2 у пациентки П., 15 лет, в связи с полным костным блокированием атланта-аксиального сустава удалось добиться улучшения положения головы за счет коррекции в смежных сегментах (рис. 6).

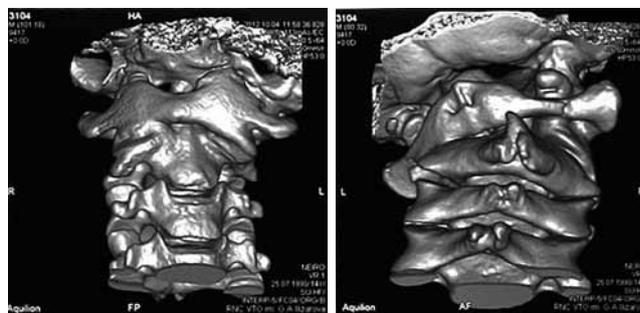


Рис. 4. 3D-реконструкция соотношений в C1-C2

Таблица

Характеристика пациентов и методы лечения

Пациент, возраст	Длительность заболевания	Тип нарушения соотношения C1-C2	Вид лечения	Срок наблюдения после операции
О., 6 лет	1 год	Ротационное Односторонний вывих C1	Деротационное Вытяжение	8 лет
В., 15 лет	1 год	Латеральное, с небольшой ротацией смещение C1	Открытая коррекция, фиксация по Harms	5 лет
П., 14 лет	2 года	Ротационное Односторонний вывих C1	Коррекция деформации произведена за счет сегментов C0-C1 и C2-C4, финальная фиксация винтовой конструкцией от C0 до C4	2 года 5 месяцев
Ф., 3 года 6 мес.	8 месяцев	Ротационное, Латеральное, Односторонний подвывих C1	1 этап – деротационное вытяжение	6 месяцев
К., 5 лет 3 мес.	2 года	Латеральное смещение C1 с небольшой ротацией	Нало-вытяжение, открытая коррекция, фиксация по Harms	3 месяца

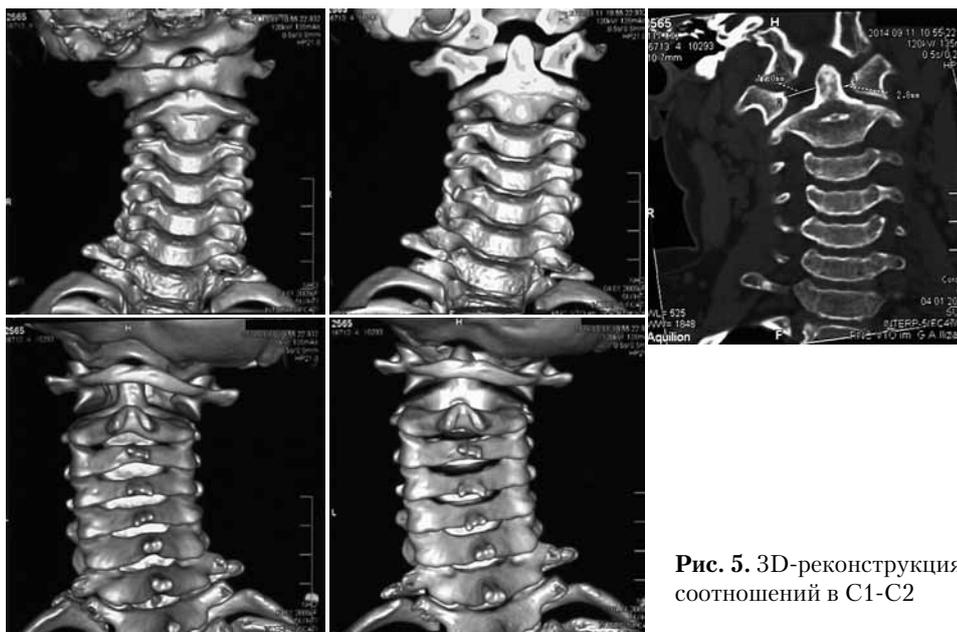


Рис. 5. 3D-реконструкция соотношений в C1-C2



Рис. 6. Пациентка П., 15 лет:
а – фото до операции;
б – через 6 месяцев после операции;
в – рентгенограммы через 6 месяцев после операции

У остальных четырех пациентов монолокальная коррекция и фиксация по Harms и деротационное halo-вытяжение позволили устранить кривошею. Неврологических нарушений не было. Соотношение C1-C2 в 4 случаях было восстановлено. Положение фиксаторов (элементов металлоконструкции) всегда было правильное. Болевой синдром купирован полностью. Исходом заболевания вне зависимости от метода лечения являлось образование фиброзного или костного блока C1-C2 (рис. 7).

Так как сегмент C1-C2 обеспечивает 50% ротации в шейном отделе позвоночника, по-

следствия атланта-аксиального блокирования всегда очень серьезны. Дети хорошо компенсировали ротационные движения за счет субаксиального отдела.

В отечественной литературе описаний современных методов диагностики и лечения ААРБ практически не встречается, что отрицательно влияет на информированность врачей о данном заболевании. Как в статистике, так и в публикациях наиболее часто употребляются термины «подвывих C1» или «атланта-аксиальный ротационный подвывих» для всех состояний, связанных с остро-возникшей кривошей у детей.



Рис. 7. Фото пациентки Д., 10 лет, до и после оперативного лечения

В большинстве случаев для подтверждения диагноза не используется функциональная компьютерная томография. Этот же диагноз массово ставится амбулаторно по трансоральным рентгенограммам, УЗИ или просто по клиническим признакам [4]. Так, по данным тюменских коллег, структура травматической вертеброгенной патологии была представлена ушибами мягких тканей позвоночника и растяжением паравертебральных мышц – 1244 (70,72%) человека, ущемлением капсулы атлanto-осевого сустава и ротационным подвывихом атланта – 408 (23,20%) пациентов, переломами тел позвонков – 107 (6,08%) детей. [5]. Термин «атлanto-аксиальное ротационное блокирование» является однозначно более удачным, чем «застарелый подвывих атланта» по следующим причинам:

- определяет отдельную, очень редкую нозологическую группу из массы больных;
- подчеркивает нетравматическую природу страдания;
- соотношение в С1-С2 при блокировании может представлять собой как грубое смещение, которое по канонам травматологии должно обозначаться как вывих, так и небольшое нарушение соотношений в суставных поверхностях, при этом во всех случаях есть полный блок ротации.

Терминологическая путаница при переводе приводит к тому, что отечественные специалисты говорят о «подвывихе атланта» как об очень частом заболевании, а иностранные – как об очень редком.

Группы пациентов с атлanto-аксиальным блокированием, которым выполнялось скелетное вытяжение или получившие оперативное лечение, очень малы. Так, В.Р. Subach с соавторами сообщают о группе из 20 пациентов с доказанным ААРБ. У 6 пациентов консервативное лечение не принесло успеха, и была проведена хирургическая стабилизация [17].

С.Т. Ветрилэ с коллегами сообщают об успешном лечении ААРБ с помощью длитель-

ной коррекции и фиксации на halo-аппаратах [1]. R.V. Subach с соавторами сообщили об безуспешности вытяжения и иммобилизации уже через 21 сутки от начала заболевания [17]. V.J. Fernandez Cornejo с соавторами утверждают, что у пациентов с неустраненным в течение 3 недель ААРБ повышается риск развития рецидива деформации из-за развития хронических изменений в поперечных и крыловидных связках [10].

Часть исследователей рекомендуют использовать halo-вытяжение при любой длительности процесса [13, 14], другие настаивают на необходимости оперативной фиксации при застарелых случаях [8, 9, 18].

J.E. Crossman с соавторами сообщают о 13 случаях хирургического лечения после предоперационной подготовки на скелетном вытяжении [8]. S. Hettiaratchy с соавторами оперировали 13-летнюю девочку с хроническим атлanto-аксиальным блокированием после пятидневной подготовки на halo-вытяжении [13]. S. Govender и К.Р. Kumar пишут о 6 детях с вправлением после скелетного вытяжения. Однако 5 из них были прооперированы в дальнейшем в связи с развитием атлanto-аксиальной нестабильности через 3 месяца после окончания лечения [11]. Другие авторы сообщили об успешном лечении ААРБ длительным скелетным вытяжением (2–3 месяца) с последующей иммобилизацией жестким воротником до 6 месяцев без оперативной фиксации С1-С2 [7, 14, 16].

Заключение

Определяющими симптомами ААРБ являются резкое ограничение поворота головы и отсутствие вращения С1 вокруг зуба С2 по данным функциональной компьютерной томографии. Пациенты с застарелым ААРБ представляют серьезную проблему для диагностики и лечения. Чаще всего диагноз им ставится очень поздно,

а применяемые консервативные методы лечения не эффективны. Крайне важно выделить из группы пациентов с типичной острой кривошейей детей с блоком ротационных движений. В случае неэффективности лечения вытяжением на петле Глиссона необходимо перейти к деротационной halo-тракции. При ее неэффективности методом выбора является открытая коррекция и задняя фиксация позвонков C1-C2, которая может проводиться только в специализированных учреждениях. Целью лечения в застарелых случаях является устранение кривошеи и болей за счет создания правильного соотношения C1-C2. Движения в атланта-аксиальном суставе, как правило, не восстанавливаются, там образуется фиброзный или костный блок.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Ветрилэ С.Т., Колесов С.В. Краниовертебральная патология. М.: Медицина; 2007. 320 с.
2. Губин А.В. Алгоритм действий хирурга при острой кривошее у детей. *Травматология и ортопедия России*. 2009; (1):65-69.
3. Губин А.В., Бурцев А.В. Задняя фиксация краниоцервикального перехода с использованием винтовых конструкций. *Хирургия позвоночника*. 2014; (2):42-48.
4. Губин А.В., Ульрих Э.В., Ялфимов А.Н., Ташилкин А.И. Подвывих C1-C2 – миф или реальность в генезе острой кривошеи у детей? *Хирургия позвоночника*. 2008; (4):8-12.
5. Скрыбин Е.Г., Смирных А.Г. Переломы тел позвонков в структуре детского травматизма. *Травматология и ортопедия России*. 2012; (3):106-110.
6. Alanay A., Hicazi A., Acaroglu E., Yazici M., Aksoy C., Cila A. et al. Reliability and necessity of dynamic computerized tomography in diagnosis of atlantoaxial rotatory subluxation. *Spine*. 2002; 22(6):763-765.
7. Burkus J.K., Deponte R.J. Chronic atlantoaxial rotatory fixation correction by cervical traction, manipulation, and bracing. *J Pediatr Orthop*. 1986; 6:631-635.
8. Crossman J.E., David K., Hayward R., Crockard H.A. Open reduction of pediatric atlantoaxial rotatory fixation: long-term outcome study with functional measurements. *J Neurosurg*. 2004; 100:235-240.
9. Crossman J.E., Thompson D., Hayward R.D., Ransford A.O., Crockard H.A. Recurrent atlantoaxial rotatory fixation in children: a rare complication of a rare condition. Report of four cases. *J Neurosurg*. 2004; 100 (3 Suppl Spine):307-311.
10. Fernández Cornejo V.J., Martínez-Lage J.F., Piqueras C., Gelabert A., Poza M. Inflammatory atlanto-axial subluxation (Grisel's syndrome) in children: clinical diagnosis and management. *Childs Nerv Syst*. 2003; 19(5-6):342-7.
11. Govender S., Kumar K.P. Staged reduction and stabilisation in chronic atlanto-axial rotatory fixation. *J Bone Joint Surg*. 2002; 84-B:727-731.
12. Gubin A.V., Ulrich E.V., Tashilkin A.I., Yalfimov A.N. Etiology of child acute stiff neck. *Spine*. 2009; 34(18):1906-1909.
13. Hettiaratchy S., Ning C., Sabin I. Nontraumatic atlanto-occipital and atlas-to-axial rotator subluxation: case report. *Neurosurg*. 1998; 43:162-164.
14. Li V., Pang D. Atlantoaxial rotatory fixation. In: Disorders of the pediatric spine. New York; 1995. p. 531-553.
15. Maigne J.Y., Mutschler C., Doursounian L. Acute torticollis in an adolescent: case report and MRI study. *Spine*. 2003; 28(1):13-15.
16. Park S.W., Cho K.H., Shin Y.S., Kim S.H., Ahn Y.H., Cho K.G. et al. Successful reduction for a pediatric chronic atlantoaxial rotatory fixation (Grisel syndrome) with long-term halter traction: case report. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005; 30(15):E444-449.
17. Subach B.R., McLaughlin M.R., Albright A.L., Pollack I.F. Current management of pediatric atlantoaxial rotatory subluxation. *Spine*. 1998; 23(20):2174-2179.
18. Wang J., Vokshoor A., Kim S., Elton S., Kosnik E., Bartkowski H. Pediatric atlantoaxial instability: management with screw fixation. *Pediatr Neurosurg*. 1999; 30(2):70-78.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Губин Александр Владимирович – д-р мед. наук директор ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Бурцев Александр Владимирович – к.м.н. врач травматолог-ортопед ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Рябых Сергей Олегович – д-р мед. наук заведующий научной клинико-экспериментальной лабораторией патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Савин Дмитрий Михайлович – врач-нейрохирург ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Очирова Полина Вячеславовна – аспирант ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Коркин Александр Анатольевич – аспирант ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

SURGICAL TREATMENT OF CHILDREN WITH NON-TRAUMATIC OLD ATLANTO-AXIAL ROTATORY FIXATION

A.V. Gubin, A.V. Burtsev, S.O. Ryabykh, D.M. Savin, P.V. Ochirova, A.A. Korokin

*Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»,
ul. M. Ulyanova, 6, Kurgan, Russia, 640014*

Abstract

Atlanto-axial rotatory fixation (AORF) develops on the background of acute torticollis. Widely adopted terms such as C1 subluxation or atlantooccipital rotational subluxation do not reflect the core of this pathology and carry negative weight in the diagnostics and treatment of AORF.

Retrospective analysis of the diagnostics and treatment outcome of 5 children with confirmed AORF diagnosis and literature review were performed. Clinical method, radiography and functional computer tomography were used to verify the diagnosis. De-rotational halo-traction and open correction with screw fixation were applied for treatment. Head position was managed to be improved in all patients. In one case the reduction was performed using correction in suboccipital segments and in other 4 cases the correction and fixation by Harms and de-rotational halo-traction allowed to correct torticollis. The pain syndrome had been arrested completely. Disease outcome resulted in formation of C1-C2 fibrous or bone fusion regardless the method of treatment.

The patients with neglected AORF represent a great challenge for diagnostics and treatment. When conservative treatment fails it is necessary to involve de-rotational halo-traction with possible application of open reduction and posterior fusion. The purpose of treatment is to eliminate torticollis and pain using creation of proper C1-C2 alignment. The motions in atlantooccipital joint do not restore due to formation of the fibrous or bone fusion.

Key words: atlanto-axial rotatory fixation, C1 subluxation, acute torticollis, fixation by Harms, halo-traction.

Conflict of interest: none.

References

- Vetrile ST, Kolesov SV. [Craniovertebral pathology]. M.: Medicine; 2007. 320 s. [in Rus.]
- Gubin AV. [Algorithm of the surgeon in acute torticollis in children]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2009; (1): 65-69. [in Rus.]
- Gubin AV, Burtsev AV. [Posterior fixation craniocervical transition using helical structures]. *Хирургия позвоночника* [Spinal surgery]. 2014; (2):42-48. [in Rus.]
- Gubin AV, Ulrich EV, Yalimov AN, Taschilkin AI. [Subluxation of C1-C2 – myth or reality in the genesis of acute torticollis in children?]. *Хирургия позвоночника* [Spinal surgery]. 2008; (4): 8-12. [in Rus.]
- Skryabin EG, Smirnyk AG. [Vertebral fractures in the structure of child injury]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012; (3):106-110. [in Rus.]
- Alanay A, Hicazi A, Acaroglu E, Yazici M, Aksoy C, Cila A et al. Reliability and necessity of dynamic computerized tomography in diagnosis of atlantoaxial rotatory subluxation. *Spine*. 2002; 22(6):763-765.
- Burkus JK, Deponte RJ. Chronic atlantoaxial rotatory fixation correction by cervical traction, manipulation, and bracing. *J Pediatr Orthop*. 1986; 6:631-635.
- Crossman JE, David K, Hayward R, Crockard HA. Open reduction of pediatric atlantoaxial rotatory fixation: long-term outcome study with functional measurements. *J Neurosurg*. 2004; 100:235-240.
- Crossman JE, Thompson D, Hayward RD, Ransford AO, Crockard HA. Recurrent atlantoaxial rotatory fixation in children: a rare complication of a rare condition. Report of four cases. *J Neurosurg*. 2004;100 (3 Suppl Spine):307-311.
- Fernández Cornejo VJ, Martínez-Lage JF, Piqueras C, Gelabert A, Poza M. Inflammatory atlanto-axial subluxation (Grisel's syndrome) in children: clinical diagnosis and management. *Childs Nerv Syst*. 2003;19(5-6):342-7.
- Govender S, Kumar KP. Staged reduction and stabilisation in chronic atlanto-axial rotatory fixation. *J Bone Joint Surg*. 2002; 84-B:727-731.
- Gubin AV, Ulrich EV, Taschilkin AI, Yalimov AN. Etiology of child acute stiff neck. *Spine*. 2009; 34(18): 1906-1909.
- Hettiaratchy S, Ning C, Sabin I. Nontraumatic atlanto-occipital and atlan-toaxial rotator subluxation: case report. *Neurosurg*. 1998; 43:162-164.
- Li V, Pang D. Atlantoaxial rotatory fixation. In: Disorders of the pediatric spine. New York; 1995. p. 531-553.
- Maigne JY, Mutschler C, Doursounian L. Acute torticollis in an adolescent: case report and MRI study. *Spine*. 2003; 28(1):13-15.
- Park SW, Cho KH, Shin YS, Kim SH, Ahn YH, Cho KG et al. Successful reduction for a pediatric chronic atlantoaxial rotatory fixation (Grisel syndrome) with long-term halter traction: case report. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005; 30(15):E444-449.

 **Cite as:** Gubin AV, Burtsev AV, Ryabykh SO, Savin DM, Ochirova PV, Korokin AA. [Surgical treatment of children with non-traumatic old atlantooccipital rotation fixation]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 87-94. [in Russian]

 *Gubin Aleksandr V.* Ul. M. Ulyanova, 6, Kurgan, Russia, 640014; e-mail: shugu19@gubin.spb.ru

 Received: 09.03.2015; Accepted for publication: 03.09.2015

17. Subach B.R., McLaughlin M.R., Albright A.L., Pollack I.F. Current management of pediatric atlantoaxial rotatory subluxation. *Spine*. 1998; 23(20):2174-2179.
18. Wang J, Vokshoor A, Kim S, Elton S, Kosnik E, Bartkowski H. Pediatric atlantoaxial instability: management with screw fixation. *Pediatr Neurosurg*. 1999; 30(2):70-78.
-

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Gubin Alexander V. – director of Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»

Burtsev Alexander V. – orthopedic surgeon, laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»

Ryabykh Sergey O. – head of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»

Savin Dmitry M. – orthopedic surgeon, laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»

Ochirova Polina V. – orthopedic surgeon, laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»

Korkin Alexander A. – orthopedic surgeon, laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics»

2D-ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Г.М. Кавалерский¹, А.П. Середа², В.Ю. Мурылев¹, Я.А. Рукин¹, А.В. Гаврилов³,
И.В. Архипов⁴, А.М. Ятченко³, И.Ю. Бычков¹

¹ ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, Россия, 119991

² ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России», ул. Б. Дорогомиловская, д. 5, Москва, Россия, 121059

³ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991

⁴ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» РАМН, Абрикосовский пер., д. 2, Москва, Россия, 119991

Реферат

Эндопротезирование тазобедренного сустава является широко распространенной операцией, успех которой во многом зависит от планирования. Традиционно планирование эндопротезирования выполняется по рентгенограммам, проявленным на пленке. Но этот метод не лишен многих недостатков, в том числе и известное планомерное вытеснение аналоговых рентгенологических установок цифровыми. Широкая палитра шаблонов компонентов эндопротеза для планирования доступна в многочисленных зарубежных специальных программах-планировщиках эндопротезирования, но все они имеют весьма значительную стоимость. Коллективом авторов из Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, МГУ им. М.В. Ломоносова и РНЦХ им. Б.В. Петровского разработана оригинальная компьютерная программа планирования эндопротезирования тазобедренного сустава, которая позволяет выполнять планирование не только в формате DICOM, но и по фотографиям традиционных пленочных рентгенограмм. В процессе работы было доказано, что проекционное искажение при фотографировании рентгенограммы, приложенной к негатоскопу, без штатива составляет 1,95%. Работы программы по планированию была апробирована при выполнении 316 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Оказалось, что для вертлужных компонентов количество совпадений составило 301 (95,3 %), а для бедренных компонентов 304 (96,2 %). Случаев изменения типа компонентов во время операции не было. Таким образом, создана отечественная импортозаменяющая программа планирования, позволяющая работать с разнообразными форматами изображений, дающая возможность оцифровки пленочных рентгенограмм.

Ключевые слова: планирование эндопротезирования тазобедренного сустава, компьютерная программа.

Введение

Эндопротезирование тазобедренного сустава является индустриально отточенной и широко востребованной всем мире операцией [6]. Количество ежегодно выполняемых в России операций по замене тазобедренного сустава невозможно установить ввиду отсутствия единого регистра эндопротезирования. Однако можно уверенно утверждать, что это число ежегодно составляет как минимум 30 тыс., то есть 25 на 100 тыс. населения в год.

Значительный рост в последние десятилетие обусловлен в том числе широким внедрением усовершенствованных технологий эндопротезирования и появлением механизма высокотехнологичной медицинской помощи с соответствующим финансированием этих операций.

Однако следует отметить, что потребность в таких операциях в России составляет более 250 тыс. в год, т.е. в 10 раз больше, чем выполняется сейчас. По данным литературы, ежегодно в Германии выполняется 286 операций на 100 тыс. населения, в Швейцарии – 306, в Бельгии – 236, а в США – 180 операций на 100 тыс. населения [7, 8, 9, 12]. Таким образом, в России количество выполняемых операций эндопротезирования тазобедренного сустава в 10–15 раз меньше, чем в европейских странах.

Благодаря программе высокотехнологичной медицинской помощи сложилась следующая тенденция: в России существуют крупные центры эндопротезирования тазобедренного сустава, где число выполняемых операций весьма велико, и эти центры можно признать высо-

Кавалерский Г.М., Середа А.П., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Гаврилов А.В., Архипов И.В., Ятченко А.М., Бычков И.Ю. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):95-102.

Середа Андрей Петрович. Ул. Б. Дорогомиловская, д. 5, Москва, Россия, 121059; e-mail: drsereda@gmail.com

Рукопись поступила: 01.10.2015; принята в печать: 21.10.2015

коактивными в хирургическом плане даже на европейском уровне. Так, например за 2011 г. в РНИИТО им. Р.Р. Вредена выполнено 2333 таких операций [5], в Лечебно-реабилитационном центре за тот же период – 1346, в Национальном медико-хирургическом институте имени Н.И. Пирогова – около 1300 операций, в УКБ № 1 ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» – 608 операций, за 2014 г. – 613 операций, в Центральном научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова – 608 операций. В 2009 г., по данным шведского регистра эндопротезирования, в госпитале Hässleholm-Kristianstad было выполнено 895 операций, в госпитале St. Göran – 416 операций, в клинике Falun – 328 операций [10]. В 2013 году, по данным того же шведского регистра, больше всего операций (777) было выполнено в госпитале Hässleholm-Kristianstad, а в большинстве остальных клиник число операций варьировало от 100 до 350 [11].

Эндопротезирование тазобедренного сустава не представляется возможным без планирования, в ходе которого хирург подбирает наиболее подходящую геометрию эндопротеза, в частности ножики (простой клин, двойной клин, с расширенной верхней частью и круглым сечением снизу, конические, четырехугольного поперечного сечения, цилиндрические, модульные, анатомические изогнутые, короткие) [6] и типоразмер других компонентов.

Важно отметить, что традиционное планирование эндопротезирования осуществляется по рентгенограммам, имеющим увеличение, с использованием целлулоидных шаблонов, которые предоставляются фирмой-производителем эндопротезов и/или импортером. Важно отметить, что увеличение по рентгенограммам не стандартизировано, и мы не можем с уверенностью говорить о реальном проценте увеличения на традиционном рентгеновском аппарате. Это является значительной проблемой при планировании операции. На практике традиционное планирование не лишено других недостатков.

Во-первых, в наличии (под рукой) часто оказывается нужных шаблонов (утрачены, забрал коллега, отсутствуют в принципе, не привозила фирма-поставщик эндопротезов и т.д.).

Во-вторых, не регламентирована сложная процедура протоколирования плана операции. По результатам планирования хирург получает данные о планируемом типоразмере, но не получает документа, хоть как-то объективизирующего план операции и пригодного для внедрения в историю болезни.

В-третьих, в настоящее время традиционные пленочные рентгенологические аппараты уходят в прошлое. Все шире и шире внедряются на рынки медицинского оборудования цифровые рентгенологические аппараты, которые позволяют выполнять рентгенографию с меньшей лучевой нагрузкой и сохранять результаты обследования в файлах формата JPEG, TIFF, BMP, PNG или в международном стандарте хранения медицинских изображений – DICOM. Можно уверенно сказать, что происходит постепенное вытеснение цифровыми рентгенологическими аппаратами традиционных аналоговых аппаратов. И вероятно, спустя 5–7 лет, цифровые рентгенологические аппараты будут более распространены, чем традиционные аналоговые [1, 3, 22, 44].

Применение цифровой рентгенографии исключает возможность планирования операции эндопротезирования тазобедренного сустава с применением целлулоидного шаблона по очевидным техническим причинам. Естественно, эту проблему решают путем создания оригинального программного обеспечения. В настоящее время на рынке присутствует множество программ планирования операции эндопротезирования тазобедренного сустава: OneFit Hip Planning компании OneFit (<http://www.onefit-medical.com>), Sectra AB (<http://www.sectra.com>) Шведского производства, OrthoCAD производителя Itero (<http://www.itero.com>), Traumacad производителя Voyanthealth (<http://www.voyanthealth.com>), Orthopedic Surgery 2D Planner производителя Optimedi (<http://optimedi.pl>), Orthoview одноименной компании (<http://www.orthoview.com>) и некоторые другие.

Между тем, эти программы не лишены недостатков и ограничений. В частности, все они весьма дороги: в зависимости от подбора модулей и блоков стоимость варьируется от 1000 до 20 000 евро, что, по очевидным причинам, представляет определенные сложности для отечественной системы здравоохранения. Вторым недостатком таких программ заключается в том, что они «понимают» определённый формат изображения. В большинстве случаев таким форматом является DICOM. Таким образом, эти программы внедряются и могут функционировать только в той больнице, где есть исключительно цифровая сетевая рентгенологическая служба (сеть, специальный сервер и модули), и чаще всего они рассчитаны на «моно-формат» изображения (либо DICOM, либо JPEG).

Между тем, в реалиях российской медицины, особенно применительно к центрам, осуществляющим эндопротезирование тазобедренного

сустава по высокотехнологичной медицинской помощи, пациенты приезжают из регионов с рентгенограммами разного формата, и в подавляющем большинстве случаев это традиционные пленочные рентгенограммы. Но все чаще и чаще пациенты приезжают из регионов с рентгенограммами различных цифровых форматов. Таким образом, мы нуждаемся в создании программного обеспечения по планированию операции эндопротезирования тазобедренного сустава, которое будет отвечать следующим требованиям:

- 1) дешевый, импортозамещающий продукт;
- 2) «понимание» большого количества форматов изображений;
- 3) модуль перевода традиционных пленочных рентгенограмм с калибровкой в цифровой формат;
- 4) составление плана операции в русскоязычном интерфейсе с возможностью внесения протокола планирования в историю болезни.

Материал и методы

В 2012 г. коллектив кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» совместно с группой разработчиков из «Гаммамед» МГУ им. М.В. Ломоносова начали работать над программным модулем, позволяющим выполнять планирование эндопротезирования тазобедренного сустава в составе автоматизированного рабочего комплекса «Гамма Мультивокс П» (MultiVox).

В 2014 г. пилотный образец программы планирования был закончен, и начата клиническая апробация программного продукта. В библиотеке программы содержится более 1500 типоразмеров эндопротезов 14 фирм-производителей, которые были доступны в середине 2013 г. В настоящее время не реализован модуль обновления библиотеки шаблонов, однако в библиотеке присутствуют подавляющее большинство используемых в России моделей эндопротезов следующих фирм: Zimmer, DePuy, Biomet, Smith&Nephew, ImplantCast и т.д.

В клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов УКБ № 1 ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» а также в Московском городском центре эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина за период с сентября 2014 года по июнь 2015 года было выполнено 316 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с их планированием в разработанной программе. Все операции выполнялись двумя опытными хирургами, каждый из которых имеет опыт более 1000 эндопротезиро-

ваний тазобедренного сустава: 226 операций выполнено в УКБ № 1 и 90 операций – в ГКБ им. С.П. Боткина. Планирование операции с использованием программного модуля в составе автоматизированного рабочего комплекса «Гамма Мультивокс П» осуществлялось непосредственно оперирующими хирургами. Протоколы планирования операций на двух клинических базах были одинаковыми.

Принцип работы программы

Программа обеспечивает ввод цифровых рентгеновских изображений, фотографий рентгеновских изображений в форматах JPEG, BMP, TIFF, GIF и в международном стандарте хранения изображений DICOM. Также в программе реализован метод калибровки фотографий традиционных цифровых рентгенограмм по окружности/сфере заранее известного диаметра.

Мы провели анализ искажений размеров при фотографировании традиционной рентгенограммы, приложенной к негатоскопу, традиционным фотоаппаратом без вспышки и выяснили, что рентгенограмму допустимо фотографировать с расстояния от объектива до негатоскопа в диапазоне 80–100 см.

Традиционно считается, что фотографирование должно осуществляться с жестко фиксированного штатива на уровне середины рентгенограммы (черная пунктирная линия). Но в случае отклонения и положения объектива на уровне нижней или верхней (синяя и зеленая пунктирные линии) границы рентгенограммы отклонение проекционных размеров составляет не более 2%. Аналогичная ситуация применима к левой и правой границам рентгенограммы. Сложно предположить, что хирург, фотографирующий рентгенограмму, будет отклонять объектив фотоаппарата настолько, что он выйдет за пределы проекционных границ снимка. Таким образом, нет необходимости в использовании штатива, центрального и установленного на фиксированном расстоянии от рентгенограммы (рис. 1).

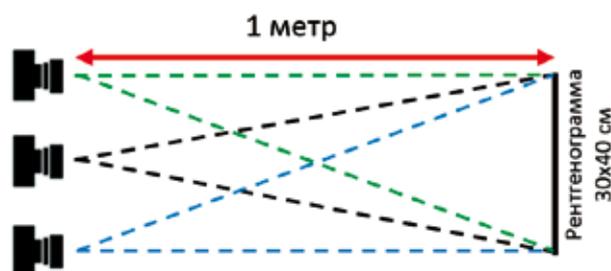


Рис. 1. Варианты фотографирования рентгенограммы фотоаппаратом без штатива

Для расчёта отклонения укажем, что длина стороны А равна 40 см (длина рентгенограммы), стороны В – 100 см (расстояние от фотоаппарата до рентгенограммы), а угол между ними равен 90°. Находим третью сторону С по теореме косинусов, которая равна 107,7 см (рис. 2 а) Ниже приведены расчеты нашего утверждения.

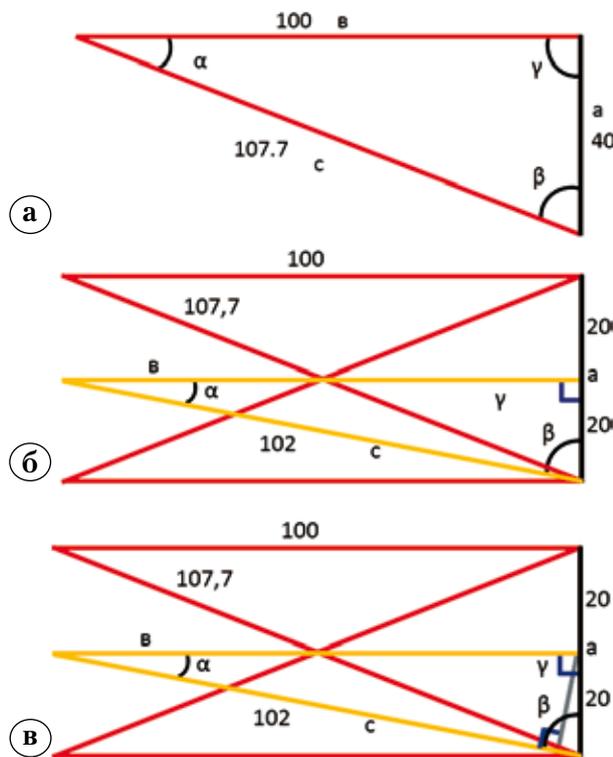


Рис. 2. Искажение проекции при фотографировании нецентрированным фотоаппаратом

Третью сторону находим из теоремы косинусов:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma \Rightarrow$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma} =$$

$$= \sqrt{1600 + 10000 - 2 \cdot 40 \cdot 100 \cdot 0} \approx \sqrt{11600} \approx 107,7.$$

Теперь, имея три стороны, по теореме косинусов находим угол α :

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{10000 + 11600 - 1600}{2 \cdot 100 \cdot 107,7} \approx$$

$$\approx 0,928 \Rightarrow \alpha \approx 21,8^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \gamma = 180^\circ - 21,8^\circ - 90^\circ; \beta = 68,2^\circ$$

Ответ: $c = 107,7; \alpha = 21,8^\circ; \beta = 68,2^\circ$

Далее рассчитывается второй треугольник. Длина стороны А равна 20 см (половина от ширины рентгенограммы), сторона В условно равна 100 см (расстояние от фотоаппарата до рентгенограммы), а угол между ними равен 90°. Находим третью сторону С по теореме косинусов, которая равна 102 см (рис. 2 б).

Третью сторону находим из теоремы косинусов:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma \Rightarrow$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma} =$$

$$= \sqrt{400 + 10000 - 2 \cdot 20 \cdot 100 \cdot 0} \approx \sqrt{10400} \approx 102.$$

Теперь, имея три стороны, по теореме косинусов находим угол α :

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{10000 + 10400 - 400}{2 \cdot 100 \cdot 102} \approx$$

$$\approx 0,981 \Rightarrow \alpha \approx 11,3^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \gamma = 180^\circ - 11,3^\circ - 90^\circ; \beta = 78,7^\circ$$

Ответ: $c = 102; \alpha = 11,3^\circ; \beta = 78,7^\circ$

Затем вычисляем высоту треугольника (серая линия, рис. 2 в), которая составляет 19,61 см. В результате получаем процент отклонения ее длины, который составляет 1,95%. Эта цифра соответствует величине проекционного искажения, возникающего при максимальном условно допустимом отклонении фотоаппарата от центра рентгенограммы до уровня ее проекционной границы.

Алгоритм планирования

В начале работы программы необходимо открыть изображение рентгенограммы. Если мы имеем дело со сфотографированным вариантом традиционной рентгенограммы, необходимо осуществить калибровку. Для этого при фотографировании традиционной рентгенограммы можно приложить шар или сферу известного диаметра (головка эндопротеза 28, 32 мм и др.). Далее осуществляется автоматическая калибровка по калибровочной окружности/сфере фиксированного размера на рентгенограмме. Сначала программа самостоятельно по разнице контрастов осуществляет автоматический поиск окружности/сферы, после чего необходимо указать ее диаметр. Алгоритм поиска работает быстро и точно, даже если окружность/сфера частично выходит за рамки рентгеновского снимка или если сфера проецируется на изображение кости пациента (рис. 3).

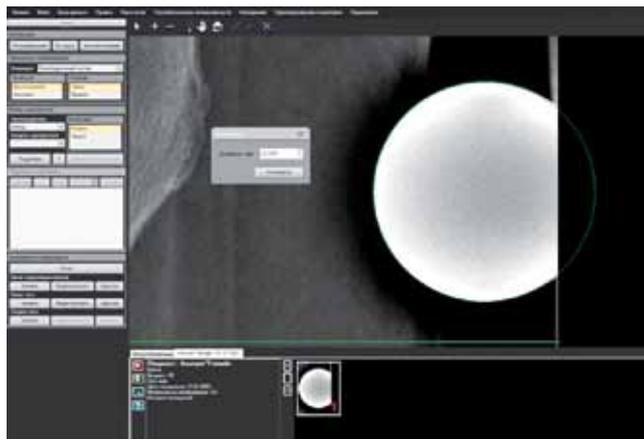


Рис. 3. Рентгенограмма с калибровочной сферой известного диаметра (головка эндопротеза). Калибровка возможна даже при выходе границ объекта за пределы рентгенограммы

После этого на рентгенограмме определяют маркеры седалищных бугров и малого вертела. Программа автоматически вычисляет офсет, сравнивает разницу в длине конечностей, предлагает варианты исправления, основываясь на данных с контралатеральной стороны, что позволяет более точно оценить разность в длине ног до операции и спланировать предстоящее лечение. В целом интерфейс и алгоритм собственно планирования повторяют зарубежные программные аналоги, поэтому мы не будем останавливаться на них подробно (рис. 4).

В программе имеется возможность отмечать часто используемые компоненты и переносить их в отдельный список для последующей более быстрой навигации по «избранным» компонентам.



Рис. 4. Вариант планирования операции эндопротезирования

Результаты планирования представляются в виде таблицы, в которой представлены возможные положения компонентов. Обеспечивается автоматическая сортировка этих вариантов по различным признакам (расстояние по горизонтали, вертикали, абсолютное расстояние, разница в длине ног). Предусмотрена возможность сохранения результата планирования в базе данных и представления его в виде протокола планирования операции в формате PDF, который можно прикладывать к электронной истории болезни. Формат вывода данных пригоден для формирования баз данных, последующего статистического анализа. Конечно, возможно распечатывание протокола планирования и внедрение в традиционную бумажную историю болезни (рис. 5).

MultiVox-Prothetic Report

Ножка		Чашка			
Производитель: DePuy Модель: Corail Stems Size: 15 Type: Collared Offset: Standard		Производитель: DePuy Модель: Pinnacle Acetabular Cups External Diameter: 60			
Точка Ножка	Точка Чашка	Расстояние, мм	По гориз-ли, мм	По верт-ли, мм	Разн ног, мм
+15	0	013,8	013,7	001,4	-
+15	+4	011,1	011,0	001,3	-
+5	0	011,8	011,7	001,4	-
+5	+4	009,9	009,0	004,2	-
+8.5	0	010,6	009,7	004,3	-
+8.5	+4	009,9	006,9	007,0	-
+12	0	010,4	007,6	007,1	-
+12	+4	011,0	004,9	009,8	-
+15.5	0	011,4	005,6	010,0	-
+15.5	+4	013,0	002,9	012,7	-



Рис. 5. Сформированный протокол планирования с таблицей автоматических расчетов изменения длины конечности при разном офсете

Поскольку программа планирования построена на базе комплекса MultiVox и является ее модулем, то она располагает широким набором функциональных клавиш и инструментов (линейка, сфера, поворот изображения, расчет расстояния, углов и т.д).

Результаты

На клинических базах кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с применением

описанного программного модуля было выполнено 316 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у 294 пациентов: 22 пациентам операции последовательно выполнены с двух сторон с интервалом в 2–8 месяцев; с применением эндопротезов бесцементной фиксации выполнено 184 операции (58,2%), гибридной фиксации (вертлужный компонент бесцементной фиксации, бедренный компонент цементной фиксации) – 25 (7,9%) операций, с применением компонентов цементной фиксации – 107 (33,9%).

Проведен анализ совпадения размеров, запланированных в MultiVox, и установленных вертлужных и бедренных компонентов. Результаты представлены на рисунках 6 и 7.

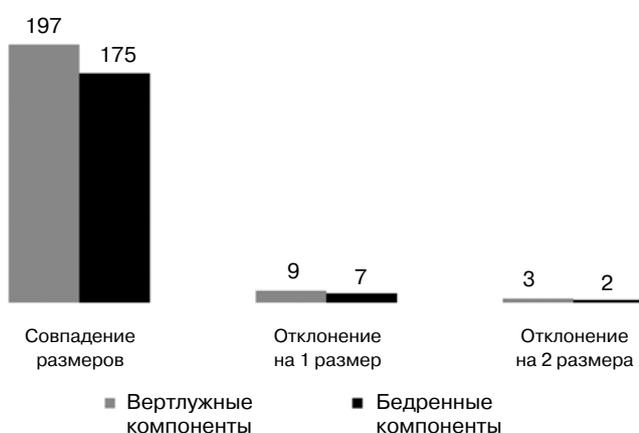


Рис. 6. Распределение отклонений размеров вертлужных и бедренных компонентов бесцементной фиксации, запланированных в MultiVox и установленных во время операции

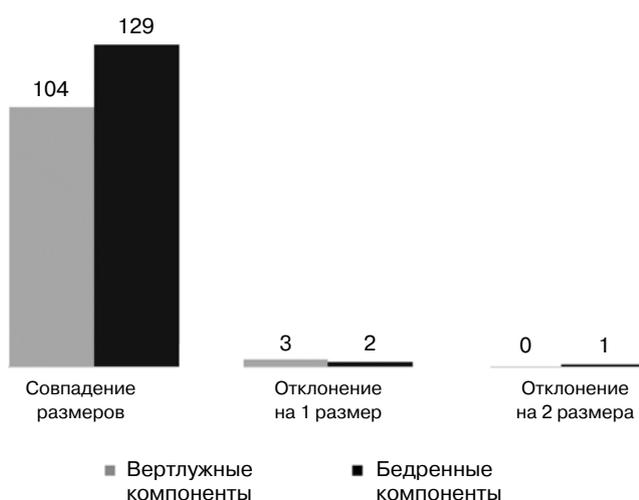


Рис. 7. Распределение отклонений размеров вертлужных и бедренных компонентов цементной фиксации, запланированных в MultiVox и установленных во время операции

Таким образом, для вертлужных компонентов бесцементной фиксации количество совпадений планируемых и установленных размеров составило 197 (94,3%), а для вертлужных компонентов цементной фиксации – 104 (97,2%). Для бедренных компонентов бесцементной фиксации количество совпадений составило 175 (95,1%), а для бедренных компонентов цементной фиксации – 129 (97,7%). Суммарно для вертлужных компонентов количество совпадений составило 301 (95,3%), а для бедренных компонентов – 304 (96,2%). Случаев изменения типа компонентов во время операции не было.

Выводы

1. Созданный программный модуль «Гамма Мультивокс П» представляет собой недорогой импортозамещающий продукт, с помощью которого можно улучшить и ускорить планирование эндопротезирования тазобедренного сустава.

2. Понимание большого количества форматов, возможность оцифровки пленочных рентгенограмм и русскоязычный интерфейс значительно расширяют возможности применения данной программы не только в крупных федеральных центрах, но и в городских больницах.

3. Реализована возможность протоколирования результатов планирования операции с занесением в историю болезни.

4. Необходима дальнейшая доработка программы, в частности в отношении обновления библиотеки шаблонов.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Блинов Н.Н., Васильев А.Ю., Зиниченко В.Я. Необходимость и достаточность технического перевооружения отечественного здравоохранения. *Медицинская техника*. 2011; (5):26-29.
2. Камышанская И.Г., Мазуров А.И. Снижение лучевых нагрузок при исследованиях на цифровых рентгеновских аппаратах. *Биотехносфера*. 2010; (4):33-37.
3. Мазуров А.И. Последние достижения в цифровой рентгенодиагностике. *Медицинская техника*. 2010; (5):10-14.
4. Мазуров А.И. Сфера применения цифровых технологий в медицинской рентгенотехнике и их фундаментальные ограничения. *Медицинская техника*. 2009; (1):25-29.
5. Тихилов Р.М., Гончаров М.Ю., Дроздова П.В., Сивков В.С., Сементковский А.В., Малыгин Р.В. Заполняемость регистра эндопротезирования тазобедренного сустава ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена». *Травматология и ортопедия России*. 2011; (2):153-159.
6. Середа А.П. Эндопротезирование тазобедренного сустава: ответы на все вопросы. М.: Гранат; 2014. 121 с.

7. CDC National Hospital Discharge Survey (2012 table, inpatient surgery. Procedures by selected patient characteristics – Number by procedure category and age). National Health statistics Reports N 57, September 27, 2012.
8. OECD (2013), Health at a Glance 2013: OECD Indicators, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en. ISBN 978-92-64-20502-4 (PDF).
9. Kurtz S. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg.* 2005; 87-A(7):1487-1497.
10. Swedish Hip Arthroplasty Register 2009 Annual Report. <http://www.shpr.se/libraries/documents/annualreport-2009-en.sflb.ashx>
11. Swedish Hip Arthroplasty Register 2013 Annual Report. http://www.shpr.se/Libraries/Documents/AnnualReport_2013-04-1_1.sflb.ashx
12. The American Joint Replacement Registry 2013 Annual Report http://www.ajrr.net/images/downloads/AJRR_2013_Annual_Report.pdf

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кавалерский Геннадий Михайлович – д-р мед. наук профессор директор научно-образовательного клинического центра «Травматология и ортопедия» ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Серета Андрей Петрович – д-р мед. наук директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации» ФМБА России

Мурьев Валерий Юрьевич – д-р мед. наук профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф; ведущий научный сотрудник научно-образовательного клинического центра «Травматология и ортопедия» ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Рукін Ярослав Алексеевич – доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, старший научный сотрудник научно-образовательного клинического центра «Травматология и ортопедия» ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Бычков Иван Юрьевич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Гаврилов Андрей Васильевич – канд. тех. наук заведующий лабораторией отдела микроэлектроники НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

Архипов Иван Владимирович – программист, ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского» РАМН

Ятченко Артем Михайлович – программист, факультет ВМК ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

2D PLANNING FOR HIP ARTHROPLASTY

G.M. Kavalersky¹, A.P. Sereda², V.Yu. Murylev¹, Ya.A. Rukin¹, A.V. Gavrilov³, I.V. Arkhipov⁴, A.M. Yatchenko³, I.Yu. Bychkov¹

¹ *Sechenov First Moscow State Medical University, ul. Trubetskaya, 8, Moscow, Russia, 119991*

² *Federal Research and Clinical Center of Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, ul. B. Dorogomilovskaya, 5, Moscow, Russia, 121059*

³ *Lomonosov Moscow State University, Leninskiye gory, 1, Moscow, Russia, 119991*

⁴ *Petrovsky Russian Science Center of Surgery, Abrikosovskiy per., 2, Moscow, Russia, 119991*

Abstract

Hip arthroplasty is a common surgery, the success of which largely depends on its planning. Traditionally, arthroplasty planning performed on X-ray film, but this method has many shortcomings, including the well-known systematic repression for analogue X-ray systems to digital. The wide range of implant templates for the planning available in numerous of foreign special planning programs for arthroplasty, but all of them are very expensive. A team of authors from Sechenov First Moscow State Medical University, Lomonosov Moscow State University and Petrovsky National

Cite as: Kavalersky GM, Sereda AP, Murylev VYu, Rukin YaA, Gavrilov AV, Arkhipov IV, Yatchenko AM, Bychkov IYu. [2D planning for hip arthroplasty]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii.* 2015; (4):95-102. [in Russian]

✉ *Sereda Andrei P.* Ul. B. Dorogomilovskaya, 5, Moscow, Russia, 121059; e-mail: drsereda@gmail.com

1 Received: 01.10.2015; Accepted for publication: 21.10.2015

Research Centre of Surgery developed an original computer program for hip arthroplasty planning that allows to plan not only in the DICOM format, but also in photographs of traditional X-ray film. In the process of their work, it has been proved that the projection distortion when photographing X-ray applied to the X-ray viewer without a tripod is 1.95%. Practical testing of the planning program was carried out with 316 total hip arthroplasty surgeries. It turned out that for acetabular component the number of matches was 301 (95.3%), and for femoral components – 304 (96.2%). There were no cases of changing the type of components during surgeries. Thus, the created domestic import-substituting planning program allows working with a variety of image formats and making it possible to digitize X-ray film.

Key words: hip arthroplasty planning, software.

Conflict of interest: none.

References

1. Blinov NN, Vasil'yev AYu, Zinichenko VYa. [The necessity and the adequacy of the technical retrofitting in national health care]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2011; (5):26-29. [in Rus.]
2. Kamyshanskaya IG, Zakharov AI. [Reduction of radiation exposure in studies with digital X-ray unit]. *Biotechnosphere* [Biotekhnosfera]. 2010; (4):33-37. [in Rus.]
3. Mazurov AI. [Recent advances in digital radiology]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2010; (5):10-14. [in Rus.]
4. Mazurov AI. [Application sphere of digital medical X-ray technologies and its fundamental limitations]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2009; (1):25-29. [in Rus.]
5. Tikhilov RM, Goncharov MYu, Drozdova AV, Sivkov VS, Sementkovskiy AV, Malygin RV. [The of fillability of Hip Replacement Registry in Vreden Russian Research Institution of Traumatology and Orthopedics]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011; (2):153-159. [in Rus.]
6. Sereda AP. Hip replacement: all the answers. M.: Granat; 2014. 121 s. [in Rus.]
7. CDC National Hospital Discharge Survey (2012 table, inpatient surgery. Procedures by selected patient characteristics - Number by procedure category and age). National Health Statistics Reports N 57, September 27, 2012.
8. OECD (2013), Health at a Glance 2013: OECD Indicators, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en. ISBN 978-92-64-20502-4 (PDF).
9. Kurtz S. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg.* 2005; 87-A(7):1487-1497.
10. Swedish Hip Arthroplasty Register 2009 Annual Report. <http://www.shpr.se/libraries/documents/annualreport-2009-en.sflb.ashx>
11. Swedish Hip Arthroplasty Register 2013 Annual Report. http://www.shpr.se/Libraries/Documents/AnnualReport_2013-04-1_1.sflb.ashx
12. The American Joint Replacement Registry 2013 Annual Report http://www.ajrr.net/images/downloads/AJRR_2nnual_Report.pdf

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

- Kavalersky Gennady M.* – professor, head of orthopaedic department, Sechenov First Moscow State Medical University
Sereda Andrei P. – director of Federal Research and Clinical Center of Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency
Murylev Valery Yu. – professor, research associate, Sechenov First Moscow State Medical University, orthopaedic department
Rukin Yaroslav A. – associated professor, Sechenov First Moscow State Medical University, orthopaedic department
Gavrilov Andrei V. – head of microelectronics laboratory, Lomonosov Moscow State University
Arkipov Ivan V. – programmer, Petrovsky Russian Science center Center of Surgery
Yatchenko Artem M. – programmer, Lomonosov Moscow State University
Bychkov Ivan Yu. – postgraduate, Sechenov First Moscow State Medical University, orthopaedic department

ОСЛОЖНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСТРАКОРТИКАЛЬНЫХ ФИКСАТОРОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА И ВНУТРЕННЕЙ ФИКСАЦИИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Л.Н. Соломин^{1, 2}, Ф.К. Сабиров¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427

² Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет, 21-я линия В. О., д. 8а, Санкт-Петербург, Россия, 199106

Реферат

Введение. Экстракортикальный фиксатор (ЭФ) – устройство, которое в отличие от спиц и стержней-шурупов не перфорирует кортикальные пластинки кости. Поэтому его применение упрощает выполнение методик последовательного и комбинированного применения внешней и внутренней фиксации, остеосинтез при перипротезных переломах и деформациях.

Цель исследования – сравнить частоту возникновения и структуру осложнений в зависимости от применения экстракортикальных фиксаторов и стандартных чрескостных элементов при чрескостном и комбинированном остеосинтезе бедренной кости.

Материал и методы. Были проанализированы осложнения, возникшие при лечении 66 пациентов аппаратами, в компоновках которых были использованы ЭФ (группа «ЭФ»). Результаты были сравнены с результатами применения у 29 пациентов комбинированной внешней и внутренней фиксации при использовании традиционных чрескостных элементов (группа «ЧЭ»).

Результаты. В группе «ЭФ» воспаление мягких тканей в местах выхода фиксирующих элементов (перивоспаление) выявлено в 14,8% случаев. У этих пациентов данное осложнение возникло вокруг 45,5% всех использованных фиксирующих элементов, из них – 18,2% приходилось на ЭФ. В группе «ЧЭ» воспаление возникло в 29,2% случаев, перелом экстракортикального фиксатора – в одном (3,7%) случае, перелом чрескостных элементов диагностирован в 3 (13,6%) случаях. При лечении перипротезных переломов и деформаций с использованием ЭФ воспаление констатировано в 16,7% случаев. При лечении аналогичной патологии без наличия эндопротеза инфекционные осложнения были диагностированы в 21,5% случаев. Все эти осложнения не повлияли на результат лечения. Другие осложнения (невропатия седалищного нерва, контрактуры коленного сустава) не имели зависимости от применения ЭФ.

Заключение. При использовании экстракортикального фиксатора исключается возникновение таких осложнений комбинированного остеосинтеза, как заклинивание внутрикостного стержня стержнем-шурупом, снижение стабильности остеосинтеза (из-за использования фиксатора меньшего диаметра) и вырезывание стержней шурупов (из-за их эксцентричного введения). Применение экстракортикального фиксатора не увеличивает количество осложнений, специфичных для внешней фиксации. Все возникшие осложнения были устранены консервативными мероприятиями и не повлияли на результаты лечения.

Ключевые слова: экстракортикальный фиксатор, осложнения чрескостного остеосинтеза, дефекты и деформации бедренной кости, удлинение и замещение дефекта поверх гвоздя.

Введение

Объединение преимуществ чрескостного и интрамедуллярного блокируемого остеосинтеза позволяет уменьшить риск осложнений, повысить комфортность для пациента при лечении переломов, коррекции деформаций различной сложности, замещении сегментарных дефек-

тов длинных костей [2, 7, 11, 15]. Существуют 4 группы технологий, в которых используются внешняя и внутренняя фиксация:

1. «Ассистирующая» внешняя фиксация блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза при лечении переломов и коррекции деформаций длинных костей – AcВФ (External Fixation Assisted Nailing – EFAN).

Соломин Л.Н., Сабиров Ф.К. Осложнения, связанные с применением экстракортикальных фиксаторов при комбинированном и последовательном использовании чрескостного остеосинтеза и внутренней фиксации бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):103-110.

Сабиров Фаниль Камилжанович. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: fanil.sabirov@gmail.com

1 Рукопись поступила: 18.11.2015; принята в печать: 15.12.2015

2. Последовательное использование чрескостного и блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза: «Аппарат, Затем Гвоздь – «АЗГ» (Sequential External Fixation and Nailing – SEFaN).

3. Удлинение поверх гвоздя – УПГ (Lengthening Over Nail – LON).

4. Замещение дефекта кости поверх гвоздя – ЗДПГ (Bone Transport Over Nail – BTON).

При перечисленных технологиях чрескостные элементы следует проводить таким образом, чтобы исключить их контакт с интрамедуллярным стержнем. Одним из способов решения данной проблемы является эксцентричное расположение чрескостных элементов. Но это технически достаточно сложно и опасно вырезыванием (миграцией) из кости спиц и стержней-шурупов. Применение стержней-шурупов меньшего диаметра снижает жесткость остеосинтеза. Возможное отклонение внутрикостным гвоздем чрескостного элемента повышает риск травматизации магистральных сосудов и нервов. Наиболее часто подобные трудности встречаются при остеосинтезе бедренной кости [12, 14].

В РНИИТО им. Р.Р. Вредена разработано специальное устройство – экстракортикальный фиксатор (ЭФ) (патент на полезную модель № 87618), который позволяет фиксировать в опоре любого аппарата костные фрагменты при наличии в их костномозговой полости массивного инородного тела: металлического стержня, бедренного компонента эндопротеза и т.п. (рис. 1). Биомеханические исследования показали, что использование экстракортикальных фиксаторов повышает жесткость фиксации костного фрагмента модулями первого и второго порядков. Модуль первого порядка обеспечивает наибольшую жесткость остеосинтеза, когда

используется два экстракортикальных фиксатора, введенных на расстоянии 50 мм под углом 60° по отношению друг к другу. Еще большая жесткость обеспечивается при введении ЭФ на расстоянии 100 мм и фиксацией к двум кольцевым опорам (M2) [4].

Следует подчеркнуть, что применение ЭФ не призвано кардинально изменить известные методики комбинированного применения внешней и внутренней фиксации. Предназначение ЭФ – упростить выполнение АсВФ, АЗГ, УПГ и ЗДПГ и уменьшить риск возникновения осложнений. Упрощение выполнения названных методик очевидно – применение ЭФ исключает проблемы (и осложнения) связанные с конфликтом «чрескостные элементы – внутрикостный стержень». Как уже указывалось, стабильность остеосинтеза с применением ЭФ доказана экспериментально. Однако ЭФ имеет значительные конструктивные отличия от стандартных стержней-шурупов. Во-первых, это больший диаметр крепежителя – 8 мм (стержень-шуруп для остеосинтеза бедренной кости – 5–6 мм), таким образом «ворота для инфекции» несколько больше. Для установки ЭФ требуется разрез до 4 см, а не разрез-прокол длиной 6 мм, который используется для стержней-шурупов. ЭФ можно условно представить, как «канюлю» – имеется некоторое расстояние между трубкой хвостовика и вводимым в нее остроконечным стержнем. Эти три параметра потенциально способны увеличить риск инфекционных осложнений. Во-вторых, для остеосинтеза применяются бесканальные стрежни-шурупы. Хвостовик ЭФ имеет в основе трубку с введенным в нее стержнем. Кроме того «слабым местом» может быть место соединения крючковидной лапки с хвостовиком. Эти параметры потенциально увеличивают риск перелома

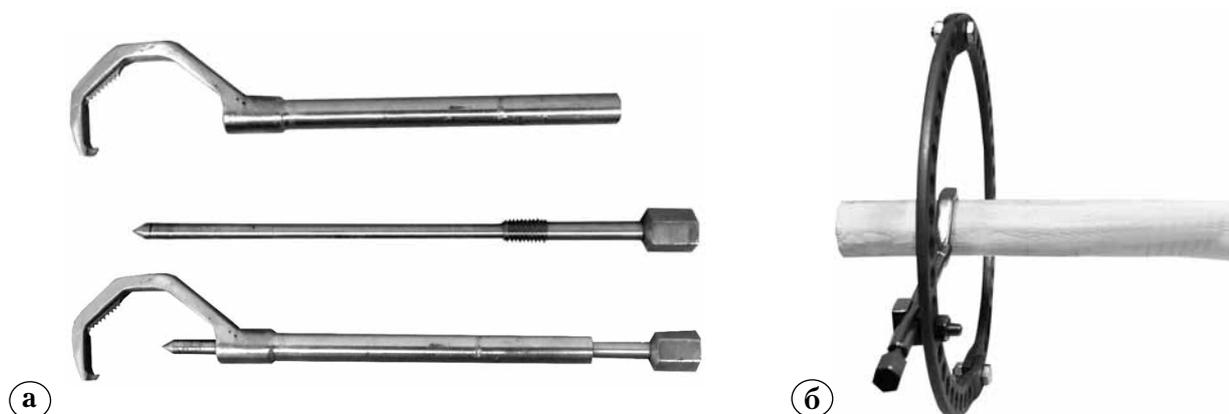


Рис. 1. Экстракортикальный фиксатор: а – в разобранном и собранном виде. б – фиксация костного фрагмента к опоре аппарата

(частичного разрушения) данного скрепителя.

Таким образом, для того, чтобы ответить на вопрос: «целесообразно ли использование ЭФ?», по нашему мнению, достаточно изучить, не увеличивает ли использование ЭФ в компоновке аппаратов внешней фиксации следующих осложнений:

1) воспалений мягких тканей в местах введения ЭФ,

2) переломов ЭФ на протяжении периода фиксации.

Другие параметры, стандартно исследуемые при сравнительном изучении внешней фиксации (индекс фиксации, индекс остеосинтеза, точность коррекции деформации, протяженность удлинения или замещаемого дефекта, возникновение контрактур и др.) имеют, несомненно, важное, но для данного исследования – второстепенное значение. Необходимо лишь, чтобы в клинической группе, используемой для сравнения (использование только традиционных чрескостных элементов), длительность периода фиксации аппаратом, сроки коррекции, характер патологии были идентичны.

Цель исследования – сравнить частоту возникновения и структуру осложнений в зависимости от применения экстракостных фиксаторов и стандартных чрескостных элементов при чрескостном и комбинированном остеосинтезе бедренной кости.

Материал и методы

Был проанализирован опыт применения ЭФ при лечении 66 пациентов с патологией бедренной кости. Все эти пациенты составили первую клиническую группу – группу «ЭФ». У 29 пациентов методики комбинированного использования внешней и внутренней фиксации приме-

нялись без экстракостного фиксатора, то есть фиксация осуществлялась традиционными чрескостными элементами (спицы и стержни-шурупы). Эти пациенты составляли вторую клиническую группу – «ЧЭ» (чрескостные элементы) (табл. 1).

В категорию «прочее» вошли 2 наблюдения фиксации бедренной кости при канальном остеомиелите и 3 клинических случая устранения контрактуры коленного сустава аппаратом внешней фиксации при наличии в костномозговой полости стержня для остеосинтеза.

Для возможности статистической обработки получаемых данных количество пациентов в подгруппах АЗГ, УПГ и ЗДПГ было объединено. Как следует из таблицы 2, эти две подгруппы были сравнимы по важнейшим параметрам внешней фиксации, следовательно, они могли быть использованы для данного конкретного исследования.

При лечении перипротезных деформаций и переломов мы не использовали только традиционные чрескостные элементы. Поэтому для сравнения мы использовали данные аналогичного анализа переломов и деформаций бедренной кости при отсутствии эндопротеза тазобедренного сустава [1, 5]. Критерием включения был идентичный срок фиксации аппаратом.

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения STATISTICA 10 for Windows. Критерием статистической достоверности различия в двух группах сравниваемых результатов мы считали общепринятую в медицине величину $p < 0,05$. Вывод о наличии или отсутствии достоверных различий делался на основании статистических расчетов.

Таблица 1

Распределение пациентов по группам

Методика	Группа «ЭФ»	Группа «ЧЭ»
АсВФ	22 (33,3%)	7 (24,1%)
АЗГ	9 (13,6%)	10 (34,5%)
УПГ	13 (19,7%)	9 (31,0%)
ЗДПГ	5 (7,6%)	3 (10,4%)
Остеосинтез перипротезных переломов	6 (9,1%)	–
Коррекция перипротезных деформаций	6 (9,1%)	–
Прочее	5 (7,6%)	–
Всего	66 (100%)	29 (100%)

Таблица 2

Основные показатели чрескостного остеосинтеза

Показатель	Группа «ЭФ» (26 случаев*)	Группа «ЧЭ» (22 случая)	p
Величина удлинения, см	4,23±1,56	3,89±1,76	0,64
Срок удлинения при УПГ, дни	51,69±23,8	46,44±22,15	0,61
Индекс удлинения, дни/см	11,91±2,39	12,07±1,6	0,86
Период ЧО при УПГ, дни	77,38±46,14	78,44±51,46	0,96
Индекс ЧО при УПГ, дни/см	17,37±6,3	19,16±5,5	0,5
Величина замещающего дефекта, см	6,63±0,95	6,0	0,42
Срок ЗДПГ, дни	108,75±26,74	115,0±14,38	0,67
Индекс замещения, дни/см	16,27±1,85	19,17±4,6	0,19
ПО при ЗДПГ, дни	126±29,79	148,33±31,79	0,58
Индекс ЧО при ЗДПГ, дни/см	18,85±1,91	24,72±5,3	0,21

* У 27-го пациента группы «ЭФ» замещение дефекта поверх гвоздя выполнялось в несколько этапов без демонтажа имеющихся в компоновке аппарата ЭФ на протяжении 22 месяцев. Аналогичного периода фиксации в контрольной группе не было. Поэтому данный случай не учтен в таблице 2, но учтен при анализе осложнений и представлен как клинический пример.

Результаты

В таблице 3 представлены анализируемые осложнения для «комбинированных» и «последовательных» методик.

В обеих группах самым частым осложнением было воспаление мягких тканей вокруг выхода фиксирующего элемента (ЭФ, спицы или стержня-шурупа). Следует отметить, что из четырех клинических наблюдений группы «ЭФ» воспаление возникло в области четырех экстракортикальных фиксаторов и шести традиционных чрескостных элементов. В группе «ЧЭ» возникло воспаление в области 7 традиционных чрескостных элементов. Таким образом, в группе «ЭФ» имелось воспаление в области 45,5% всех использованных в компоновке аппарата

фиксирующих элементов; из них – 18,2% приходилось на ЭФ. В группе «ЧЭ» наблюдалось воспаление в области 29,2% всех использованных в компоновке аппарата фиксирующих элементов. Соотношение общего числа чрескостных элементов в группах «ЭФ» и «ЧЭ» составляет 1:1,2. Таким образом, воспаление в области ЭФ не превышает количество воспалений в области традиционных чрескостных элементов и достоверно не отличается при использовании только традиционных чрескостных элементов (p = 0,99). Во всех случаях воспаление было поверхностным, купировано консервативными мероприятиями и не повлияло на результаты лечения. Данные мировой литературы свидетельствуют, что поверхностное воспаление

Таблица 3

Частота осложнений в исследуемых группах совместного использования внешней и внутренней фиксации

Осложнение	Группа «ЭФ»	Группа «ЧЭ»
Воспаление в области ЭФ или чрескостного элемента	4 (14,8%)	4 (18,2%)
Нестабильность фиксирующего элемента	1 (3,7%)	–
Перелом фиксирующего элемента	1 (3,7%)	3 (13,7%)
Заклинивание интрамедуллярного стержня	1 (3,7%)	2 (9,1%)
Невропатия	3 (11,1%)	1 (4,5%)
Контрактура коленного сустава	2 (7,4%)	1 (4,5%)
Без осложнений	15 (55,6%)	11 (50%)
Всего осложнений	12 (44,4%)	11 (50%)

вместах выхода чрескостных элементов составляет при традиционном чрескостном остеосинтезе от 8,2% до 96% [3, 6, 8, 9, 10], при комбинированных методиках – от 7% до 38% [2, 7, 13].

Недостаточная стабильность («прослабление») одного ЭФ к концу периода перемещения костного фрагмента (121-е сутки после операции) не сочеталась с окружающим воспалением мягких тканей и не повлияла на результаты лечения. Возможная причина – невыполнение пациентом поддерживающей компрессии остроконечным стержнем. Однако при этом ЭФ занял несколько угловое положение и полностью не утратил стабильности.

Перелом экстракортикального фиксатора в месте перехода хвостовика в лапку произошел в одном случае при демонтаже аппарата; причем общая продолжительность непрерывного использования этого ЭФ составила 22 месяца. Переломов традиционных чрескостных элементов в группе «ЭФ» отмечено не было. В группе «ЧЭ» были 3 случая перелома стержней-шурупов; в одном случае потребовалось проведение замещающего чрескостного элемента. Таким образом, использование ЭФ не превышает количество осложнений, связанных с поломкой металлоконструкций.

Другие осложнения, возникшие в ходе лечения обеих групп пациентов, по нашему мнению, не были напрямую связаны с применением тех или иных фиксирующих элементов. Так, было по одному случаю заклинивания интрамедуллярного стержня при дистракции в каждой из групп. В группе «ЭФ» это было связано с необходимостью, кроме удлинения, устранить торсионный компонент деформации. В группе «ЧЭ» была попытка удлинить бедро поверх уже имеющегося гвоздя без дополнительного расверливания костномозгового канала.

Развитие невропатии седалищного нерва (2 случая в группе «ЭФ», 1 случай в группе «ЧЭ») не было связано с использованием фиксирующих элементов, т.к. все они были проведены в проекции «Рекомендуемых позиций» [6]. Аналогичное можно утверждать в отношении контрактур коленного сустава (2 случая в группе «ЭФ», 2 случая в группе «ЧЭ»).

Из 12 случаев перипротезных переломов и деформаций, сопровождающихся воспалением, оно развилось в области двух экстракортикальных фиксаторов и трех стержней-шурупов (16,7%). Таким образом, воспаление развилось в области 33,3% от всех использованных в компоновке аппарата фиксирующих элементов; из них – 13,3% приходилось на ЭФ. По данным литературы, при лечении аналогичной патологии без наличия эндопротеза инфекци-

онные осложнения были диагностированы в 21,5% случаев [1, 5]. При этом перивоспаление имелось в области 18,7% всех использованных в компоновке аппарата фиксирующих элементов. Остальные осложнения, в частности, невропатия седалищного нерва (8,3% и 1,9% в группах с применением ЭФ и без него соответственно) контрактуры коленного сустава (0% и 11,5% соответственно в группах с применением ЭФ и без его применения), не были связаны с применением ЭФ.

Клинический пример

Пациенту Б., 23 лет, в 2003 г. был имплантирован «удлиняющийся» онкопротез левого коленного сустава (остеосаркома). Ревизионные вмешательства в 2004, 2005 и 2012 годах. Последнее удлинение протеза осложнилось глубокой инфекцией. Протез был удален, установлен неартикулирующий спейсер. В июле 2013 г. по поводу рецидива глубокой инфекции выполнены ревизия, санация, дренирование очага инфекции, переустановка спейсера (рис. 2 а). 19.11.2013 выполнены удаление спейсера, интрамедуллярный остеосинтез левой бедренной и большеберцовой костей «длинным» стержнем, наложение аппарата внешней фиксации и остеотомия бедренной кости. В компоновке аппарата было использовано 2 экстракортикальных фиксатора (рис. 2 б). На 7-е сутки было начато билोकальное замещение дефекта «поверх гвоздя» в темпе 1 мм/сутки. Дистракция прекращена спустя 3 месяца после достижения величины регенерата 7 см (рис. 2 в). 16.04.2014 были выполнены проведение дополнительных чрескостных элементов, перемонтаж АВФ; остеотомия дистального фрагмента левой бедренной кости, остеотомия дистального фрагмента большеберцовой кости. На 7-е сутки начато перемещение фрагмента бедренной кости с использованием проволочных тяг в режиме 1 мм/сутки и фрагмента большеберцовой кости при помощи «спицевой» опоры в режиме 1,25 мм/сутки (рис. 2 г). В июне 2014 г. перемещение фрагментов приостановлено ввиду угрозы формирования гипотрофических регенератов. После перестройки регенератов 01.07.15 выполнены частичный перемонтаж АВФ, остеотомии бедренной и большеберцовой костей. С 5-х суток начато билोकальное замещение в режиме 1 мм/сутки (рис. 2 д, е). 14.09.2015 г. выполнены демонтаж аппарата, открытая адаптация концов перемещенных костных фрагментов с костной аутопластикой, накостный остеосинтез (рис. 2 ж, з). В целом период чрескостного остеосинтеза составил 655 дней. Суммарный период замещения дефекта составил 217 дней. Общая величина замещенного дефекта составила 25 см. Остаточное укорочение 6 см будет устранено в ходе следующего этапа лечения.

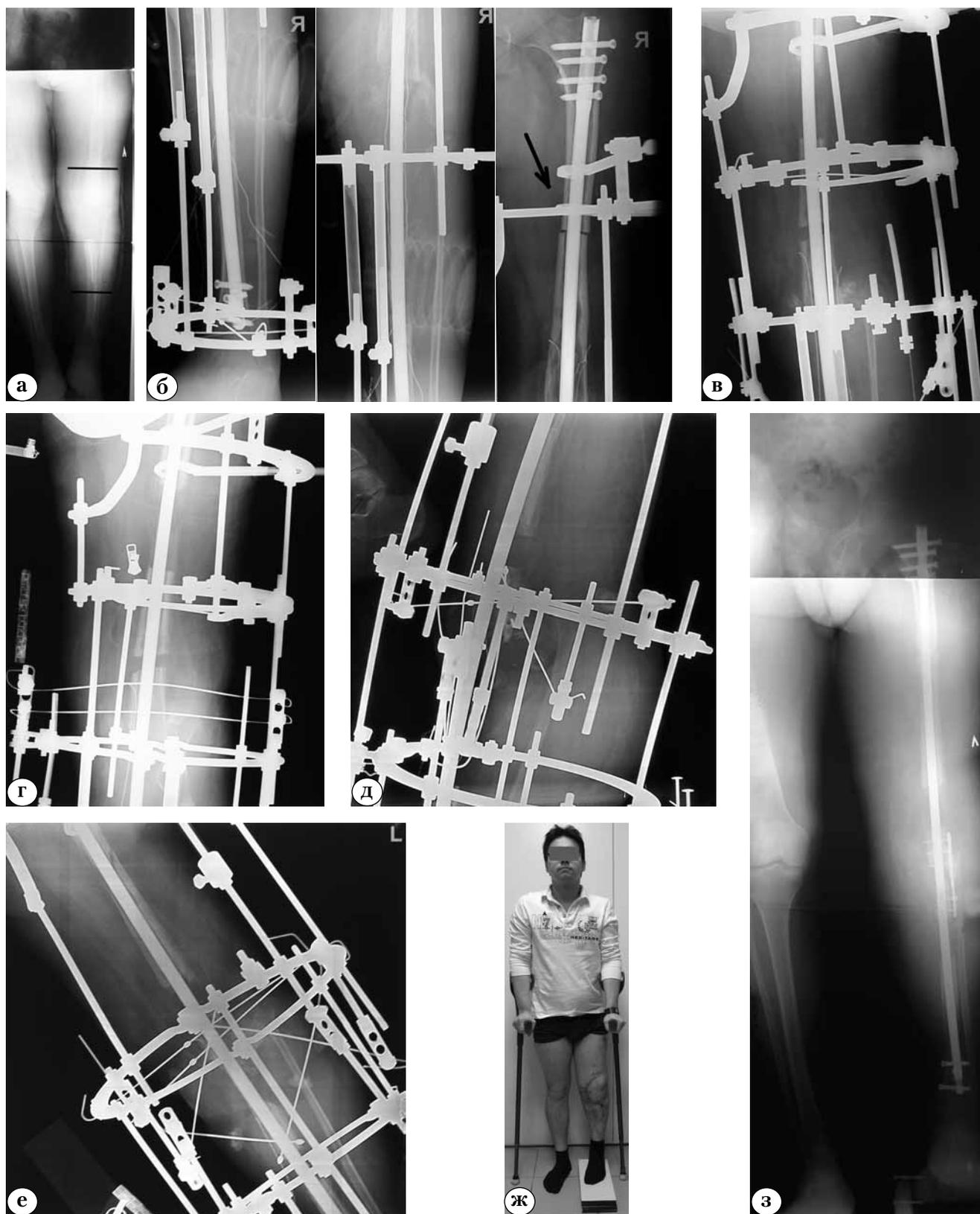


Рис. 2. Клинический пример использование ЭФ при методике «замещение дефекта поверх гвоздя»: а – телерентгенограмма до операции (линиями обозначена величина дефекта); б – рентгенограммы после первой операции (стрелкой обозначены два ЭФ); в – во время дистракции; г – после выполнения фиксации перемещаемого фрагмента, выполнения второй остеотомии; д, е – перед выполнением открытой адаптации, накостного остеосинтеза, демонтажа АВФ; ж, з – фотография и рентгенограмма пациента после демонтажа АВФ.

Заключение

Проведенный анализ подтверждает, что применение экстракорткального фиксатора позволяет использовать возможности внешней фиксации в тех ситуациях, когда проведение традиционных чрескостных элементов затруднено или невозможно. При этом использование ЭФ исключает возникновение таких осложнений комбинированного остеосинтеза, как заклинивание внутрикостного стержня стержнем-шурупом при удлинении без устранения торсионного компонента, снижение стабильности остеосинтеза (из-за использования фиксатора меньшего диаметра) и вырезывание стержней шурупов (из-за их эксцентричного введения). При этом применение ЭФ не увеличивает количество осложнений, специфичных для внешней фиксации. Все возникшие осложнения были устранены консервативными мероприятиями и не повлияли на результаты лечения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Андрианов М.В. Комбинированный чрескостный остеосинтез при диафизарных переломах бедренной кости и их последствиях [автореф. дис. ... канд. мед. наук]. СПб.: ФГБУ РНИИТО им Р.Р. Вредена; 2007.
2. Пат. 2250758 РФ, МПК7 А61В17/56. Способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза бедренной кости. Челноков А.Н., Виноградский А.Е., Шлыков И.Л., Стэльмах К.К., Ким. А.П. Заявитель и патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина МЗ РФ. № 2003125921/14; заявл.22.08.2003; опублик. 27.04.2005, Бюл. № 12.
3. Попков Д.А., Попков А.В., Данильченко Г.В., Аборин С.А. Современное состояние проблемы оперативного удлинения бедра (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 1999; (3): 105-110.
4. Сабиров Ф.К., Соломин Л.Н. Исследование жесткости модулей первого и второго порядка скомпонованных с использованием экстракорткальных фиксаторов. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (1): 58-65.
5. Соломин Л.Н., Щепкина Е.А., Виленский В.А., Скоморошко П.В., Тюляев Н.В. Коррекция деформаций бедренной кости по Илизарову и основанным на компьютерной навигации аппаратом «Орто-СУВ». *Травматология и ортопедия России*. 2011; (3): 32-39.
6. Соломин Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза. Т. 1. М.; 2014. 328 с.
7. Соломин Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза. Т. 2. М.; 2015. 560 с.
8. Шевцов В.И., Попков А.В., Попков Д.А. Осложнения при удлинении бедра в высокодетальном автоматическом режиме. *Гений ортопедии*. 1997; (4): 24-28.
9. Dahl M.T., Gulli B., Berg T. Complications of limb lengthening. A learning curve. *Clin Orthop Relat Res*. 1994; (301): 10-18.
10. Hasler C.C., Krieg A.H. Current concepts of leg lengthening. *J Child Orthop*. 2012; (6): 89-104.
11. Herzenberg J. E., Paley D. Tibial lengthening over nails (LON). *Tech. Orthop*. 1997; (12): 250-259.
12. Herzenberg J.E., Santpure S., Paley D. Femoral Lengthening in patients with achondroplasia. In: AAOS. 70 Annual Meeting Proceedings. New Orleans; 2003. P. 624-625.
13. Kocaoglu M., Eralp L., Kilicoglu O., Cakmak H.B.M. Complications Encountered During Lengthening Over an Intramedullary Nail. *J Bone Joint Surg. Am*. 2004; (86): 2406-2411.
14. Kocaoglu M., Eralp L., Bilen F.E., Balci H.I. Fixator-assisted acute femoral deformity correction and consecutive lengthening over an intramedullary nail. *J. Bone Joint Surg*. 2009; (91-A, 1): 152-159.
15. Paley D, Herzenberg JE, Paremian G, Bhav A. Femoral lengthening over an intramedullary nail. A matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg. Am*. 1997; (79): 1464-1480.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Соломин Леонид Николаевич – д-р мед. наук профессор ведущий научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, профессор кафедры общей хирургии медицинского факультета ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Сабиров Фаниль Камилжанович – аспирант, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

COMPLICATIONS AFTER USE OF EXTRACORTICAL CLAMP DEVICE IN COMBINED AND CONSECUTIVE EXTERNAL AND INTERNAL FIXATION OF FEMORAL BONE

L.N. Solomin^{1,2}, F.K. Sabirov¹

¹ *Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427*

² *St. Petersburg State University, Medical Faculty, 21 Liniya V.O., 8a, St. Petersburg, Russia, 199106*

Abstract

Introduction. Extracortical Clamp Device (ECD) is a tool that, unlike conventional wires and pins, does not perforate long bone cortex. Therefore, its use simplifies methods of combined and consecutive use of internal and external fixation, osteosynthesis in periprosthetic fractures and deformities.

Purpose of the study – to compare the rate of complications and their structure depending on extracortical clamp device application and conventional transosseous elements in combined external fixation of femur.

Materials and methods. We analyzed the complications arising in treatment of 66 patients with frames where ECD were used (group «ECD»). The results were compared with the results of treatment 29 patients, when utilizing combination of external and internal fixation, external fixation device included conventional transosseous elements only (group «W-P»).

Results. In the group «ECD» inflammation of the soft tissues around fixing elements was identified in 14.8% of cases. In these patients complication arisen at 45.5% of the all used fixing elements; of them – 18.2% around ECD. In the group «W-P» pin-tract infection occurred in 29.2% cases. ECD breaking was in one case (3.7%) breaking of wires or pins in «W-P» group was diagnosed in 3 cases (13.6%). In the treatment of periprosthetic fractures and deformities with ECD soft tissues around fixing elements was in 16.7% of cases. In the treatment of similar fractures and deformities without prosthesis pin-tract infection were diagnosed in 21.5% cases. All of these complications did not affect the outcome. Other complications (neuropathy, contracture of the knee) were not depending on the application of ECD.

Key words: extracortical clamp device, external fixation complications, femoral defects and deformities, lengthening over the nail, bone transport over nail.

Conflict of interest: none.

References

1. Andrianov MV. [Combined external fixation in diaphyseal fractures and their consequences] [avtoref. dis. ... kand. med. nauk]. SPb.; 2007. 24 p. [in Russ.]
2. Pat. 2250758 RF, MPK7 A61V17/56. [The method of closed intramedullary nailing of the femur]. Chelnokov A.N., Vinogradskiy A.E., Shlykov I.L., Stelmah K.K., Kim A.P. Zayavitel' i patentoobladatel' GFUN UNIITO im. V.D. Chaklina MZ RF N 2003125921/14; zayavl. 22.08.2003; opubl. 27.04.2005. Byul. № 28. [in Russ.]
3. Popkov DA, Popkov AV, Danil'chenko GV, Aborin SA. [Current state of surgical femoral lengthening (review)] *Geniy Ortopedii* [Genius of Orthopedics] 1999; (3):105-110. [in Russ.]
4. Sabirov FK, Solomin LN. [Investigation of rigidity of first-order and second-order modules, assembled with use of extracortical clamp devices]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015; (1):58-65. [in Russ.]
5. Solomin LN, Shchepkina EA, Vilensky VA, Skomoroshko PV, Tulyaev NV. [Correction of femur deformities by illizarov method and by apparatus «Ortho-SUV» assisted by computer navigation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011; (3):32-39. [in Russ.]
6. Solomin LN. *Osnovy chreskostnogo osteosinteza* [Basic principles of external fixation]. Vol. 1. M.; 2014. 328 p. [in Russ.]
7. Solomin L.N. *Osnovy chreskostnogo osteosinteza* [Basic principles of external fixation]. Vol. 2. M.; 2015. 560 p. [in Russ.]
8. Shevtzov VI, Popkov AV, Popkov DA. [Complications of femoral lengthening in the high-divisional automatic mode]. *Geniy Ortopedii* [Genius of Orthopedics] 1997; (4):24-28. [in Russ.]
9. Dahl MT, Gulli B, Berg T. Complications of limb lengthening. A learning curve. *Clin Orthop Relat Res.* 1994; (301):10-18.
10. Hasler CC, Krieg AH. Current concepts of leg lengthening. *J Child Orthop.* 2012; (6):89-104.
11. Herzenberg JE, Paley D. Tibial lengthening over nails (LON). *Tech Orthop.* 1997; (12):250-259.
12. Herzenberg JE, Santpure S, Paley D. Femoral Lengthening in patients with achondroplasia. In: AAOS. 70 Annual Meeting Proceedings. New Orleans; 2003. p. 624-625.
13. Kocaoglu M, Eralp L, Kilicoglu O, Cakmak HBM. Complications encountered during lengthening over an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg. Am.* 2004; (86):2406-2411.
14. Kocaoglu M, Eralp L, Bilen FE, Balci HI. Fixator-assisted acute femoral deformity correction and consecutive lengthening over an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg. Am.* 2009; 91(1): 152-159.
15. Paley D, Herzenberg JE, Paremain G, Bhave A. Femoral lengthening over an intramedullary nail. A matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg. Am.* 1997; (79):1464-1480.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Solomin Leonid N. – professor, head of functional group of external fixation of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Professor of the Surgery Chair Medical Faculty of St. Petersburg State University

Sabirov Fanil K. – postgraduate student of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

 **Cite as:** Solomin LN, Sabirov FK. [Complications after use of extracortical clamp device in combined and consecutive external and internal fixation of femoral bone]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2015; (4): 103-110. [in Russian]

 *Sabirov Fanil K.* Ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: e-mail: fanil.sabirov@gmail.com

 Received: 18.11.2015; Accepted for publication: 15.12.2015

ОТДАЛЕННЫЙ РЕЗУЛЬТАТ РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА, ВЫПОЛНЕННОГО ПО ПОВОДУ АСЕПТИЧЕСКОГО РАСШАТЫВАНИЯ ВЕРТЛУЖНОГО КОМПОНЕНТА У ПАЦИЕНТКИ С ВРОЖДЕННЫМ ВЫСОКИМ ВЫВИХОМ БЕДРА (клинический случай)

В.М. Машков, В.В. Долгополов

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

Реферат

Авторы представили отдаленный положительный результат ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, выполненного по поводу асептического расшатывания вертлужного компонента, имплантированного при врожденном высоком вывихе бедра в ложную впадину в крыле подвздошной кости. При ревизии выполнена замена обоих компонентов эндопротеза с позиционированием чашки эндопротеза в область истинной вертлужной впадины. Через 10 лет после операции у больной сохраняется опороспособность оперированной конечности. Функциональный результат оценен в 82 балла по шкале Харриса.

Цель данной публикации – привлечь внимание специалистов к проблеме тяжелых последствий ошибочной хирургической тактики в сложных случаях первичного эндопротезирования ТБС.

Ключевые слова: врожденный высокий вывих бедра, V-образная остеотомия бедра, ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Диспластический коксартроз – одно из самых тяжелых и сложных для хирургического лечения ортопедических заболеваний. Анализ научной литературы, посвященной применению различных методов оперативного лечения взрослых пациентов с врожденным высоким вывихом бедра, показывает, что ни один из предложенных методов не может быть стандартом, так как больные относятся к различным возрастным категориям, имеют последствия перенесенных операций, различные анатомические особенности вертлужной впадины и проксимального конца бедра. При такой патологии для восстановления опороспособности конечности, увеличения амплитуды движений в суставе и улучшения качества жизни пациента наиболее эффективными являются операции укорачивающей резекции бедренной кости в подвертельной зоне [19, 21, 24], операция Raavilainen [6, 10, 23] и двухэтапные операции с низведением головки до уровня истинной вертлужной впадины путем дистракции бедра с последующим этапом формирования вертлужной впадины для установки бедренного компонента [1, 5, 7, 22].

Однако такие операции весьма сложны и требуют большого опыта хирурга, так как анатомия сустава нарушена, вертлужная впадина недоразвита, скошена, дно ее мелкое и закрыто фиброзно-жировой тканью, бедренная кость изменена и имеет очень узкий канал, вследствие чего в ходе операции возможны осложнения, связанные с повреждением сосудов, нервов и риском перелома проксимального конца бедренной кости [8, 15, 16, 19, 20].

По-видимому, в связи с этим некоторые авторы при двухсторонних высоких вывихах бедра в поздние сроки обращения пациентов предпочитают выполнять имплантацию вертлужного компонента в ложную впадину, сформировавшуюся в результате прилегания головок бедренных костей к подвздошной кости. Оценивая результаты выполненных операций в двухлетние сроки наблюдения, авторы отметили повышение качества жизни пациентов: увеличилась амплитуда движений в оперированных суставах, улучшилась походка, стойко снизились болевые ощущения при ходьбе, вплоть до полного их исчезновения [2, 3, 4, 12].

Машков В.М., Долгополов В.В. Отдаленный результат ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, выполненного по поводу асептического расшатывания вертлужного компонента у пациентки с врожденным высоким вывихом бедра (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):111-117.

Долгополов Владимир Васильевич. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: info@rniito.org

Рукопись поступила: 02.07.2015; принята в печать: 03.11.2015

Однако другие авторы, анализируя причины неудачных отдаленных результатов после имплантации вертлужного компонента в зоне неартроза, пришли к выводу: при высоком вывихе бедра крыло подвздошной кости непригодно для размещения в нем вертлужного компонента, так как нельзя достигнуть восстановления функции мышц окружающих сустав, а при нагрузке очень высока вероятность раннего расшатывания вертлужного компонента и даже перелома подвздошной кости [13–17, 19]. Краниализация вертлужной впадины приводит к порочному распределению нагрузок на костные и мягкотканые структуры, снижает безопасный объем движений в суставе вследствие угрозы импиджмента. При этом выполнение ревизионной операции значительно труднее, чем первичной, поэтому с современных позиций такая хирургическая тактика считается ошибочной [11].

При развитии нестабильности вертлужного компонента эндопротеза, установленного в крыле подвздошной кости, возникает проблема: в какой последовательности и каким способом удалить компонент, фиксированный костным цементом, учитывая анатомическую недоразвитость и ограниченную подвижность бедра, не повредив его проксимальный отдел при удалении бедренного компонента и оставшиеся мышцы, после чего выполнить реэндопротезирование тазобедренного сустава с фиксацией вертлужного компонента в истинной вертлужной впадине.

В отечественной литературе мы не нашли сведений о способах удаления нестабильных вертлужных компонентов, установленных в крыле подвздошной кости, особенностях выполнения ревизионного эндопротезирования и его отдаленных результатах. В связи с этим мы хотим поделиться опытом успешно выполненной реконструктивной операции с установкой вертлужного компонента в анатомическую вертлужную впадину и десятилетним отдаленным положительным результатом операции.

Клиническое наблюдение

Пациентка Ш., 47 лет, поступила в РНИИТО им. Р.Р. Вредена с диагнозом: асептическое расшатывание обоих компонентов эндопротеза правого ТБС; высокий центр ротации вертлужного компонента. Инвалид 2-й группы, не работает. Из анамнеза известно, что по поводу врожденного высокого вывиха правого бедра в 2001 г. ей была выполнена операция эндопротезирования с имплантацией вертлужного компонента в крыле подвздошной кости. Через год было диагностировано расшатывание вертлужного компонента, и выполнена операция

по его замене с фиксацией цементом в крыле подвздошной кости. В 2004 г. у пациентки была выявлена нестабильность обоих компонентов эндопротеза, сопровождавшаяся болезненными ощущениями и хрустом при ходьбе и движениях в тазобедренном суставе, в связи с чем она была направлена в наш институт для решения вопроса о тактике дальнейшего лечения (рис. 1).



Рис. 1. Рентгенограмма таза пациентки Ш. при поступлении

Учитывая удовлетворительное состояние левого тазобедренного сустава, было принято решение о выполнении ревизионного эндопротезирования правого тазобедренного сустава с фиксацией чашки в истинной вертлужной впадине, что должно предотвратить укорочение конечности. После предоперационной подготовки был выполнен первый этап операции: удаление бедренного компонента путем выполнения V-образной остеотомии проксимального отдела бедра. Для этого в положении пациентки на здоровом боку сделан наружнобоковой доступ к установленному эндопротезу в крыле подвздошной кости с иссечением послеоперационного рубца. Наружная часть бедра, покрытая большой ягодичной мышцей и наружной головкой четырехглавой мышцы, выделена из рубцов. От переднего и заднего краев большого вертела в дистальном направлении была выполнена остеотомия бедренной кости на длину бедренного компонента и цементной «пробки» по намеченным спицами ориентирам с центром пересечения линий остеотомии на наружной поверхности бедра, вследствие чего образовалась костная «крышка». Вдоль задней линии остеотомии рассечена наружная головка четырехглавой мышцы и в образовавшуюся щель введены тонкие остеотомы (рис. 2).

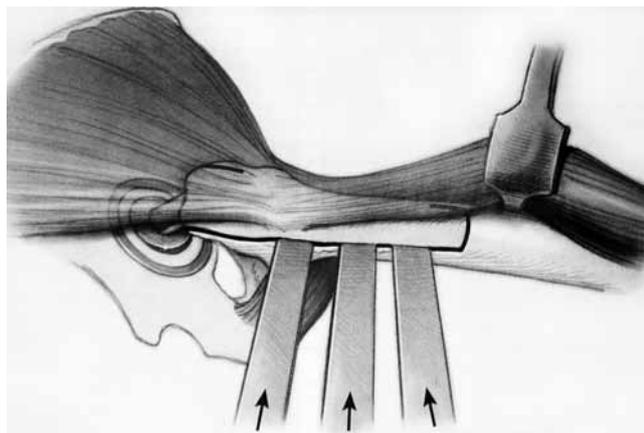


Рис. 2. Схема операции: введение остеотомов

Костная «крышка» приподнята и смещена кпереди с сохранением на ее поверхности широкой мышцы бедра. Из вскрытого костномозгового канала удалена окружающая бедренный компонент цементная мантия, а затем и сам компонент. Проксимальная часть бедренной кости смещена кзади. Удерживая ножку бедренного компонента в руке, из рубцов на подвздошной кости была выделена и удалена цементная масса, в которой была фиксирована чашка эндопротеза.

Дефект в подвздошной кости закрыт окружающими мягкими тканями. Костная «крышка» уложена в ложе бедра и фиксирована двумя проволочными швами. Рассеченные края наружной головки четырехглавой мышцы бедра сшиты. Для снижения риска повреждения мышцы,

напрягающей широкую фасцию бедра при дистракции, и для облегчения низведения бедра на ее сухожильной части над большим вертелом сделаны насечки в косом направлении. После ушивания операционной раны с оставлением дренажей наложено скелетное вытяжение за бугристость большеберцовой кости.

Время операции составило 1 час 50 минут, кровопотеря – 1500 мл. В процессе дистракции бедра с дозированным увеличением груза осуществлялся рентгеноконтроль. Через 6 недель удалось достичь низведения большого вертела до уровня середины вертлужной впадины без сосудистых и неврологических расстройств (рис. 3).

Вторым этапом после снятия скелетного вытяжения прежним доступом выполнена операция формирования костного ложа в истинной вертлужной впадине с установкой в нее бесцементного вертлужного компонента Trilogy диаметром 48 мм (Zimmer). Чашка была дополнительно фиксирована к крыше подвздошной кости двумя винтами, после чего вставлен вкладыш. Непокрытая часть чашки укреплена костным моделированным аллотрансплантатом с фиксацией его к подвздошной кости тремя винтами. В проксимальном конце бедренной кости рассечена широкая мышца вдоль задней линии остеотомии, сняты проволочные швы, а костная «крышка» смещена кпереди. Бедренный канал обработан рашпилями, и в него имплантирован бесцементный ревизионный бедренный компонент Solution (DePuy) диаметром 15 мм, длиной 254 мм (28 мм +1,5).



Рис. 3.

Этап низведения бедра скелетным вытяжением (а); через 6 недель после наложения скелетного вытяжения (б)

В костное ложе вокруг открытой части бедренного компонента плотно уложена костная аллокросшка. Отсеченная «крышка» фиксирована в костном ложе тремя проволоочными швами. Головка бедренного компонента вправлена в вертлужный компонент. Осуществлены тесты на отсутствие импиджмента, наложены швы на края рассеченной мышцы, рана послойно ушита с оставлением дренажей. Время операции составило 3 часа 30 минут, кровопотеря – 1200 мл.

На рентгенограмме после операции соотношение компонентов эндопротеза в истинной вертлужной впадине правильное (рис. 4 а).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Проведен курс лечения, направленный на восстановление функции оперированного сустава. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии с возможностью ходьбы с опорой на костыли и амплитудой активных движений, необходимых для самообслуживания. Рекомендовано проведение курса ЛФК и ФТЛ, а через 4–5 месяцев после операции – выполнение КТ или рентгенограммы тазобедренного сустава для оценки врачом степени сращения отсеченной «крышки» бедра, адаптации аллотрансплантата к крыше вертлужной впадины, соотношений компонентов эндопротеза и решения вопроса о возможности нагрузки на оперированную конечность.

Через 5 и 10 лет после операции пациентка сообщала о восстановлении опороспособности правой нижней конечности при ходьбе без дополнительной опоры и незначительных болезненных ощущениях в суставе при длительной ходьбе. На выполненной через 10 лет рентгенограмме таза сохраняются правильные соотношения компонентов эндопротеза в оперированном суставе (рис. 4 б). После операции пациентка

работает лифтером. Оценка функционального результата по шкале Харриса составляет 82 балла.

Обсуждение

Выбор позиции вертлужного компонента при замене тазобедренного сустава у пациентов с диспластическим коксартрозом является одним из наиболее дискуссионных вопросов, и множество научных публикаций демонстрируют отличные результаты при различном уровне установки чашки, в том числе при умеренном краниальном смещении центра ротации [6, 9, 10, 18]. Однако подавляющее большинство авторов сходятся во мнении, что при высоком вывихе бедра относительно надежная фиксация вертлужного компонента, позволяющая рассчитывать на его долговременное функционирование, возможна только в истинной вертлужной впадине, а установка его в область ложной впадины практически всегда приводит к ранней ревизии. Отдельные публикации, сообщающие о хороших результатах имплантации чашки в ложную впадину в области крыла подвздошной кости, опираются, как правило, на данные краткосрочных наблюдений [3, 12].

При этом, ревизия в условиях крайне высокого положения чашки является весьма непростой задачей, потому что в результате нормализации центра ротации вертлужного компонента эндопротеза возникают трудности с низведением бедра до необходимого уровня, поскольку высокое положение вертлужного компонента при первичной операции обычно требует и высокой установки бедренного компонента. Выполнить вправление бедра в таких условиях задача практически невыполнимая и потому приходится



Рис. 4. Рентгенограммы пациентки Ш.:
а – непосредственно после выполнения ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава; б – через 10 лет после операции

прибегать также к замене бедренного компонента, в том числе хорошо фиксированного, что значительно увеличивает сложность вмешательства и повышает величину хирургической агрессии и риск развития всевозможных осложнений.

Цель данной публикации – привлечь внимание специалистов к проблеме тяжелых последствий ошибочной хирургической тактики в сложных случаях первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. Попытка решить «непростую» проблему простым способом не только может стать причиной ранней ревизии, но и создать значительные дополнительные трудности при ревизионной замене сустава.

В ситуациях, когда возникает необходимость в ревизии вертлужного компонента, установленного в крыле подвздошной кости целесообразно начать операцию с выполнения расширенной вертельной остеотомии для удаления бедренного компонента, что позволит проще визуализировать истинную вертлужную впадину и сберечь мышцы для восстановления адекватной функции сустава. В качестве варианта выбора хирургической тактики может рассматриваться применение двухэтапной методики ревизии [патент РФ №2475197], описанной в данной статье.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Абельцев В.П. Десятилетний опыт эндопротезирования тазобедренного сустава при диспластическом коксартрозе. *Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2002; (1):54-57.
2. Абельцев В.П. Хирургическое лечение диспластического коксартроза. М.: Медицина; 2008.
3. Ахтямов И.Ф., Туренков С.В. Новые варианты хирургического лечения диспластического коксартроза у взрослых пациентов. *Теней ортопедии*. 2003; (2):15-18.
4. Ахтямов И.Ф. К вопросу о преемственности в хирургическом лечении диспластического коксартроза. *Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2005; (2):70-75.
5. Ахтямов И.Ф., Соколовский О.А. Хирургическое лечение дисплазии тазобедренного сустава. Казань; 2008. 371 с.
6. Близиюков В.В., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Шильников В.А., Черный А.Ж., Билык С.С. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов со сложной деформацией бедренной кости после оперативного лечения дисплазии. *Травматология и ортопедия России*. 2014; (4):5-15.
7. Машков В.М., Несенюк Е.Л. Этапное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2003; (2):7-9.
8. Плюшев А.Л. Диспластический коксартроз. Теория и практика. М.: Лето-Принт; 2007. 495 с.
9. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мазуренко А.В., Митрайкин В.И., Саченков О.А., Кузин А.К., Денисов А.О., Плиев Д.Г., Бояров А.А., Коваленко А.Н. Экспериментальное обоснование установки ацетабулярного компонента с недопокрытием при эндопротезировании пациентов с тяжелой степенью дисплазии. *Травматология и ортопедия России*. 2013; (4):42-51.
10. Тихилов Р.М., Мазуренко А.В., Шубняков И.И., Денисов А.О., Близиюков 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.
11. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Мясоедов А.А. Планирование операции и техника эндопротезирования тазобедренного сустава в сложных случаях. В кн.: Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2015. Т. 2, гл. 11. с. 25-103.
12. Туренков С.В., Ахтямов И.Ф. Анализ результатов хирургического лечения диспластического коксартроза различными вариантами тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Теней ортопедии*. 2003; (2):19-23.
13. Eftekhkar N.S. Congenital dysplasia and dislocation in total hip arthroplasty. St. Louis: Mosby; 1993. 927 p.
14. Eftekhkar N.S. Principles of total hip arthroplasty. St. Louis: Mosby; 1987. 656 p.
15. Engesaeter L.B., Furnes O., Havelin L. Developmental dysplasia of the hip – good results of later total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2008; 23(2):235-240.
16. Harris W.H., Crothers O., Oh I. Total hip replacement and femoral-head bone – grafting for severe acetabular deficiency in adults. *J Bone Joint Surg*. 1977; 59-A: 752-759.
17. Hartofilakidis G., Karachalios T. Total hip arthroplasty for congenital hip disease. *J Bone Joint Surg*. 2004; 86-A(2):242-250.
18. Kaneuji A., Sugimori T., Ichiseki T., Yamada K., Fukui K., Matsumoto T. Minimum ten-year results of a porous acetabular component for Crowe I to III hip dysplasia using an elevated hip center. *J Arthroplasty*. 2009; 24(2):187-194.
19. Karachalios T., Hartofilakidis G. Congenital hip disease in adults: terminology, classification, pre-operative planning and management. *J Bone Joint Surg*. 2010; 92-B (7):914-921.
20. Koulovaris P., Stafylas K., Sculco T. Distal femoralis shortening in total hip Arthroplasty for complex primary hip reconstruction. A new surgical technique. *J Arthroplasty*. 2008; 23(7):992-998.
21. Krych A.J., Howard J.L., Trousdale R.T. Total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe type-IV developmental dysplasia. *J Bone Joint Surg*. 2009; 91-A:2213-2221.
22. Lai K.A., Shen W.J., Huang L.W. Cementless total hip arthroplasty and limb-length equalization in patients with unilateral Crowe type-IV hip dislocation. *J Bone Joint Surg*. 2005; 87-A(2):339-345.
23. Paavilainen T. Cementless total hip arthroplasty for congenialle dislocated or dysplastic hips: technique for replacement with a straight femoral component. *Clin Orthop*. 1993; 297:71-81.
24. Togrul E., Ozkan C. A new technique of subtrochanteric shortening in total hip replacement for Crowe type 3 to 4 displasia of the hip. *J Arthroplasty*. 2010; 25(3):465-470.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Машков Владимир Михайлович – д-р мед. наук профессор ведущий научный сотрудник научного отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Долгополов Владимир Васильевич – канд. мед. наук врач ортопед-травматолог ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

LONG-TERM RESULTS OF REVISION HIP ARTHROPLASTY IN PATIENT WITH CONGENITAL HIP DISLOCATION AFTER ASEPTIC LOOSENING OF ACETABULAR COMPONENT (case report)

V.M. Mashkov, V.V. Dolgopolov

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

Abstract

The authors presented uncommon case of revision hip arthroplasty performed for aseptic loosening of the acetabular component implanted in a false acetabulum in patient with high hip dislocation. During revision surgery both components were replaced with implantation of cup to the true acetabulum. After 10 years after surgery the support ability of the operated limb is maintained, functional outcome – 82 points on Harris scale.

Key words: congenital hip dislocation, revision hip arthroplasty.

Conflict of interest: none.

References

- Abeltsev VP. [Ten year experience of hip arthroplasty in dysplastic coxarthrosis]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Priorov Herald of Traumatology and Orthopedics]. 2002; (1):54-57. [in Rus.]
- Abeltsev VP. Khirurgicheskoye lecheniye displasticheskogo koksartroza [Surgical treatment of dysplastic coxarthrosis]. M.: Meditsina; 2008. [in Rus.]
- Akhtyamov IF, Taranov SV. New surgical options for dislastic coxarthrosis in adult patients. *Geniy ortopedii*. [The genius of orthopedics]. 2003; (2):15-18. [in Rus.]
- Akhtyamov IF. [On succession in the surgical treatment of dysplastic coxarthrosis]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Priorov Herald of Traumatology and Orthopedics]. 2005; (2):70-75. [in Rus.]
- Akhtyamov IF, Sokolovskiy OA. Khirurgicheskoye lecheniye displazii tazobedrennogo sustava [Surgical treatment of hip dysplasia]. Kazan'; 2008. 371 s. [in Rus.]
- Bliznyukov VV, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Denisov AO, Shil'nikov VA, Chernyy AZh, Bilyk SS. [Hip arthroplasty in patients with femoral complex deformation after surgical treatment for dysplasia]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics Russia]. 2014; (4):5-15. [in Rus.]
- Mashkov VM, Nesenjuk EL. [Staged total hip replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics Russia]. 2003; (2):7-9. [in Rus.]
- Plyushchev AL. Displasticheskiy koksartroz. Teoriya i praktika [Dysplastic coxarthrosis. Theory and practice]. M.: Leto-Print; 2007. 495 s. [in Rus.]
- Tikhilov RM, Shubnyakov II, Mazurenko AV, Mitryaikin VI, Sachenkov OA, Kuzin AK, Denisov AO, Pliev DG, Boyarov AA, Kovalenko AN. Experimental substantiation of acetabular component impaction with uncoverage in arthroplasty of patients with severe hip dysplasia. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2013; (4): 42-51.
- Tikhilov RM, Mazurenko AV, Shubnyakov AI, Denisov AO, Bliznyukov VV, Bilyk SS. [The results of hip arthroplasty using Paavilainen shortening osteotomy in patients with complete hip dislocation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2014; (1): 5-15. [in Rus.]
- Tikhilov RM, Shubnyakov II, Denisov AA, Myasoyedov AA. Planning for surgery and hip replacement technique in exceptive cases. In: Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guidelines for hip surgery]. SPb.: Vreden RNIITO; 2015. T. 2, gl. 11. s. 25-103. [in Rus.]
- Turenkov SV, Akhtyamov IF. [Analysis of the results of surgical treatment of dysplastic coxarthrosis different options THA]. *Geniy ortopedii* [The genius of orthopedics]. 2003; (2):19-23. [in Rus.]
- Eftekhar NS. Congenital dysplasia and dislocation in total hip arthroplasty St. Louis: Mosby; 1993. 927 p.

 **Cite as:** Mashkov VM, Dolgopolov VV. [Long-term results of revision hip arthroplasty in patient with congenital hip dislocation after aseptic loosening of acetabular component (case report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 111-117. [in Russian]

 *Dolgopolov Vladimir V.* Ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: info@rniito.org

 Received: 02.07.2015; Accepted for publication: 03.11.2015

14. Eftekhari NS. Principles of total hip arthroplasty. St. Louis: Mosby; 1987. 656 p.
15. Engesaeter LB, Furnes O, Havelin L. Developmental dysplasia of the hip – good results of later total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2008; 23(2):235-240.
16. Harris WH, Crothers O, Oh I. Total hip replacement and femoral-head bone – grafting for severe acetabular deficiency in adults. *J Bone Joint Surg*. 1977; 59-A:752-759.
17. Hartofilakidis G, Karachalios T. Total hip arthroplasty for congenital hip disease. *J Bone Joint Surg*. 2004; 86-A(2):242-250.
18. Kaneuji A, Sugimori T, Ichiseki T, Yamada K, Fukui K, Matsumoto T. Minimum ten-year results of a porous acetabular component for Crowe I to III hip dysplasia using an elevated hip center. *J Arthroplasty*. 2009; 24(2):187-194.
19. Karachalios T, Hartofilakidis G. Congenital hip disease in adults: terminology, classification, pre-operative planning and management. *J Bone Joint Surg*. 2010; 92-B(7):914-921.
20. Koulovvaris P, Stafylas K, Sculco T. Distal femoralis shortening in total hip Arthroplasty for complex primary hip reconstruction. A new surgical technique. *J Arthroplasty*. 2008; 23(7):992-998.
21. Krych AJ, Howard JL, Trousdale RT. Total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe type-IV developmental dysplasia. *J Bone Joint Surg*. 2009; 91-A:2213-2221.
22. Lai KA, Shen WJ, Huang LW. Cementless total hip arthroplasty and limb-length equalization in patients with unilateral Crowe type-IV hip dislocation. *J Bone Joint Surg*. 2005; 87-A(2):339-345.
23. Paavilainen T. Cementless total hip arthroplasty for congenialle dislocated or dysplastic hips: technique for replacement with a straight femoral component. *Clin Orthop*. 1993; 297:71-81.
24. Togrul E, Ozkan C. A new technique of subtrochanteric shortening in total hip replacement for Crowe type 3 to 4 displasia of the hip. *J Arthroplasty*. 2010; 25(3): 465-470.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Mashkov Vladimir M. – leading researcher of scientific department of hip pathology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Dolgopолоv Vladimir V. – orthopedic surgeon, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

ПОСТТРАВМАТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ТАЗА, ОСЛОЖНЕННАЯ ЗАСТАРЕЛЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПРЯМОЙ КИШКИ И УРОГЕНИТАЛЬНОГО ТРАКТА: РЕДКИЙ СЛУЧАЙ 18-ЛЕТНЕГО НАБЛЮДЕНИЯ

А.В. Рунков, И.Л. Шлыков, Д.Г. Близнач, А.А. Богаткин

ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина»
Минздрава России,
пер. Банковский, д. 7, г. Екатеринбург, Россия, 620014

Реферат

В статье описан опыт лечения пациентки с тяжелой сочетанной травмой таза, срок наблюдения которой составил 18 лет. В возрасте 7 лет пациентка получила тяжелую сочетанную травму: открытый вертикально-неустойчивый перелом таза с повреждением уrogenитального тракта и прямой кишки. Многочисленные операции на органах малого таза без хирургического лечения травмы костей таза протекали с осложнениями. Через 14 лет после травмы в возрасте 21 года больной выполнена операция по методике, разработанной в Уральском НИИ травматологии и ортопедии: чрескожная остеотомия задних и передних отделов таза, остеосинтез таза кольцевым аппаратом с дальнейшей постепенной (в течение 1,5 мес.) коррекцией деформации в аппарате и последующей внутренней фиксации винтами. Частично устранено укорочение правой нижней конечности, выполнена коррекция формы тазового кольца, увеличился объем полости малого таза, устранен влагалитный импиджмент, что позволило провести коррекцию урологических проблем с возможностью дальнейшего восстановления влагалита и эндопротезирования тазобедренного сустава. Данный случай показывает, что при лечении больных с осложненными повреждениями таза необходим мультидисциплинарный подход: обязательная экстренная фиксация нестабильных повреждений и применение методик коррекции имеющихся застарелых деформаций таза для восстановления стабильности и формы тазового кольца, что создает более благоприятные условия для реконструктивной хирургии органов малого таза.

Ключевые слова: посттравматические деформации таза, застарелые повреждения уrogenитального тракта, остеотомия, чрескостный остеосинтез костей таза.

Травма таза ввиду своей тяжести и высокой частоты летальности и инвалидизации пациентов, остается актуальной проблемой травматологии и ортопедии. В 5–25% случаев повреждения таза являются составной частью множественной и сочетанной травмы [5, 10, 12, 13].

Тяжелое общее состояние пациентов в остром периоде является препятствием для ранних реконструктивных операций на опорно-двигательном аппарате. На первый план выходят хирургические операции, направленные на восстановление жизненных функций [8, 10, 13].

К моменту этапа ортопедического оперативного лечения у пациентов формируются стойкие стабильные или нестабильные деформации таза, лечение которых само по себе является вызовом для травматолога-ортопеда [2, 3, 7, 8], а сопутствующие проблемы с застарелыми по-

вреждениями уrogenитального тракта (от 14,6% до 29%) и прямой кишки (менее 1%) еще больше усложняют задачу излечения пациента и зачастую отодвигают ортопедические операции на костях и сочленениях таза на еще более отдаленные сроки [4, 6, 11, 14].

Двухэтапное лечение таких повреждений с первым ортопедическим этапом (стабилизация тазового кольца) является методом выбора для таких пациентов [1].

Другой проблемой являются посттравматические деформации таза, препятствующие выполнению реконструктивных операций на органах уrogenитального тракта вследствие импиджмента между ними и неправильно сросшимися костями переднего отдела тазового кольца или значительным уменьшением объема малого таза [7, 14].

Рунков А.В., Шлыков И.Л., Близнач Д.Г., Богаткин А.А. Посттравматическая деформация таза, осложненная застарелыми повреждениями прямой кишки и уrogenитального тракта: редкий случай 18-летнего наблюдения. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):118-125.

Рунков Алексей Владимирович. Пер. Банковский, д. 7, г. Екатеринбург, Россия, 620014; e-mail: avrounkov@gmail.com

Рукопись поступила: 13.10.2015; принята в печать: 15.11.2015

Представляем опыт лечения пациентки с тяжелой сочетанной травмой таза, срок наблюдения которой составил 18 лет.

Пациентка Ф. в возрасте 7 лет получила травму 22.11.1996 г., попав под колесо снегоуборочной машины. В тяжелом состоянии была доставлена в ЦГБ с открытыми множественными переломами костей таза со смещением, разрывом правого крестцово-подвздошного сочленения, отрывом матки, разрывом мочевого пузыря и уретры, разрывами промежности, травматическим шоком 3-й степени (рис. 1).



Рис. 1. Первичная рентгенограмма таза пациентки Ф. в возрасте 7 лет

При поступлении были выполнены лапаротомия, ампутация матки, ушивание разрыва мочевого пузыря, эпицистостомия, дренирование малого таза. В послеоперационном периоде пациентка находилась в реанимационном отделении в гамаке. На 11-е сутки после травмы развились обширная каловая и мочева флегмона таза, остеомиелит лонных костей. Пациентка была переведена в многопрофильную детскую больницу, где диагностирован разрыв влагалища, ампулы и сфинктера прямой кишки, по поводу чего на 12-й день после травмы выполнены колостомия восходящего отдела толстой кишки, ушивание разрыва сфинктера прямой кишки, санация и дренирование флегмоны малого таза и промежности. На 21-й день после травмы в связи с несостоятельностью шва мочевого пузыря выполнены ревизия малого таза, мочевого пузыря, проведение катетера через шейку мочевого пузыря, реконструкция эпицистостомы, секвестрэктомия лонных костей, наложено скелетное вытяжение за мышелки правого бедра.

Пациентка находилась на скелетном вытяжении в течение месяца. Вследствие сохраняющейся нестабильности тазового кольца развились несостоятельность швов на промежности, недостаточность анального сфинктера и рубцовая стриктура влагалища, сформировались посттравматический и послеоперационный дефекты костей таза, развился асептический некроз головки правой бедренной кости. Течение болезни осложнилось хроническим вторичным пиелонефритом. На 85-е сутки после травмы пациентка в лежачем состоянии выписана на амбулаторное лечение с многочисленными свищами в промежности, эпицистомой и колостомой. В течение года выполнялись неоднократные ревизии малого таза, пластика наружного сфинктера прямой кишки, восстановление промежности, туннелизация уретры по поводу ее стриктуры, закрытие колостомы (толстокишечный анастомоз по Мельникову). К концу года пациентка начала ходить на костылях с частичной нагрузкой на правую нижнюю конечность, сохранялись эпицистома и влагалищный свищ, несостоятельность анального сфинктера.

Спустя 2,5 года после травмы пациентка поступила на лечение в отделение детской ортопедии УНИИТО с диагнозом: неправильно сросшийся перелом боковой массы крестца справа, задней верхней ости правой подвздошной кости, лонных и седалищных костей с обеих сторон, застарелый разрыв лонного и крестцово-подвздошного сочленений справа, застарелый подвывих правой половины таза, дефект лонной кости после остеомиелита, аваскулярный некроз головки правой бедренной кости (рис. 2). Хронический вторичный пиелонефрит, травматическая стриктура уретры, нейрогенная дисфункция мочевого пузыря, пузырно-влагалищный свищ, недержание мочи.

Выполнена операция: остеотомия боковой массы крестца справа, чрескостный остеосинтез таза циркулярным аппаратом внешней фиксации. При попытке начать постепенную коррекцию произошел резкий подъем температуры тела до 39°. После нескольких попыток дистракция была прекращена, появилось воспаление у стержней, состояние было расценено как септическое, и спустя месяц после операции аппарат был снят. В течение 1,5 мес. проводилось скелетное вытяжение, затем пациентка была активизирована на костылях и выписана на амбулаторное лечение.

В течение последующих 12 лет попыток выполнить коррекцию деформации не предпринималось. Периодически открывался свищ в левой паховой области, который в 13 лет закрылся

после двукратной некрэктомии. В мочевом пузыре сформировался массивный конкремент, заполняющий практически всю его полость, что потребовало двукратного его дробления (через 8 лет после травмы).

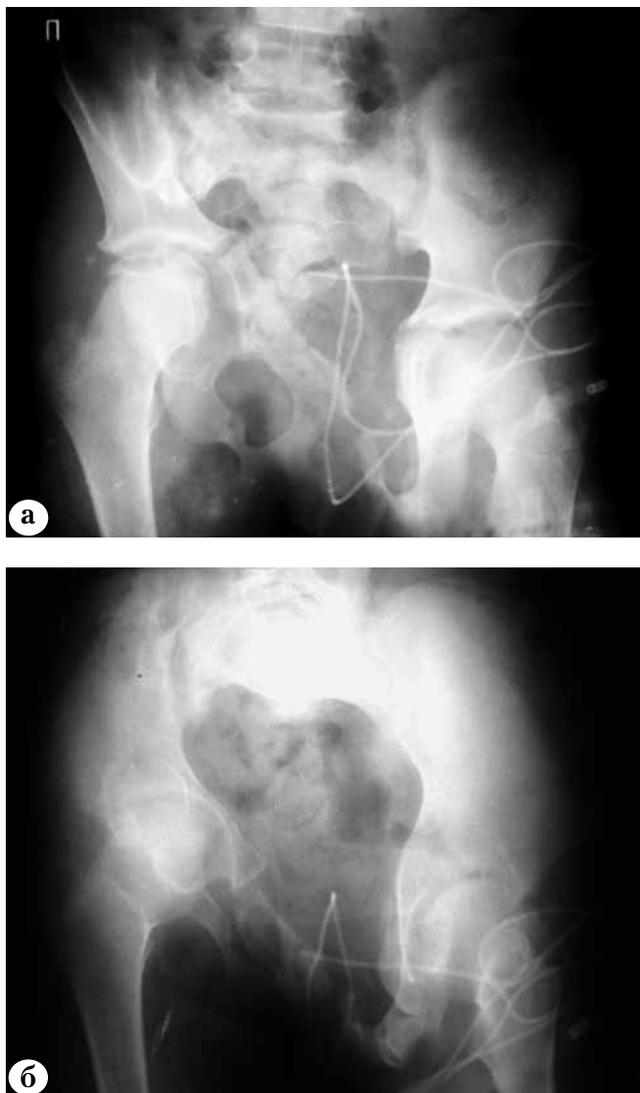


Рис. 2. Рентгенограммы пациентки Ф. через 1,5 года после травмы: а – прямая проекция; б – проекция inlet

В возрасте 19 лет у больной развился гидронефроз, по поводу которого проводились нефростомия и продолжительные курсы консервативного лечения. Имеющаяся патология не могла не сказаться на психологическом состоянии пациентки и ее социальной адаптации. Дальнейшие урологические и гинекологические операции невозможно было провести без коррекции деформации таза.

В возрасте 21 года (14 лет после травмы) пациентка была повторно госпитализирована

в УНИИТО с диагнозом: посттравматическая вертикальная стабильная деформация таза III степени, костный анкилоз правого крестцово-подвздошного сочленения, неправильно сросшиеся переломы обеих лонных и седалищных костей с дефектом левой лонной кости, асептический некроз головки правой бедренной кости (рис. 3), влагалищный импиджмент-синдром (влагалище недоступно пальцевому исследованию), пузырно-влагалищный свищ. Имелось ограничение движений в правом тазобедренном суставе: отведение/приведение 10°/0°/5°, разгибание/сгибание 0°/0°/90°, наружная/внутренняя ротация 5°/0°/0°, амплитуда движений в правом коленном суставе не отличалась от таковой с противоположной стороны. Укорочение правой нижней конечности составляло 4 см. Функциональная оценка по шкале Majeed [9] составила 64 балла.

Выполнена операция: чрескожная остеотомия задних и передних отделов таза, остеосинтез таза кольцевым аппаратом внешней фиксации. Больная активизирована на 2-е сутки после операции, ходила с костылями, частично нагружая правую ногу. В послеоперационном периоде было частично устранено укорочение правой нижней конечности (с учетом планирующегося в будущем эндопротезирования тазобедренного сустава), выполнена постепенная (в течение 1,5 мес.) коррекция формы тазового кольца с увеличением объема полости малого таза (рис. 4). Влагалищный импиджмент устранен.

По окончании коррекции зона остеотомии крестца была фиксирована илиосакральными винтами, демонтирована задняя опора аппарата (рис. 5).

Передняя опора сохранялась до созревания дистракционного регенерата в передних отделах в течение 2,5 мес. Срок фиксации в аппарате составил 4 мес.

После восстановления объема полости малого таза и устранения влагалищного импиджмента в срок 14,5 лет после травмы выполнены ревизия мочевого пузыря, повторная цистолитотомия. Спустя 16,5 лет после травмы в НИИ урологии им. Н.А. Лопаткина (Москва) диагностировано наличие конкремента не в мочевом пузыре, как считалось ранее, а во влагалище, произведена трансвагинальная вагиноцистолитолапаксия. Через 16 лет и 7 месяцев после травмы в этом же НИИ пациентке выполнена ревизия брюшной полости и сформирован гетеротопический мочевой резервуар для самокатетеризации по Mainz pouch I (рис. 6). Спустя 17 лет после травмы удалены илиосакральные винты в связи с дискомфортом в задних отделах таза.

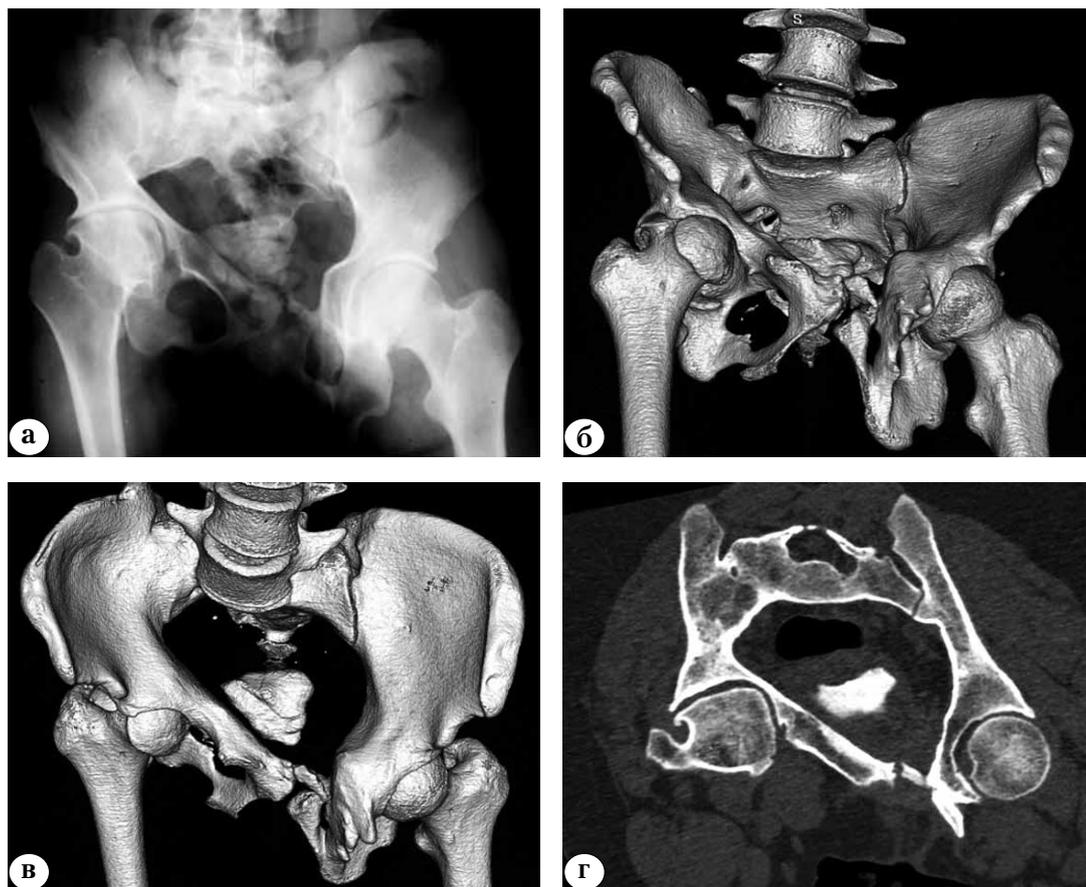


Рис. 3. Рентгенограмма и 3D-реконструкции таза по данным КТ пациентки Ф. через 14 лет и 3 месяца после травмы:
 а – рентгенограмма в прямой проекции;
 б – реконструкция таза в проекции outlet;
 в – реконструкция в проекции inlet;
 г – косо-горизонтальный скан на уровне I крестцового позвонка и центров головок бедренных костей

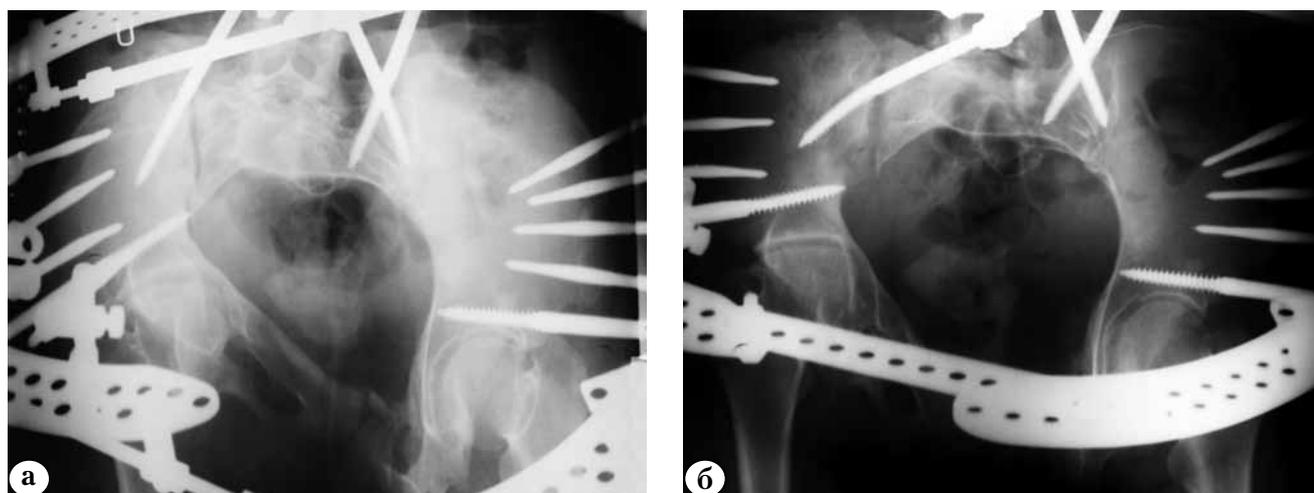


Рис. 4. Рентгенограммы таза пациентки Ф. в проекции inlet, демонстрирующие объем полости малого таза на этапах коррекции деформации: а – начало коррекции; б – результат коррекции

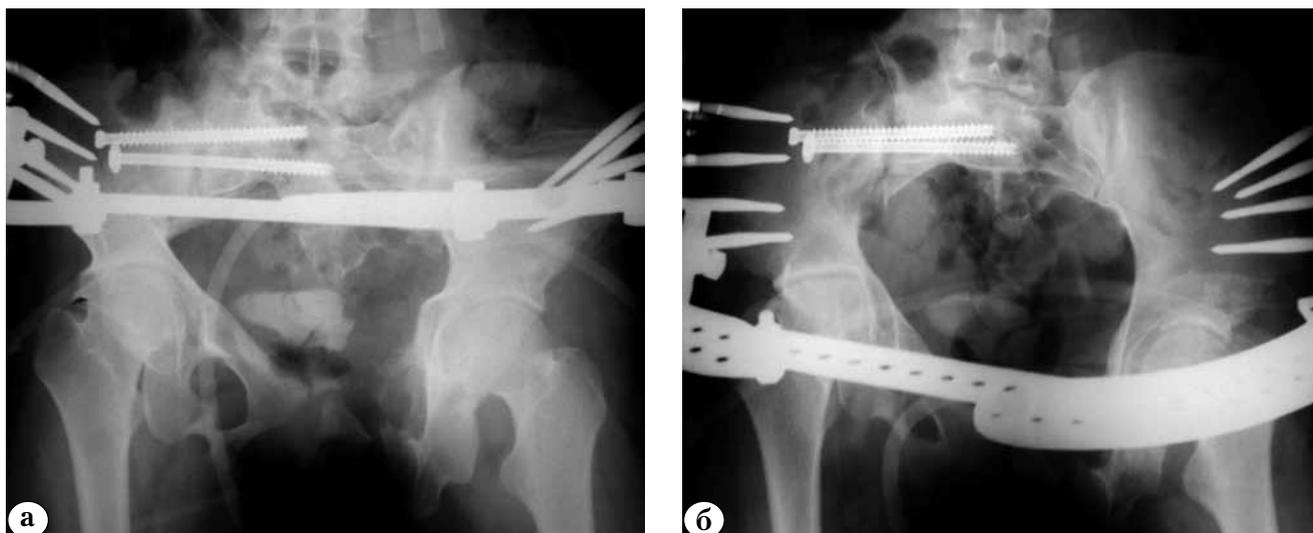


Рис. 5. Рентгенограммы таза пациентки Ф. после окончательной фиксации:
а – прямая проекция; б – проекция inlet



Рис. 6. 3D-реконструкция гетеротопического мочевого резервуара для самокатетеризации по Mainz pouch I

На момент последнего осмотра в срок 18 лет после травмы пациентка жалоб не предъявляла, самостоятельно передвигалась без дополнительных опорных приспособлений, почти не хромя. Укорочение правой нижней конечности составило 2 см и компенсировалось за счет ортопедической обуви. Клинических проявлений небольшой сколиотической деформации позвоночника не было. Имелась умеренная

болезненность при пальпации в правой паховой и ягодичной областях, при осевой нагрузке на правую конечность, при активных и пассивных движениях в правом тазобедренном суставе. Амплитуда движений в тазобедренных суставах: отведение/приведение справа – $10^{\circ}/0^{\circ}/5^{\circ}$, слева – $30^{\circ}/0^{\circ}/10^{\circ}$; разгибание/сгибание справа – $0^{\circ}/0^{\circ}/120^{\circ}$, слева – $5^{\circ}/0^{\circ}/140^{\circ}$; наружная/внутренняя ротация справа – $15^{\circ}/0^{\circ}/10^{\circ}$, слева – $30^{\circ}/0^{\circ}/15^{\circ}$; в коленных суставах разгибание/сгибание справа и слева – $0^{\circ}/0^{\circ}/160^{\circ}$. Нарушений активных движений в суставах стопы и пальцев, чувствительных расстройств в нижних конечностях не отмечалось. Функция прямой кишки восстановилась полностью (стул самостоятельный регулярный), мочеиспускание пациентка проводила путем самокатетеризации гетеротопического мочевого резервуара 5–6 раз в сутки. Рентгенография и компьютерная томография показали полное сращение в зоне остеотомий заднего и переднего отделов тазового кольца (рис. 7).

Функциональная оценка по шкале Majeed [9] составила 97 баллов. Пациентка довольна результатами лечения, социально адаптирована, ведет активный образ жизни, планирует дальнейшее восстановительное лечение у гинекологов (пластика влагалища) и ортопедов (эндопротезирование правого тазобедренного сустава).

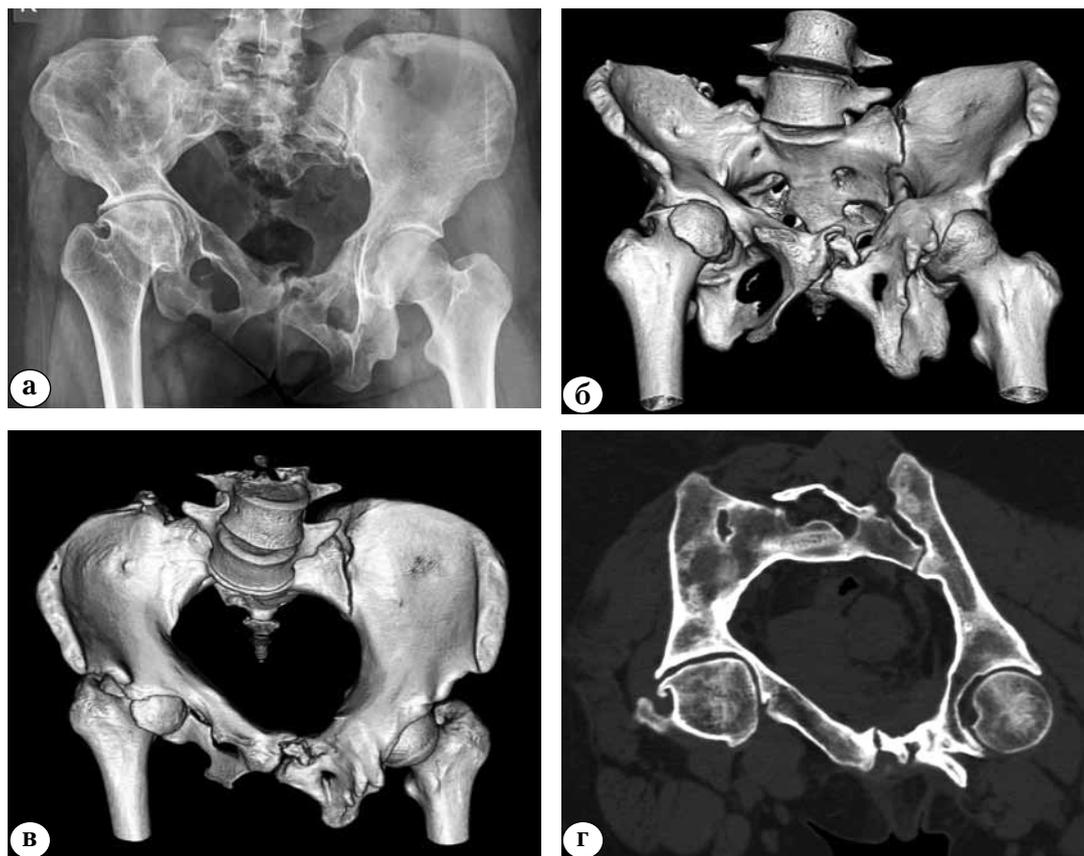


Рис. 7. Итоговые рентгенограмма и 3D-реконструкции таза по данным КТ пациентки Ф.:
 а – рентгенограмма в прямой проекции;
 б – реконструкция таза в проекции outlet;
 в – реконструкция в проекции inlet;
 г – косо-горизонтальный скан на уровне I крестцового позвонка и центров головок бедренных костей

Таким образом, в лечении посттравматических деформаций таза, сочетанных с застарелыми повреждениями органов урогенитального тракта, принципиально важен мультидисциплинарный подход с участием травматологов-ортопедов, урологов и гинекологов. Технологии оперативной коррекции деформаций таза предоставляют дополнительные возможности для реконструктивной хирургии мочевыводящих путей и половых органов не только за счет стабилизации тазового кольца, но и за счет восстановления его формы.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Лазарев А.Ф., Гудушаури Я.Г., Верзин А.В., Солод Э.И., Какабадзе М.Г., Роскидайло А.С., Стоюхин С.С. Оперативное лечение застарелых повреждений тазового кольца и нижних мочевыводящих путей у мужчин. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2014; 1:32-38.

2. Черкес-Заде Д.И. Лечение застарелых повреждений таза. Алма-Ата; 1986. 136 с.
3. Шлыков И.Л., Кузнецова Н.Л. Алгоритм выбора метода оперативного лечения больных с посттравматическими деформациями тазового кольца. *Гений ортопедии.* 2010; 2:70-73.
4. Bjurlin M.A., Fantus R.J., Mellett M.M., Goble S.M. Genitourinary injuries in pelvic fracture morbidity and mortality using the National Trauma Data Bank. *J Trauma.* 2009; 67(5):1033-1039.
5. Dalal A.K., Sinha T.P., Mohanty D. Pelvic fracture and urogenital injuries. *J Orthop Traumatol Rehabil.* 2014; 7(1):29-32.
6. Figler B., Hoffler E., Reisman W., Carney K., Moore T., Feliciano D., Master V. Multi-disciplinary update on pelvic fracture associated bladder and urethral injuries. *Injury.* 2012; 43:1242-1249.
7. Gautier E., Rommens P.M., Matta J.M. Late reconstruction after pelvic ring injuries. *Injury.* 1996; 27, Suppl 2:B39-46.
8. Lindahl J. Delayed and late reconstructions of the pelvis. *Suom Ortop Traumatol.* 2011; 34(1):43-48.
9. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures. *J Bone Joint Surg.* 1989; 71-B(2):304-306.
10. Pape H.-Ch., Sanders R., Borrelli J. Jr. The polytraumatized patient with fractures: a multi-disciplinary approach. Heidelberg: Springer; 2011. 361 p.

11. Pejčić T., Lončar Z., Rafailović D., Aćimović M., Džamić Z., Hadži-Djokić J. Genitourinary injuries associated with pelvic fractures. *Acta Chir Iugoslavica*. 2013; 60(2): 117-120.
12. Pohlemann T., Gansslen A., Schellwald O. Outcome after pelvic ring injuries. *Injury*. 1996; 27(Suppl): B31-B38.
13. Tile M. Fractures of the pelvic and acetabulum. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. 830 p.
14. Wheelless C.R.III. Urinary and rectal injuries from pelvic frx In: Wheelless' textbook of orthopaedics (web-edition): http://www.wheelessonline.com/ortho/urinary_and_rectal_injuries_from_pelvic_fr

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Рунков Алексей Владимирович – канд. мед. наук заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 1 ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Шлыков Игорь Леонидович – д-р мед. наук директор ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Близнец Данил Григорьевич – младший научный сотрудник травматолого-ортопедического отделения № 1 ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

Богаткин Андрей Александрович – младший научный сотрудник травматолого-ортопедического отделения № 1 ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России

POST-TRAUMATIC PELVIC DEFORMITY WITH OLD INJURIES OF RECTUM AND UROGENITAL TRACT: 18-YEAR FOLLOW-UP

A.V. Runkov, I.L. Shlykov, D.G. Bliznets, A.A. Bogatkin

*Chaklin Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
Bankovsky per. 7, Ekaterinburg, Russia, 620014*

Abstract

The authors described a case of management the severe combined pelvis trauma in female patient with 18 years follow-up. At the age of seven, the patient was injured: the open vertical unstable pelvis injury with severe damage of urogenital tract and rectum. Numerous operations on the pelvic organs without surgical treatment of pelvic ring fractures were accompanied by complications. At the age of 21 (14 years later) the patient was subjected to the surgery according to the techniques designed in the Chaklin Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics: percutaneous osteotomy of posterior and anterior pelvis, external pelvis fixation using circular device with a further gradual (within 1.5 months) correction of the deformity with apparatus and subsequent internal fixation with screws. There were achieved partially elimination of shortening of the right lower limb, correction of the pelvic ring form, increasing the pelvic cavity volume, elimination of vaginal impingement, that allowed to correct urological problems with the possibility of further recovery of the vagina and hip replacement surgery. This case showed that the management of patients with complicated pelvis injuries required a multidisciplinary approach: emergency fixation of the unstable injuries and application of techniques to correct long-standing pelvis deformities to restore stability and shape of the pelvic ring, which created the more favorable conditions for reconstructive surgery of the pelvic organs.

Key words: post-traumatic pelvic deformity, long-term urogenital tract injury, pelvic osteosynthesis.

Conflict of interest: none.

References

- Lazarev AF, Gudushauri YaG, Verzin AV, Solod EI, Kakabadze MG, Roskidaylo AS, Stoyukhin SS. [Surgical treatment of injuries of pelvic ring and lower urinary tract in men]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics]. 2014; (1): 32-38. [in Rus.]
- Cherkes-Zade DI. [Treatment of chronic pelvic injuries]. Alma-Ata; 1986. 136 p. [in Rus.]
- Shlykov IL, Kuznetsova NL. [The algorithm of surgical treatment of posttraumatic deformities of pelvic ring]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2010; (2): 70-73. [in Rus.]
- Bjurlin MA, Fantus RJ, Mellett MM, Goble SM. Genitourinary injuries in pelvic fracture morbidity and

Cite as: Runkov AV, Shlykov IL, Bliznets DG, Bogatkin AA. [Post-traumatic pelvic deformity with old injuries of rectum and urogenital tract: 18-year follow-up]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):118-125. [in Russian]

Runkov Alexey V. Bankovsky per. 7, Ekaterinburg, Russia, 620014; e-mail: avrunkov@gmail.com

1 Received: 13.10.2015; Accepted for publication: 15.11.2015

- mortality using the National Trauma Data Bank. *J Trauma*. 2009; 67(5):1033-1039.
5. Dalal AK, Sinha TP, Mohanty D. Pelvic fracture and urogenital injuries. *J Orthop Traumatol Rehabil*. 2014; 7(1):29-32.
 6. Figler B, Hoffler E, Reisman W, Carney K, Moore T, Feliciano D, Master V. Multi-disciplinary update on pelvic fracture associated bladder and urethral injuries. *Injury*. 2012; 43:1242-1249.
 7. Gautier E, Rommens PM, Matta JM. Late reconstruction after pelvic ring injuries. *Injury*. 1996; 27, Suppl 2:B39-46.
 8. Lindahl J. Delayed and late reconstructions of the pelvis. *Suom Ortop Traumatol*. 2011; 34(1):43-48.
 9. Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fractures. *J Bone Joint Surg*. 1989; 71-B(2):304-306.
 10. Pape H-Ch, Sanders R, Borrelli J Jr. The poly-traumatized patient with fractures: a multi-disciplinary approach. Heidelberg: Springer; 2011. 361 p.
 11. Pejčić T, Lončar Z, Rafailović D, Aćimović M, Džamić Z, Hadži-Djokić J. Genitourinary injuries associated with pelvic fractures. *Acta Chir Iugoslavica*. 2013; 60(2): 117-120.
 12. Pohlemann T, Gansslen A, Schellwald O. Outcome after pelvic ring injuries. *Injury*. 1996; 27(Suppl): B31-B38.
 13. Tile M. Fractures of the pelvic and acetabulum. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. 830 p.
 14. Wheeless CR III. Urinary and rectal injuries from pelvic frx In: Wheeless' textbook of orthopaedics (web-edition): http://www.wheelessonline.com/ortho/urinary_and_rectal_injuries_from_pelvic_fr

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Runkov Alexey V. – head of traumatology and orthopaedics department N 1, Chaklin Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Shlykov Igor L. – director of Chaklin Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Bliznets Danil G. – junior researcher, traumatology and orthopaedics department N 1, Chaklin Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Bogatkin Andrey A. – junior researcher, traumatology and orthopaedics department N 1, Chaklin Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛЯЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЯЖЕЛОГО ХРОНИЧЕСКОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА (клинический случай)

Д.В. Заболотский¹, И.В. Портнягин²

¹ ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Литовская ул., д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 194100

² ООО «Клиника лечения боли «Медика»», пр. Луначарского, д. 49, Санкт-Петербург, Россия, 194291

Реферат

Представлен случай лечения тяжелого хронического нейропатического болевого синдрома у пациента, перенесшего эндопротезирование правого плечевого сустава по причине метастаза опухоли легкого в головку правой плечевой кости. В послеоперационном периоде развился тяжелый нейропатический болевой синдром. Консервативная антиноцицептивная терапия, проводимая в течение 6 месяцев, расценена как неэффективная, и больному проведена импульсная радиочастотная абляция ветвей C5-C7 правого плечевого сплетения межлестничным доступом. Эффект процедуры позволил пациенту отказаться от приема анальгетиков, а также существенно повысить уровень качества жизни. Срок наблюдения составил 3 месяца.

Ключевые слова: нейропатический болевой синдром, импульсная радиочастотная абляция, плечевое сплетение, эндопротезирование плечевого сустава.

Согласно классификации Международной ассоциации изучения боли (IASP), болевой синдром, существующий свыше 6 месяцев, считают хроническим [10]. Хронический болевой синдром (ХБС) существенно нарушает качество жизни пациента за счет физического страдания, снижения способности к самообслуживанию, качества ночного сна, работоспособности, уровня взаимоотношений с родственниками. В США ежегодные прямые и косвенные затраты на лечение пациентов, страдающих ХБС, составляют сотни миллиардов долларов [11]. Однако, по данным многих рандомизированных контролируемых исследований, несмотря на явные успехи фармакологии, с помощью консервативной терапии удовлетворительного контроля нейропатического ХБС удается добиться менее чем в 50% случаев [3, 14].

Нейропатической называют боль, вызванную повреждением периферического или центрального отдела соматосенсорной нервной системы [1]. Для лечения нейропатического компонента широко применяют противосудорожные средства и антидепрессанты, слабые и сильные опиоиды [7]. Побочным эффектом препаратов указанных групп являются атаксия,

спутанность сознания, астения, нарушение внимания, нечеткость зрения, нарушение координации, периферические отеки и т.п. Указанные явления часто трудно переносятся пациентом и зачастую приводят к отказу от лечения.

Сегодня существует возможность оказывать воздействие на смешанные нервные структуры, изменяя проведение болевого сигнала, в то же время сохраняя проведение моторной импульсации благодаря использованию радиочастотной абляции [9]. Интервенционные методы, позволяющие вводить лекарственные препараты в целевые зоны или выполнить абляцию таргетных нервных структур, способствуют существенному снижению интенсивности боли, сокращению дозы анальгетиков, а в ряде случаев позволяют полностью от них отказаться [14].

Клинический случай

Пациент Б., 65 лет, направлен на консультацию в клинику лечения боли «Медика» в связи со стойким болевым синдромом, рефрактерным к консервативной терапии. В анамнезе – опухоль легкого, по поводу чего была выполнена правосторонняя пневмонэктомия (16.12.2013). Течение заболевания осложнилось метастази-

📖 Заболотский Д.В., Портнягин И.В. Применение импульсной радиочастотной абляции при лечении тяжелого хронического болевого синдрома после эндопротезирования плечевого сустава (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):126-130.

✉ Заболотский Дмитрий Владиславович. Литовская ул., д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 194100; e-mail: docent-zab@mail.ru

1 Рукопись поступила: 02.07.2015; принята в печать: 15.07.2015

рованием в головку плечевой кости и печень. В ноябре 2014 г. было проведено однополюсное эндопротезирование правого плечевого сустава. В ближайшем послеоперационном периоде возникли интенсивные боли в предплечье, преимущественно по лучевой поверхности, и в кисти. Со слов больного, зона болевых ощущений прогрессивно увеличивалась, и на момент осмотра распространялась по всей правой верхней конечности от кисти до плеча, надплечья и надлопаточной области.

При осмотре пациент предъявлял жалобы на выраженный болевой синдром: интенсивность боли достигала 8 баллов по 10-балльной визуальной аналоговой шкале (ВАШ) с прорывами до 10 баллов. Больной не мог самостоятельно продеть руку в рукав. Отмечал нарушение сна: из-за боли с трудом засыпал, просыпался 5–6 раз за ночь.

Оценка по шкале PainDetect составила 22 балла, что указывало на нейропатический характер болевого синдрома. Оценка качества жизни по опроснику SF-36 показала резкое снижение жизненной активности и социального функционирования, а также наличие выраженной депрессии.

Неврологический осмотр выявил гипотрофию надостной, подостной и трехглавой мышц, ограничение подвижности верхней конечности вверх-вперед и в стороны, снижение рефлекса с сухожилия двуглавой и карпорадиальной мышц справа, правосторонний проксимальный парез (3,5 балла). Локально по лучевой поверхности предплечья определялись зоны гиперестезии и аллодинии. По данным электронейромиографии выявлены признаки поражения заднего и медиального пучков правого плечевого сплетения.

Больному была назначена консервативная терапия, включающая прегабалин 300 мг/сутки, дулоксетин 120 мг/сутки, трансдермальную терапевтическую систему с фентанилом Фендивия 25 мкг/час и дополнительные инъекции НПВП при усилении боли; выполнена тестовая блокада плечевого сплетения с использованием 15 мл 0,2% раствора ропивакаина и 7 мг бетаметазона.

Длительность положительного эффекта назначенного лечения (3–4 балла по ВАШ) составила 2–3 суток, после чего интенсивность боли возросла и составила 8 баллов по ВАШ.

Отсутствию положительного эффекта терапии послужило поводом к выполнению импульсной радиочастотной абляции.

После получения добровольного информированного согласия на манипуляцию было проведено ультразвуковое сканирование передне-

боковой поверхности шеи справа. Изменение анатомии надплечья, связанное с послеоперационными рубцами, создавало трудности в идентификации плечевого сплетения. В результате исследования установлено наличие выраженных изменений расположения сосудов, нервов и мышечной ткани: границы передней и средней лестничной мышц четко не определялись, межлестничная борозда не идентифицировалась; отмечалась гиперэхогенная зона в проекции удаленного легкого, в толще которой на глубине 1,5–3,0 см визуализировали округлые гипоэхогенные структуры (рис.). Для верификации ветвей плечевого сплетения потребовалось использование цветного картирования и нейростимуляции.

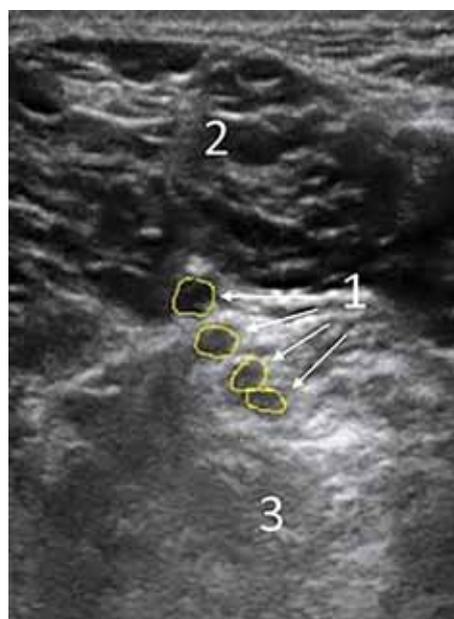


Рис. Ультразвуковая анатомия плечевого сплетения в надключичной области у больного Б.:

- 1 – плечевое сплетение;
- 2 – лестничные мышцы;
- 3 – зона удаленного легкого

В условиях ультразвуковой навигации канюля Cosman 22G с рабочим кончиком 10 мм поочередно была подведена к ветвям плечевого сплетения (C5–C7). После сенсорной стимуляции аппаратом Cosman G4 осуществлена импульсная радиочастотная абляция каждой ветви с параметрами 45°C в течение 4 мин. После окончания манипуляции пациент отметил значительное снижение интенсивности болевого синдрома.

Через неделю пациент полностью отказался от приема назначенных препаратов. При этом в области запястья сохранялись боли жгучего характера интенсивностью 5–6 баллов по ВАШ,

ломающие боли в области верхней трети плеча, надплечья, над- и подостной мышцы. При пальпации обнаружено значительное количество триггерных точек, инфильтрация которых раствором местного анестетика позволила купировать боль. Для снижения интенсивности нейропатической боли был рекомендован прием прегабалина в дозе 25–50 мг в сутки. При контрольном осмотре через 60 дней – жалобы на умеренные (4–5 баллов по ВАШ) боли в области запястья. Ночной сон хороший.

Окончательный диагноз – смешанный тяжелый болевой синдром: компрессионная нейропатия заднего и медиального пучков правого плечевого сплетения, миофасциальный болевой синдром над-, подостной, большой грудной и большой круглой мышц справа.

Радиочастотная абляция давно внедрена в практику работы отделений лечения боли [15]. Метод основан на подаче высокочастотного переменного электрического тока (500 кГц) к игольчатому электроду, расположенному возле конкретной нервной структуры (симпатический ганглий или ствол, сенсорный нерв и т.п.). Вследствие осцилляции ионизированных частиц тканевой жидкости происходит выделение тепла, приводящее к локальному нагреву ткани до 60–90°C, в результате чего возникают очаги повреждений нервной ткани размером до 3–5 мм в диаметре. При импульсной радиочастотной абляции высокочастотный переменный электрический ток подается импульсами продолжительностью 20 мс с интервалом 480 мс, что позволяет отводить излишки образующегося тепла с током крови и путем прямой теплопередачи. В результате нагрев ткани не превышает 42°C и не приводит к повреждению нервных структур [5]. Окончательно механизм действия импульсной радиочастотной абляции не установлен, но существует мнение о том, что указанный режим оказывает воздействие на ультраструктуру нервной клетки и модулирует синаптическую передачу импульса [9].

Ряд работ показал эффективность метода, в том числе и при лечении ХБС, обусловленных поражением периферического отдела нервной системы [18, 19]. Описаны случаи успешного лечения нейропатического болевого синдрома с помощью применения импульсной радиочастотной абляции при компрессии плечевого сплетения опухолевыми депозитами на уровне подмышечной ямки, а также в подключичной области [6, 16].

Эндопротезирование плечевого сустава – не столь распространенное вмешательство по сравнению с операциями на других крупных суставах [4]. Частота послеоперационных невро-

логических осложнений при данных операциях составляет 0,78% [8]. Из них наиболее часто (до 45%) отмечают повреждение подмышечного нерва, плексопатии плечевого сплетения, повреждение лучевого нерва и развитие комплексного регионарного болевого синдрома [13]. J.H. Ji с соавторами указывают, что частота неврологических осложнений при эндопротезировании плечевого сустава может оказаться существенно выше (12,6%), если учитывать все изменения неврологической симптоматики, а не только данные электронейромиографии [12]. Авторы считают, что неврологические осложнения у пациентов, перенесших тот или иной вид эндопротезирования плечевого сустава, носят транзиторный характер.

Основными причинами возникновения стойкой плексопатии плечевого сплетения является его компрессия опухолевыми депозитами или лучевой плексит как осложнение радиотерапии [17].

В данном клиническом наблюдении пациент длительное время испытывал болевой синдром, рефрактерный к проведению анальгетической терапии. Причиной толерантности к лечению могут являться выраженные анатомические изменения в зоне прохождения плечевого сплетения, подтвержденные результатами ультразвукового сканирования и электронейромиографией, явившиеся следствием перенесенных оперативных вмешательств. Косвенно о степени повреждения можно судить по скорости развития гипотрофии мышц плечевого пояса.

Представленное клиническое наблюдение показывает, что в комплексе лечения тяжелого ХБС использование импульсной радиочастотной абляции позволяет эффективно купировать нейропатическую боль и существенно улучшить качество жизни пациента.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Данилов А.Б., Давыдов О.С. Нейропатическая боль. М.: Боргес; 2007. 198 с.
2. Корячкин В.А., Эмануэль В.Л., Страшнов В.И. Диагностика в анестезиологии и интенсивной терапии: рук-во для врачей. СПб.: СпецЛит; 2011. 414 с.
3. Корячкин В.А. Комплексный регионарный болевой синдром. *Травматология и ортопедия России*. 2014; (3):147-156.
4. Ненашев Д.В., Варфоломеев А.П., Майков С.В. Анализ отдаленных результатов эндопротезирования плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2012; (2):71-78.
5. Сафин Р.Р., Хомяков Е.А., Баширов Ф.В., Исламов Р.Р. Влияние локальной эпидуральной анестезии нагретым до 43°C нарпипином на иммуноэкспрессию белка тепло-

- вого шока Нсп 70 в нейронах спинного мозга крысы. *Морфологические ведомости*. 2008; (1-2):90-92.
6. Arai Y.C., Nishihara M., Aono S., Ikemoto T., Suzuki C., Kinoshita A., Ushida T., Pulsed radiofrequency treatment within brachial plexus for the management of intractable neoplastic plexorathic pain. *J Anesth*. 2013; 27(2):298-301.
 7. Bennet M. (ed). *Neuropathic pain*. Oxford University Press; 2010. 204 p.
 8. Bohsali K.I., Wirth M.A., Rockwood C.A. Jr. Complications of total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88(10):2279-2292.
 9. Chua N.H., Vissers K.C., Sluijter M.E. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications-a review. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011; 153(4):763-771.
 10. Fishman S.M., Ballantyne J.C., Rathmell J.P. eds. *Bonica's Management of Pain*, 4th Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott, Williams and Wilkins; 2010. 2064 p.
 11. Gaskin D.J., Richard P. The economic costs of pain in the United States. *J Pain*. 2012;13(8):715-724.
 12. Ji J.H., Jia X., Mathew M., Petersen S., McFarland E.G., Neurologic complications after shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg*. 2010; 92-B, Suppl. 1:122.
 13. Liu A., Zhang W., Sun M., Ma C., Yan S. Evidence-based Status of Pulsed Radiofrequency Treatment for Patients with Shoulder Pain: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Pain Pract*. 2015 May 19. doi: 10.1111/papr.12310. [Epub ahead of print]
 14. Mailis A., Taenzer P. Evidence-based guideline for neuropathic pain interventional treatments: Spinal cord stimulation, intravenous infusions, epidural injections and nerve blocks. *Pain Res Manage*. 2012; 17(3):150-158.
 15. Manchikanti L., Falco F.J., Singh V., Benyamin R.M., Racz G.B., Helm S. 2nd, Caraway D.L., Calodney A.K., Snook L.T., Smith H.S., Gupta S., Ward S.P., Grider J.S., Hirsch J.A. An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part I: introduction and general considerations. *Pain Physician*. 2013; 16 (2 Suppl):S1-48.
 16. Rana H., Matchett G., Using pulsed radiofrequency ablation to treat pain associated with a tumor involving the brachial plexus. *Pain Physician*. 2013; 16 (3):E311-314.
 17. Satija A., Ahmed S.M., Gupta R., Ahmed A., Rana S.P., Singh S.P., Mishra S., Bhatnagar S. Breast cancer pain management – a review of current & novel therapies. *Indian J Med Res*. 2014; 139(2):216-225.
 18. Van Boxem K., van Eerd M., Brinkhuizen T., Patijn J., van Kleef M., van Zundert J., Radiofrequency and pulsed radiofrequency treatment of chronic pain syndromes: the available evidence. *Pain Pract*. 2008; 8(5):385-393.
 19. Van Boxem K., Huntoon M., Van Zundert J., Patijn J., van Kleef M., Joosten E.A., Pulsed radiofrequency: a review of the basic science as applied to the pathophysiology of radicular pain: a call for clinical translation. *Reg Anesth Pain Med*. 2014; 39(2):149-159.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Заболотский Дмитрий Владиславович – канд. мед. наук доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет» Минздрава России
Портнягин Иван Владимирович – врач-анестезиолог-реаниматолог, ООО «Клиника лечения боли “Медика”»

PULSED RADIOFREQUENCY ABLATION FOR TREATMENT OF SEVERE PAIN AFTER SHOULDER ARTHROPLASTY

D.V. Zabolotsky ¹, I.V. Portnyagin ²

¹ *St. Petersburg State Pediatric Medical University, Litovskaya ul., 2, St. Petersburg, Russia, 194100*

² *Interventional pain management clinic “Medica”, pr. Lunacharskogo, 49, St. Petersburg, Russia, 194291*

Abstract

A case of refractory neuropathic pain syndrome in patient who underwent monopolar shoulder replacement is presented. The patient had right lung tumor metastasis in the right humeral head. Severe neuropathic pain syndrome, not responding to 6-months conservative treatment, developed in post-operative period. Pulsed radiofrequency ablation of C4-C6 nerve roots via interscalene access was performed. The procedure allowed the patient to stop taking painkillers and improved his quality of life. The patient was monitored for 2 months.

Key words: shoulder arthroplasty, neuropathic pain, pulsed radiofrequency ablation, brachial plexus.

Conflict of interest: none.

 **Cite as:** Zabolotsky DV, Portnyagin IV. [Pulsed radiofrequency ablation for treatment of severe pain after shoulder arthroplasty]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 126-130. [in Russian]

 *Zabolotsky Dmitry V.* Litovskaya ul., 2, St. Petersburg, Russia, 194100; e-mail: docent-zab@mail.ru

 Received: 02.07.2015; Accepted for publication: 15.07.2015

References

- Danilov AB, Davydov OS. Neyropaticheskaya bol' [Neuropathic pain]. M.; 2007. 198 p. [in Rus.]
- Koryachkin VA, Emmanuel' VL, Strashnov VI. Diagnostika v anesteziologii i intensivnoy terapii [Diagnosis in anesthesiology and intensive care]. SPb.; 2011. 414 p. [in Rus.]
- Koryachkin VA. [Complex regional pain syndrome]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2014; (3):147-156. [in Rus]
- Nenashev DV, Varfolomeev AP, Maykov SV. [Analysis of long-term results of shoulder arthroplasty]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012; (2):71-78. [in Rus]
- Safin RR, Khomyakov YeA, Bashirov FV, Islamov RR. [Effect of local epidural anesthesia with naropin prewarmed to 43°C on the immunexpression of heat shock protein Hsp70 in spinal motor neurons of rat]. *Morfologicheskiye vedomosti* [Morphological newsletters]. 2008; (1-2):90-92. [in Rus.]
- Arai YC, Nishihara M, Aono S, Ikemoto T, Suzuki C, Kinoshita A, Ushida T. Pulsed radiofrequency treatment within brachial plexus for the management of intractable neoplastic plexopathic pain. *J Anesth.* 2013; 27(2):298-301.
- Bennet M. (ed). Neuropathic pain. Oxford University Press; 2010. 204 p.
- Bohsali KI, Wirth MA, Rockwood CA Jr. Complications of total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88(10):2279-2292.
- Chua NH, Vissers KC, Sluijter ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications-a review. *Acta Neurochir (Wien).* 2011; 153(4):763-771.
- Fishman SM, Ballantyne JC, Rathmell JP eds. Bonica's Management of Pain, 4th Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott, Williams and Wilkins; 2010. 2064 p.
- Gaskin DJ, Richard P. The economic costs of pain in the United States. *J Pain.* 2012;13(8):715-724.
- Ji JH., Jia X, Mathew M, Petersen S, McFarland EG, Neurlogic complications after shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2010; 92-B, Supp. 1:122.
- Liu A, Zhang W, Sun M, Ma C, Yan S. Evidence-based Status of Pulsed Radiofrequency Treatment for Patients with Shoulder Pain: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Pain Pract.* 2015 May 19. doi: 10.1111/papr.12310. [Epub ahead of print]
- Mailis A, Taenzer P. Evidence-based guideline for neuropathic pain interventional treatments: Spinal cord stimulation, intravenous infusions, epidural injections and nerve blocks. *Pain Res Manage.* 2012; 17(3):150-158.
- Manchikanti L, Falco FJ, Singh V, Benyamin RM, Racz GB, Helm S 2nd, Caraway DL, Calodney AK, Snook LT, Smith HS, Gupta S, Ward SP, Grider JS, Hirsch JA. An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part I: introduction and general considerations. *Pain Physician.* 2013; 16 (2 Suppl):S1-48.
- Rana H, Matchett G, Using pulsed radiofrequency ablation to treat pain associated with a tumor involving the brachial plexus. *Pain Physician.* 2013; 16 (3):E311-314.
- Satiya A, Ahmed SM, Gupta R, Ahmed A, Rana SP, Singh SP, Mishra S, Bhatnagar S. Breast cancer pain management – a review of current & novel therapies. *Indian J Med Res.* 2014; 139(2):216-225.
- Van Boxem K, van Eerd M, Brinkhuizen T, Patijn J, van Kleef M, van Zundert J, Radiofrequency and pulsed radiofrequency treatment of chronic pain syndromes: the available evidence. *Pain Pract.* 2008; 8(5):385-393.
- Van Boxem K, Huntoon M, Van Zundert J, Patijn J, van Kleef M, Joosten EA, Pulsed radiofrequency: a review of the basic science as applied to the pathophysiology of radicular pain: a call for clinical translation. *Reg Anesth Pain Med.* 2014; 39(2):149-159.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Zabolotsky Dmitry V. – associate professor of department of anesthesiology, resuscitation and emergency pediatrics, St. Petersburg State Pediatric Medical University

Portnyagin Ivan V. – anesthesiologist, Interventional Pain Management Clinic “Medica”

БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЕ ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПОТЕРИ КОСТНОЙ МАССЫ

А.С. Аврунин¹, А.А. Докторов²

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427

² ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений», ул. Грина, д. 7, стр. 1, Москва, Россия, 117216

Реферат

Цель – на основании анализа литературы определить биологически целесообразные элементы комплексного подхода к профилактике и лечению потери костной массы.

В настоящее время существует два взгляда на проблему профилактики и лечения потери костной массы. Согласно одному из них, основополагающим является использование фармацевтических препаратов, а роль физических упражнений рассматривается как вспомогательная. Согласно представителям второй школы, лечебная и профилактическая роль физических упражнений в поддержании и развитии структурно-функциональных возможностей скелетно-мышечной системы является основополагающей. Этот подход соответствует сформировавшейся в процессе эволюции биологической модели, в которой мышцы, воздействуя на рычаги-кости связанными между собой суставами, обеспечивают перемещения тела в пространстве гравитационного поля. В настоящей работе представлено патогенетическое обоснование комплексного подхода к профилактике и лечению потери костной массы. В его основе лежат физические упражнения, а дополнительное использование медикаментозных средств должно быть направлено на оптимизацию регулирующей функции костных клеток, в первую очередь остеоцитов, которые обеспечивают адаптивную реорганизацию костных структур.

Ключевые слова: потеря костной массы, физические тренировки.

На современном этапе развития клинической остеологии существуют определенные трудности диагностики, профилактики и лечения потери костной массы [9, 10]. Это связано с тем, что:

1) такая потеря является результатом развития двух различных процессов, остеопороза и остеомалации, которые полиэтиологичны, и каждый этиологический элемент вносит свои патогенетические и клинические особенности в развитие патологии скелета [2, 9, 10];

2) часть больных, страдающих остеомалацией, проходят под маской остеопороза, и именно у этих пациентов наблюдается быстрый положительный эффект на терапию антиостеопоротическими препаратами с дополнением витамина Д, а использование антиостеопоротических препаратов при лечении таких пациентов не всегда оправдано [48, 52];

3) после внедрения в середине 80-х годов прошлого столетия для диагностики остеопороза двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (ДЭРА) интерес к дифференциальной диагностике его с остеомалацией снизился

[2, 9, 10], что привело к росту диагностических ошибок. Кроме того, как отмечают J.A. Kanis с соавторами [52], в последнее десятилетие признано некорректным использование ДЭРА для диагностики остеопороза у пожилых лиц (наибольшая популяция, подверженная потере костной массы) в связи развитием у них остеомалации, вызываемой неполноценным питанием;

4) дифференциальная диагностика остеопороза и остеомалации возможна только на основе морфологических исследований [50], которые инвазивны, требуют использования специальных гистологических технологий и поэтому проводятся редко и только при тяжелой патологии.

Учитывая этот факт, а также то, что в подавляющем большинстве случаев морфологическая верификация диагноза отсутствует [9, 10], в настоящей работе в дальнейшем вместо терминов «остеопороз» и «остеомалация» будет использоваться термин «синдром морфологически недифференцированного снижения костной массы» (СМНСКМ), распространенность которого во всем мире постоянно нарастает

Аврунин А.С., Докторов А.А. Биологически целесообразные пути профилактики и лечения потери костной массы *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):131-143.

Аврунин Александр Самуэлевич. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: a_avrunin@mail.ru

Рукопись поступила: 04.06.2015; принята в печать: 06.07.2015

соответственно увеличению числа случаев остеопороза и остеопении [49, 58, 67, 84].

Цель – на основании анализа литературы определить биологически целесообразные элементы комплексного подхода к профилактике и лечению потери костной массы.

Биологические и клинические аспекты СМНСКМ

В настоящее время подавляющее большинство специалистов рассматривает потерю костной массы как показатель нарушения эволюционно заложенных механических функций скелета [16, 49, 62], обеспечивающих локомоторную функцию [75]. Выполнение этой функций базируется на биологически целесообразном соотношении прочностных свойств костных структур и их массы в каждой точке скелета. Однако развитие СМНСКМ, происходящее в результате старения организма [48, 57], возникновения заболеваний [76] и нарушений питания [61], меняет это соотношение, что проявляется ростом числа переломов [1, 2, 5, 37, 58]. Профилактика последних [19, 28, 37] проводится преимущественно на основе фармацевтических методов [23, 27, 30]. При этом используемые лекарства, с одной стороны, часто недостаточно эффективны, а с другой, вызывают у значительной доли пациентов нежелательные эффекты. Поэтому медицинская общественность все большее внимание уделяет физическим тренировкам как естественной нефармакологической процедуре, обеспечивающей профилактику и лечение потери костной массы [27, 53]. Однако использование данного лечебного подхода в клинической практике также не дает однозначно положительных результатов [53, 54]. Одна из причин этого – изменение чувствительности костных клеток к механическим сигналам в результате различных сдвигов в каскаде механотрансдукции.

Сдвиги в каскаде механотрансдукции – важнейший элемент патогенеза СМНСКМ [21, 43, 46, 52, 55]. Они возникают в результате:

- 1) снижения механических нагрузок ниже физиологического уровня [24, 45, 76, 79];
- 2) изменения образа жизни, например, работа в космосе [22, 39];
- 3) старения организма [35, 57, 63, 85];

4) регуляторно-метаболических отклонений [15, 31].

В настоящее время доминирует представление, что лежащие в основе СМНСКМ сдвиги в процессе механотрансдукции являются патологией. Они вызваны снижением чувствительности костных клеток к механическому сигналу в связи с изменением величины механосенсорных порогов [18, 21, 42, 80], а также отклонениями в спектре регуляторов, задействованных в каскаде механотрансдукции [15, 63]. Однако необходимо учитывать тот факт, что потеря костной массы – высоко воспроизводимый и распространенный в природе феномен. Он обеспечивается механизмами адаптационной реорганизации скелета (моделирование и ремоделирование) [61, 80]. Это позволило выдвинуть гипотезу, что феномен потери костной массы биологически целесообразен и возник в результате эволюционного развития позвоночных [8]. Он неразрывно связан с деятельностью мышц, так как механические сигналы, инициирующие процессы адаптивной реорганизации костных структур (ремоделирование и моделирование), возникают при деформациях* костных структур, вызванных мышечными сокращениями. Поэтому первоначально рассмотрим роль этих деформаций в жизнедеятельности костной ткани скелета.

Связь механических сигналов, вызванных деформациями, с пространственной реорганизацией костных структур

По нашему мнению, высокая чувствительность костных структур даже к незначительному изменению характера механических деформаций связана с тем, что 95% клеток костной ткани (остеоцитов) инкорпорировано в пространство лакунарно-канальцевой системы (ЛКС) [65], стенки которой ограничены минерализованной тканью, существенно снижающей возможности поступления к остеоцитам различного рода веществ и удаления от них продуктов обмена [36, 77, 83] (рис. 1). Однако несмотря на это, принципиальная пространственная организация ЛКС кости сохраняется в процессе эволюции уже более 80 млн лет [29] и позволяет позвоночным в конкретных условиях оптимизировать выполнение локомоторных

* *Деформация* – изменение размеров и/или формы объекта под механической нагрузкой. Нагрузки всегда вызывают деформации, даже если они очень маленькие. Специальные измерительные приборы позволяют измерять деформацию кости *in vitro* и *in vivo*. В биомеханике деформации измеряются в единицах микродеформаций, где 1000 микродеформаций, например, при компрессии соответствует сокращению кости на 0,1% ее первоначальной длины, 10 000 микродеформаций – сокращение на 1% этой длины и 100 000 микродеформаций – сокращение на 10% этой длины.

функций [75]. В контексте рассматриваемой проблемы важно, что локализация остеоцитов в костных лакунах делает их более зависимыми от особенностей микроциркуляции, обеспечивающей поступление к остецитам и удаление от них метаболитов и регуляторов.

Лакунарно-канальцевая система обеспечивает процесс микроциркуляции в костном матриксе [72], образована остеоцитарными лакунами и костными канальцами диаметром около 500–600 нм [60, 69] (рис. 2). От каждой лакуны отходит до 50 канальцев, имеющих различную ориентацию [11] и образующих в костном матриксе густую сеть, связывающую центральные каналы остеонов и костномозговые пространства с костными лакунами. Отростки остеоцитов располагаются преимущественно в центре канальца (рис. 3, 4), при этом клетки костной ткани связаны между собой щелевыми контактами и организованы по типу синцития [11].

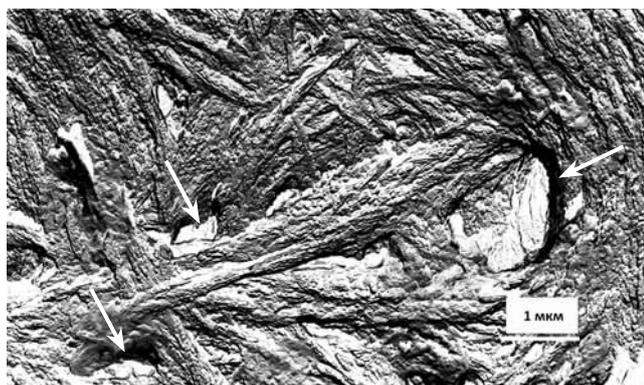


Рис. 1. Минерализованная стенка костной лакуны: ↑ – отверстия костных канальцев. Метка 1 мкм. Платино-углеродная реплика. ТЭМ

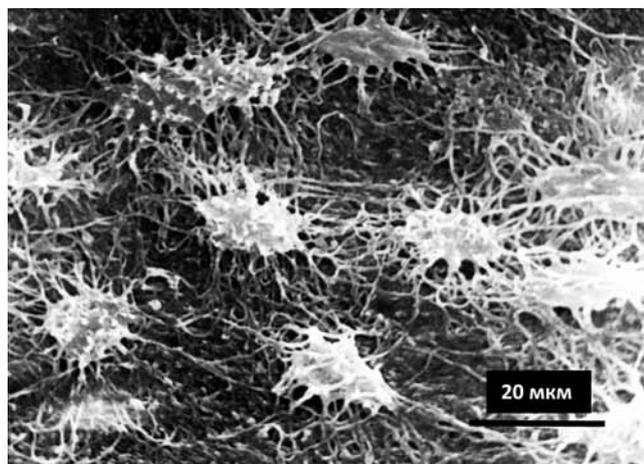


Рис. 2. Лакунарно-канальцевая система в трабекуле губчатого вещества позвонка человека. Метка 20 мкм. Микрорезорзионный препарат. СЭМ

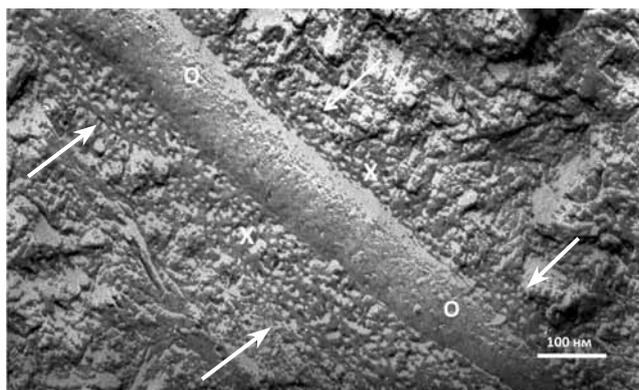


Рис. 3. Отросток (O) остеоицита в костном канальце: X – заполненное протеогликанами пористое пространство, отделяющее отросток остеоицита от стенки костного канальца (↑). Платино-углеродная реплика. Метка 100 нм. ТЭМ

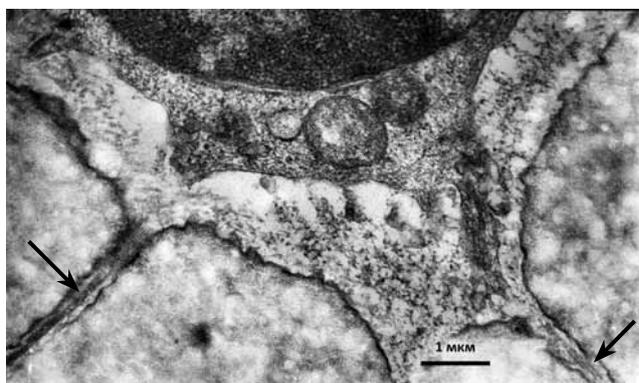


Рис. 4. Фрагмент остеоицита в костной лакуне: ↑ – отростки остеоицита в костных канальцах. Метка 1 мкм. ТЭМ

Транспортные механизмы ЛКС действуют в пористом пространстве (см. рис. 3), заполненном сетью протеингликанов, между стенками лакун и канальцев и цитоплазматической мембраной остеоцитов и их отростков [20, 70, 73, 74], и поэтому миграция растворенных молекул к клеткам ограничена поперечным сечением канальцев и соответствием размеров этих молекул размерам пор геля, окружающего клетки [59, 73, 77]. Основными транспортными механизмами являются диффузия и конвекционные потоки костной жидкости [47, 77], которые инициируют циклические деформации костных структур, возникающие при выполнении локомоторных функций [73]. То есть циклическая нагрузка модулирует транспорт молекул [47, 77], и, следовательно, при снижении двигательной активности, вызванном, например, заболеванием или травмой, эффективность конвекционного механизма снижается. В этой связи важно,

что путем диффузии относительно быстро (в пределах минут) осуществляется транспорт только малых молекул (вода, аминокислоты) [38, 56], при том, что верхняя граница размера молекул, проходящих путем диффузии через поры протеингликанов, не превышает 7 нм [83] или 10000 Да. В то же время конвекционный механизм обеспечивает прохождение частиц до 70000 Да [77]. Таким образом, эффективность конвекционного механизма является определяющей для метаболизма остеоцитов [36, 73]. Значимость данного механизма еще более возрастает в связи с тем, что остециты относятся к клеткам с высокой метаболической активностью [13, 14, 25, 26, 51, 86]. Как подчеркивает А.И. Слуцкий, удельная активность на костную клетку гликолитических ферментов аналогична наблюдаемой в клетках печени и сердца, а обмен глюкозы и коллагена даже выше, чем в печени [12].

Таким образом, биологическая значимость механосенсорной чувствительности остеоцитов заключается в том, что она позволяет клеткам контролировать эффективность конвекционного потока жидкости в ЛКС. В этой связи понятно, что изменение чувствительности костных клеток к механическим сигналам может привести к фатальным последствиям для их жизнедеятельности.

Мониторинг костными клетками окружающей их механической среды. Остеоциты осуществляют механосенсорный контроль величины механического сигнала, вызванного:

- 1) сдвигом напряжения потока жидкости в лакунарно-канальцевой системе [14, 44];
- 2) циклическими деформациями костного матрикса [21].

В процессе постоянного мониторинга клетки определяют локусы скелета, где значения механических сигналов отклоняются за пределы физиологических порогов [64, 75]. Межпороговый промежуток, или «ленивая зона», – интервал, в котором костные клетки не отвечают на изменение напряжений/деформаций активацией механизмов реорганизации архитектуры костных структур [81], так как циклическая нагрузка, а соответственно, и конвекционный поток жидкости оптимальны для их метаболизма. При отклонении сигнала за пределы этих границ остециты инициируют процесс механотрансдукции, переводя механические сигналы в химические [14, 21, 26, 51], активируя, таким образом, механизмы, обеспечивающие локальную реорганизацию архитектуры скелета (ремоделирование и моделирование) [13, 25, 86]. В результате этой реорганизации меняются механические характеристики костных структур, что обеспечивает

возвращение величины механических сигналов в пределы пороговых значений [6, 75, 78] без изменения уровня механической нагрузки на них, то есть локомоторной активности.

Биологическая целесообразность наличия порогов определяется тем, что отклонение механического сигнала за рамки верхних границ свидетельствует о высоком риске механической травмы клеток. При сверхпороговых механических деформациях, происходящих *in vivo*, возникает транзиторное разрушение цитоплазматической мембраны, названное «ранением клетки» [17, 66]. Отклонение механического сигнала за пределы нижней границы свидетельствует о снижении транспортной функции потока жидкости до уровня высокого риска гибели остеоцитов из-за несоответствия параметров окружающей среды метаболическим требованиям клеток [77].

В контексте изложенного понятно, что для поддержания нормальной жизнедеятельности остеоцитов необходимо непрерывное функционирование конвекционного механизма. Следовательно, деформации должны возникать с высокой частотой в каждой точке скелета. Подтвердить эту гипотезу можно только результатами постоянного мониторинга деформаций, возникающих в костях в процессе обычной жизнедеятельности организма. К сожалению, этому направлению исследований уделяется мало внимания, и проведенный нами анализ литературы выявил только две публикации [34, 40].

Мониторинг динамических деформаций костных структур. S.P. Fritton с соавторами [40] измеряли величину деформаций непрерывно (в течение 12–24 часов) в середине диафиза несущих и вес-ненесущих костей у собак, овец и индеек без ограничения естественной активности животных. Авторы установили, что большие деформации (>1000 микродеформаций) случаются только несколько раз в день, в то время как очень маленькие (<10 микродеформаций) возникают в тысячи раз чаще. При этом деформации низкой пиковой величины (<200 микродеформаций) более однородно распределяются вокруг поперечного сечения кости, чем деформации большего размаха. Возникновение деформаций в течение дня носит случайный характер, и их параметры аналогичны в различных костях у разных видов животных [40].

W.C. de Jong с соавторами определяли *in vivo* ежедневную историю деформаций костных структур у кролика, имплантировав телеметрическое устройство в латеральную поверхность нижней челюсти. Тензометрические датчики разместили в конфигурации 0°–45°–90° для проведения измерений в трех направлениях.

Во время регистрации, длившейся более суток, кролики вели обычный образ жизни в клетке. Авторы показали, что события деформаций распределены случайно во времени и их общее количество составляет около $2,9 (\pm 1,4) \times 10^3$ в час, из которых $1,8 (\pm 1,0) \times 10^3$ имеют амплитуду < 10 микродеформаций, $554 (\pm 326)$ – в диапазоне от 10–100 микродеформаций и только 81 (± 110) имели величину выше 100 микродеформаций. Верхний порог скорости деформаций составил 10000 микродеформаций в секунду, причем только 8,9% ($\pm 7,2\%$) деформаций имели скорость выше 1000 микродеформаций в секунду. Наблюдавшиеся пароксизмы состояли из циклических деформаций разного размаха. За пределами этих пароксизмов возникали изолированные деформации с изменчивой амплитудой. Частотные характеристики деформаций показали ясные пики на 4–5 и 9 Гц [34].

Суммируя результаты непрерывных исследований [34, 40], можно утверждать, что деформации, возникающие в различных костях скелета, демонстрируют разнообразие амплитуд, скорости и частот. При этом деформации малой величины (< 10 микродеформаций) являются преобладающим вариантом. Их доля составляет 62%, в то время как максимальные деформации, превышающие или близкие к значениям верхнего механосенсорного порога, носят единичный характер и составляют менее 2,8%. Таким образом, представленные данные подтверждают высказанную выше гипотезу, что в течение дня в скелете постоянно возникают деформации малой величины, которые обеспечивают необходимую инициацию конвекционного потока жидкости и, соответственно, регуляторно-метаболические потребности остеоцитов. То есть костные клетки в целом и остециты в частности адаптированы ко всем вариантам деформаций, возникающих в каждой точке скелета, и каждый вариант существенен для сохранения жизнеспособности костной ткани. Однако функциональные различия костных структур позволяют предположить, что остециты в разных участках скелета могут иметь различные механосенсорные пороги, которые, как известно, заложены генетически [42, 75].

Являются ли механосенсорные пороги остеоцитов одинаковыми в пространстве скелета или различаются в зависимости от его участка?

В разных участках скелета механические нагрузки существенно различаются [33, 68], и, следовательно, различаются и величины механических деформаций. Как показали

S.C.F. Rawlinson с соавторами, *in vivo* пиковые деформации растяжением и/или сжатием в верхней части теменной кости в физиологических условиях не превышают 30 микродеформаций. В то же время на латеральной стороне середины диафиза локтевых костей пиковые продольные деформации растяжением составляют 1000 микродеформаций и сжатием на медиальной стороне (расчетные данные) около – 1300 микродеформаций [68]. Таким образом, у одного и того же животного максимальная величина деформаций в интрамембранозно (теменная кость) и энхондрально сформированных костях (локтевые кости) различается более чем в 30 раз.

Объективно влияние выявленных различий можно оценить, согласно теории механостата, только на основе определения прочностных свойств этих костей [75]. Подобные исследования проведены J. Currey, который показал, что фрагменты теменных костей способны противостоять компрессионным воздействиям в 1400 микродеформаций, то есть деформациям более чем в 40 раз превышающим обычную физиологическую величину [33]. В то же время в длинных костях обычные физиологические деформации только в 3–4 раза меньше критических величин, при которых возникает перелом. Другими словами, физиологический запас прочности интрамембранозно сформированных костей примерно в 10 раз больше, чем сформированных энхондрально.

Морфологические основы этого феномена исследовали A. Vatsa с соавторами, изучая малоберцовую кость и кости свода черепа взрослых C57 B1/6 мышей [82]. Авторы исходили из предположения, что остециты ощущают изменения окружающей их механической среды своим цитоскелетом, и поэтому форма клеток в разных костях должна существенно различаться. Данное предположение совпадает с результатами *in vitro* исследований R.G. Vasabas с соавторами, которые показали, что клетки остеотарного ряда, имеющие округлую морфологию, более чувствительны к механическим сигналам, чем плоские клетки [18]. Из этого следует, что клетки, адаптированные к механической среде длинных костей должны иметь плоскую форму, а в костях свода черепа – сферическую.

Для подтверждения этой гипотезы A. Vatsa с соавторами оценивали трехмерную морфологию клеток и лакун *in situ*, используя софокусную лазерную сканирующую микроскопию и наноконьютерную сканирующую томографию [82]. Авторы показали, что остециты малоберцовой кости имеют удлиненную плоскую форму (отношение длинных осей 5,9:1,5:1), тогда как остециты костей свода черепа – сфери-

ческую (отношения длинных остей 2,1:1,3:1). Длинные оси лакун остеоцитов в малоберцовых костях параллельны продольному направлению механической нагрузки, тогда как лакуну остеоцитов костей свода черепа были разнонаправлены, что продемонстрировано степенью их анизотропии (3,33 и 2,10 соответственно) (рис. 5, 6). Суммируя вышеприведенные данные, логично утверждать, что «сферические» остециты костей свода черепа более механочувствительны, а значит, имеют механосенсорные пороги, отличные от остеоцитов длинных костей, которые подвергаются многократно большим нагрузкам.

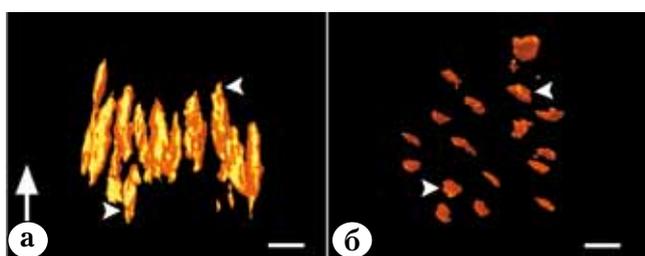


Рис. 5. Трехмерная реконструкция лакун остеоцитов мыши по данным нанокompьютерной сканирующей томографии в малоберцовой кости [82]:

а – продольное однонаправленное выстраивание длинных осей лакун остеоцитов (вершина стрелки) параллельны основному направлению механических нагрузок (большая стрелка), на продольном срезе; метка 15 мкм;
б – поперечный срез этих лакун (вершина стрелки); метка 15 мкм

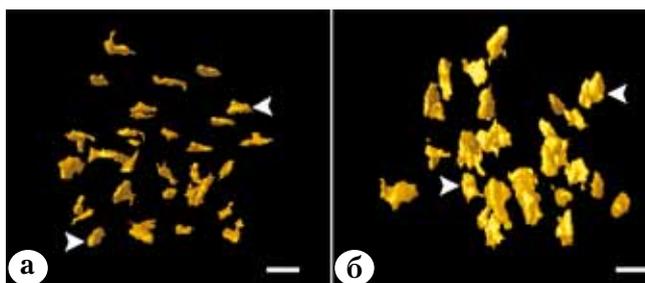


Рис. 6. Трехмерная реконструкция лакун остеоцитов на срезе костей свода черепа мыши по данным нанокompьютерной сканирующей томографии [82]:

а – лакуну остеоцитов (вершина стрелки) в срезе продольного направления имеют разнонаправленную организацию длинных осей; метка 15 мкм;
б – поперечный срез, показывает разнонаправленную организацию отдельных лакун (вершина стрелки); метка 15 мкм

Учитывая изложенное, нельзя исключить, что в зонах высокого риска низкоэнергетического перелома (позвонок, проксимальный отдел бедренной кости, дистальный отдел предплечья) чувствительность костных клеток к механическим сигналам ниже, чем в других участках энхондрально сформированного скелета, и, соответственно этому, меньше эффективность физических упражнений [53], направленных на профилактику и лечение потери костной массы.

Узловые элементы комплексного подхода к биологически целесообразному использованию нефармакологических и фармакологических методов профилактики и лечения СМНСКМ

Так как конвекционный механизм инициирует деформации, вызванные сокращением мышц, основополагающим элементом комплекса мероприятий по профилактике и лечению СМНСКМ являются физические упражнения, нормализующие функциональные возможности мышц в пределах всего костно-мышечного комплекса. Целесообразность оптимизации функционирования мышц в пределах всего скелета, а не только в зонах повышенного риска перелома, имеет объективное обоснование. Согласно данным Н. Frost, с возрастом доля погибших остеоцитов нарастает [41]. Так, если в гаверсовых системах средний процент пустых лакун при рождении составляет менее 1%, то в 70 лет достигает 40%*. Автор подчеркивает, что увеличение доли погибших с возрастом остеоцитов не ограничено одной костью, а происходит во всем скелете в целом.

Комплекс физических тренировок, обеспечивающих профилактику и лечение потери костной массы, должен включать различные типы физических упражнений (аэробные, силовые, высокого воздействия и др.) [53, 54], подобранных на индивидуальной основе.

Параметры механических нагрузок при выполнении физических упражнений не должны превышать 60–70% от максимально возможного уровня по отношению с сердечно-сосудистой нормой [53].

Существование в скелете проблемных зон с повышенным риском перелома в результате развития СМНСКМ (проксимальный отдел бедра, поясничный и грудной отдел позвоночника и дистальный отдел предплечья) требует увеличить долю физических упражнений, целенаправленно оптимизирующих мышечно-костные взаимодействия в этих участках скелета [54].

* Это свидетельствует о том, что в скелете погибло 40% костной ткани.

При оценке результативности не только физических упражнений, но и всего комплекса лечебных мероприятий, включая фармацевтические методы лечения, необходимо учитывать, что определение минеральной плотности методом ДЭРА является хотя и наиболее доступным, но далеко не идеальным методом оценки эффективности лечебных мероприятий у конкретного пациента [4, 6–8, 53]. Поэтому необходимо использовать несколько методов оценки, и не только инструментальных. Одним из основополагающих критериев эффективности комплексного лечения является изменение показателя самооценки пациента в процессе лечения, так как на начальном этапе физические упражнения в большинстве случаев вызывают негативные эмоции. Поэтому важно, чтобы их выполнение происходило в контролируемом режиме со стороны медперсонала до момента, когда упражнения согласно самооценке пациента начинают давать положительный эффект и улучшают его самочувствие в целом. То есть до момента, когда физические упражнения из лечебной обязанности становятся физиологической потребностью.

Принципы биологически целесообразного назначения медикаментозных средств для профилактики и лечения СМНСКМ

Фармацевтические препараты назначаются на индивидуальной основе как дополнение к физическим упражнениям для оптимизации эффекта последних. Одним из обязательных условий назначения медикаментозных средств является детальное обследование пациента в объеме, требуемом для объективного подтверждения необходимости назначения того или иного препарата. Это касается, например, широко используемого при лечении СМНСКМ витамина Д. Согласно данным К. Bleicher с соавторами, исследовавшими связь уровня 25-гидроксивитамина Д (25ОНД) сыворотки и риска перелома у мужчин 70–97 лет, зависимость между этими показателями имеет U-образную форму с увеличенным риском перелома у мужчин с низким и высоким содержанием 25ОНД сыворотки. Авторы подчеркивают, что назначение препаратов, содержащих витамин Д, возможно только после определения уровня 25ОНД сыворотки [23].

Так как одной из причин потери костной массы является снижение чувствительности костных клеток к механическим сигналам, критерием назначения того или иного фармацевтического препарата, используемого для про-

филактики и лечения СМНСКМ, является его способность оптимизировать ответ костных клеток на механические сигналы. В этой связи важно подчеркнуть, что подавление остеокластно-osteобластной резорбции не является биологически целесообразным методом оптимизации реакции клеток остеоцитарного ряда на механический сигнал.

Так как развитие СМНСКМ всегда происходит на фоне тех или иных системных регуляторно-метаболических сдвигов, необходимо назначать те фармакологические средства, которые целенаправленно минимизируют величину этих сдвигов, например в раннем периоде потери репродуктивной функции.

Заключение

В настоящее время существуют два взгляда на проблему профилактики и лечения потери костной массы. Согласно одному из них, основополагающим является использование фармацевтических препаратов, а роль физических упражнений или вообще не рассматривается, или анализируется как вспомогательная. Согласно представителям второй школы, лечебная и профилактическая роль физических упражнений в поддержании и развитии структурно-функциональных возможностей скелетно-мышечной системы является основополагающей. Этот подход соответствует сформировавшейся в процессе эволюции биологической модели, в которой мышцы, воздействуя на рычаги-кости, связанные между собой суставами, обеспечивают перемещения тела в пространстве гравитационного поля. Роль этих взаимодействий очень точно определил Н. Frost: «Сильные мышцы – прочные кости» [42]. В данной работе представлены патогенетические основы комплексного подхода к профилактике и лечению потери костной массы. В его основе лежит комплекс физических упражнений, а дополнительное использование медикаментозных средств должно быть направлено на оптимизацию функциональных возможностей костных клеток, в первую очередь остецитов, что обеспечит адаптивную реорганизацию костных структур в клинически значимых пределах.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Аврунин* А.С., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Попов В.В., Емельянов В.Г. Минимально необходимое количество исследований ПМПКТ методом ДЭРА

* С работами автора можно ознакомиться по адресу: <http://library.rniito.org/autrights.html>

- при индивидуальной диагностике остеопороза и мониторинге состояния скелета по дистальному отделу предплечья (предварительные рекомендации). *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2009; (1):49-56.
- Аврунин А.С., Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Медицинские и околomedicalные причины высокого внимания общества к проблеме потери костной массы. Анализ динамики и структуры публикаций по остеопорозу. *Гений ортопедии*. 2009; (3):5-11.
 - Аврунин А.С., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Попов В.В. Проксимальный отдел бедра. Минимально необходимое количество исследований ПМПКТ методом ДЭРА для нивелирования случайной ошибки аппаратно-программного комплекса. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2010; (1/2):51-57.
 - Аврунин А.С., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Карагодина М.П., Плиев Д.Г., Товпич И.Д. Ошибка воспроизводимости аппаратно-программного комплекса Lunar Prodigy (version Encore) (Prodigy) при исследовании фантомов и костных структур. *Гений ортопедии*. 2010; (4):104-110.
 - Аврунин А.С., Тихилов Р.М., Паршин Л.К., Мельников Б.Е. Остеоциты и пути оптимизации механического гомеостаза скелета с позиций функциональной остеологии. *Морфология*. 2012; (4):7-13.
 - Аврунин А.С., Паршин Л.К., Мельников Б.Е. Критический анализ теории механостата. Часть II. Стабильность механо-метаболической среды скелета и гомеостатических параметров кальция организма. *Травматология и ортопедия России*. 2013; (1):127-137.
 - Аврунин А.С., Паршин Л.К., Мишин М.В. Алгоритм минимизации ошибки воспроизводимости метода двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии до клинически незначимых величин. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2013; (3):44-50.
 - Аврунин А.С., Паршин Л.К., Мельников Б.Е. Критический анализ теории механостата. Клинико-патогенетические аспекты реорганизации архитектуры скелета на разных этапах его развития. *Гений ортопедии*. 2013; (4):96-102.
 - Аврунин А.С. Синдром остеомалации – социально-экономическая роль клинико-диагностические проблемы. *Гений ортопедии*. 2014; (2):91-94.
 - Аврунин А.С. Остеопороз и остеомалация – клинико-диагностические проблемы. *Травматология и ортопедия России*. 2014; (4):68-76.
 - Докторов А.А., Денисов-Никольский Ю.И. Особенности рельефа минерализованной поверхности лакун и канальцев в пластинчатой кости. *Бюллетень экспериментальной медицины*. 1993; (1):61-65.
 - Слущкий Л.И. Биохимия нормальной и патологически измененной костной ткани. Л.: Медицина; 1969. 375 с.
 - Adachi T., Aonuma Y., Taira K., Hojo M., Kamiokac H. Asymmetric intercellular communication between bone cells: propagation of the calcium signaling. *Biochem Biophys Res Commun*. 2009; 389(3):495-500.
 - Ajubi N.E., Klein-Nulend J., Nijweide P.J., Vrijheid-Lammers T., Alblas M.J., Burger E.H. Pulsating fluid flow increases prostaglandin production by cultured chicken osteocytes-A cytoskeletondependent process. *Biochemical and biophysical research communications*. 1996; 225(1131):62-68.
 - Akhter M.P., Cullen D.M., Gong G., Recker R.R. Bone biomechanical properties in prostaglandin EPX and EP2 knockout mice. *Bone*. 2001; 29(2):121-125.
 - Akkus O., Yeni Y. N., Wasserman N. Fracture mechanics of cortical bone tissue: a hierarchical perspective. *Biomedical Engineering*. 2004; 32(5&6):379-425.
 - Amano K., Miyake K., Borke J.L., McNeil P.L. Breaking biological barriers with a toothbrush. *J Dent Res*. 2007; 86(8):769-774.
 - Bacabac R.G., Mizuno D., Schmidt C.F., MacKintosh F.C., Van Loon J.J.W.A., Klein-Nulend J., Smit T.H. Round versus flat: Bone cell morphology, elasticity, and mechanosensing. *J Biomechanics*. 2008; 41(7):1590-1598.
 - Bass M., Ford M.A., Brown B. Mauromoustakos A., Keathley R.S. Variables for the prediction of femoral bone mineral status in american women. *Southern Medical J*. 2006; 99(2):115-122.
 - Baud C.A. Morphologie et structure inframicroscopique des osteocytes. *Acta Anat (Basel)*. 1962; (51):209-225.
 - Bershadsky A.D., Balaban N.Q., Geiger B. Adhesion-dependent cell mechanosensitivity. *Annu Rev Cell Dev Biol*. 2003; 19:677-695.
 - Biolo G., Heer M., Narici M., Strollo F. Microgravity as a model of ageing. *Current Opinion in Clinical Nutrition Metabolic Care*. 2003; 6(1):31-40.
 - Bleicher K., Cumming R.G., Naganathan V., Blyth F.M., Le Couteur D.G., Handelsman D.J., Waite L.M., Seibel M.J. U-shaped association between serum 25-hydroxyvitamin D and fracture risk in older men: results from the prospective population based champ study. *J Bone Mineral Research*. 2014; 29(9):2024-2031.
 - Bloomfield S.A. Contributions of physical activity to bone health over the lifespan. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2005; 21(1):68-76.
 - Bonewald L.F. Osteocytes: A proposed multifunctional bone cell. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2002; 2(3):239-241.
 - Bretscher A., Edwards K., Fehon R.G. ERM proteins and merlin: integrators at the cell cortex. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2002; 3(8):586-599.
 - Bu S., Chen Y., Wang S., Zhang F., Ji G. Treadmill training regulates β -catenin signaling through phosphorylation of GSK-3 β in lumbar vertebrae of ovariectomized rats. *Eur J Appl Physiol*. 2012, 112(9):3295-3304.
 - Burke T.N., Franca F.J.R., de Meneses S.R.F., Pereira R.M.R., Marques A.P. Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises. A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2012; 26(11):1021-1031.
 - Cadena E.A., Schweitzer M.H. Variation in osteocytes morphology vs bone type in turtle shell and their exceptional preservation from the Jurassic to the present. *Bone*. 2012; 51(3):614-620.
 - Castelo-Branco C. Management of osteoporosis. An overview. *Drugs & Aging*. 1998; 12 Suppl. 1: 25-32.
 - Chen J.L., Yao W., Frost H.M., Li C.Y., Setterberg R.B., Jee W.S. Bipedal stance exercise enhances antiresorption effects of estrogen and counteracts its inhibitory effect on bone formation in sham and ovariectomized rats. *Bone*. 2001; 29(2):126-121.
 - Cowin S.C. Mechanosensation and fluid transport in living bone. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2002; 2(3):1-5.
 - Currey J. The mechanical adaptations of bones. New Jersey: Princeton University Press; 1984.
 - de Jong W.C., Koolstra J.H., Korfage J.A.M., van Ruijven L.J., Langenbach G.E.J. The daily habitual in vivo strain history of a non-weight-bearing bone. *Bone*. 2010; 46(1):196-202.
 - Dempster D.W. The pathophysiology of bone loss. *Clin Geriatr Med*. 2003; 19(2):259-270.
 - Dodd J.S., Raleigh J.A., Gross T.S. Osteocyte hypoxia: a novel mechanotransduction pathway. *Am J Physiol Cell Physiol*. 1999; 277(3 Pt 1):598-602.

37. Feehan L.M., Beck C.A., Harris S.R., MacIntyre D.L., Li L.C. Exercise prescription after fragility fracture in older adults: a scoping review. *Osteoporos Int.* 2010; 22(5):1289-1322.
38. Fernandez-Seara M.A., Wehrli S.L., Wehrli F.W. Diffusion of exchangeable water in cortical bone studied by nuclear magnetic resonance. *Biophys J.* 2002; 82(1). Pt. 1:522-529.
39. Friedlander A.L., Genant H.K., Sadowsky S., Byl N.N., Gluer C.-C. A twoyear program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. *J Bone Mineral Research.* 1995; 10(4):574-585.
40. Fritton S.P., McLeod K.J., Rubin C.T. Quantifying the strain history of bone: spatial uniformity and self-similarity of low-magnitude strains. *J Biomech.* 2000; 33(3):317-325.
41. Frost H.M. In vivo osteocyte death. *J Bone Joint Surg Am.* 1960; 42(1):138-143.
42. Frost H.M. Why the ISMNI and the Utah paradigm? Their role in skeletal and extraskeletal disorders. *J Musculoskel Neuron Interact.* 2000; 1(1):5-9.
43. Frost H.M., Jee W.S.S. Osteoporosis in 2000 ad: quo vadis? *J Musculoskeletal Research.* 2001; 5(1):1-16.
44. Gouleta G.C., Cooper D.M.L., Coombe D., Zernicke R.F. Influence of cortical canal architecture on lacunocanicular pore pressure and fluid flow. *Computer Methods Biomechanics Biomedical Engineering.* 2008; 11(4):379-387.
45. Hardiman D.A., O'Brien F.J., Prendergast P.J., Croke D.T., Staines A., Lee T.C. Tracking the changes in unloaded bone: morphology and gene expression. *European J Morphology.* 2005; 42(4/5):208-216.
46. Henderson J.H., Carter D.R. Mechanical induction in limb morphogenesis: the role of growthgenerated strains and pressures. *Bone.* 2002; 31(6):645-653.
47. Hillsley V., Frangos J.A. Review: bone tissue engineering: the role of interstitial fluid flow. *Biotechnology and Bioengineering.* 1994; 43(7):573-581.
48. Holick M.F. Optimal vitamin D status for the prevention and treatment of osteoporosis. *Drugs Aging.* 2007; 24(12):1017-1029.
49. Hooven F.H., Adachi J.D., Adami S., Boonen S., Compston J., Cooper C., Delmas P., Diez-Perez A., Ghlbach S., Greenspan S.L., LaCroix A., Lindsay R., Netelenbos J.C., Pfeilschifter J., Roux C., Saag K.G., Sambrook P., Silverman S., Siris E., Watts N.B., Anderson F.A. The Global Longitudinal Study of Osteoporosis in Women (GLOW): rationale and study design. *Osteoporos Int.* 2009; 20(7):1107-1116.
50. Horvai A.E., Boyce B.F. Metabolic bone diseases. *Seminars in Diagnostic Pathology.* 2011; 28(1):13-25.
51. Ishihara Y., Naruse Y.S.K., Yamashiro T., Kamioka H., Kawanabe N., Kurosaka H. In situ imaging of the autonomous intracellular Ca²⁺ oscillations of osteoblasts and osteocytes in bone. *Bone.* 2012; 50(4):842-852.
52. Kanis J.A., McCloskey E.V., Johansson H., Oden A., Melton L.J. III, Khaltav N. A reference standard for the description of osteoporosis. *Bone.* 2008; 42(3):467-475.
53. Kemmler W., Engelke K. A critical review of exercise training effects on bone mineral density (BMD) in early postmenopausal women. *International SportMed J.* 2004; 5(1):67-77.
54. Kemmler W., von Stengel S., Bebenek M., Engelke K., Hentschke C., Kalender W.A. Exercise and fractures in postmenopausal women: 12year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporos Int.* 2012; 23(4):1267-1276.
55. Khayyeri H., Checa S., Tagil M., Prendergast P.J. Corroboration of mechanobiological simulations of tissue differentiation in an in vivo bone chamber using a latticemodeling approach. *J Orthopaedic Research.* 2009; 27(12):1659-1666.
56. Knothe Tate M.L., Niederer P., Knothe U. In vivo tracer transport through the lacunocanicular system of rat bone in an environment devoid of mechanical loading. *Bone.* 1998; 22(2):107-117.
57. Lanyon L., Skerry T. Postmenopausal osteoporosis as a failure of bone's adaptation to functional loading: A-hypothesis. *J Bone Mineral Research.* 2001; 16(11):1937-1947.
58. Lewiecki E.M., Bilezikian J.P., Cooper C., Hochberg M.C., Luckey M.M., Maricic M., Miller P.D. Proceedings of the Eighth Annual Santa Fe Bone Symposium, August 34, 2007. *J Clinical Densitometry.* 2008; 11(2):313-324.
59. Li W., You L., Schaffler M.B., Wang L. The dependency of solute diffusion on molecular weight and shape in intact bone. *Bone.* 2009; 45(5):1017-1023.
60. Lorch D.G., Brighton C.T., Gupta R., Corsetti J.R., Levine S.E., Gelb I.D., Seldes R., Pollack S.R. Biochemical pathway mediating the response of bone cells to capacitive coupling. *Clin Orthop.* 1998; (350):246-256.
61. Martin R.B. On the significance of remodeling space and activation rate changes in bone remodeling. *Bone.* 1991; 12(6):391-400.
62. Melton III L.J. Global aspects of osteoporosis epidemiology. Osteoblast function and the mechanism of action of bone-forming agents. In: *Osteoporosis 1996 : proceedings of the 1996 World Congress on Osteoporosis*, Amsterdam, The Netherlands, 18-23 May 1996. p. 79-86.
63. Mosley J.R. Osteoporosis and bone functional adaptation: Mechanobiological regulation of bone architecture in growing and adult bone, a review. *J Rehabilitation Research Development.* 2000; 37(2):189-199.
64. Mullender M., El Haj A.J., Yang Y., van Duin M.A., Burger E.H., Klein-Nulend J. Mechanotransduction of bone cells in vitro: mechanobiology of bone tissue. *Med Biol Eng Comput.* 2004; 42(1):14-21.
65. Okada S., Yoshida S., Ashrafi S.H., Schraufnagel D.E. The canalicular structure of compact bone in the rat at different ages. *Microsc Microanal.* 2002; 8(2):104-115.
66. Orellana-Lezcano M.F., Major P.W., McNeil P.L., Borke J.L., Borke J.L. Temporary loss of plasma membrane integrity in orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2005; 8(2):106-113.
67. Prentice A. Vitamin D deficiency: a global perspective. *Nutrition Reviews.* 2008; 66(Suppl. 2):S153-S164.
68. Rawlinson S.C.F., Mosley J.R., Suswillo R.F.L., Pitsillides A.A., Lanyon L.E. Calvarial and limb bone cells in organ and monolayer culture do not show the same early responses to dynamic mechanical strain. *J Bone Miner Res.* 1995; 10(8):1225-1232.
69. Reilly G.C., Knapp H.F., Stemmer A., Niederer P., Knothe Tate M.L. Investigation of the morphology of the lacunocanicular system of cortical bone using atomic force microscopy. *Ann Biomed Eng.* 2001; 29(12):1074-1081.
70. Remagen W., Hohling H.J., Hall T.A. Electron microscopical and microprobe observations on the cell sheath of stimulated osteocytes. *Calc Tiss Res.* 1969; 4(1):60-68.
71. Rosen C.J., Gallagher J.C. The 2011 IOM report on vitamin D and calcium requirements for North America: clinical implications for providers treating patients with low bone mineral density. *J Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health.* 2011; 14(2):79-84.
72. Rubinacci A., Covini M., Bisogni C., Villa I., Galli M., Palumbo C., Ferretti M., Muglia M.A., Marotti G. Bone as an ion exchange system: evidence for a link between mechanotransduction and metabolic needs. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002; 282(4):E851-E864.

73. Sharma D., Ciani C., Marin P.A.R., Levy J.D., Doty S.B., Fritton S.P. Alterations in the osteocyte lacunar-canalicular microenvironment due to estrogen deficiency. *Bone*. 2012; 51(3):488-497.
74. Skerry T.M., Suswillo R., El Haj A.J., Ali N.N., Dodds R.A., Lanyon L.E. Load-induced proteoglycan orientation in bone tissue in vivo and in vitro. *Calcif Tissue Int*. 1990; 46(5):318-326.
75. Skerry T.M. One mechanostat or many? Modifications of the site-specific response of bone to mechanical loading by nature and nurture. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2006; 6(2):122-127.
76. Szollar S.M., Martin E.M.E., Parthemore J.G., Sartoris D.J., Deftos L.J. Demineralization in tetraplegic and paraplegic man over time. *Spinal Cord*. 1997; 35(4):223-228.
77. Tami A.E., Schaffler M.B., Knothe Tate M.L. Probing the tissue to subcellular level structure underlying bone's molecular sieving function. *Biorheology*. 2003; 40(6):577-590.
78. Tfelt-Hansen J., Brown E.M. The calciumsensing receptor in normal physiology and pathophysiology: a review. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2005; 42(1):35-70.
79. Tsuzuku S., Ikegami Y., Yabe K. Bone mineral density differences between paraplegic and quadriplegic patients: a cross-sectional study. *Spinal Cord*. 1999; 37(5):358-361.
80. Turner C.H., Takano Y., Owan I. Aging changes mechanical loading thresholds for bone formation in rats. *J Bone Mineral Research*. 1995; 10(10): 1544-1549.
81. van der Linden J.C., Day J.S., Verhaar J.A.N., Weinans H. Altered tissue properties induce changes in cancellous bone architecture in aging and diseases. *J Biomech*. 2004; 37(3):367-374.
82. Vatsa A., Breuls R.G., Semeins C.M., Salmon P.L., Smit T.H., Klein-Nulend J. Osteocyte morphology in fibula and calvaria – Is there a role for mechanosensing? *Bone*. 2008; 43(3):452-458.
83. Wang L., Ciani C., Doty S.B., Fritton S.P. Delineating bone's interstitial fluid pathway in vivo. *Bone*. 2004; 34(3):499-509.
84. Whyte M.P., Thakker R.V. Rickets and osteomalacia. *Medicine*. 2009; 37(9):483-488.
85. Wu M., Fannin J., Rice K.M., Wang B., Blough E.R. Effect of aging on cellular mechanotransduction. *Ageing Research Reviews*. 2011; 10(1):1-15.
86. Yang W., Kalajzic I., Lu Y., Guo D., Harris M.A., Gluhak-Heinrich J., Bonewald L.F., Feng J.Q., Rowe D.W., Harris S.E. In vitro and in vivo study on osteocyte-specific mechanical signaling pathways. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2004; 4(4):386-387.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Аврунин Александр Самуэлевич – д-р мед. наук старший научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Докторов Александр Альбертович – д-р мед. наук профессор заведующий отделом морфологии ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений»

BIOLOGICALLY RATIONAL WAYS OF BONE MASS LOSS PROPHYLAXIS AND TREATMENT

A.S. Avrunin¹, A.A. Doktorov²

Abstract

Aim. Based on own and literature data to define biologically rational elements of complex approach to bone mass loss prophylaxis and treatment.

Nowadays there are two points of view regarding bone mass loss prophylaxis and treatment. The first favor pharmaceuticals as a basic and physical exercises as additional. According to the second, therapeutic and prophylactic significance of physical exercises in maintenance and development of structural and functional capacities of musculoskeletal system is fundamental. The latter approach correspond to evolutionary formed biological model in that muscles act upon levers - bones that connected by means of joints and provide the movement of the body against gravity. The present work from pathogenetically point of view establish the systemic approach to the bone mass loss prophylaxis and treatment. It is based on physical exercises while additional pharmacotherapy that should aim for optimization of regulatory function of bone cells, first of all osteocytes providing for adaptational reorganisation of bone structures.

Key words: bone loss, exercises.

Conflict of interest: none.

📖 **Cite as:** Avrunin AS, Doktorov AA. [Biologically rational ways of bone mass loss prophylaxis and treatment]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 131-143. [in Russian]

✉ *Avrunin Alexandr S.* Ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: a_avrunin@mail.ru

📅 Received: 04.06.2015; Accepted for publication: 06.07.2015

References

1. Avrunin AS, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Pliev DG, Popov VV, Emelyanov VG. [Distal area of forearm bones. Minimally necessary number of PMBD measurements with DERA in individual diagnosis of osteoporosis and skeletal state monitoring (preliminary recommendations)]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopaedics, traumatology and prosthetics]. 2009; (1):49-56. [in Rus.]
2. Avrunin AS, Tikhilov RM, Shubnyakov II. [Medical and paramedical causes of formation of high public attention to the problem of bone mass loss. The analysis of dynamics and structure of publications on osteoporosis]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2009; (3):5-11. [in Rus.]
3. Avrunin AS, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Pliev DG, Popov VV. [Proximal end of the femur. Minimally necessary number of pbmd measurements with dexa to level an incidental mistake of the equipment-programming complex]. *Vestnik rentgenologii i radiologii* [Herald of roentgenology and radiology]. 2010; (1/2):51-57. [in Rus.]
4. Avrunin AS, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Karagodina MP, Pliev DG, Tovpich ID. [Reproducibility error of the apparatus-programming unit Lunar Prodigy (version Encore) (Prodigy) in evaluating a phantom and osseous structures]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2010; (4):104-110. [in Rus.]
5. Avrunin AS, Tikhilov RM, Parshin LK, Melnikov BE. [Osteocytes and the pathways of mechanical homeostasis optimizing from point of view of functional osteology]. *Morfologiya* [Morphology]. 2012; 142(4):7-13. [in Rus.]
6. Avrunin AS, Parshin LK, Melnikov BE. [Critical analysis of mechanostat theory. Part II. Stability of mechano-metabolic skeleton environment and homeostatic parameters of calcium in organism]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013; (1):127-137. [in Rus.]
7. Avrunin AS, Parshin LK, Mishin MV. [Precision error minimization algorithm for dual-energy X-ray absorptiometry to clinically insignificant values]. *Vestnik rentgenologii i radiologii* [Herald of roentgenology and radiology]. 2013; (3):44-50. [in Rus.]
8. Avrunin AS, Parshin LK, Melnikov BE. [Critical analysis of mechanostat theory. Clinical and pathogenical aspects of reorganization skeleton architecture at different development stages]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2013; (4):96-102. [in Rus.]
9. Avrunin AS. [Osteomalacia syndrome – social-economical role and clinical-diagnosical aspects]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2014; (2):91-94. [in Rus.]
10. Avrunin AS. [Osteoporosis and osteomalacia – clinical and diagnosical problems]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014; (4):68-76 [in Rus.].
11. Doktorov AA, Denisov-Nikolski YuI. [Peculiarities of the relief of mineralized surface of lacune and canaliculi in lamellar bone]. *Byulleten' eksperimental'noy meditsiny* [Bulletin of Experimental Medicine]. 1993; 119(1):61-65. [in Rus.]
12. Slutskiy LI. Biokhimiya normal'noy i patologicheskoy izmenennoy kostnoy tkani [Biochemistry of normal and diseased bone]. L.: Meditsina; 1969. 375 p.
13. Adachi T, Aonumaa Y, Tairaa K, Hojoa M, Kamiokac H. Asymmetric intercellular communication between bone cells: propagation of the calcium signaling. *Biochem Biophys Res Commun*. 2009; 389(3):495-500.
14. Ajubi NE, Klein-Nulend J, Nijweide PJ, Vrijheid-Lammers T, Alblas MJ, Burger EH. Pulsating fluid flow increases prostaglandin production by cultured chicken osteocytes-A cytoskeletondependent process. *Biochemical and biophysical research communications*. 1996; 225(1131):62-68.
15. Akhter MP, Cullen DM, Gong G, Recker RR. Bone biomechanical properties in prostaglandin EPX and EP2 knockout mice. *Bone*. 2001; 29(2):121-125.
16. Akkus O, Yeni Y N, Wasserman N. Fracture mechanics of cortical bone tissue: a hierarchical perspective. *Biomedical Engineering*. 2004; 32(5&6):379-425.
17. Amano K, Miyake K, Borke JL, McNeil PL. Breaking biological barriers with a toothbrush. *J Dent Res*. 2007; 86(8):769-774.
18. Bacabac RG, Mizuno D, Schmidt CF, MacKintosh FC, Van Loon JJWA, Klein-Nulend J, Smit TH. Round versus flat: Bone cell morphology, elasticity, and mechanosensing. *J Biomechanics*. 2008; 41(7):1590-1598.
19. Bass M, Ford MA, Brown B. Mauromoustakos A, Keathley RS. Variables for the prediction of femoral bone mineral status in american women. *Southern Medical J*. 2006; 99(2):115-122.
20. Baud CA. Morphologie et structure inframicroscopique des osteocytes. *Acta Anat (Basel)*. 1962; (51):209-225.
21. Bershadsky AD, Balaban NQ, Geiger B. Adhesion-dependent cell mechanosensitivity. *Annu Rev Cell Dev Biol*. 2003; 19:677-695.
22. Biolo G, Heer M, Narici M, Strollo F. Microgravity as a model of ageing. *Current Opinion in Clinical Nutrition Metabolic Care*. 2003; 6(1):31-40.
23. Bleicher K, Cumming RG, Naganathan V, Blyth FM, Le Couteur DG, Handelsman DJ, Waite LM, Seibel MJ. U-shaped association between serum 25-hydroxyvitamin D and fracture risk in older men: results from the prospective population based champ study. *J Bone Mineral Research*. 2014; 29(9):2024-2031.
24. Bloomfield SA. Contributions of physical activity to bone health over the lifespan. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2005; 21(1):68-76.
25. Bonewald LF. Osteocytes: A proposed multifunctional bone cell. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2002; 2(3):239-241.
26. Bretscher A, Edwards K, Fehon RG. ERM proteins and merlin: integrators at the cell cortex. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2002; 3(8):586-599.
27. Bu S, Chen Y, Wang S, Zhang F, Ji G. Treadmill training regulates β -catenin signaling through phosphorylation of GSK-3 β in lumbar vertebrae of ovariectomized rats. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112(9):3295-3304.
28. Burke TN, Franca FJR, de Meneses SRF, Pereira RMR, Marques AP. Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises. A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2012; 26(11):1021-1031.
29. Cadena EA, Schweitzer MH. Variation in osteocytes morphology vs bone type in turtle shell and their exceptional preservation from the Jurassic to the present. *Bone*. 2012; 51(3):614-620.
30. Castelo-Branco C. Management of osteoporosis. An overview. *Drugs & Aging*. 1998; 12 Suppl. 1: 25-32.
31. Chen JL, Yao W, Frost HM, Li CY, Setterberg RB, Jee WS. Bipodal stance exercise enhances antiresorption effects of estrogen and counteracts its inhibitory effect on bone formation in sham and ovariectomized rats. *Bone*. 2001; 29(2):126-121.
32. Cowin SC. Mechanosensation and fluid transport in living bone. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2002; 2(3):1-5.

33. Currey J. The mechanical adaptations of bones. New Jersey: Princeton University Press; 1984.
34. de Jong WC, Koolstra JH, Korfage JAM, van Ruijven LJ, Langenbach GEJ. The daily habitual in vivo strain history of a non-weight-bearing bone. *Bone*. 2010; 46(1):196-202.
35. Dempster DW. The pathophysiology of bone loss. *Clin Geriatr Med*. 2003; 19(2):259-270.
36. Dodd JS, Raleigh JA, Gross TS. Osteocyte hypoxia: a novel mechanotransduction pathway. *Am J Physiol Cell Physiol*. 1999; 277(3 Pt 1):598-602.
37. Feehan LM, Beck CA, Harris SR, MacIntyre DL, Li LC. Exercise prescription after fragility fracture in older adults: a scoping review. *Osteoporos Int*. 2010; 22(5):1289-1322.
38. Fernandez-Seara MA, Wehrli SL, Wehrli FW. Diffusion of exchangeable water in cortical bone studied by nuclear magnetic resonance. *Biophys J*. 2002; 82(1). Pt. 1:522-529.
39. Friedlander AL, Genant HK, Sadowsky S, Byl NN, Gluer C-C. A twoyear program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. *J Bone Mineral Research*. 1995; 10(4):574-585.
40. Fritton SP, McLeod KJ, Rubin CT. Quantifying the strain history of bone: spatial uniformity and self-similarity of low-magnitude strains. *J Biomech*. 2000; 33(3):317-325.
41. Frost HM. In vivo osteocyte death. *J Bone Joint Surg Am*. 1960; 42(1):138-143.
42. Frost HM. Why the ISMNI and the Utah paradigm? Their role in skeletal and extraskelatal disorders. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2000; 1(1):5-9.
43. Frost HM, Jee WSS. Osteoporosis in 2000 ad: quo vadis? *J Musculoskeletal Research*. 2001; 5(1):1-16.
44. Gouleta GC, Cooper DML, Coombe D, Zernicke RF. Influence of cortical canal architecture on lacunocanalicular pore pressure and fluid flow. *Computer Methods Biomechanics Biomedical Engineering*. 2008; 11(4):379-387.
45. Hardiman DA, O'Brien FJ, Prendergast PJ, Croke DT, Staines A, Lee TC. Tracking the changes in unloaded bone: morphology and gene expression. *European J Morphology*. 2005; 42(4/5):208-216.
46. Henderson JH, Carter DR. Mechanical induction in limb morphogenesis: the role of growthgenerated strains and pressures. *Bone*. 2002; 31(6):645-653.
47. Hillsley V, Frangos JA. Review: bone tissue engineering: the role of interstitial fluid flow. *Biotechnology and Bioengineering*. 1994; 43(7):573-581.
48. Holick MF. Optimal vitamin D status for the prevention and treatment of osteoporosis. *Drugs Aging*. 2007; 24(12):1017-1029.
49. Hooven FH, Adachi JD, Adami S, Boonen S, Compston J, Cooper C, Delmas P, Diez-Perez A, Gchlbach S, Greenspan SL, LaCroix A, Lindsay R, Netelenbos JC, Pfeilschifter J, Roux C, Saag KG, Sambrook P, Silverman S, Siris E, Watts NB, Anderson FA. The Global Longitudinal Study of Osteoporosis in Women (GLOW): rationale and study design. *Osteoporos Int*. 2009; 20(7):1107-1116.
50. Horvai AE, Boyce BF. Metabolic bone diseases. *Seminars in Diagnostic Pathology*. 2011; 28(1):13-25.
51. Ishihara Y, Naruse YSK, Yamashiro T, Kamioka H, Kawanabe N, Kurosaka H. In situ imaging of the autonomous intracellular Ca²⁺ oscillations of osteoblasts and osteocytes in bone. *Bone*. 2012; 50(4):842-852.
52. Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Oden A, Melton LJ III, Khaltav N. A reference standard for the description of osteoporosis. *Bone*. 2008; 42(3):467-475.
53. Kemmler W, Engelke K. A critical review of exercise training effects on bone mineral density (BMD) in early postmenopausal women. *International SportMed J*. 2004; 5(1):67-77.
54. Kemmler W, von Stengel S, Bebenek M, Engelke K, Hentschke C, Kalender WA. Exercise and fractures in postmenopausal women: 12year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporos Int*. 2012; 23(4):1267-1276.
55. Khayyeri H, Checa S, Tagil M, Prendergast PJ. Corroboration of mechanobiological simulations of tissue differentiation in an in vivo bone chamber using a latticemodeling approach. *J Orthopaedic Research*. 2009; 27(12):1659-1666.
56. Knothe Tate ML, Niederer P, Knothe U. In vivo tracer transport through the lacunocanalicular system of rat bone in an environment devoid of mechanical loading. *Bone*. 1998; 22(2):107-117.
57. Lanyon L, Skerry T. Postmenopausal osteoporosis as a failure of bone's adaptation to functional loading: A-hypothesis. *J Bone Mineral Research*. 2001; 16(11):1937-1947.
58. Lewiecki EM, Bilezikian JP, Cooper C, Hochberg MC, Luckey MM, Maricic M, Miller PD. Proceedings of the Eighth Annual Santa Fe Bone Symposium, August 34, 2007. *J Clinical Densitometry*. 2008; 11(2):313-324.
59. Li W, You L, Schaffler MB, Wang L. The dependency of solute diffusion on molecular weight and shape in intact bone. *Bone*. 2009; 45(5):1017-1023.
60. Lorich DG, Brighton CT, Gupta R, Corsetti JR, Levine SE, Gelb ID, Seldes R, Pollack SR. Biochemical pathway mediating the response of bone cells to capacitive coupling. *Clin Orthop*. 1998; (350):246-256.
61. Martin RB. On the significance of remodeling space and activation rate changes in bone remodeling. *Bone*. 1991; 12(6):391-400.
62. Melton LJ III. Global aspects of osteoporosis epidemiology. Osteoblast function and the mechanism of action of bone-forming agents. In: Osteoporosis 1996 : proceedings of the 1996 World Congress on Osteoporosis, Amsterdam, The Netherlands, 18-23 May 1996. p. 79-86.
63. Mosley JR. Osteoporosis and bone functional adaptation: Mechanobiological regulation of bone architecture in growing and adult bone, a review. *J Rehabilitation Research Development*. 2000; 37(2):189-199.
64. Mullender M, EI Haj AJ, Yang Y, van Duin MA, Burger EH, Klein-Nulend J. Mechanotransduction of bone cells in vitro: mechanobiology of bone tissue. *Med Biol Eng Comput*. 2004; 42(1):14-21.
65. Okada S, Yoshida S, Ashrafi SH, Schraufnagel DE. The canalicular structure of compact bone in the rat at different ages. *Microsc Microanal*. 2002; 8(2):104-115.
66. Orellana-Lezcano MF, Major PW, McNeil PL, Borke JL, Borke JL. Temporary loss of plasma membrane integrity in orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res*. 2005; 8(2):106-113.
67. Prentice A. Vitamin D deficiency: a global perspective. *Nutrition Reviews*. 2008; 66(Suppl. 2):S153-S164.
68. Rawlinson SCF, Mosley JR, Suswillo RFL, Pitsillides AA, Lanyon LE. Calvarial and limb bone cells in organ and monolayer culture do not show the same early responses to dynamic mechanical strain. *J Bone Miner Res*. 1995; 10(8):1225-1232.
69. Reilly GC, Knapp HF, Stemmer A, Niederer P, Knothe Tate ML. Investigation of the morphology of the lacunocanalicular system of cortical bone using atomic force microscopy. *Ann Biomed Eng*. 2001; 29(12):1074-1081.
70. Remagen W, Hohling HJ, Hall TA. Electron microscopical and microprobe observations on the cell sheath of stimulated osteocytes. *Calc Tiss Res*. 1969; 4(1):60-68.

71. Rosen CJ, Gallagher JC. The 2011 IOM report on vitamin D and calcium requirements for North America: clinical implications for providers treating patients with low bone mineral density. *J Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health*. 2011; 14(2):79-84.
72. Rubinacci A, Covini M, Bisogni C, Villa I, Galli M, Palumbo C, Ferretti M, Muglia MA, Marotti G. Bone as an ion exchange system: evidence for a link between mechanotransduction and metabolic needs. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002; 282(4):E851-E864.
73. Sharma D, Ciani C, Marin PAR., Levy JD, Doty SB, Fritton S.P. Alterations in the osteocyte lacunar-canalicular microenvironment due to estrogen deficiency. *Bone*. 2012; 51(3):488-497.
74. Skerry TM, Suswillo R, El Haj AJ, Ali NN, Dodds RA, Lanyon LE. Load-induced proteoglycan orientation in bone tissue in vivo and in vitro. *Calcif Tissue Int*. 1990; 46(5):318-326.
75. Skerry TM. One mechanostat or many? Modifications of the site-specific response of bone to mechanical loading by nature and nurture. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2006; 6(2):122-127.
76. Szollar SM, Martin EME, Parthemore JG, Sartoris DJ, Deftos LJ. Demineralization in tetraplegic and paraplegic man over time. *Spinal Cord*. 1997; 35(4): 223-228.
77. Tami A.E., Schaffler M.B., Knothe Tate M.L. Probing the tissue to subcellular level structure underlying bone's molecular sieving function. *Biorheology*. 2003; 40(6):577-590.
78. Tfelt-Hansen J, Brown EM. The calcium-sensing receptor in normal physiology and pathophysiology: a review. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2005; 42(1):35-70.
79. Tsuzuku S, Ikegami Y, Yabe K. Bone mineral density differences between paraplegic and quadriplegic patients: a cross-sectional study. *Spinal Cord*. 1999; 37(5):358-361.
80. Turner CH, Takano Y, Owan I. Aging changes mechanical loading thresholds for bone formation in rats. *J Bone Mineral Research*. 1995; 10(10):1544-1549.
81. van der Linden JC, Day JS, Verhaar JAN, Weinans H. Altered tissue properties induce changes in cancellous bone architecture in aging and diseases. *J Biomech*. 2004; 37(3):367-374.
82. Vatsa A, Breuls RG, Semeins CM, Salmon PL, Smit TH, Klein-Nulend J. Osteocyte morphology in fibula and calvaria – Is there a role for mechanosensing? *Bone*. 2008; 43(3):452-458.
83. Wang L., Ciani C., Doty S.B., Fritton S.P. Delineating bone's interstitial fluid pathway in vivo. *Bone*. 2004; 34(3):499-509.
84. Whyte MP, Thakker RV. Rickets and osteomalacia. *Medicine*. 2009; 37(9):483-488.
85. Wu M, Fannin J, Rice KM, Wang B, Blough ER. Effect of aging on cellular mechanotransduction. *Ageing Research Reviews*. 2011; 10(1):1-15.
86. Yang W, Kalajzic I, Lu Y, Guo D, Harris MA, Gluhak-Heinrich J, Bonewald LF, Feng JQ, Rowe DW, Harris SE. In vitro and in vivo study on osteocyte-specific mechanical signaling pathways. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2004; 4(4):386-387.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Avrunin Alexandr S. – senior researcher of the scientific department of the diagnosis and treatment of musculoskeletal system diseases and injuries, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Doctorov Alexandr A. – professor the head of morphology department of All-Russian Research Institute on Medicinal and Aromatic Plant

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ МИКРОХИРУРГИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ДЕФОРМАЦИЯМИ И ДЕФЕКТАМИ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ (обзор литературы)

Е.С. Цыбуль¹, Л.А. Родоманова^{1,2,3}

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427

² ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6-8, Санкт-Петербург, Россия, 197022

³ ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Реферат

Проанализированы данные научной литературы по различным аспектам проблемы лечения больных с деформациями и дефектами пяточной кости за период с 1976 по 2015 г. Основной поиск и отбор публикаций проведен в поисковой системе PubMed и отечественной электронной библиотеке научных публикаций eLIBRARY.

Целью исследования стал сравнительный анализ современных подходов к лечению данной патологии с изучением роли, места, возможностей и перспектив применения технологий реконструктивной микрохирургии. Установлено, что ключевыми задачами лечения больных с поражением пяточной кости являются достижение стойкой ремиссии инфекционного процесса, максимальное возможное восстановление биомеханических свойств заднего отдела стопы и создание, тем самым, возможностей для достижения нормального стереотипа походки. Для их решения было разработано множество принципиально различных по своей сути хирургических методик. Но возможности практического использования большинства из них ограничиваются неблагоприятным состоянием мягких тканей пяточной области и самой пяточной кости, а нередко – и полным ее отсутствием. Технологии реконструктивно-пластической микрохирургии, несмотря на свою сложность, высокую стоимость и значительную трудоемкость, на сегодняшний день представляются наиболее эффективным средством решения этих задач.

Ключевые слова: дефекты пяточной кости, реконструктивная микрохирургия, пересадка комплексов тканей.

Реконструкция пяточной кости и восстановление опорной функции стопы – одна из труднейших задач реконструктивно-восстановительной хирургии. К пяточной области как к одному из важнейших элементов системы опоры предъявляются высокие требования [35]. Обеспечивая восприятие статико-динамической нагрузки, передвижение и амортизацию, пяточная кость играет важную роль в локомоторной функции нижней конечности. Любое нарушение ее целостности неизбежно приводит к патологической трансформации, ограничивает или полностью исключает функцию конечности: вызывает нарушение походки и устойчивости, требует использование специальной обуви и дополнительных средств опоры [36]. На сегодняшний день, обобщая данные научных публикаций, можно выделить следующие аспекты проблемы реконструкции пяточной кости и восстановления опорной функции пораженной стопы. Эти

аспекты довольно разноплановы, и их существование определяется не только этиологическими и клиническими особенностями патологии, но и той ролью, которую играет пяточная кость в биомеханике нижней конечности.

Первый из них включает в себя особые функциональные требования к скелету стопы как части опорно-двигательной системы человека, где пяточная кость выполняет, прежде всего, опорную и балансирующую функции [35, 48]. Кроме того, обеспечивая восприятие статико-динамической нагрузки, передвижение и амортизацию, пяточная кость играет важную роль в локомоторной функции всей нижней конечности. Поэтому любое нарушение ее целостности неизбежно приводит к нарушению нормального функционирования всей кинематической цепи нижней конечности [36].

Второй аспект заключается в довольно значительной тяжести посттравматических де-

Цыбуль Е.С., Родоманова Л.А. Использование технологий реконструктивной микрохирургии при лечении больных с деформациями и дефектами пяточной кости (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):144-153.

Цыбуль Евгений Сергеевич. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: na4med@inbox.ru

Рукопись поступила: 10.12.2015; принята в печать: 21.12.2015

формаций, а также высокой частоте развития и значительной тяжести местных инфекционных осложнений после переломов и/или операций остеосинтеза переломов пяточной кости. Среди наиболее часто встречающихся подобных осложнений выделяют некроз краев послеоперационной раны и как результат – длительно незаживающие язвы пяточной области, остеомиелит, а также посттравматические деформации, сопровождающиеся развитием деформирующего артроза подтаранного и пяточно-кубовидного суставов, миотенофасциального синдрома, укорочением, утолщением, снижением высоты пяточной кости, вальгусной или варусной деформацией заднего отдела стопы [15, 29].

Третий момент, определяющий актуальность рассматриваемой проблемы, связан со значительной величиной возможных дефектов пяточной кости, вплоть до полного её отсутствия. С одной стороны, это обусловлено тем, что особенности трабекулярной структуры и относительно большой объем губчатого вещества пяточной кости способствуют быстрому распространению в ней остеомиелитического процесса с формированием в крайних случаях обширных ее дефектов, при которых сохраняются только патологически измененный кортикальный слой [51, 62]. С другой стороны, часто выполнение обширных резекций или полного удаления пораженной опухолевым процессом пяточной кости приводит к формированию субтотальных или тотальных ее дефектов [44, 64, 68].

Таким образом, целью данного литературного обзора стал сравнительный анализ современных подходов к лечению таких пациентов с изучением возможностей и перспектив применения технологий реконструктивной микрохирургии как достаточно эффективного инструмента коррекции сложной патологии конечностей.

Протезно-ортопедическое обеспечение у пациентов с деформациями и дефектами пяточной кости весьма затруднительно и делится на 2 типа: конструкции для разгрузки пяточной части стопы за счет переноса нагрузки на продольный свод и задний отдел голени и стельки-подкладки под пяточную область для компенсации высоты заднего отдела стопы. Практически во всех случаях изделия, применяемые для реабилитации, не способны в полной мере компенсировать отсутствие пяточной кости и восстановить нормальную биомеханику ходьбы, а также доставляют довольно значительные неудобства для пациента в виде болевого синдрома, нестабильности заднего отдела стопы, необходимости постоянного ношения громоздких внешних конструкций или специальной обуви [19, 45, 49].

Сложность и многообразие патологии и связанные с ними трудности лечения переломов пяточной кости обуславливают проблему коррекции ее посттравматических деформаций. При использовании традиционных методов лечения компрессионных переломов пяточной кости неправильно сросшиеся переломы наблюдаются в 90–93% случаев [7]. При этом в настоящее время наиболее распространенным и эффективным вариантом лечения пациентов с неправильно сросшимися переломами пяточной кости и деформирующим артрозом подтаранного сустава признан его артродез [66]. Эта операция принципиально существует в двух основных вариантах: замыкание сустава без изменения ориентации заднего отдела стопы и формирование костного блока с восстановлением высоты заднего отдела стопы, кроме того, вмешательство может быть дополнено остеотомией пяточной кости с целью коррекции дополнительных деформаций [60]. Однако у больных с рубцово измененными окружающими мягкими тканями, когда существует необходимость замещения дефекта покровных тканей, выполнение любой из этих операций с использованием методики внутреннего остеосинтеза исключает восстановление высоты пяточной кости.

Использование методик компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Илизарову значительно расширило возможности коррекции различных посттравматических деформаций пяточной кости, обеспечивая восстановление формы, высоты и правильной установки пораженного сегмента даже в условиях неблагоприятного состояния окружающих мягких тканей [6, 36]. Метод Илизарова нашел свое применение и для замещения частичных дефектов пяточной кости, прежде всего, неинфекционной природы. В этих случаях монтаж компрессионно-дистракционного аппарата выполняют с таким расчетом, чтобы имелась возможность формирования достаточного по объему фрагмента пяточной кости для последующей его дистракции и замещения имеющегося дефекта [7, 36]. Однако необходимо заметить, что данный подход выполним только при условии неизменной структуры и полной сохранности таранной кости или части пяточной кости, тогда как при наличии хронического остеомиелита множественная фрагментация костей заднего отдела стопы сопряжена с возможностью развития послеоперационных осложнений в силу снижения регенераторных возможностей костной ткани на участках, непосредственно прилежащих к очагу воспаления. Кроме того, наличие последнего, как правило, вызывает несостоятельность суставов заднего отдела стопы, требующую

выполнения их артротомии, что данная методика не предусматривает.

Хронический остеомиелит пяточной кости по отношению к остеомиелиту всех локализаций костей скелета наблюдается в 3,1–14,8%, а по отношению к костям стопы составляет 51% [8, 17]. После открытых переломов остеомиелит пяточной кости наблюдается в 70% случаев [33]. Традиционный подход к лечению хронического остеомиелита пяточной кости требует длительных многоэтапных реконструктивно-пластических операций и в 68,3% случаях сопровождается неудовлетворительными результатами с рецидивом остеомиелитического процесса и последующей инвалидизацией лиц трудоспособного возраста в 33–72% случаев [24, 37].

Показаниями для использования различных видов костного цемента у больных рассматриваемой категории являются ограниченные дефекты в виде полости при условии сохранения прочностных характеристик пяточной кости, достаточных для выполнения ее опорной функции. Довольно скромное место здесь занимает восполнение дефектов, образовавшихся после удаления доброкачественных опухолей, а также пластика костных кист [58, 61]. Наиболее же часто данный вариант хирургического лечения применяется у пациентов с полостными дефектами остеомиелитической природы, когда после радикальной хирургической обработки очага поражения он заполняется (пломбируется) кристаллизующимся костным цементом или другим твердыми синтетическими материалами, совмещенным с антибактериальными средствами. Однако отличительной особенностью всех подобных пломб является отсутствие биологических связей с организмом, прежде всего сосудистых и нервных. Поэтому, выбирая данный метод лечения, большинство авторов, рассчитывают на то, что вследствие наличия остеокондуктивных свойств у большинства пломбировочных материалов, на месте резорбирующейся пломбы в конечном итоге разовьется костная или хотя бы рубцовая ткань [17, 50, 63]. Кроме того, успех лечения во многом зависит от размера полости, поскольку чем она больше, тем менее вероятен положительный результат [5, 16].

Другим относительно несложным и имеющим достаточно давнюю историю способом замещения дефектов пяточной кости является пластика костными некроваемыми ауто- и аллотрансплантатами. Здесь, как и в отношении синтетических кость-замещающих материалов, основную часть клинических наблюдений составляют пациенты с ограниченными внутрикостными дефектами, у которых исполь-

зуются измельченные либо цельные небольшие по размеру губчатые или кортикально-губчатые трансплантаты [56, 69]. Однако эффективность рассматриваемого вида пластики у больных с субтотальными и тотальными дефектами пяточной кости специалистами признается невысокой вследствие слабой консолидации трансплантатов с реципиентными костями [59, 64].

Одним из путей решения проблемы лечения остеомиелита стало замещение остеомиелитических полостей полноценной костной тканью, выращенной методом направленного остеогенеза по Илизарову, который нашел свое отражение в работах по формированию костных отщепов из сохранившихся участков кости с последующим восстановлением костной структуры в целом. Он наиболее применим для крупных сегментов конечностей, таких как предплечье, плечо, голень и бедро, где возможности получения костного регенерата в условиях внеочагового компрессионно-дистракционного остеосинтеза общеизвестны. Однако на сегодняшний день в силу технических трудностей, связанных с малыми размерами сохраняющихся интактными фрагментов пяточной кости, получение подобных результатов у таких пациентов остается крайне затруднительным [2, 25, 34].

Еще одним практическим применением внешних компрессионно-дистракционных аппаратов, стали хирургические методики, в основе которых заложена идея замещения пространства, предназначенного для пяточной кости, смежными костными структурами (таранной костью, дистальным метаэпифизом костей голени, сохранившимся дистальным рядом костей предплюсны) [18, 43]. Чтобы избежать общеизвестных осложнений и неудобств при использовании внешних аппаратов, было предложено осуществлять одномоментное смещение смежных костных структур в позицию отсутствующей пяточной кости и стабилизировать их внутренними фиксаторами, а образующиеся при этом дефекты покровных и глубже лежащих мягких тканей замещать путем свободной пересадки кровоснабжаемых кожно-мышечных лоскутов [3]. Однако практическое выполнение данной методики исчисляется единичными случаями, что не оставляет возможности для объективного анализа результатов.

Технологии реконструктивно-пластической микрохирургии в настоящее время заняли значительное место в системе лечения больных с травмами и заболеваниями конечностей [21, 27]. Применительно к патологии стопы в целом и пяточной области в частности решаемые с их применением реконструктивные задачи можно разделить на три типа:

– замещение дефектов покровных мягкотканых структур и поверхностных костных дефектов;

– замещение обширных дефектов, прежде всего, губчатого вещества пяточной кости (полостных дефектов);

– реконструкция пяточной кости при субтотальных и тотальных ее дефектах.

Рассматривая современное состояние проблемы применения микрохирургических методик у больных с поражением стопы в целом, необходимо отметить, что для данного сегмента более сложные операции свободной пересадки комплексов тканей применяются почти в 2,5 раза чаще, чем несвободная пластика [11, 30]. Несвободная пластика дефектов пяточной области островковыми комплексами тканей выполняется значительно реже, чем свободная пересадка. При этом наиболее широко используются кожно-фасциальные (или фасциальные) и мышечные лоскуты. В первом случае, как правило, перемещают лоскуты из неопорного свода стопы, суральные лоскуты, лоскуты на перфорантных сосудистых ветвях или значительно реже – латеральные пяточные лоскуты и тыльные лоскуты стопы, а во втором – лоскуты собственных мышц стопы и длинного разгибателя первого пальца стопы [12, 32, 71].

Замещение дефектов покровных и глуболежащих мягкотканых структур пяточной области является наиболее частым показанием для выполнения реконструктивных микрохирургических операций у больных с патологией данной локализации. При этом немаловажное значение имеет то обстоятельство, что длительно существующие дефекты покровных тканей этой области нередко сочетаются с поверхностным поражением пяточной кости. Поэтому в таких случаях при проведении радикальной хирургической обработки в обязательном порядке требуется удаление патологически измененных участков пяточной кости. Наиболее приемлемым пластическим материалом для замещения подобных дефектов с функциональной и эстетической точки зрения являются кожно-фасциальные лоскуты [13]. При этом в плане купирования поверхностного остеомиелитического процесса их эффективность не отличается от общепризнанной эффективности применения осевых мышечных лоскутов [22, 47].

Стоит отметить, что кожа и подкожная клетчатка опорной поверхности пяточной области обладают уникальными свойствами, обеспечивающими опорную функцию этого участка стопы [20]. По этой причине микрохирургические операции транспозиции и аутотрансплантации «обычных» кожно-фасциальных лоскутов не

всегда обеспечивают получение приемлемого результата, и у 50–85% пациентов возникают изъязвления воссозданной таким образом подошвы [9, 41]. Поэтому наилучшие результаты хирургического лечения в таких случаях достигаются при использовании кожно-фасциальных лоскутов из средне-медиальной (неопорной) поверхности подошвы пораженной стопы [23, 26, 28, 67].

Для больных с обширными и глубокими остеомиелитическими дефектами пяточной кости, затрагивающими значительную часть ее губчатого вещества, одним из важных условий купирования инфекционно-воспалительного процесса является их плотное заполнение хорошо кровоснабжаемой мышечной тканью. Результаты большого количества экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют о значительной эффективности применения кровоснабжаемых мышечных лоскутов у таких пациентов [17, 39]. При этом выбор пластического материала и, соответственно, вида микрохирургического пособия, напрямую зависит от размеров остеомиелитической полости. Так, островковые мышечные лоскуты стопы позволяют заполнять полости объемом не более 25–30 см³ [32]. Полости большего объема требуют пересадки мышечных или кожно-мышечных лоскутов из отдаленных участков тела [10, 70].

Размер полости, сформировавшейся в пяточной кости после радикальной хирургической обработки остеомиелитического очага, напрямую определяет ее механическую прочность. В связи с этим актуальным является вопрос о том, что же происходит с пересаженным кровоснабжаемым мышечным фрагментом в остеомиелитической полости. Мнения специалистов в отношении этой проблемы расходятся. Так, довольно распространенной и устоявшейся является точка зрения, что при пластике костных полостей мышечный лоскут постепенно атрофируется, замещается исключительно рубцовой тканью, и никакого, хотя бы даже частичного, восстановления кости не происходит. По этой причине мышечную ткань считают неполноценным пластическим материалом для пломбирования костных полостей [1, 4]. Это подтверждается результатами экспериментального изучения взаимоотношений между сосудами стенок остеомиелитической полости и пересаженной в нее мышцей, которое не позволило выявить наличие связей между внутрикостными сосудами и сосудами мышечного лоскута на любом сроке наблюдения. Более того, при этом имело место образование замыкательной пластинки на границе контакта костной ткани с мышцей [14].

С другой стороны, также в экспериментальных условиях, дополнительная стимуляция постоянным током силой 18–20 мкА со сменой его полярности способствовала перестройке мышечного лоскута с формированием в его толще костной ткани [31].

Вопросы микрохирургической реконструкции пяточной кости при субтотальных и тотальных ее дефектах в современной научной литературе представлены крайне скудно. Авторы имеющихся сообщений, как правило, рассматривают единичные случаи выполнения подобных операций. По этой причине довольно сложно точно определить общую структуру используемых на сегодняшний день у таких пациентов кровоснабжаемых комплексов тканей по источникам их происхождения, тканевому составу и способу пересадки, а также сделать хотя бы предварительные выводы о преимуществах или недостатках каждого из существующих вариантов данного оперативного лечения.

Среди опубликованных работ на первый план выходят те, что посвящены использованию для реконструкции пяточной кости кровоснабжаемых фрагментов малоберцовой кости. При этом у онкологических больных, подвергшихся тотальной кальканэктомии, с точки зрения восстановления опорной функции и внешнего вида стопы, наиболее удачным вариантом лечения большинство исследователей на протяжении уже многих лет считают несвободную пластику кожно-костным малоберцовым лоскутом на дистальной сосудистой ножке [54, 55]. Однако здесь присутствуют и свои негативные стороны, одна из которых заключается в том, что такой вид пластики практически не оставляет технических возможностей для реконструкции ахиллова сухожилия, которая требуется у некоторых пациентов с опухолевыми поражениями пяточной кости [49]. Кроме того, актуальной остается проблема придания достаточных механических и функциональных характеристик воссоздаваемой подобным образом части скелета заднего отдела стопы. Для ее решения был предложен новый способ применения двухфрагментарного кожно-костного аутотрансплантата малоберцовой кости в виде V-образной распорки с оптимальной величиной угла между ее ветвями в 45° и обязательным анастомозированием в ходе операции латерального кожного нерва с подошвенным нервом или латеральным пяточным нервом для восстановления чувствительности [65].

У больных с остеомиелитическим поражением пяточной кости в виде ее полостного дефекта транспозиция фрагмента малоберцовой кости на дистальной сосудистой ножке может выступать не только как способ его замещения, но и

одновременно как компонент операции артродеза подтаранного сустава [46]. В отношении же субтотальных и тотальных остеомиелитических дефектов пяточной кости некоторые авторы высказываются в пользу свободной пересадки фрагментов малоберцовой кости как с одной, так и с контралатеральной конечности [40, 57].

Среди значительно реже используемых способов замещения субтотальных и тотальных дефектов пяточной кости следует отметить пересадку кровоснабжаемых аутотрансплантатов из крыла подвздошной кости [53, 64]. Однако пересадка костного лоскута с кожным фрагментом сопровождается высоким риском возникновения некроза последнего в послеоперационном периоде [38]. Некоторые исследователи описывают клинические примеры успешной реконструкции пяточной кости при последствиях ее тяжелых открытых переломов и опухолевых поражений с использованием реберного аутотрансплантата с участком передней зубчатой мышцы, отмечая при этом его высокие функциональные (небольшая толщина и хорошая пластичность мышечной части) и технологические (большая длина сосудистой ножки) качества [42, 52].

Заключение

Таким образом, ключевыми задачами хирургического лечения больных с дефектами и деформациями пяточной кости являются достижение стойкой ремиссии инфекционного процесса, максимально возможное восстановление биомеханических свойств заднего отдела стопы и создание таким образом возможностей для достижения нормального стереотипа походки. Для их решения было разработано и предложено к применению множество принципиально различных хирургических методик. Однако возможности использования большинства из них ограничиваются неблагоприятным состоянием мягких тканей пяточной области и самой пяточной кости, а нередко – и полным ее отсутствием.

Технологии реконструктивной микрохирургии, несмотря на свою сложность, на сегодняшний день представляются наиболее эффективным средством решения этих задач. Перспективы и схемы применения микрохирургических технологий при поражении пяточной кости требуют дальнейшего исследования. Прежде всего, это касается вопросов замещения обширных остеомиелитических дефектов, коррекции тяжелых посттравматических деформаций пяточной кости, а также воссоздания полностью или практически полностью утраченной пяточной кости. Однако наиболее пристального

внимания исследователей требует проблема реконструкции сложных дефектов, включающих в себя обширные поражения пяточной кости на фоне различной патологии окружающих мягких тканей пяточной области.

Литература

- Агафонов И.А. Основные принципы оперативного лечения хронического гематогенного остеомиелита. В кн.: Хронический остеомиелит. Л.; 1982. С. 32-42.
- Барабаш А.А. Свободная костная пластика в дистракционный регенерат при ортопедической патологии (экспериментально-клиническое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск; 1998. 19 с.
- Борзых А.В., Труфанов И.М., Погорилык А.И., Варин В.В., Сухин В.П. Комплексное реконструктивно-восстановительное лечение обширных посттравматических дефектов голени и стопы. *Травма*. 2009; 10(3):
- Гринев М.В. Остеомиелит. Л.: Медицина; 1977. 151 с.
- Гонтер В.Э., Дамбаев Г.Ц., Сысолятин П.Г. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Томск; 1998. 486 с.
- Зырянов С.Я. Способ компрессионного артродеза подтаранного сустава с одновременной коррекцией деформации. *Гений ортопедии*. 2000; (2):78-80.
- Исмаилов Г.Р., Самусенко Д.В., Дьячкова Г.В. Расчет приемов реконструкции заднего отдела стопы. *Гений ортопедии*. 2001; (4):53-54.
- Кабаненко И.В., Ефремова О.В., Юткин В.М., Зайцев М.В. Клинико-биомеханические аспекты протезирования инвалидов с ампутационными дефектами стоп. *Вестник гильдии протезистов-ортопедов*. 2004; (3):12-13.
- Кичемасов С.Х. Кожная пластика лоскутами с осевым кровоснабжением при устранении раневых дефектов стопы. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1990; (1):19-24.
- Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А., Козлов И.В. Анатомо-клиническое обоснование возможностей пластического замещения остеомиелитических дефектов нижних конечностей осевыми поликомplexами тканей. *Травматология и ортопедия России*. 2005; (3):75-76.
- Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А. Возможности замещения раневых дефектов стоп лоскутами с осевым типом кровоснабжения. *Травматология и ортопедия России*. 2008; (2):120-121.
- Кутянов Д.И., Родоманова Л.А. Использование технологий реконструктивно-пластической микрохирургии при лечении пациентов с патологией области голеностопного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2013; (2):39-46.
- Кутянов Д.И., Родоманова Л.А. Современные принципы и тенденции использования осевых кровоснабжаемых лоскутов в реконструктивной хирургии конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (1):106-115.
- Лубегина З.П., Штин В.П. Взаимоотношение сосудов остеомиелитической полости и пересаженной мышцы после некрэктомии в эксперименте. *Ортопедия, травматология*. 1976; (6):76-77.
- Мирошников Е.А. Лечение больных с отдаленными последствиями переломов пяточной кости: автореф. дис. ...канд. мед. наук. М.; 2009. 74 с.
- Мусса М. Пластика остеомиелитических полостей некоторыми биологическими и синтетическими материалами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л.; 1977. 18 с.
- Никитин Г.Д. Хирургическое лечение остеомиелита. СПб.: Русская графика; 2000. 288 с.
- Пат. 2488360 РФ, МПК А61В 17/56. Способ реконструкции заднего отдела стопы при утрате пяточной кости. Корышков Н.А., Платонов С.М.; заявл. 15.05.2012; опубл. 27.07.2013 Бюл. № 21.
- Пахомов И.А. Реконструктивно-пластическое хирургическое лечение хронического остеомиелита пяточной кости, осложненного коллапсом мягких тканей стопы. *Гений ортопедии*. 2011; (3):112.
- Пшениснов К.П. Принципы реконструкции нижней конечности. *Избранные вопросы пластической хирургии*. 2003; (9):48.
- Родоманова Л.А. Возможности реконструктивной микрохирургии в раннем лечении больных с обширными посттравматическими дефектами конечностей: дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2010. 375 с.
- Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю., Козлов И.В., Полькин А.Г., Валетова С.В. Пластическое замещение поверхностных остеомиелитических дефектов стопы и области голеностопного сустава лоскутами с осевым кровоснабжением. *Травматология и ортопедия России*. 2008; (2):130.
- Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю. Реконструктивные микрохирургические операции при травмах конечностей: руководство для врачей. СПб.; 2012. 116 с.
- Синопальников И.В. Санитарные потери Советских войск во время войны в Афганистане. *Военно-медицинский журнал*. 2000; (3):4-9.
- Сорокин В.А. Лечение критической ишемии нижних конечностей методом костной реваскуляризации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Владивосток; 1999. 24 с.
- Тихилов Р.М., Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю., Аксюк Е.Ф. Возможности замещения дефектов тканевой опорной поверхности стопы префабрикованным лоскутом из неопорного ее свода. *Травматология и ортопедия России*. 2007; (3):5-11.
- Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А., Кутянов Д.И., Афанасьев А.О. Возможности современных методов реконструктивно-пластической хирургии в лечении больных с обширными посттравматическими дефектами тканей конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2011; (2):164-170.
- Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А. Микрохирургия в ортопедии. В кн.: Ортопедия: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. с. 718-751.
- Тихилов Р.М., Фомин Н.Ф., Корышков Н.А. Современные аспекты лечения последствий переломов костей заднего отдела стопы. *Травматология и ортопедия России*. 2009; (2):144-149.
- Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А. Современные тенденции пластики лоскутами с осевым типом кровоснабжения на нижней конечности. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2007; (2):71-75.
- Ткаченко С.С., Мусса М., Руцкий В.В. Способ стимуляции остеогенеза при аутогенной мышечной пластике костных полостей. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1978; 85:356-357.
- Филимонова М.Н. Несвободная пластика осевыми мышечными лоскутами при остеомиелите стопы: дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2008. 210 с.
- Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. М.: Медицина; 2002. 328 с.
- Шаповалов В.М., Овденко А.Г. Огнестрельный остеомиелит. СПб.: Морсар; 2000. 144 с.
- Шведовченко И.В., Фомин Н.Ф., Аристов А.М. Потенциальные возможности подошвенной области

- стопы как донорской зоны в реконструктивно-пластической хирургии нижних конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2007; (3):12-17.
36. Шевцов В.И., Исмаилов Г.Р. Чрескостный остеосинтез в хирургии стопы. М.: Медицина; 2008. 360 с.
 37. Юркевич В.В., Баширов Р.С., Подгорнов В.В. Микрохирургические технологии восстановительного лечения больных с остеомиелитом костей стопы. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2004; (3):154-158
 38. Abbas K., Umer M., Ur Rashid H. Complex biological reconstruction after wide excision of osteogenic sarcoma in lower extremities. *Plast. Surg. Int.* 2013; Volume 2013, ID 538364, 5 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/538364>.
 39. Anthony J.P., Mathes S.J., Alpert B.S. The muscle flap in the treatment of chronic lower extremity osteomyelitis: results in patients over 5 years after treatment. *Plast. Reconstr. Surg.* 1991; 88(2):311-318.
 40. Barbour J., Saunders S., Hartsock L., Schimpf D., O'Neill P. Calcaneal reconstruction with free fibular osteoautogenous flap. *J. Reconstr. Microsurg.* 2011; 27(6):343-348.
 41. Bondurant F.J., Cotler H.B., Buckle R. The medical and economic impact of severely injured lower extremities. *Trauma*. 1998; 28:1270-1273.
 42. Brenner P., Zwipp H., Rammelt S. Vascularized double barrel ribs combined with free serratus anterior muscle transfer for homologous restoration of the hindfoot after calcaneotomy. *J. Trauma*. 2000; 49(2):331-335.
 43. Brinker M.R., Loncarich P.P., Melissinos E.G., O'Connor P.P. Calcaneogenesis. *J. Bone Joint Surg.* 2009; 91-B:662-665.
 44. Choong P.F., Qureshi A.A., Sim F.H., Unni K.K. Osteosarcoma of the foot: a review of 52 patients at the Mayo clinic. *Acta Orthop. Scand.* 1999; 70:361-364.
 45. Chou L.B., Malawer M.M. Osteosarcoma of the calcaneus treated with prosthetic replacement with twelve years of follow-up: a case report. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:841-844.
 46. Endo J., Kuniyoshi K., Mochizuki M., Shimoyama K., Koyama T., Aiba A., Kadota R., Sasaki Y. Two-staged hindfoot reconstruction with vascularized fibula graft for calcaneal osteomyelitis caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a case report. *Microsurgery*. 2013; 33(3):232-235.
 47. Guerra A.B., Gill P.S., Trahan C.G., Ruiz B., Lund K.M., Delaune C.L., Thibodeaux B.A., Metzinger S.E. Comparison of bacterial inoculation and transcutaneous oxygen tension in the rabbit S1 perforator and latissimus dorsi musculocutaneous flaps. *J. Reconstr. Microsurg.* 2005; 21(2):137-143.
 48. Hansen S.N. Jr. Functional reconstruction of the foot and ankle. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. 525 p.
 49. Imanishi J., Choong P.F. Three-dimensional printed calcaneal prosthesis following total calcaneotomy. *Int. J. Surg. Case Rep.* 2015; 10:83-87.
 50. Iwakura T., Lee S.Y., Niikura T., Miwa M., Sakai Y, Nishida K. et al. Gentamycin-impregnated calcium phosphate cement for calcaneal osteomyelitis: a case report. *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*. 2014; 22(3):437-439.
 51. Karns M., Dailey S.K., Archdeacon M.T. Treatment of calcaneal fracture with severe soft tissue injury and osteomyelitis: a case report. *J. Foot Ankle Surg.* 2015; 54(5):973-977.
 52. Kitsiou C., Perrot P., Duteille F. La reconstruction des pertes de substance complexes du pied par lambeau libre ostéomusculaire de serratus anterior-côte: à propos de quatre cas. *Ann. Chir. Plast. Esth.* 2013; 58(4):321-326.
 53. Kurvin L.A., Volkering C., Kessler S.B. Calcaneus replacement after total calcaneotomy via vascularized pelvis bone. *Foot Ankle Surg.* 2008; 14(4):221-224.
 54. Li J., Wang Z. Surgical treatment of malignant tumors of the calcaneus. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2014; 104(1):71-76.
 55. Li J., Guo Z., Pei G.X., Wang Z., Chen G.J., Wu Z.G. Limb salvage surgery for calcaneal malignancy. *J. Surg. Oncol.* 2010; 102:48-53.
 56. Loder B.G., Dunn K.W. Functional reconstruction of a calcaneal deficit due to osteomyelitis with femoral head allograft and tendon rebalance. *Foot (Edinb)*. 2014; 24(3):149-152.
 57. Lykoudis E.G., Gantsos A., Dimou A.O. Complex calcaneal defect reconstruction with osteotomized free fibula-flexor hallucis longus osteomuscular flap. *Microsurgery*. 2013; 33(1):63-68.
 58. Maurel B., Le Corroller T., Bierry G., Buy X., Host P., Gangi A. Treatment of symptomatic para-articular intraosseous cysts by percutaneous injection of bone cement. *Skeletal Radiol.* 2013; 42(1):43-48.
 59. Muscolo D.L., Ayerza M.A., Aponte-Tinao L.A. Long-term results of allograft replacement after total calcaneotomy. A report of two cases. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000; 82:109-112.
 60. Myerson, M.S. Reconstructive foot and ankle surgery: management of complications. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2010. 576 p.
 61. Özer D., Er T., Ayçan O.E., Öke R., Coşkun M., Kabukçuoğlu Y.S. May bone cement be used to treat benign aggressive bone tumors of the feet with confidence? *Foot (Edinb)*. 2014; 24(1):1-5.
 62. Sabry F.F., Ebraheim N.A., Mehalik J.N. Internal architecture of the calcaneus: implications for calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 2000; 21:114-118
 63. Sasaki S., Ishii Y. Apatite cement containing antibiotics: efficacy in treating experimental osteomyelitis. *J. Orthop. Sci.* 1999; 4(5):361-369.
 64. Scoccianti G., Campanacci D.A., Innocenti M., Beltrami G., Capanna R. Total calcaneotomy and reconstruction with vascularized iliac bone graft for osteoblastoma: a report of two cases. *Foot Ankle Int.* 2009; 30(7):716-720.
 65. Tang M.L., Lu S.W., Ren J.W., Tang J.L., Zhou X.B., Wu S.T. Applied anatomy of the V-shaped fibular osteomyocutaneous flap in reconstruction of the hindfoot. *Surg. Radiol. Anat.* 2001; 23(4):215-220.
 66. Vulcano E., Ellington J.K., Myerson M.S. The spectrum of indications for subtalar joint arthrodesis. *Foot Ankle Clin.* 2015; 20(2):293-310.
 67. Wan D.C., Gabbay J., Levi B., Boyd J.B., Granzow J.W. Quality of innervation in sensate medial plantar flaps for heel reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg.* 2011; 127(2):723-730.
 68. Wozniak W., Raciborska A., Walenta T., Szafranski A., Szyborska A., Bajor M. New technique of surgical treatment of malignant calcaneal tumours. Preliminary report. *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 2007; 9(3):273-276.
 69. Yildirim C., Mahiroğullari M., Kuşkuç M., Akmaz I., Keklikci K. Treatment of a unicameral bone cyst of calcaneus with endoscopic curettage and percutaneous filling with corticocancellous allograft. *J. Foot Ankle Surg.* 2010; 49(1):93-97.
 70. Zgonis T., Stapleton J.J., Roukis T.S. Advanced plastic surgery techniques for soft tissue coverage of the diabetic foot. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2007; 24(3):547-568.
 71. Zygouris P., Michalinos A., Protogerou V., Kotsiomitris E., Mazarakis A., Dimovelis I., Troupis T. Use of lateral calcaneal flap for coverage of hindfoot defects: an anatomical appraisal. *Plast. Surg. Int.* 2015; 5:45-47.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Цыбуль Евгений Сергеевич – аспирант ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России

Родоманова Любовь Анатольевна – д-р мед. наук профессор заведующая научным отделением хирургии кисти с микрохирургической техникой ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России; ассистент кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

MICROSURGICAL RECONSTRUCTION IN PATIENTS WITH CALCANEAL DEFORMITIES AND DEFECTS (review)

E.S. Tsybul' ¹, L.A. Rodomanova ^{1,2,3}

¹ *Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427*

² *Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, ul. L. Tolstoy, 6-8, St. Petersburg, Russia, 197022*

³ *Mechnikov North-Western State Medical University Kirochnaya ul., 41, St. Petersburg, Russia, 191015*

Abstract

The data of scientific literature on various aspects of the treatment of patients with deformities and defects of the calcaneus for the period from 1976 to 2015. Basic search and selection of publications conducted using PubMed search engine and eLIBRARY. The aim of the study was a comparative analysis of current approaches to the treatment of these patients with the study of the role, place, opportunities and prospects of application technologies of reconstructive microsurgery. It was established that the key challenges for the treatment of patients with lesions of the calcaneus is to achieve stable remission of the infectious process, the maximum possible recovery of the biomechanical properties of the hindfoot and creation, thus, opportunities for achieving a normal gait stereotype. Their solution was developed and proposed to use the set of fundamentally different in its essence surgical techniques. But the possibility of the practical use of most of them are limited to the unfavorable state of the soft tissues of the heel and the heel bone, and often - and its complete absence. Technology reconstructive microsurgery, despite its complexity, high cost and large labor intensity, today represents the most effective means of solving these problems.

Key words: calcaneal defects, reconstructive microsurgery, transplant tissue complexes.

References

1. Agafonov IA. Osnovnye principy operativnogo lecheniya chronicheskogo gematogenno osteomielita [The basic principles of surgical treatment of chronic osteomyelitis]. In: Chronicheskiiy osteomielit [Chronic osteomyelitis]. L.; 1982. p. 32-42. [in Rus.]
2. Barabash AA. Svobodnaya kostnaya plastika v distrakcionnyj regenerat pri ortopedicheskoy patologii (eksperimentalno-klinicheskoe issledovanie) [Free bone grafting in distraction regenerate in the orthopedic pathology (experimentally-clinical research)] [avtoref. dis. ... kand. med. nauk]. Novosibirsk; 1998. 19 p. [in Rus.]
3. Borzykh AV, Trufanov IM, Pogorilyak AI, Varin VV, Sukhin VP. [Complex reconstructive treatment of extensive post-traumatic defects of leg and foot]. *Trauma* [Trauma]. 2009; 10(3). <http://www.mif-ua.com/archive/article/20203> [in Rus.]
4. Grinev MV. Osteomielit [Osteomyelitis]. L.: Medicina; 1977. 151 p. [in Rus.]
5. Gyunter VE, Dambaev GC, Sysolyatin PG. Medicinskie materialy' i implantaty' s pamyat'yu formy [Medical materials and implants with shape memory]. Tomsk; 1998. 486 p. [in Rus.]
6. Zy'ryanov S Ya. [A method of compression subtalar joint arthrodesis with simultaneous correction of the deformity]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2000; (2):78-80.
7. Ismailov GR, Samusenko DV, D'yachkova GV. [Calculation methods of reconstruction of hindfoot]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2001; (4):53-54. [in Rus.]
8. Kabanenko IV, Efremova OV, Yutkin VM, Zaitscev MV. [Clinical and biomechanical aspects of prosthetics of invalids with amputated feet defects]. *Vestnik gil'dii protezistov-ortopedov* [Bulletin of the Guild of prosthetists and orthopedists]. 2004; (3):12-13. [in Rus.]

 **Cite as:** Tsybul' ES, Rodomanova LA. [Microsurgical reconstruction in patients with calcaneal deformities and defects (review)]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4): 144-153. [in Russian]

 *Tsybul' Evgeniy S.* Ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: na4med@inbox.ru

 Received: 10.12.2015; Accepted for publication: 21.12.2015

9. Kichemasov SX. [Skin grafting by flaps with axial blood supply for treatment of wound foot defects]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 1990; (1):19-24. [in Rus.]
10. Kochish AYu., Rodomanova LA, Kozlov IV. [Anatomical and clinical substantiation of the plastic covering the osteomyelitic defects of lower limbs with axial polycomplexes of tissues]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2005; (3):75-76. [in Rus.]
11. Kochish AYu., Rodomanova LA. [Treatment of wound defects of feet by flaps with axial blood supply]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2008; (2):120-121. [in Rus.]
12. Kutyanov DI, Rodomanova LA. [Using the technology of plastic reconstructive microsurgery in treatment of patients with ankle]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics Russia]. 2013; (2):39-46. [in Rus.]
13. Kutyanov DI, Rodomanova LA. [Modern principles and trends in the use of flaps with axial blood supply in reconstructive surgery of extremities]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015; (1):106-115. [in Rus.]
14. Lubegina ZP, Shtin VP. [Relationship of vessels of osteomyelitic cavity and transplanted muscle after necrectomy in experimental study]. *Ortopediya, travmatologiya* [Orthopaedics and Traumatology]. 1976; (6):76-77. [in Rus.]
15. Miroshnikova EA. Lechenie bol'ny'kh s otdalenny'mi posledstviyami perelomov pyatochnoi kosti [Treatment of patients with long-term consequences of calcaneal fractures] [avtoref. dis. ... kand. med. nauk]. M.; 2009. 24 p. [in Rus.]
16. Mussa M. Plastika osteomieliticheskikh polostei nekotory'mi biologicheskimi i sinteticheskimi materialami [Plasty of osteomyelitic cavities with some biological and synthetic materials] [avtoref. dis. ... kand. med. nauk]. L.; 1977. 18 p. [in Rus.]
17. Nikitin GD. Khirurgicheskoe lechenie osteomielita [Surgical treatment of osteomyelitis]. SPb.: Russkaya grafika; 2000. 288 p. [in Rus.]
18. Pat. 2488360 RF, MPK A61B 17/56. Sposob rekonstrukcii zadnego otdela stopy' pri utrate pyatochnoj kosti [The method of hindfoot reconstruction at calcaneus loss]. Kory'shkov NA, Platonov SM.; 15.05.2012 ; 27.07.2013 Byul. 21. [in Rus.]
19. Pakhomov IA. [Reconstructive and plastic surgical treatment of calcaneal chronic osteomyelitis complicated by collapse of foot soft tissues]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2011; (3):112. [in Rus.]
20. Pshenishov KP. [Principles of reconstruction of the lower limb]. *Izbranny'e voprosy' plasticheskoi khirurgii* [Selected Issues of Plastic Surgery]. 2003; (9):48. [in Rus.]
21. Rodomanova LA. Vozmozhnosti rekonstruktivnoi mikrokhirurgii v rannem lechenii bol'ny'kh s obshirny'mi posttravmaticheskimi defektami konechnostei [Possibilities of reconstructive microsurgery in the early treatment of patients with extensive post-traumatic limb defects] [Dr. med. sci. diss.]. SPb.; 2010. 375 p. [in Rus.]
22. Rodomanova LA, Kochish AYu., Kozlov IV, Pol'kin AG, Valetova SV. [Plastic surgery for osteomyelitic surface defects of lower leg by flaps with axial blood supply]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2008; (2):130. [in Rus.]
23. Rodomanova L.A, Kochish AYu. Rekonstruktivny'e mikrokhirurgicheskie operatsii pri travmakh konechnostei [Reconstructive microsurgery at injuries of extremities. *Rukovodstvo dlya vrachei. Guidelines for doctors*]. SPb.: RNIITO im. R.R.Vredena. 2012. 116 p. [in Rus.]
24. Sinopal'nikov IV. Sanitarny'e poteri Sovetskikh voisk vo vremya viny' v Afganistane [Sanitary loss of Soviet troops during the war in Afghanistan]. *Voenno-meditsinskiy zhurnal* [Military Medical Journal]. 2000; (3):4-9. [in Rus.]
25. Sorokin VA. Lechenie kriticheskoy ishemii nizhnikh konechnostei metodom kostnoi revaskulyarizatsii [Treatment of critical ischemia of legs by bone revascularization] [avtoref. dis. ... kand. med. nauk]. Vladivostok; 1999. 24 p. [in Rus.]
26. Tikhilov RM, Rodomanova LA, Kochish AYu, Aksyuk EF. [The ability to replace tissue defects of the foot by flap from non-bearing foot arch]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2007; (3):5-11. [in Rus.]
27. Tikhilov RM, Kochish AYu, Rodomanova LA, Kutyanov DI, Afanas'ev AO. [The possibilities of modern methods of reconstructive and plastic surgery in treatment of patients with extensive post-traumatic tissue defects of the extremities]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics Russia]. 2011; (2):164-170. [in Rus.]
28. Tikhilov RM, Kochish AYu, Rodomanova LA. Mikrokhirurgiya v ortopedii [Microsurgery in orthopedics]. V kn.: Ortopediya: natsional'noe rukovodstvo [Orthopedics: national handbook]. M., GE'OTAR-Media, 2008. p. 718-751. [in Rus.]
29. Tikhilov RM, Fomin NE, Kory'shkov NA. [Modern issues of treatment of consequences of hindfoot fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2009; (2):144-149. [in Rus.]
30. Tikhilov RM, Kochish AYu, Rodomanova LA. [Modern trends in plasty by flaps with axial blood supply in lower extremity]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics]. 2007; (2):71-75. [in Rus.]
31. Tkachenko SS, Mussa M, Rutskiy VV. [Method of osteogenesis stimulation in autologous muscle plasty of bone cavities] *Byulleten' eksperimental'noy biologii i mediciny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. 1978; 85:356-357. [in Rus.]
32. Filimonova MN. Nesvobodnaya plastika osevy'mi myshechnymi loskutami pri osteomielite stopy [Unfree plasty by axial muscle flap in foot osteomyelitis] [dis. ... kand. med. nauk]. SPb.; 2008. 210 p. [in Rus.]
33. Cherkes-Zade DI, Kamenev YuF. Khirurgiya stopy. [Foot Surgery]. M.: Meditsina; 2002. 328 p. [in Rus.]
34. Shapovalov VM, Ovdenko AG. Ognestrel'nyi osteomielit [Gunshot osteomyelitis]. SPb.: Morsar; 2000. 144 p.
35. Shvedovchenko IV, Fomin NE, Aristov AM. [Potential of the Foot sole skin as a donor area in reconstructive plastic surgery of lower extremities]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2007; (3):12-17. [in Rus.]
36. Shevtsov VI, Ismailov GR. Chreskostnyi osteosintez v khirurgii stopy [Transosseous fixation in foot surgery]. M.: Medicina; 2008. 360 p. [in Rus.]
37. Yurkevich VV, Bashirov RS, Podgornov VV. [Microsurgical techniques in reconstructive treatment of patients with foot osteomyelitis]. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii* [Issues of Reconstructive and Plastic Surgery]. 2004; (3):154-158. [in Rus.]
38. Abbas K, Umer M, Ur Rashid H. Complex biological reconstruction after wide excision of osteogenic sarcoma in lower extremities. *Plast Surg Int*. 2013; 5:43-46.
39. Anthony JP, Mathes SJ, Alpert BS. The muscle flap in the treatment of chronic lower extremity osteomyelitis: results

- in patients over 5 years after treatment. *Plast Reconstr Surg*. 1991; 88(2):311-318.
40. Barbour J, Saunders S, Hartsock L, Schimpf D, O'Neill P. Calcaneal reconstruction with free fibular osteocutaneous flap. *J Reconstr Microsurg*. 2011; 27(6):343-348.
 41. Bondurant FJ, Cotler HB, Buckle R. The medical and economic impact of severely injured lower extremities. *Trauma*. 1998; 28:1270-1273.
 42. Brenner P, Zwipp H, Rammelt S. Vascularized double barrel ribs combined with free serratus anterior muscle transfer for homologous restoration of the hindfoot after calcanectomy. *J Trauma*. 2000; 49(2):331-335.
 43. Brinker MR, Loncarich PP, Melissinos EG, O'Connor PP. Calcaneogenesis. *J Bone Joint Surg*. 2009; 91-B:662-665.
 44. Choong PF, Qureshi AA, Sim FH, Unni KK. Osteosarcoma of the foot: a review of 52 patients at the Mayo clinic. *Acta Orthop Scand*. 1999; 70:361-364.
 45. Chou LB, Malawer MM. Osteosarcoma of the calcaneus treated with prosthetic replacement with twelve years of followup: a case report. *Foot Ankle Int*. 2007; 28:841-844.
 46. Endo J, Kuniyoshi K, Mochizuki M, Shimoyama K, Koyama T, Aiba A et al. Two-staged hindfoot reconstruction with vascularized fibula graft for calcaneal osteomyelitis caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a case report. *Microsurgery*. 2013; 33(3):232-235.
 47. Guerra AB, Gill PS, Trahan CG, Ruiz B, Lund KM, Delaune CL, Thibodeaux BA, Metzinger SE. Comparison of bacterial inoculation and transcutaneous oxygen tension in the rabbit S1 perforator and latissimus dorsi musculocutaneous flaps. *J Reconstr Microsurg*. 2005; 21(2):137-143.
 48. Hansen SN Jr. Functional reconstruction of the foot and ankle. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. 525 p.
 49. Imanishi J, Choong PF. Three-dimensional printed calcaneal prosthesis following total calcanectomy. *Int J Surg Case Rep*. 2015; 10:83-87.
 50. Iwakura T, Lee SY, Niikura T, Miwa M, Sakai Y, Nishida K, Kuroda R, Kurosaka M. Gentamycin-impregnated calcium phosphate cement for calcaneal osteomyelitis: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2014; 22(3):437-439.
 51. Karns M, Dailey SK, Archdeacon MT. Treatment of calcaneal fracture with severe soft tissue injury and osteomyelitis: a case report. *J Foot Ankle Surg*. 2015; 54(5):973-977.
 52. Kitsiou C, Perrot P, Duteille F. La reconstruction des pertes de substance complexes du pied par lambeau libre ostéomusculaire de serratus anterior-côte: à propos de quatre cas. *Ann Chir Plast Esth*. 2013; 58(4):321-326.
 53. Kurvin LA, Volkening C, Kessler SB. Calcaneus replacement after total calcanectomy via vascularized pelvis bone. *Foot Ankle Surg*. 2008; 14(4):221-224.
 54. Li J, Wang Z. Surgical treatment of malignant tumors of the calcaneus. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014; 104(1):71-76.
 55. Li J, Guo Z, Pei GX, Wang Z, Chen GJ, Wu ZG. Limb salvage surgery for calcaneal malignancy. *J Surg Oncol*. 2010; 102:48-53.
 56. Loder BG, Dunn KW. Functional reconstruction of a calcaneal deficit due to osteomyelitis with femoral head allograft and tendon rebalance. *Foot (Edinb)*. 2014; 24(3):149-52.
 57. Lykoudis EG, Gantsos A, Dimou AO. Complex calcaneal defect reconstruction with osteotomized free fibula-flexor hallucis longus osteomuscular flap. *Microsurgery*. 2013; 33(1):63-68.
 58. Maurel B, Le Corroller T, Bierry G, Buy X, Host P, Gangi A. Treatment of symptomatic para-articular intraosseous cysts by percutaneous injection of bone cement. *Skeletal Radiol*. 2013; 42(1):43-48.
 59. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao LA. Long-term results of allograft replacement after total calcanectomy. A report of two cases. *J Bone Joint Surg. Am*. 2000; 82:109-112.
 60. Myerson MS. Reconstructive foot and ankle surgery: management of complications. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2010. 576 p.
 61. Özer D, Er T, Aycan OE, Öke R, Coşkun M, Kabukcuoğlu YS. May bone cement be used to treat benign aggressive bone tumors of the feet with confidence? *Foot (Edinb)*. 2014; 24(1):1-5.
 62. Sabry FF, Ebraheim NA, Mehalik JN. Internal architecture of the calcaneus: implications for calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*. 2000; 21:114-118.
 63. Sasaki S, Ishii Y. Apatite cement containing antibiotics: efficacy in treating experimental osteomyelitis. *J Orthop Sci*. 1999; 4:361-369.
 64. Scoccianti G, Campanacci DA, Innocenti M, Beltrami G, Capanna R. Total calcanectomy and reconstruction with vascularized iliac bone graft for osteoblastoma: a report of two cases. *Foot Ankle Int*. 2009; 30(7):716-720.
 65. Tang ML, Lu SW, Ren JW, Tang JL, Zhou XB, Wu ST. Applied anatomy of the V-shaped fibular osteomyocutaneous flap in reconstruction of the hindfoot. *Surg Radiol Anat*. 2001; 23(4):215-220.
 66. Vulcano E, Ellington JK, Myerson MS. The spectrum of indications for subtalar joint arthrodesis. *Foot Ankle Clin*. 2015; 20(2):293-310.
 67. Wan DC, Gabbay J, Levi B, Boyd JB, Granzow JW. Quality of innervation in sensate medial plantar flaps for heel reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2011; 127(2):723-730.
 68. Wozniak W, Raciborska A, Walenta T, Szafranski A, Szyborska A, Bajor M. New technique of surgical treatment of malignant calcaneal tumours. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2007; 9:273-276.
 69. Yildirim C, Mahiroğullari M, Kuşkucu M, Akmaz I, Keklikci K. Treatment of a unicameral bone cyst of calcaneus with endoscopic curettage and percutaneous filling with corticocancellous allograft. *J Foot Ankle Surg*. 2010; 49(1):93-97.
 70. Zgonis T, Stapleton JJ, Roukis TS. Advanced plastic surgery techniques for soft tissue coverage of the diabetic foot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2007; 24(3):547-568.
 71. Zygouris P, Michalinos A, Protogerou V, Kotsiomitris E, Mazarakis A, Dimovelis I, Troupis T. Use of lateral calcaneal flap for coverage of hindfoot defects: an anatomical appraisal. *Plast Surg Int*. 2015; 5:45-47.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Tsybul' Evgeny S. – postgraduate, hand surgery and microsurgery scientific department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Rodomanova Lyubov' A. – professor, head of hand surgery and microsurgery scientific department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of department of traumatology and orthopedics of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University; assistant of department of traumatology and orthopedics of Mechnikov State Medical University

В основе доказательной медицины лежит корректное использование методов биомедицинской статистики. Выбор адекватных статистических критериев и использование репрезентативной выборки обеспечивают правильную интерпретацию результатов исследования. Грамотная статистическая обработка необходима и для публикации в научных изданиях: использование наиболее подходящих для цели исследования статистических методов является обязательным условием публикации в ведущих журналах, индексируемых такими международными базами данных, как Scopus и Web of Science, а также отечественной информационно-аналитической системой Science Index.

Редакция нашего журнала также уделяет этому вопросу самое пристальное внимание: каждая рукопись рецензируется экспертом по биомедицинской статистике. Мы планируем знакомить наших авторов и читателей с наиболее распространенными методами статистической обработки данных, применяемых в биомедицинских исследованиях, в том числе и в травматологии и ортопедии.

Первая публикация посвящена обзору программных продуктов для статистической обработки данных, находящихся в свободном доступе и позволяющих получить необходимый результат, не прибегая к использованию нелицензионных версий коммерческих программ, основным недостатком которых является крайне высокая стоимость.

УДК 614

БИОСТАТИСТИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ СВОБОДНОГО ДОСТУПА

Н.Н. Хромов-Борисов

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

Реферат

В настоящем сообщении представлены сведения и краткая характеристика современных компьютерных программ для статистического анализа результатов биомедицинских исследований, которые есть в свободном доступе.

Ключевые слова: биостатистика, свободно доступные программы.

Программы общего назначения

Отечественные:

1. **AtteStat** – универсальный пакет программ для профессионального статистического анализа данных и математического моделирования. Программа устанавливается как надстройка к Excel, поэтому перед ее установкой должны быть закрыты все экселевские приложения. На этом же сайте представлено 500-страничное «Руководство пользователя», которое можно использовать как самостоятельное учебное пособие. Поскольку некоторые отечественные научные журналы не принимают ссылки на электронные ресурсы, то кроме ссылки на сайт программы, можно ссылаться

на статьи автора: Гайдышев И.П. Статистика в публикациях // Гений ортопедии. – 2005. – № 4. – С. 155–161. Гайдышев И.П. О перспективах разработки программных продуктов в исследовательском медицинском учреждении // Гений ортопедии. – 2006. – № 2. – С. 95–99. Актуальная версия 13.01.164: http://ilizarov.center/?page_id=82

2. **StatAnt** – Старт новейшего проекта для профессионального статистического анализа данных и математического моделирования. Проект реализует концепцию автономного (stand-alone) приложения, не требующего для своей работы иных компонентов, кроме системной библиотеки Qt: http://ilizarov.center/?page_id=841r

📖 Хромов-Борисов Н.Н. Биостатистические программы свободного доступа. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):154-159.

✉ Хромов-Борисов Никита Николаевич. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: Nikita.KhromovBorisov@gmail.com

1️⃣ Рукопись поступила: 13.10.2015; принята в печать: 14.11.2015

3. DoctorStat – Статистика для врачей. Программа предназначена для проведения статистических расчетов в медицине. Используются новые технологии для выявления связей между генетикой и болезнью. Актуальная версия 1.9 (19.11.2013): <http://doctorstat.narod.ru/>

4. STADIA – Универсальная статистическая диалоговая система. Доступна бесплатная версия для самообучения и работы. Актуальная версия 8.0: <http://protein.bio.msu.ru/~akula/Podr2-1.htm>

5. StatBase – Программа для статистических расчетов. Реализованы оригинальные методы анализа данных: автоматический подбор наилучшего уравнения нелинейной регрессии, подбор вида распределения, удобное формирование подвыборок. Актуальная версия 2.5.4. (08.10.2012): <http://bioinformatics.ru/Services/statbase.html>

6. ISW – Уникальная система статистического анализа и моделирования одномерных наблюдений. Осуществляет проверку согласия данных с более чем 30 стандартными законами и распределениями, с использованием нескольких критериев и методов оценивания параметров и другие процедуры. Актуальная версия ISW 4.4.1.98 (10.03.2013): <http://ami.nstu.ru/~headrd/ISW.htm>

7. LiTis – Система статистического анализа данных типа времени жизни. Актуальная версия 1.2.0 beta:

<http://amsa.conf.nstu.ru/amsa2015/about-workshop/index.php>

8. SANCT – Структурный анализ таблиц сопряженности. Доступна по запросу от автора: Nikita.KhromovBorisov@gmail.com

9. DiagStat.xls – Статистический контроль качества диагностических тестов с бинарными исходами. Доступна по запросу от автора: Nikita.KhromovBorisov@gmail.com

Зарубежные:

10. R – Программная среда и язык программирования для статистической обработки данных и работы с графиками. С этой программой связаны некоторые указанные ниже программы: **RStudio**, **R2WinBUGS**, **InVivoStat**, **Zelig**. Входит в список лучших открытых программных разработок. Программа интенсивно совершенствуется и обновляется, поэтому стоит регулярно посещать ее сайт. Работе с **R** посвящены уже десятки руководств. Актуальная версия R-3.2.2 (14.08.2015): <http://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

11. RStudio – Интерфейс для дружественной работы в **R**. Актуальная версия RStudio-0.98.103 (03.07.2015): <http://www.rstudio.com/>

12. PAST – Универсальный пакет программ для анализа данных. Не требует инсталляции, ею можно пользоваться автономно даже на флэш-накопителях. Там же представлено полезное руководство и некоторые дополнительные обучающие материалы и примеры. При цитировании следует ссылаться на: Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*. – 2001. – Vol. 4. – No. 1. – 9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Авторы постоянно совершенствуют программу PAST и расширяют ее возможности, поэтому полезно подписаться на рассылку новостей и обсуждений. Актуальная версия PAST 3.10 (ноябрь 2015): <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

13. InStat+ – Статистический пакет общего назначения. Актуальная версия 3.37:

<http://www.reading.ac.uk/ssc/resourcepage/instat.php>

Там же доступно руководство: <http://www.reading.ac.uk/ssc/n/software/instat/tutorial.pdf> Не путать с программой InStat от фирмы GraphPad (<http://www.graphpad.com/scientific-software/instat/>), выпускающей полезную, но коммерческую программу Prism (<http://www.graphpad.com/>).

14. InVivoStat – Для экспериментаторов, работающих с животными. Совмещает сложные и эффективные статистические инструменты из среды **R** с дружественным пользовательским интерфейсом, интуитивно понятным для не статистиков. Особенность: выявляет ошибки в наборах данных до их анализа. Приложение к книге: Bate S.T., Clark R.A. *The Design and Statistical Analysis of Animal Experiments*. – Cambridge: Cambridge University Press, 2014. Актуальная версия 3.3 (14.08.2015): <http://invivostat.co.uk/>

15. MicroSiris – Всесторонний статистический анализ и управление данными с древом решений для пользователей. Актуальная версия 24.8 (20.03.2015): <http://www.microsiris.com/>

16. TANAGRA – Добыча данных, разведочный анализ данных, статистическое обучение, машинное обучение и базы данных. При цитировании следует ссылаться на: Rakotomalala R., TANAGRA: un logiciel gratuit pour l'enseignement et la recherche, in *Actes de EGC'2005, RNTI-E-3, 2005*. – Vol. 2. – P. 697-702, 2005.

<http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/en/tanagra.html>

17. Zelig – Статистическое программное обеспечение для всех. Кроме традиционных, включает в себя множество специфических методов: байесовских, основанных на правдоподобии, непараметрических и др. Требуется установка

среды R. Актуальная бета-версия 5.03: <http://zeligproject.org/>

18. Resampling Statistics – рандомизация и бутстреп:

<https://www.uvm.edu/~dhowell/StatPages/Resample3-12-15/ResamplingPackage.zip>

19. LePrep – Вероятности воспроизведения и статистические предсказания.

Актуальная версия LePrep 2.1.0 (01.04.2011): <http://www.univ-rouen.fr/LMRS/Persopage/Lecoutre/PAC.htm>

20. G*Power – Всесторонний анализ мощности статистических критериев. Актуальная версия G*Power 3.1.9.2 (28.03.2014):

<http://www.psych.uni-duesseldorf.de/abteilungen/aap/gpower3>

21. MetaboAnalyst – Набор интерактивных программ для анализа данных метаболомики. Реализованы самые разнообразные методы статистики и машинного обучения. При цитировании следует ссылаться на: Xia J., Sinelnikov I., Han B., Wishart D.S. (2015) MetaboAnalyst 3.0 – making metabolomics more meaningful // Nucl. Acids Res., 2015. – Web Server issue W251–W257. Актуальная версия 3.0 (08.09.2015): <http://www.metaboanalyst.ca/>

22. Mondrian – Система визуализации статистических данных общего назначения. Последняя (бета) версия 1.5b (29.08.2013): <http://www.theusrus.de/Mondrian/>

23. Набор из 29 программ для анализа долей и таблиц сопряженности, сравнения бинарных диагностических тестов, согласия экспертов. Реализованы точные критерии: <http://www.ugr.es/~bioest/software/cmd.php?seccion=props>

Наборы электронных таблиц и надстройки к Excel

24. ESCI – Exploratory Software for Confidence Intervals – набор экселевских электронных таблиц для вычисления и моделирования доверительных интервалов. Приложение к книге: Cumming G. Understanding The New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis. – New York: Routledge, 2012. – 535 p. <http://www.latrobe.edu.au/psy/research/cognitive-and-developmental-psychology/esci>

25. Confidence intervals for proportions and related quantities – Уникальный набор из 19 экселевских электронных таблиц для построения доверительных интервалов для долей и родственных вычислений. Приложение к книге: Newcomb R.G. Confidence Intervals for Proportions and Related Measures of Effect Size. – CRC Press, 2012. – 468 p. <http://medicine.cf.ac.uk/primary-care-public-health/resources/>

26. Набор из 28 экселевских электронных таблиц. Приложение к онлайн-версии

книги: McDonald J.H. Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). 2014; Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland.

<http://www.biostathandbook.com/index.html>

На их основе созданы 37 R-скриптов (script): <http://rcompanion.org/rcompanion/> и/или <http://rcompanion.org/documents/RCompanionBioStatistics.pdf>

27. Resampling Stats for Excel – Процедуры бутстреп, перестановок и имитационного моделирования. Надстройка для Excel. Ознакомительная версия предоставляется сроком на один год: <http://www.resample.com/>

28. Reference Value Advisor – Надстройка для Excel для вычисления референсных интервалов. Актуальная версия 2.1 (29.02.2012): <http://www.biostat.envt.fr/spip/spip.php?article63>

29. Real Statistics Using Excel – Реальная статистика, надстройка для Excel. Содержит разнообразные статистические функции и инструменты анализа данных, отсутствующие в Excel: <http://www.real-statistics.com/>

30. Statistician – Дружественный пакет статистических процедур для образования и бизнеса. Надстройка к Excel. Имеется версия Lite (бесплатная) с широким спектром статистических моделей и анализов: <http://www.statisticianaddin.com/>

31. XLStatistics – Набор электронных таблиц для статистического анализа данных в среде Excel. Реализован как пошаговое руководство в виде блок-схем, предназначенных облегчить применение статистики. <http://www.deakin.edu.au/~rodneyc/XLStatistics/>

Интерактивные веб-страницы

32. Веб-страницы для статистических расчетов – одна из наиболее полных и регулярно обновляемых подборок интерактивных и свободно доступных мультиплатформенных статистических программ (15.09.2015): <http://statpages.org/>

33. Statistics 5102 (Geyer, Spring 2012) Examples – 15 страниц интерактивных программ для известных и редких статистических процедур на базе языков R и RWeb: <http://www.stat.umn.edu/geyer/s12/5102/amp/bayes.html>

34. VassarStat – Большой набор программ для разнообразных статистических вычислений: <http://vassarstats.net/>

35. Free Statistics Software (Calculator) – Коллекция калькуляторов, включающая широкий спектр процедур подробного статистического описания и анализа данных с текстами R-скриптов: <http://www.wessa.net/>

36. SISA – Simple Interactive Statistical Analysis – 50 разнообразных интерактивных

статистических процедур, а также экселевские электронные таблицы для 22 распределений: <http://www.quantitativeskills.com/sisa/>

37. QuickCalcs – Набор из 24 наиболее часто применяемых статистических процедур: <http://www.graphpad.com/quickcalcs/>

38. Statistics Calculators – Набор из 104 статистических калькуляторов (29 категорий). 35 миллионов пользователей. Актуальная версия 3.0: <http://www.danielsoper.com/statcalc3/>

39. StatsToDo – Свыше 200 страниц разнообразны статистических программ для клинических исследований и контроля качества с пояснениями:

<http://www.statstodo.com/index.php>

40. A Collection of JavaScript E-labs Learning Objects – Обширная коллекция более 60 статистических процедур от Dr. Hossein Arsham

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/zero/scientificCal.htm>

41. VassarStat – Большой набор программ для разнообразных статистических вычислений: <http://vassarstats.net/>

42. Statistical Test Calculators – 17 калькуляторов: <http://www.socscistatistics.com/tests/Default.aspx>

43. BoxPlotR – уникальный и полезный веб-инструмент для построения разнообразных и подробных диаграмм типа «короб с усами». <http://boxplot.tyerslab.com/>

Статистико-эпидемиологические программы

44. OpenEpi – Эпидемиологическая статистика. Реализованы разнообразные статистические процедуры общего и специального назначения. Актуальная версия 3.03a (04.05.2015). Работает как online: http://www.openepi.com/Menu/OE_Menu.htm так и автономно: <http://www.openepi.com/Downloads/Downloads.htm>

45. EpiData Software – Осуществляет основные статистические процедуры, графики и разнообразное управление данными. Актуальная версия 2.0 (01.02.2014): <http://www.epidata.dk/>

46. WINPEPI – Набор разнообразных программ общего и специального назначения для работы и обучения эпидемиологов. Актуальная версия 11.50 (08.08.2015): <http://www.brixtonhealth.com/pepi4windows.html>

47. EpiInfo™ 7 – Коллекция инструментов для анализа и визуализации эпидемиологических баз данных. Более миллиона пользователей. Русифицирована версия 7.1.2. Актуальная версия 7.1.5 (19.03.2015): <http://wwwn.cdc.gov/epiinfo/>

Обучающие программы

48. WinStats – Обучающая программа по теории вероятностей и статистике, русифицирована. Актуальная версия от 07.08.2012: <http://math.exeter.edu/rparris/winstats.html>

49. SUStats – *Пакет* программ (апплетов) для понимания статистики:

<http://www.jsc.nildram.co.uk/examples/sustats/SUStats.html>

50. SOCR – Мощный ресурс для обучения теории вероятностей, статистике и статистическим вычислениям, как online: <http://www.socr.ucla.edu/> так и автономно: http://www.socr.ucla.edu/htmls/SOCR_Download.html

51. Keisan Online Calculator/Probability Function – Набор высокоточных калькуляторов для вычисления разнообразных характеристик 21 вероятностного распределения с графикой:

<http://keisan.casio.com/menu/system/000000000540>

52. Statistics101 – Новый подход к обучению студентов социальных наук методам ресемплинга и бутстрепа.

Актуальная версия 3.8 (22.08.2015): <http://www.statistics101.net/>

Бейзовская статистика

53. WinBUGS – Бейзовский анализ сложных статистических моделей с использованием методов Монте-Карло. Последняя версия WinBUGS 1.4.3:

<http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/software/bugs/the-bugs-project-winbugs/>

После установки требуется установить заплатку (patch) и ключ. Некоторые программы работают посредством вызова **WinBUGS** из среды **R**, для чего требуется установить пакет **R2WinBUGS**:

<http://cran.r-project.org/web/packages/R2WinBUGS/index.html> и удобно использовать **RStudio**. При цитировании следует ссылаться на: Lunn D. J., Thomas A., Best N., Spiegelhalter D. WinBUGS – a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility // *Statistics and Computing*. – 2000. – Vol. 10. – N 4. – P. 325–337.

http://www.panic-lab.rutgers.edu/users/kkonst/Papers_03_10_05/content.asp.pdf Lunn D., Spiegelhalter D., Thomas A., Best N. The BUGS project: Evolution, critique and future directions (with discussion), *Statistics in Medicine*. – 2009. – Vol. 28. – No 25. – P. 3049–3082.

54. OpenBUGS – Дальнейшее развитие WinBUGS. Актуальная версия 3.2.3 (20.07.2015): <http://www.openbugs.net/w/FrontPage>

55. LePAC – Уникальная система для статистического анализа экспериментальных данных

бейзовскими методами. Включает в себя несколько программ. Актуальная версия LePAC 2.0.41 (08.11.2012):

<http://www.univ-rouen.fr/LMRS/Persopage/Lecoutre/PAC.htm>

56. Kaplan's statistics pages – 23 обновляемые страницы для интерактивных статистических выводов с использованием языка JavaScript. Каждую страницу можно скопировать на свой компьютер и использовать автономно (11.01.2015): <http://www.printmacroj.com/statistics.htm>

57. Bayes Factor Calculators – 5 интерактивных калькуляторов Бейзова фактора. <http://pcl.missouri.edu/bayesfactor>

Реализован также расширенный пакет для среды **R**:

<https://cran.r-project.org/web/packages/BayesFactor/index.html>

58. JASP – Недавно стартовавший многообещающий проект – альтернатива коммерческому пакету SPSS «без жирка» и «лакомая» альтернатива системе R. Действительно, иначе как изящной, ее не назовешь. Отличается четкой графикой, отчетами, пригодными непосредственно для публикации, и ориентацией на бейзовские методы статистики.

Актуальная версия 0.7.1.12 (2014) <https://jasp-stats.org/>

Следует иметь в виду, что многие зарубежные программы не воспринимают запятые как десятичные разделители и не функционируют с ними. В таком случае надо в Панели управления сменить установку языка с русского на английский.

Конечно, нелегко ориентироваться в таком многообразии статистических программ. Задачу выбора привлекательных для пользователя программ облегчают их описания на соответствующих сайтах. Для многих программ представлены довольно подробные и вполне понятные руководства для пользователей. В Википедии представлены таблицы сравнения многих из перечисленных программ, что **поможет потребителю выбрать удовлетворяющую его программу**: https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_statistical_packages

Автор этих строк чаще использует следующие программы:

AtteStat – для очень многих задач.

PAST – построение гистограмм и нормальных вероятностных графиков, которые легко редактировать. Проверка согласия данных с нормальным распределением с помощью 4-х надежных критериев. Вычисление основных описательных статистик с доверительными интервалами посредством универсального метода

бутстрепа, проверка гипотез посредством метода Монте-Карло. Причем эти вычисления можно проводить сразу для нескольких выборок или для нескольких критериев.

Instat+ – построение диаграмм «короб с усами», уникальность которых состоит в их большей информативности вследствие того, что на этих диаграммах указываются все экспериментальные точки. Построение графиков одновременно не только для доверительных интервалов, но и для предсказательных интервалов.

ESCI_JSMS.xls – результаты *t*-критерия для двух независимых выборок сопровождаются вычислением для разности средних ДИ и графиком, визуализирующим эти результаты, а также стандартизированного размера эффекта по Коуэну.

LePrep – уникальная возможность вычислять предсказательные вероятности и предсказательные интервалы.

G*Power – анализ мощности

Для анализа счетных (дискретных) данных полезно использовать:

Clopper-Pearson.xls – вычисление точных ДИ для долей по Клопперу-Пирсону.

LePAC – бейзовский анализ счетных данных.

Две программы Ньюкомба: mover-d.xls – универсальный метод построения ДИ для разностей параметров и mover-r.xls – для отношений параметров.

JASP – бейзовская статистика – вычисление бейзовских факторов для корреляций, бейзовского аналога *t*-критерия, дисперсионного анализа и анализа таблиц сопряженности.

В заключение стоит отметить несколько не слишком дорогих, но хорошо себя зарекомендовавших коммерческих программ, которые отвечают основным запросам биомедицинских исследований:

MedCalc – Включает ROC-анализ, сравнение методов и инструменты статистического контроля качества с хорошей графикой. Доступна русифицированная версия. Актуальная версия 18.5 (14.08.2016): <https://www.medcalc.org/>

GraphPad Prism – удачное сочетание биостатистики, анализа кривых (нелинейная регрессия) и построения научных графиков. Две дополнительные программы: **InStat** – уникальная программа для новичков в статистике. Помогает пользователю выбрать подходящий тест, задавая вопросы о данных, представляет результаты в простых выражениях с минимум статистического жаргона. **StatMate** – анализ статистической мощности и планирования объемов выборок. Актуальная версия 6 (2015): <http://www.graphpad.com/>

StatsDirect – статистическое программное обеспечение исследований в биомедицине, здравоохранении и науках о здоровье. Удобно в использовании с подробной документацией. Представлены редкие (экзотические), но полезные статистические процедуры. Актуальная

версия 3.0.155 (03.09.2015): <http://www.statsdirect.com/>

XLStat – наиболее полная и широко используемая надстройка к Excel. Состоит из разнообразных модулей, которые пользователь может компоновать по своим интересам. <http://www.xlstat.com/en>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Хромов-Борисов Никита Николаевич – канд. биол. наук, научный редактор журнала «Травматология и ортопедия России», ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

FREE BIOSTATISTICAL SOFTWARE

N.N. Khromov-Borisov

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

Abstract

This report provides information and brief description of current freely available computer programs for statistical analysis of the results in biomedical research.

Key words: biostatistics, free software.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Khromov-Borisov Nikita N. – scientific editor of journal «Traumatology and Orthopedics of Russia», Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics.

 **Cite as:** Khromov-Borisov NN. [Free biostatistical software]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):154-159. [in Russian]

 *Khromov-Borisov N.N.* Ul. Ak. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: Nikita.KhromovBorisov@gmail.com

 Received: 13.10.2015; Accepted for publication: 14.11.2015

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ» В 2015 ГОДУ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОРТОПЕДИИ

Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Черный А.Ж.

Обеспечивают ли новые и более дорогие имплантаты лучший результат эндопротезирования тазобедренного сустава? – I, 5

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ахтямов И.Ф., Лапшина С.А., Гильмутдинов И.Ш., Мясоутова Л.И.

Влияние терапии ревматоидного артрита на результаты артропластики крупных суставов (предварительное сообщение) – I, 51

Бишей Шериф Н.Г.

Лечение гигантской неоссифицирующейся фибромы дистального отдела большеберцовой кости путем кюретажа с последующим заполнением дефекта костным цементом – II, 39

Даниляк В.В., Вергай А.А., Ключевский В.В., Молодов М.А.

Среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ASR XL (DePuy) – I, 21

Дулаев А.К., Цед А.Н., Джусоев И.Г., Усубалиев К.Н.

Остеосинтез переломов шейки бедренной кости: динамический бедренный винт (DHS) или мини-инвазивная система Targon FN? – III, 12

Жиженкова Т.В., Даниляк В.В., Ключевский В.В., Ключевский Вас.В.

Оценка нестабильности надколенника после тотального эндопротезирования коленного сустава – II, 24

Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Иванов М.Д.,

Никитин М.С., Прокопович Е.В., Савенкова А.С.

Применение продленной анальгезии плечевого сплетения для ранней реабилитации детей с посттравматическими контрактурами локтевого сустава – III, 30

Карагодина М.П., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Плиев Д.Г., Денисов А.О.

Адаптивное ремоделирование костной ткани вокруг бедренных компонентов бесцементной фиксации Fitmore и Alloclassic – IV, 15

Карданов А.А., Карандин А.С., Королёв А.В., Черноус В.Н.

О связи системной гипермобильности суставов и вальгусного отклонения первого пальца – III, 5

Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Салихов М.Р., Жабин Г.И., Шулепов Д.А., Банцер С.А.

Клинико-анатомическое обоснование оптимальных артроскопических доступов к локтевому суставу – I, 32

Кузьмин В.В., Менщикова О.А.

Послеоперационный делирий и инфаркт миокарда у пациентов пожилого и старческого возраста с переломами шейки бедренной кости: роль послеоперационной анемии – II, 48

Пильни Я., Кубеш И., Петрина М., Бача В.

Долгосрочные результаты клинического применения тотального эндопротеза коленного сустава «Universal» – II, 32

Родоманова Л.А., Афанасьев А.О.

Сравнительный анализ эффективности эндопротезирования пястно-фаланговых суставов у больных с ревматоидным поражением кисти – I, 42

Сапоговский А.В., Кенис В.М.

Клиническая диагностика ригидных форм плановальгусных деформаций стоп у детей – IV, 46

Семенкин О.М., Измалков С.Н., Г

олубцов В.И.

Корректирующая остеотомия дистального метаэпифиза лучевой кости при неправильно сросшихся внутрисуставных переломах – II, 16

Скрипников А.А., Сайфутдинов М.С., Рябых С.О.,

Криворучко Г.А., Шеин А.П.

Балльная оценка результатов интраоперационного нейромониторинга при оперативной коррекции деформаций позвоночника – IV, 37

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Бояров А.А., Черкасов М.А.

Нюансы предоперационного планирования тотального эндопротезирования у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава – IV, 5

Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Сырцов В.В.,

Иванов В.С.

Сравнительный анализ способов лечения больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости – II, 5

Челноков А.Н., Лаврукова Е.А.

Способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости с варусной деформацией – IV, 52

Щуров В.А., Гайдышев И.П., Сазонова Н.В.

Гендерные особенности функционального состояния опорно-двигательной системы при коксартрозе – III, 22

Lim Hong-Chul, Eshnazarov Kamolhuja

The postoperative radiological evaluation of the Oxford Microplasty® unicompartamental knee replacement instrumentation – IV, 29

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аврунин А.С., Денисов-Никольский Ю.И., Докторов А.А.,

Кривосенко Ю.С., Самойленко Д.О., Павлычев А.А.,

Шубняков И.И.

Влияние воды, различных включений и замещений на физико-химические свойства биоapatита и механические свойства минерализованных тканей – III, 37

Власов А.П., Шевалаев Г.А., Кремчев Р.Р.,

Мелешкин А.В.

Пути предупреждения тромбоэмболических осложнений в травматологии и ортопедии: экспериментальное исследование – II, 66

Еманов А.А., Ступина Т.А., Антонов Н.И.

Структурная реорганизация суставного хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при лечении диафизарных переломов бедренной кости методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза (экспериментально-морфологическое исследование) – I, 66

Казанин К.С., Басов А.В., Шпаковский М.С., Грибанов Н.И., Ардашев И.П., Никитенко Е.В.

Сравнительное исследование костного регенерата после остеосинтеза переломов шейки бедренной кости биоинертными и биоактивными имплантатами с кальцийфосфатным покрытием (экспериментальное исследование) – III, 51

Маланин Д.А., Новиков Д.А., Сучилин И.А., Черезов Л.Л.

Роль внутренней бедренно-надколенниковой связки в обеспечении устойчивости надколенника: особенности анатомического строения и биомеханики – II, 56

Сабиров Ф.К., Соломин Л.Н.

Исследование жесткости модулей первого и второго порядка, скомпонованных с использованием экстракортикальных фиксаторов – I, 58

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Батькин С.Ф., Барсуков Д.Б., Агранович О.Е.,

Камоско М.М.

Рентгеноанатомические особенности строения тазобедренного сустава у детей с тератогенным вывихом бедра при артрогрипозе – IV, 60

Прохоренко В.М., Филипенко П.В., Фоменко С.М., Плотникова Н.Н.

Роль дисплазии гленоида в патогенезе хронической нестабильности плечевого сустава – II, 74

ОБМЕН ОПЫТОМ

Бочанова Е.Н., Белоусов М.А., Божкова С.А., Веселова О.Ф., Головина Н.И., Здзитовецкий Д.Э., Лубнин А.М., Шукин А.А.

Анализ медикаментозной профилактики венозных тромбозных осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава – III, 70

Губин А.В., Бурцев А.В., Рябых С.О., Савин Д.М., Очирова П.В., Коркин А.А.

Хирургическое лечение детей с нетравматическим застарелым атлантоаксиальным ротационным блокированием – IV, 87

Каленский В.О., Кононова К.Ю., Глухов Д.А., Иванов П.А., Бердюгин К.А., Челноков А.Н.

Внутрикостный остеосинтез как новая опция в лечении переломов пяточной кости – IV, 79

Кузнецов И.А., Величко К.Е., Щепкина Е.А.

Особенности лечения заднего импиджмент-синдрома голеностопного сустава у артистов балета и спортсменов – III, 61

Филиппова О.В., Баиндурашвили А.Г., Афоничев К.А., Вашетко Р.В.

Устранение деформирующих рубцов на голени и в области ахиллова сухожилия у детей с использованием экспандерной дермотензии – I, 74

Хоминец В.В., Метленко П.А., Богданов А.Н., Кудяшев А.Л., Мироевский Ф.В.

Ближайшие результаты лечения больных с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава – IV, 70

Фирсов С.А., Гагарин В.В.

Анализ ранних результатов одномышечкового эндопротезирования коленного сустава – II, 99

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

Кавалерский Г.М., Серета А.П., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Гаврилов А.В., Архипов И.В., Ятченко А.М., Бычков И.Ю.

2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава – IV, 95

Кренн Ф., Колбель Б., Винерт С., Димитриадис Ж., Кендоф Д., Герке Т., Хубер М., Фроммельт Л., Тиманн А., Узбек С., Атцродт Ф., Эгер К., Божкова С.А.

Новый алгоритм гистопатологической диагностики перипротезной инфекции с применением шкалы CD15 focus score и компьютерной программы CD15 Quantifier – III, 76

Минасов Б.Ш., Бикташева Э.М., Валеев М.М.

Новый способ несвободной пересадки осевого медиального лоскута стопы на латеральную поверхность ее заднего отдела при закрытии обширных дефектов мягких тканей – I, 90

Соломин Л.Н., Сабиров Ф.К.

Осложнения, связанные с применением экстракортикальных фиксаторов при комбинированном и последовательном использовании чрескостного остеосинтеза и внутренней фиксации бедренной кости – IV, 103

СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

Безоян В.С., Филимонов К.А., Дорожко Ю.А., Кириллов В.И.

Лечение ятрогенного электроожога голени и его осложнений итальянским методом кожной пластики: клиническое наблюдение – II, 83

Доколин С.Ю., Кузьмина В.И.

Артроскопическое лечение вторичного повреждения вращательной манжеты плеча после субтотального эндопротезирования плечевого сустава (случай из клинической практики) – I, 83

Заболотский Д.В., Портнягин И.В.

Применение импульсной радиочастотной абляции при лечении тяжелого хронического болевого синдрома после эндопротезирования плечевого сустава (клинический случай) – IV, 126

Машков В.М., Долгополов В.В.

Отдаленный результат ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, выполненного по поводу асептического расшатывания вертлужного компонента у пациентки с врожденным высоким вывихом бедра (клинический случай) – IV, 111

Николаев К.Н., Зубрицкий В.Ф., Капустин С.И., Колтович А.П., Захаров Р.С.

Тромбоз легочной артерии у раненого с сочетанной минно-взрывной травмой на фоне проведения антикоагулянтной профилактики (клинический случай) – III, 86

Рунков А.В., Шлыков И.Л., Близначев Д.Г., Богаткин А.А.

Посттравматическая деформация таза, осложненная застарелыми повреждениями прямой кишки и уrogenитального тракта: редкий случай 18-летнего наблюдения – IV, 118

Шабанова В.В., Краснова М.В., Божкова С.А., Агеев В.А., Лазарева И.В., Рукина А.Н., Сидоренко С.В.

Первый случай выявления в России *Klebsiella pneumoniae* ST147, продуцирующей NDM-1 карбапенемазу, в травматолого-ортопедическом стационаре – II, 90

ОБЗОРЫ

Аврунин А.С., Докторов А.А.

Биологически целесообразные пути профилактики и лечения потери костной массы – IV, 131

Айтемиров Ш.М., Нинель В.Г., Коршунова Г.А., Щаницын И.Н.

Высокоразрешающая ультрасонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы) – III, 116

**Божкова С.А., Новокшопова А.А.,
Конев В.А.**

Современные возможности локальной антибиотикотерапии перипротезной инфекции и остеомиелита (обзор литературы) – III, 92

**Кавалерский Г.М., Середа А.П., Никифоров Д.А.,
Кошелев И.М., Капышев С.В.**

Разрывы большой грудной мышцы и её сухожилия: обзор литературы и наш опыт лечения – II, 117

Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А., Салихов М.Р.

Современные подходы к хирургическому лечению хронической задней нестабильности коленного сустава (обзор литературы) – I, 95

Кутянов Д.И., Родоманова Л.А.

Современные принципы и тенденции использования осевых кровоснабжаемых лоскутов в реконструктивной хирургии конечностей – I, 106

Лычкова А.Э., Широкова Л.Ю., Крюкова Е.В.

Нейроэндокринная регуляция костного метаболизма при остеоартрозе крупных суставов (обзор литературы) – III, 108

**Павлов В.В., Садовой М.А.,
Прохоренко В.М.**

Современные аспекты диагностики и хирургического лечения пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава (обзор литературы) – I, 116

**Рыбин А.В., Кузнецов И.А., Нетьлько Г.И.,
Румакин В.П., Рыков Ю.А.**

Применение обогащенной тромбоцитами плазмы для стимуляции биопластических процессов после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава (обзор литературы) – II, 106

Цыбуль Е.С., Родоманова Л.А.

Использование технологий реконструктивной микрохирургии при лечении больных с деформациями и дефектами пяточной кости (обзор литературы) – IV, 144

ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ВРАЧЕЙ

**Корячкин В.А., Чуприс В.Г., Черный А.Ж.,
Казарин В.С., Лиськов М.А., Малевич Г.М.,
Мальцев М.П.**

Системная токсичность местных анестетиков при регионарной анестезии в ортопедии и травматологии – I, 129

В ПОМОЩЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ

Хромов-Борисов Н.Н.

Биостатистические программы свободного доступа – IV, 154

ДАННЫЕ РЕГИСТРА ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ СУСТАВОВ

**Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С.,
Муравьева Ю.В.**

Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011–2013 годы – I, 136

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Середа А.П.

Комментарий к статье В.А. Асланова, Р.П. Матвеева «К вопросу об иммобилизации после вправления первичного травматического вывиха плеча (обзор литературы)» – I, 152

ЮБИЛЕЙ

Измалков Сергей Николаевич – III, 126

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЗА 2015 ГОД

- Аврунин А.С. – III, 37;
IV, 131
Агеев В.А. – II, 90
Агранович О.Е. – IV, 60
Айтмиров Ш.М. – III, 116
Антонов Н.И. – I, 66
Ардашев И.П. – III, 51
Архипов И.В. – IV, 95
Аттирот Ф. – III, 76
Афанасьев А.О. – I, 42
Афоничев К.А. – I, 74
Ахтямов И.Ф. – I, 51
Баиндурашвили А.Г. – I, 74
Банцер С.А. – I, 32
Барсуков Д.Б. – IV, 60
Басов А.В. – III, 51
Баткин С.Ф. – IV, 60
Бача В. – II, 32
Безоян В.С. – II, 83
Белоусов М.А. – III, 70
Бердюгин К.А. – IV, 79
Бикташева Э.М. – I, 90
Бишей Шериф Н.Г. – II, 39
Близнец Д.Г. – IV, 118
Богаткин А.А. – IV, 118
Богданов А.Н. – IV, 70
Божкова С.А. – II, 90;
III, 70, 76, 92
Бочанова Е.Н. – III, 70
Бояров А.А. – IV, 5
Бурцев А.В. – IV, 87
Бычков И.Ю. – IV, 95
Валеев М.М. – I, 90
Вашетко Р.В. – I, 74
Величко К.Е. – III, 61
Вергай А.А. – I, 21
Веселова О.Ф. – III, 70
Винерт С. – III, 76
Власов А.П. – II, 66
Гаврилов А.В. – IV, 95
Гагарин В.В. – II, 99
Гайдышев И.П. – III, 22
Герке Т. – III, 76
Гильмутдинов И.Ш. – I, 51
Глухов Д.А. – IV, 79
Головина Н.И. – III, 70
Голубцов В.И. – II, 16
Грибанов Н.И. – III, 51
Губин А.В. – IV, 87
Даниляк В.В. – I, 21; II, 24
Денисов А.О. – IV, 5, 15
Денисов-Никольский Ю.И. – III, 37
Джусоев И.Г. – III, 12
Димитриадис Ж. – III, 76
Доколин С.Ю. – I, 83
Докторов А.А. – III, 37;
IV, 131
Долгополов В.В. – IV, 111
Дорожко Ю.А. – II, 83
Дулаев А.К. – III, 12
Еманов А.А. – I, 66
Жабин Г.И. – I, 32
Жиженкова Т.В. – II, 24
Заболотский Д.В. – III, 30;
IV, 126
Захаров Р.С. – III, 86
Здзитовецкий Д.Э. – III, 70
Зубрицкий В.Ф. – III, 86
Зегер К. – III, 76
Иванов В.С. – II, 5
Иванов М.Д. – III, 30
Иванов П.А. – IV, 79
Измалков С.Н. – II, 16
Кавалерский Г.М. – II, 117;
IV, 95
Казанин К.С. – III, 51
Казарин В.С. – I, 129
Каленский В.О. – IV, 79
Камоско М.М. – IV, 60
Капустин С.И. – III, 86
Капышев С.В. – II, 117
Карагодина М.П. – IV, 15
Карандин А.С. – III, 5
Карданов А.А. – III, 5
Кендоф Д. – III, 76
Кенис В.М. – IV, 46
Кириллов В.И. – II, 83
Ключевский В.В. – I, 21;
II, 24
Ключевский Вас.В. – II, 24
Коваленко А.Н. – I, 5
Колбель Б. – III, 76
Колтович А.П. – III, 86
Конов В.А. – III, 92
Кононова К.Ю. – IV, 79
Коркин А.А. – IV, 87
Корнилов Н.Н. – I, 136
Королёв А.В. – III, 5
Коршунова Г.А. – III, 116
Корячкин В.А. – I, 129;
III, 30
Кошелев И.М. – II, 117
Краснова М.В. – II, 90
Кремчев Р.Р. – II, 66
Кренн Ф. – III, 76
Криворучко Г.А. – IV, 37
Кривосенко Ю.С. – III, 37
Крюкова Е.В. – III, 108
Кубеш И. – II, 32
Кудяшев А.Л. – IV, 70
Кузнецов И.А. – I, 32, 95;
II, 106; III, 61
Кузьмин В.В. – II, 48
Кузьмина В.И. – I, 83
Куляба Т.А. – I, 136
Кутянов Д.И. – I, 106
Лаврукова Е.А. – IV, 52
Лазарева И.В. – II, 90
Лапшина С.А. – I, 51
Лиськов М.А. – I, 129
Лубнин А.М. – III, 70
Лычкова А.Э. – III, 108
Маланин Д.А. – II, 56
Малевич Г.М. – I, 129
Мальцев М.П. – I, 129
Машков В.М. – IV, 111
Мелешкин А.В. – II, 66
Менщикова О.А. – II, 48
Метленко П.А. – IV, 70
Минасов Б.Ш. – I, 90
Мировеский Ф.В. – IV, 70
Моладов М.А. – I, 21
Муравьева Ю.В. – I, 136
Мурьев В.Ю. – IV, 95
Мясоутова Л.И. – I, 51
Нетьлько Г.И. – II, 106
Никитенко Е.В. – III, 51
Никитин М.С. – III, 30
Никифоров Д.А. – II, 117
Николаев К.Н. – III, 86
Нинель В.Г. – III, 116
Новиков Д.А. – II, 56
Новокшопова А.А. – III, 92
Очирова П.В. – IV, 87
Павлов В.В. – I, 116
Павлычев А.А. – III, 37
Петрина М. – II, 32
Пильни Я. – II, 32
Плиев Д.Г. – IV, 15
Плотникова Н.Н. – II, 74
Портнягин И.В. – IV, 126
Прокопович Е.В. – III, 30
Прохоренко В.М. – I, 116;
II, 74
Родоманова Л.А. – I, 42, 106;
IV, 144
Рукин Я.А. – IV, 95
Рукина А.Н. – II, 90
Румакин В.П. – II, 106
Рунков А.В. – IV, 118
Рыбин А.В. – II, 106
Рыков Ю.А. – II, 106
Рябых С.О. – IV, 37, 87
Сабиров Ф.К. – I, 58;
IV, 103
Савенкова А.С. – III, 30
Савин Д.М. – IV, 87
Садовой М.А. – I, 116
Сазонова Н.В. – III, 22
Сайфутдинов М.С. – IV, 37
Салихов М.Р. – I, 32, 95
Самойленко Д.О. – III, 37
Сапоговский А.В. – IV, 46
Семенкин О.М. – II, 16
Середа А.П. – I, 152;
II, 117; IV, 95
Сидоренко С.В. – II, 90
Скрипников А.А. – IV, 37
Соломин Л.Н. – I, 58;
IV, 103
Ступина Т.А. – I, 66
Сучилин И.А. – II, 56
Сырцов В.В. – II, 5
Тиманн А. – III, 76
Тихилов Р.М. – I, 5; IV, 5, 15
Ткаченко М.В. – II, 5
Узбек С. – III, 76
Усубалиев К.Н. – III, 12
Филимонов К.А. – II, 83
Филиппов П.В. – II, 74
Филиппова О.В. – I, 74
Филь А.С. – I, 136
Фирсов С.А. – II, 99
Фоменко С.М. – II, 74
Фомин Н.Ф. – I, 32, 95
Фроммельт Л. – III, 76
Хоминец В.В. – II, 5; IV, 70
Хромов-Борисов Н.Н. – IV, 154
Хубер М. – III, 76
Цед А.Н. – III, 12
Цыбуль Е.С. – IV, 144
Челноков А.Н. – IV, 52, 79
Черезов Л.Л. – II, 56
Черкасов М.А. – IV, 5
Черноус В.Н. – III, 5
Черный А.Ж. – I, 5, 129
Чуприс В.Г. – I, 129
Шабанова В.В. – II, 90
Шевалаев Г.А. – II, 66
Шейн А.П. – IV, 37
Широкова Л.Ю. – III, 108
Шлыков И.Л. – IV, 118
Шпаковский М.С. – III, 51
Шубняков И.И. – I, 5;
III, 37; IV, 5, 15
Шулепов Д.А. – I, 32, 95
Щаницын И.Н. – III, 116
Щепкина Е.А. – III, 61
Шукин А.А. – III, 70
Щуров В.А. – III, 22
Ятченко А.М. – IV, 95
Eshnazarov Kamolhuja – IV, 29
Lim Hong-Chul – IV, 29

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**Общие положения**

В журнале «Травматология и ортопедия России» публикуются статьи по широкому кругу проблем травматологии и ортопедии, а также смежным специальностям: микрохирургии, комбустиологии, анестезиологии и реанимации, 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 и рецензии, письма в редакцию.

Также принимаем к публикации 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»** и **«Новые технологии в травматологии и ортопедии»** публикуются законченные оригинальные работы, в которых представлены результаты новых научных исследований, не опубликованные ранее в других изданиях.

В рубрике **«Случаи из практики»** публикуются интересные и редкие клинические наблюдения с обязательным обсуждением и списком литературы по данной теме.

Обзоры литературы должны носить аналитический характер и отражать наиболее актуальные проблемы специальности, представляющие интерес для широкой читательской аудитории. Обязательно указываются 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 80 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 машинописных страниц).

Рецензирование

Этап **предварительного рецензирования** предусматривает оценку правильности оформления статей, соответствия ее требованиям журнала, качества перевода реферата на английский язык. Кроме того, все публикуемые материалы рассматриваются экспертом по статистике, который дает заключение о правильности статистической обработки материала. О положительном решении сообщается авторам, после чего они должны представить в редакцию все необходимые сопроводительные документы и оригинал рукописи с подписями всех авторов.

Если при предварительном рецензировании были выявлены недочеты, рукопись возвращается авторам на доработку.

Все рукописи статей, прошедших предварительное рецензирование, поступившие в редакцию, направляются на **научное рецензирование** специалистам, имеющим наиболее близкую к теме статьи медицинскую специализацию и научное звание. Рецензенты уведомляются о том, что содержание присланных им рукописей не подлежит разглашению. Сроки рецензирования определяются ответственным секретарем. Рецензирование проводится анонимно и является двухсторонним слепым, т.е. рецензент и автор не знают фамилий друг друга. Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный секретарь журнала направляет автору текст рецензии. В течение трех месяцев статья должна быть представлена на повторное рецензирование. 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.

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 и оформления рукописей

Редакция принимает на рассмотрение рукописи, присланные по электронной почте в форме присоединенных файлов на адрес редакции: journal@rniito.org. Дата получения рукописи по электронной почте считается датой ее поступления в редакцию.

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).

1. Рукопись следует представлять в редакцию в двух экземплярах, подписанных всеми авторами. К статьям прилагается направление от организации, подтверждающее право автора на публикацию данного материала, заверенное 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.

2. Согласно вступившей в действие IV части Гражданского кодекса РФ, с 2012 года между авторами статей и редакцией журнала заключается лицензионный издательский договор, согласно которому автор передает свои права на использование произведения издателю. Форма договора размещена на сайте журнала. Заполненный и подписанный всеми авторами договор **в двух экземплярах** высылается в редакцию вместе с рукописью. В случае принятия статьи к публикации авторский экземпляр подписанного обеими сторонами договора редакция по запросу автора высылает по указанному для связи адресу.

3. Текст статьи печатается на одной стороне листа размером А4 с полуторными интервалами между строчками, стандартными полями (слева – 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**. Электронный вариант представляется на CD-диске высокого качества или по электронной почте.

4. Оформление статьи

- Название статьи.
- Фамилии и инициалы авторов.
- Наименование учреждения, в котором выполнена работа (если авторы работают в разных организациях, принадлежность их к своему учреждению обозначается цифрами, набранными верхним регистром).

• 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. Можно использовать термины из списка медицинских предметных заголовков (Medical Subject Headings), приведенного в Index Medicus.

• В конце статьи **на английском языке** представляются: заглавие, транслитерация фамилий авторов в романском алфавите, название организации с указанием города и страны, структурированное резюме и ключевые слова. **Переводы на английский язык с применением компьютерных переводчиков не принимаются.**

• Отдельным файлом следует представить следующие сведения об авторах: полные имена, отчества и фамилии всех авторов, их должности и ученые степени, адрес электронной почты и номер мобильного телефона автора, ответственного за связь с редакцией. Эта информация должна быть представлена **отдельно на русском и английском языках.**

5. Структура оригинальных статей

Во **введении** описывается состояние изучаемой проблемы и ее актуальность, также 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. 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. Следует указать учреждение, на базе которого выполнялось исследование, названия использованных аппаратуры, оборудования, реактивов и т.д. с указанием фирмы-изготовителя.

Если в статье приводятся клинические наблюдения, не следует указывать полные фамилии больных и номера историй болезни.

При проведении экспериментов на человеке авторам следует указать соответствие данной процедуры этическим стандартам местного или национального комитета по экспериментам на человеке и Хельсинкской декларации 1975 года, пересмотренной в 2008 г. 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>). Детально следует описывать только новые методы. На ранее опубликованные и общеизвестные достаточно сослаться в списке литературы. Необходимо указать используемые лекарственные препараты и химические вещества, включая названия дженериков, дозы и пути введения.

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. Необходимо указать используемый пакет статистического анализа.

Материал раздела **«Результаты исследования»** следует излагать в логической последовательности. Графики следует использовать как альтернативу чрезмерно объемным таблицам, но при этом не должно быть дублирования данных в графиках, таблицах и тексте. При обоб-

щении 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.

В разделе **«Обсуждение»**, который является обязательным, проводятся детальный анализ и интерпретация полученных результатов и сопоставление их с данными отечественной и зарубежной литературы, что служит обоснованием выводов и заключения. Не следует подробно 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. Укажите ограничения проведенного исследования и 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 последо-

вательную нумерацию, а нумерация цифровых файлов должна соответствовать их номеру в тексте статьи. Диаграммы и графики следует представлять в файлах Excel, штриховка – в черно-белой заливке. 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. 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** должны быть включены все источники литературы, цитируемые в тексте статьи. Не рекомендуется включать в списки литературы тезисы докладов на конференциях. Нормативные документы (ГОСТы, инструкции, приказы) и патенты 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. 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 30 наименований, для обзоров литературы – 80. Они должны располагаться в алфавитном порядке, сначала – отечественные, затем – зарубежные.

Сокращения названий иностранных журналов должны соответствовать сокращениям, принятым в Index Medicus, без точек. Список цитируемой литературы составляется с указанием фамилий и инициалов **всех авторов**. Требования к оформлению списка литературы основаны на стиле NLM (Национальной меди-

цинской библиотеки США), адаптированном для MEDLINE (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>).

Список литературы должен быть пронумерован автоматически. Ручная нумерация не допускается!

Списки литературы составляются в двух вариантах:

1. Русскоязычная литература + зарубежная литература.

2. Транслитерация авторов и источников в русскоязычных статьях с переводом названия статьи и источника на английский язык в квадратных скобках + зарубежные источники. Можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу с помощью переводчика Google: <https://translate.google.com/?hl=en>

Образцы библиографического описания

Статья из журнала

Бландинский В.Ф., Вавилов М.А., Торно Т.Э., Донской А.В. Лечение атипичной врожденной косолапости методом Понсети. Травматология и ортопедия России. 2010; (1):75-79.

Blandinskiy VF, Vavilov MA, Torno TE, Donskoy AV. [Treatment of atypical congenital clubfoot by Ponseti]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010; (1):75-79. [in Rus.]

Книга

Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Артропластика коленного сустава. СПб.; 2012. 228 с.

Kornilov NN, Kulyaba TA. *Arthroplastika kolennogo sustava* [Knee arthroplasty]. SPb; 2012. 228 s. [in Rus.]

Глава в книге или статья в сборнике научных трудов

Жирнов В.А., Мальцев С.И., Шевченко С.Б. Реабилитация больных после эндопротезирования тазобедренного сустава. В кн.: Тихилов Р.М., Шаповалов В.М., ред. Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава. СПб.; 2008. 323 с.

Zhirnov VA, Mal'tsev SI, Shevchenko SB. [Rehabilitation of patients after total hip arthroplasty]. V kn.: Tikhilov RM, Shapovalov VM, red. *Rukovodstvo po endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava* [Guide to hip arthroplasty]. SPb.; 2008. 323 s. [in Rus.]

Готовый список литературы должен выглядеть следующим образом:**Литература**

1. Белоусов А.Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия. СПб.: Гиппократ; 1998. 744 с.
2. Жунусов Е.Т. Исходы лечения больных с открытыми переломами длинных костей. *Гений ортопедии*. 2005; (3):1519.
3. Родоманова Л.А., Полькин А.Г. Реконструктивная микрохирургия верхней конечности. *Травматология и ортопедия России*. 2006; (4):15-19.
4. Coessens B.C., Van Geertruyden J.P., Vico P.G. Free TRAM flap for lower extremity reconstruction. *J Reconstr Microsurg*. 1994; 10: 305-311.
5. Gonzalez M.H., Tarandy D.I., Troy D. Free tissue coverage of chronic traumatic wounds of the lower leg. *Plast Reconstr Surg*. 2002; 109:592-600.
6. Gregory P., Sanders R. The treatment of closed unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocking nails. *Clin Orthop*. 1995; 315: 48-55.

References

1. Belousov AE. *Plasticheskaya, rekonstruktivnaya i esteticheskaya khirurgiya* [Plastic, reconstructive and aesthetic surgery]. SPb.: Gippokrat; 1998. 744 s. [in Rus.]
2. Zhunusov ET. [Treatment outcomes in patients with open fractures of long bones]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2005; (3):15-19. [in Rus.]
3. Rodomanova LA, Pol'kin AG. [Reconstructive microsurgery of the upper limb]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2006; (4):15-19. [in Rus.]
4. Coessens BC, Van Geertruyden JP, Vico PG. Free TRAM flap for lower extremity reconstruction. *J Reconstr Microsurg*. 1994; 10:305-311.
5. Gonzalez MH, Tarandy DI, Troy D. Free tissue coverage of chronic traumatic wounds of the lower leg. *Plast Reconstr Surg*. 2002; 109:592-600.
6. Gregory P, Sanders R. The treatment of closed unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocking nails. *Clin Orthop*. 1995; 315:48-55.