

ISSN 2311-2905

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

Учредитель

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

Главный редактор Р.М. Тихилов



Том 22 № 3, 2016

Индекс для подписки в агентстве «Роспечать» 15393

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. **Батпенов Н.Д.**

(Астана, Республика Казахстан)

д.м.н. **Бережной С.Ю.** (Москва)

к.м.н. **Божкова С.А.** (Санкт-Петербург)

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

д-р медицины 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)

д-р медицины проф. **Кренн В.** (Триер, Германия)

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

д-р медицины 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. **Мурылев 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. **Середа А.П.** (Москва)

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

д-р медицины проф. **Томас П.** (Мюнхен, Германия)

д-р медицины проф. **Томсен М.**

(Баден-Баден/Гейдельберг, Германия)

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

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)

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 ВИНИТИ.

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@mniito.org

Редактор **Колесникова И.В.**

Технический редактор **Гаврилова С.В.**

ISSN 2311-2905

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

TRAUMATOLOGIA I ORTOPEDIA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

Founder

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

Editor-in-Chief R.M. Tikhilov



Vol. 22 N 3, 2016

Travmatologiya i Ortopediya Rossii

Editor-in-Chief

Prof. **Tikhilov R.M.**

Editorial board

Shubnyakov I.I. (deputy editor)

Kolesnikova I.V. (executive secretary)

Prof. **Agadzhanian 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*)

Bozhkova S.A. (*St. Petersburg*)

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*)

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

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

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

Shlykov I.L. (*Ekaterinburg*)

The journal is listed among the major peer-reviewed scientific editions recommended by State Commission for Academic Degrees and Titles for publishing of Ph.D and M.D. theses of medical science research findings. The journal is also included into the Russian Science Citation Index based on Web of Science, in the international open publications database Google Scholar, in the abstract journal and database of the Russian Institute for Scientific and Technical Information at Russian Academy of Science. Records on the journal are published annually in Ulrichsweb Global Serials Directory.

Journal "Traumatology and Orthopaedics of Russia" founded in 1993. Registered by State Press Committee. Media registration certificate № 0110540 dated 12.04.93. Full and partial copying or reproduction of journal materials permitted only upon written consent of the editorial office with a mandatory reference to the journal.

Editorial office address: 8, Academica Baikova str., St.Petersburg, Russia 195427.

Phone +7 (812) 670-86-84; e-mail: journal@miito.org.

Editor: **Kolesnikova I.V.** Technical editor: **Gavrilova S.V.**

СОДЕРЖАНИЕ

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Иржанский А.А.
Сравнительная характеристика результатов лечения ранних стадий остеонекроза головки бедренной кости различными методами декомпрессии..... 7

Щурова Е.Н., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П., Бунув В.С.
Исследование динамики кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости у больных гонартрозом после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга 22

Маланин Д.А., Трегубов А.С., Грунин С.В., Черезов Л.Л.
Влияние расположения и ремоделирования костного блока трансплантата на результаты операции Bristow – Latarjet 31

Королев А.В., Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Фролов А.В.
Отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике передней крестообразной связки 44

Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Григорьев П.В., Михайлов И.М., Засульский Ф.Ю.
Результаты малоинвазивного хирургического лечения пациентов с угрозой патологического перелома на фоне метастатического поражения проксимального отдела бедренной кости 54

Боровкова Н.В., Малыгина М.А., Пономарев И.Н., Сахарова О.М.
Сравнительная характеристика костного мозга из шейки бедра и крыла подвздошной кости у пациентов с переломами шейки бедренной кости 65

Чепелева М.В., Тёпленский М.П.
Особенности иммунного статуса подростков с коксартрозом..... 71

Куропаткин Г.В.
Оценка применения Гилана GF-20 у пациентов с остеоартрозом коленного сустава (предварительные результаты)..... 79

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Педдер В.В., Черепанов Д.Е.
Возможности применения низкочастотного ультразвука в артроскопии коленного сустава..... 88

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

Кочиш А.Ю., Майоров Б.А., Беленький И.Г.
Оригинальный способ малоинвазивного наложения остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами при переломах диафиза плечевой кости 99

СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

Доколин С.Ю., Артюх В.А., Кузьмина В.И., Ливенцов В.Н.
Клинический случай лечения инфекционного осложнения после артроскопического шва вращательной манжеты плечевого сустава 110

CONTENS

CLINICAL STUDIES

Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Myasoedov A.A., Irzhansky A.A.
Comparison of different core decompression techniques for treatment of early stages of osteonecrosis of the femoral head..... 7

Shchurova E.N., Biryukova M.Iu., Buravtsov P.P., Bunov V.S.
The study of blood flow dynamics in tibial subchondral epiphyseal zone of patients with gonarthrosis after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements 22

Malanin D.A., Tregubov A.S., Grunin S.V., Cherezov L.L.
Effect of location and bone graft remodeling on results of Bristow-Latarjet procedure 31

Korolev A.V., Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Afanasyev A.P., Ilyin D.O., Frolov A.V.
Long-term outcomes of all-inside meniscal repair during anterior cruciate ligament reconstruction 44

Tikhilov R.M., Ptashnikov D.A., Grigoriev P.V., Mikhailov I.M., Zasulsky Ph.J.
Results of minimally invasive surgical treatment of patients susceptible to pathological fractures due to proximal femur metastasis 54

Borovkova N.V., Malygina M.A., Ponomarev I.N., Sakharova O.M.
Comparative characteristics of the bone marrow from femoral head and iliac bone in patients with femoral neck fractures 65

Chepeleva M.V., Teplenky M.P.
Features of immune status in adolescents with coxarthrosis..... 71

Kuropatkin G.V.
Evaluation of safety and effectiveness of Hylan GF-20 in patients with knee osteoarthritis in real life practice: preliminary results 79

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES

Pedder V.V., Cherepanov D.E.
Low frequency ultrasound application in knee arthroscopy 88

NEW TECHNOLOGIES IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

Kochish A.Yu., Maiorov B.A., Belenky I.G.
The new method of minimally invasive osteosynthesis of humeral shaft fractures with helical plates 99

CASE REPORTS

Dokolin S.Yu., Artyukh V.A., Kuzmina V.I., Liventsov V.N.
Clinical case of infection treatment after arthroscopic repair of rotator cuff 110

**Соснин Д.Ю., Козюков В.Г., Кадынцев И.В., Таскаев А.Л.,
Шчекотова А.П., Каримова Н.В., Галимова А.А.**
Случай дирофиляриоза разгибателя пальцев кисти,
имитирующий сухожильный ганглий117

**Sosnin D.Yu., Kozyukov V.G., Kadyntsev I.V., Taskaev A.L.,
Shchekotova A.P., Karimova N.V., Galimova A.A.**
Dirofilariasis of tendinous sheath of extensor pollicis longus
imitating dorsal hand ganglion cyst: A case report117

ОБЗОРЫ

Божокин М.С., Божкова С.А., Нетьлько Г.И.
Возможности современных клеточных технологий
для восстановления поврежденного суставного хряща
(аналитический обзор литературы)122

REVIEWS

Bozhokin M.S., Bozhkova S.A., Netylko G.I.
Possibilities of current cellular technologies
for articular cartilage repair
(analytical review)122

Андреев А.В., Рыжиков Д.В., Губина Е.В.
Хирургическое лечение контрактур и двигательных
установок верхней конечности у детей со спастическими
формами ДЦП (обзор литературы)135

Andreev A.A., Ryzhikov D.V., Gubina E.V.
Surgical treatment of stiffness and motion disorders
of upper limb in children with spastic cerebral palsy
(review)135

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Согласованная резолюция Форума экспертов
по проблеме лечения болевого синдрома у пациентов
с остеоартритом до и после эндопротезирования
тазобедренного или коленного сустава146

SCIENTIFIC INFORMATION

Coordinated resolution of Expert’s forum on the problem
of pain treatment in patients with osteoarthritis
before and after total hip or knee
replacement146

Круглый стол «Диагностика, лечение и профилактика
перипротезной инфекции»149

Round table «Diagnosis, treatment and prophylaxis
of periprosthetic infection»149

ЮБИЛЕЙ

Попков Арнольд Васильевич150

JUBILEE

Popkov Arnold V.150

НЕКРОЛОГ

Савельев Владимир Ильич152

OBITUARY

Saveliev Vladimir I.152



Научная электронная библиотека НЭБ (разработчик и оператор Российского индекса научного цитирования РИНЦ) и Thomson Reuters (правообладатель и оператор глобальной базы данных Web of Science) в декабре 2015 года объявили о размещении 650 лучших российских научных журналов на платформе Web of Science в виде отдельной, но полностью интегрированной базы данных Russian Science Citation Index (RSCI), в которую вошел и журнал «Травматология и ортопедия России».

Осуществление этого проекта делает возможным индексирование российских журналов в Web of Science, значительно повысит их авторитет в международном информационном пространстве, а также будет способствовать повышению качества отечественных публикаций за счет приведения их к международным стандартам.



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ РАННИХ СТАДИЙ ОСТЕОНЕКРОЗА ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ ДЕКОМПРЕССИИ

Р.М. Тихилов^{1,2}, И.И. Шубняков¹, А.А. Мясоедов¹, А.А. Иржанский¹

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

Ул. Акад. 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

На сегодняшний день одними из наиболее востребованных органосохраняющих оперативных вмешательств при остеолизе головки бедренной кости остаются различные методики декомпрессии. Тем не менее, в мировой литературе отсутствуют четкие указания, на какой именно стадии заболевания та или иная из предложенных методик является наиболее эффективной.

Цель исследования – сравнительная оценка эффективности различных вариантов декомпрессии очага остеолизе головки бедренной кости на ранних стадиях заболевания, до развития значительных вторичных дегенеративно-дистрофических изменений в тазобедренном суставе (ТБС).

Материал и методы. В период с 2006 по 2015 г. на базе клиники ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России было прооперировано 84 пациента (96 суставов) с диагнозом «остеолиз головки бедренной кости». Средний возраст больных составлял 37,4±9,1 (от 18 до 71) лет. Для определения стадии заболевания была использована классификация Association Research Circulation Osseous (ARCO). Двадцати пациентам декомпрессия выполнена на II стадии, 71 – на III стадии и 5 – на IV стадии заболевания. Декомпрессия одним туннелем диаметром 9 мм была выполнена в 55 случаях, в 33 случаях она была дополнена обработкой очага до здоровой кости. Заполнение остаточной полости осуществлялось губчатой аллогенной костью, сульфатом кальция, комбинацией сульфата кальция и β-трикальцийфосфата и β-трикальцийфосфатом. Восемь суставов прооперированы методом декомпрессии очага остеолизе множественными туннелями малого диаметра без последующей пластики туннелей. Оценка результатов производилась на основании данных рентгенографии и КТ оперированного сустава, а также по данным Oxford Hip Score через 3, 6 и 12 месяцев, а далее 1 раз в год после оперативного вмешательства. В случае последующего эндопротезирования выполнялось патоморфологическое исследование области очага остеолизе удаленной головки бедренной кости.

Результаты. Средний срок послеоперационного наблюдения составил 31,6 месяцев (от 12 до 110 месяцев). Предотвратить эндопротезирование ТБС на протяжении этого времени удалось в 43 (44,8%) случаях, 53 (55,2%) сустава подверглись замене в сроки от 4 до 72 месяцев (в среднем 21,6 месяцев) с момента выполнения декомпрессии. Наибольшее число хороших и удовлетворительных результатов показали методики, направленные на полноценное разрушение нежизнеспособных тканей на границе «очаг остеолизе – здоровая кость». Частота последующего эндопротезирования напрямую зависела от стадии заболевания. Так, при второй стадии эндопротезированию подверглись лишь 4 (20%) сустава, при третьей стадии удовлетворительные показатели наблюдались при малых и средних размерах очага остеолизе головки бедренной кости (4 из 18 и 16 из 27 суставов соответственно). При четвертой стадии заболевания эндопротезирование было выполнено во всех пяти случаях.

Заключение. Различные варианты декомпрессии оправданы до формирования импресии нагружаемого полюса головки бедренной кости, что соответствует первым трем стадиям по классификации ARCO. Результативность методики напрямую зависит не только от стадии, но и от объема и, что самое важное, от расположения очага остеолизе.

Ключевые слова: остеолизе головки бедренной кости, декомпрессия очага остеолизе, туннелизация, органосохраняющие оперативные вмешательства, артроз тазобедренного сустава.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21

Введение

Остеолизе головки бедренной кости относится к числу тяжелых, быстро прогрессирующих дегенеративно-дистрофических забо-

леваний тазобедренного сустава, поражающих в основном лиц молодого, работоспособного возраста [1, 3, 21]. Болевой синдром, сопровождающий заболевание, резко снижает работо-

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Иржанский А.А. Сравнительная характеристика результатов лечения ранних стадий остеолизе головки бедренной кости различными методами декомпрессии. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):7-21. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21.

Мясоедов Алексей Андреевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: myasoedov_alexei@mail.ru

Рукопись поступила: 23.08.2016; принята в печать: 03.09.2016

способность пациентов, заставляет их менять привычный уклад жизни, отказываться от занятий спортом, обычной степени активности и в конце концов приводит к стойкой инвалидизации [5, 10]. По данным М.А. Mont с соавторами, распространенность данного заболевания может колебаться от 5 до 12% [20]. К сожалению, ввиду несовершенства системы учета ортопедической заболеваемости [7, 8] и отсутствия единого регистра эндопротезирования тазобедренного сустава на территории РФ [2], на сегодняшний день не представляется возможным сделать однозначные выводы об эпидемиологической картине остеонекроза в нашей стране и его роли в структуре первичного эндопротезирования. Тем не менее, определенное представление о частоте данной патологии можно сделать на основании данных регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена: в разные годы по поводу остеонекроза головки бедренной кости было выполнено от 7,0 до 14,8% операций артропластики [9].

Выбор некоторых практикующих ортопедов в пользу эндопротезирования тазобедренного сустава даже на ранних стадиях заболевания, как правило, объясняется слепой верой в эффективность артропластики и недостаточным пониманием проблемы ограниченного срока функционирования искусственного сустава у данной категории больных [6]. Так, по данным норвежского регистра артропластики, 10-летняя выживаемость протезов у двадцатилетних пациентов составляет всего лишь 70% [25], а согласно шведскому регистру, у пациентов моложе 50 лет через 19 лет подвергается ревизии 62,6% искусственных суставов у мужчин и 60,2% – у женщин [24]. Таким образом, у данной категории пациентов максимальные усилия врачей должны быть направлены на сохранение жизнеспособности и функции пораженного сустава.

Тем не менее, необходимо помнить, что остеонекроз головки бедренной кости может развиваться и у лиц более старшей возрастной категории вследствие длительного приема гормональных и химиопрепаратов и/или лучевой терапии по поводу тяжелых сопутствующих заболеваний [17]. Несомненно, вопрос выживаемости эндопротеза у данных пациентов утрачивает свою актуальность [24]. Однако необходимо помнить, что эндопротезирование – это не только радикальный, но и весьма травматичный способ хирургического лечения. И если можно добиться хорошего клинического эффекта без увеличения степени тяжести вмешательства, то необходимо рассматривать такую возможность. Кроме того, в ряде случаев тяжесть сопутствующих заболеваний делает просто невозможным

выполнение эндопротезирования тазобедренного сустава у данной категории пациентов и заставляет искать другие, менее травматичные варианты лечения.

С учетом вышесказанного особого внимания заслуживают различные варианты декомпрессии очага остеонекроза головки бедренной кости. Основной целью данных оперативных вмешательств является как снижение внутрикостного давления, позволяющее рассчитывать на прерывание каскада патологических реакций на стадии ишемии [6, 13], так и создание условий для замещения погибшего участка жизнеспособной костной тканью путем ее прорастания со стороны здоровой кости на более поздних стадиях.

В отличие от различных типов остеотомий проксимального отдела бедренной кости, предложенных для лечения данной патологии, метод декомпрессии менее травматичен, прост в воспроизведении и относительно дешев. Отдельно необходимо отметить отсутствие значительных анатомических изменений в проксимальном отделе бедренной кости после выполнения данных оперативных вмешательств [6]. Поэтому в случае неудовлетворительного результата (коллапс головки бедренной кости) не возникнет существенных помех при выполнении эндопротезирования тазобедренного сустава. Именно это позволило данным методикам прочно закрепиться в арсенале ортопедов, о чем свидетельствуют многочисленные публикации и предложенные модификации классической декомпрессии очага остеонекроза головки бедренной кости [15–17, 18]. Однако в настоящее время нет единого мнения о том, какой из предложенных методов декомпрессии очага остеонекроза головки на той или иной стадии заболевания является наиболее эффективным. Метаанализ 24 публикаций (1206 пациентов), выполненный М.А. Mont с соавторами, продемонстрировал значительный разброс выживаемости суставов после выполнения декомпрессии головки бедренной кости в диапазоне от 33 до 95% [19]. Данный факт был обусловлен использованием разных классификаций и отсутствием сравнений различных вариантов декомпрессии в рамках одного или нескольких исследований.

Другой серьезной проблемой является необходимость замещения костного дефекта после выполнения классической декомпрессии очага остеонекроза головки бедренной кости. Ключевую роль в данном вопросе играет не только механическая прочность выбранного материала, позволяющая предотвратить коллапс головки бедренной кости, но и возможность создать оптимальные условия для ремодели-

рования костной ткани в очаге на протяжении всего периода лечения [12, 14, 22, 23, 25]. К сожалению, в настоящее время так же отсутствуют четкие рекомендации по применению того или иного материала с целью замещения дефекта после выполнения классического метода декомпрессии головки бедренной кости и метода классической декомпрессии в сочетании с последующей обработкой очага остеонекроза до здоровой кости.

Таким образом, на сегодняшний день назрела необходимость в выработке четкого алгоритма применения того или иного вида декомпрессии в зависимости от стадии заболевания и размера патологического очага, что, в свою очередь, позволит максимально отсрочить выполнение первичного, а, следовательно, и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

Цель исследования – сравнительная оценка эффективности различных вариантов декомпрессии очага остеонекроза головки бедренной кости на ранних стадиях заболевания, до развития значительных вторичных дегенеративно-дистрофических изменений в тазобедренном суставе.

Материал и методы

В период с 2006 по 2015 г. в клинике ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» было прооперировано 84 пациента (96 суставов) с диагнозом «остеонекроз головки бедренной кости». Соотношение пациентов мужского и женского пола составило приблизительно 2:1 (55 мужчин и 29 женщин). Средний возраст больных на момент выполнения оперативного вмешательства составлял $37,4 \pm 9,1$ (от 18 до 71) лет.

Срок, прошедший от первых клинических проявлений до постановки окончательного диагноза, составил от 2 недель до 16 месяцев, в среднем 9,1 месяца (95% ДИ от 8,26 до 10,02). Лишь в 16,7% наблюдений (14 пациентов – 20 суставов) диагноз был поставлен при первом обращении к врачу, 70 пациентов в период диагностического поиска наблюдались двумя и более специалистами, при этом 34 (48,5%) пациента на момент обращения получали медикаментозную терапию по поводу поставленного им диагноза «остеохондроз поясничного отдела позвоночника». В остальных случаях диагноз установлен не был.

У трех пациентов (6 суставов) мы смогли установить связь развития заболевания со злоупотреблением алкоголем. Один пациент (2 сустава) указал в анамнезе на нарушение режима декомпрессии при всплытии с глубины. Девять пациентов (14 суставов) на момент постановки

диагноза получали глюкокортикостероиды в качестве базисной терапии по поводу различных системных заболеваний. В последнюю группу были включены два пациента в возрасте 68 и 71 года. Данное обстоятельство было обусловлено наличием у пациентов выраженной патологии дыхательной системы и как следствие – крайне высоким риском выполнения большего по объему и продолжительности оперативного вмешательства по замене тазобедренного сустава. У остальных 71 пациента (84 сустава) нам не удалось выявить четкую причинно-следственную связь развития остеонекроза головки бедренной кости с какими-либо конкретными триггерными факторами.

Во всех случаях диагноз был подтвержден данными МРТ и КТ исследований.

Для определения стадий заболевания нами была использована классификация Association Research Circulation Osseous (ARCO) [11].

0 стадия: при выполнении различных исследований очаг поражения не определяется. Диагноз может быть поставлен по данным биопсии.

I стадия: отсутствие рентгенологических изменений. Очаг определяется при радионуклидном сканировании и/или МРТ.

II стадия: в головке бедренной кости при рентгенографии, МРТ и радионуклидном сканировании определяются первые признаки остеонекроза без нарушения формы суставной поверхности или субхондрального перелома.

III стадия: субхондральный перелом без нарушения сферичности головки бедренной кости. В субхондральной кости наблюдается «знак полумесяца».

IV стадия: импрессия (уплощение) участка головки бедренной кости.

V стадия: все вышеуказанные изменения в сочетании с сужением суставной щели (вторичный артроз).

VI стадия: тотальные дегенеративно-дистрофические изменения сустава.

При II и III стадиях остеонекроза головки бедренной кости учитывается объем вовлечения в патологический процесс головки бедренной кости, а при IV стадии степень импрессии нагружаемого полюса: А – меньше 15% головки бедренной кости; В – от 15 до 30%; С – более 30% головки бедренной кости.

В соответствии с требованием данной классификации всем пациентам в предоперационном периоде выполнялись рентгенограммы пораженного сустава в прямой и аксиальной проекциях с целью определения сферичности головки бедренной кости, высоты суставной щели и вовлечения в процесс субхондральной

кости вертлужной впадины. При выявлении участка импрессии суставной поверхности его процентное соотношение к общей площади головки бедренной кости вычислялось по данным дополнительно выполненной компьютерной томографии. Всем пациентам для выявления участков отслоения хрящевой ткани над областью очага остеонекроза было выполнена магнитно-резонансная томография.

Вычисление объема очага остеонекроза производилось на основании данных МРТ или КТ исследований по формуле расчета первоначального очага остеонекроза с последующим определением его процентного соотношения к объему головки бедренной кости [4]. Распределение пациентов по стадиям заболевания согласно классификации ARCO с учетом выявленных рентгенологических изменений головки бедренной кости и выполненных измерений объема очага представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Распределение общего числа прооперированных суставов по стадиям заболевания

Оперативные вмешательства декомпрессии очага остеонекроза выполнялись пациентам до IV стадии заболевания включительно.

Критериями отказа от выполнения декомпрессии являлись выраженные патологические изменения в тазобедренном суставе:

- предыдущие оперативные вмешательства на данном суставе;
- импрессия головки бедренной кости 15% и более площади суставной поверхности (IV B стадия заболевания и выше);
- отслоение хряща над областью остеонекроза головки бедренной кости (на любой стадии заболевания);
- развитие вторичного остеоартроза тазобедренного сустава с поражением хрящевого покрова и субхондральной кости вертлужной впадины.

Всем 84 пациентам (96 суставов) были выполнены различные варианты декомпрессии очага остеонекроза головки бедренной кости с применением различных методик. Во всех случаях выбор хирургической техники носил случайный характер и не зависел от стадии патологического процесса (табл. 1).

Оперативные вмешательства выполнялись в операционной под контролем электронно-оптического преобразователя. При выполнении декомпрессии множественными туннелями малого диаметра туннели проводились через все полюсы патологического очага. Число туннелей в данном случае варьировало от 6 до 8 и выполнялось сверлом диаметром 3,5 мм (рис. 2).

Классический вариант декомпрессии выполнялся канюлированным сверлом диаметром 9 мм. Обязательным условием выполнения классического варианта декомпрессии являлось попадание направляющего сверла строго в центр очага остеонекроза головки бедренной кости (рис. 3).

Таблица 1

Распределение прооперированных суставов в зависимости от типа декомпрессии и стадии остеонекроза

Стадия	Декомпрессия множественными туннелями, диаметр сверла 3,5 мм	Декомпрессия одним туннелем, диаметр сверла 9 мм	Декомпрессия одним туннелем с последующей обработкой очага до здоровой кости, диаметр сверла 9 мм
II	3	13	8
III	3	41	21
IV	2	1	4
Итого	8	55	33

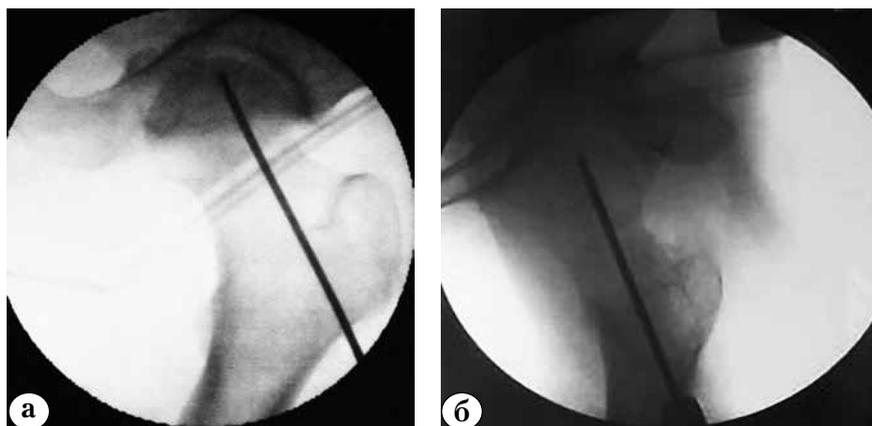


Рис. 2. Интраоперационный ЭОП-контроль при выполнении декомпрессии очага остеонекроза множественными туннелями малого диаметра:
а – проведение сверла диаметром 3,5 мм к очагу в прямой проекции;
б – в аксиальной проекции

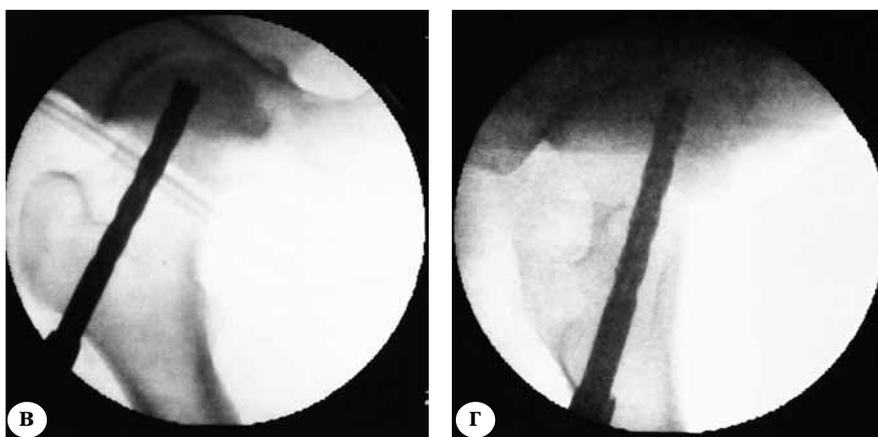
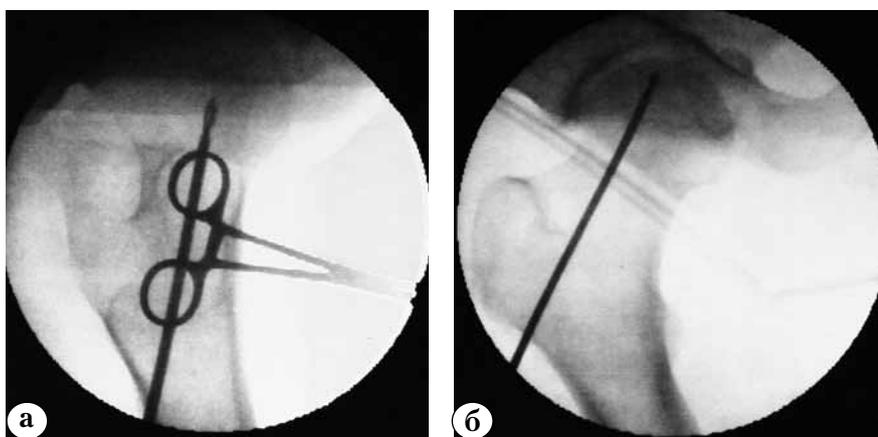


Рис. 3. Интраоперационный ЭОП-контроль при выполнении классического варианта декомпрессии очага остеонекроза:
а – проведение направляющего сверла диаметром 3,5 мм к очагу остеонекроза в прямой проекции,
б – в боковой проекции;
в – проведение сверла диаметром 9 мм по направляющему сверлу к очагу в прямой проекции;
г – в аксиальной проекции

В случае декомпрессии очага остеонекроза с его последующей обработкой до жизнеспособной кости риммером или кюреткой наиболее важным моментом являлась полноценная обработка очага без повреждения субхондральной кости головки бедра с последующим тщательным удалением всех некротических масс (рис. 4).

При выполнении классического варианта декомпрессии сверлом 9 мм, вне зависимости от

того, выполнялась ли последующая обработка очага остеонекроза до здоровой кости, всем пациентам данной группы (87 суставов или 97,7%) выполнялась пластика образовавшегося дефекта аллогенной губчатой костью или минеральными заменителями костной ткани (рис. 5).

Распределение прооперированных суставов в зависимости от материала для заполнения остаточной полости и стадии остеонекроза представлено в таблице 2.



Рис. 4. Интраоперационный ЭОП-контроль при выполнении декомпрессии очага остеонекроза с последующей обработкой до здоровой кости:
а – введение римера по ранее сформированному туннелю сверлом 9 мм и обработка очага остеонекроза до жизнеспособной костной ткани;
б – удаление остатков тканевых масс вакуумным аспиратором

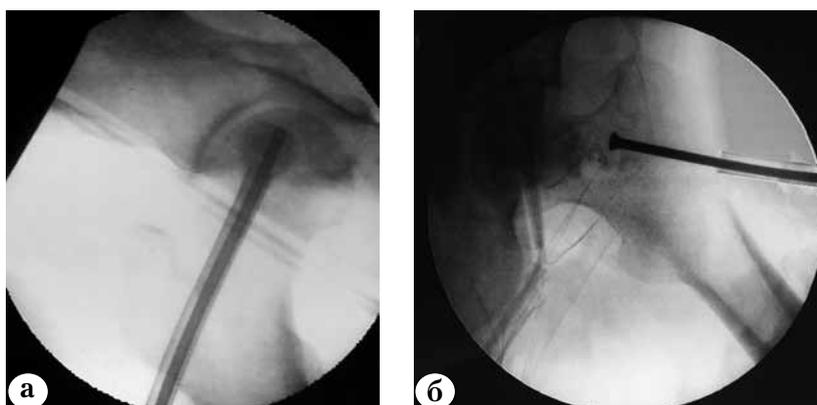


Рис. 5. Интраоперационный ЭОП-контроль заполнения костной полости, образовавшейся после декомпрессии:
а – инъекторное заполнение;
б – заполнения методом импакции

Распределение прооперированных суставов в зависимости от материала для заполнения остаточной полости и стадии остеонекроза

Таблица 2

Стадия	Материал			
	губчатая аллогенная кость	сульфат кальция	комбинация сульфата кальция и β-трикальцийфосфата	β-трикальцийфосфат
II	0	13	2	2
III	3	41	14	3
IV	2	2	1	1
Итого	5	56	17	6

В зависимости от типа декомпрессии точность проведения туннелей, качество попадания сверла в патологический очаг, степень его обработки и заполнения обработанной полости предварительно оценивали на основании данных контрольных рентгенограмм оперированного тазобедренного сустава в прямой и боковой проекциях, выполненных на следующий день после оперативного вмешательства. Окончательная оценка осуществлялась на осно-

вании КТ или МРТ, выполняемых на 3–5-е сутки после оперативного вмешательства (рис. 6).

Движения в суставе разрешали пациентам в первые сутки после оперативного вмешательства. Разгрузка оперированной конечности (нагрузка менее 80%) рекомендовалась в срок от 1,5 до 3 месяцев с момента операции в зависимости от тяжести патологического процесса и/или динамики перестройки биорезорбируемого материала.



Рис. 6. Контроль точности проведения туннелей малого диаметра с использованием МРТ (а) и КТ (б); КТ-контроль степени заполнения костной полости, образовавшейся после декомпрессии (в, г)

Оценка сферичности головки бедренной кости и динамика перестройки материала при заполнении остаточной полости в послеоперационном периоде производилась на основании данных рентгенографии и КТ исследований оперированного сустава через 3, 6 и 12 месяцев, далее – 1 раз в год после оперативного вмешательства. Оценка функциональных результатов в те же сроки производилась с использованием опросника Oxford Hip Score. В случае последующего эндопротезирования оперированного сустава выполнялось патоморфологическое исследование области очага остеонекроза удаленной головки бедренной кости, и наблюдение за пациентами продолжалось на протяжении минимум 12 месяцев.

Результаты

Все пациенты наблюдались на протяжении в среднем 31,6 месяцев (от 12 до 110 месяцев). Предотвратить эндопротезирование ТБС на

протяжении этого времени удалось в 43 случаях (44,8%), 53 сустава (55,2%) подверглись замене в сроки от 4 до 72 месяцев (в среднем 21,6 месяцев) с момента выполнения декомпрессии. Не было выявлено четкой корреляции между стадией остеонекроза головки бедренной кости и временем, прошедшим с момента выполнения декомпрессии очага остеонекроза до артропластики тазобедренного сустава ($p = 0,21$). Однако исход зависел от стадии процесса и величины очага. При четвертой стадии заболевания во всех случаях было выполнено эндопротезирование ТБС, а при IIIA стадии во всех случаях удалось предотвратить замену сустава (рис. 7). При второй стадии процесса эндопротезированию подверглись лишь 4 (20%) сустава, а при третьей стадии эндопротезирование потребовалось в 22,2% случаев при малых размерах очага (до 15% объема головки бедренной кости), в 59,2% – при средних размерах очага (до 30%) и в 92,3% – при больших очагах некроза.

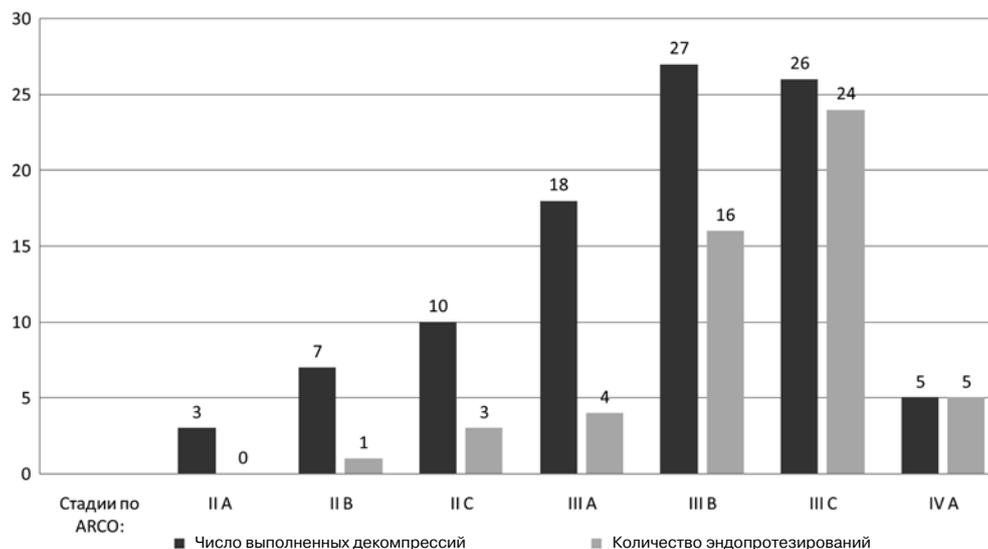


Рис. 7. Зависимость частоты эндопротезирования тазобедренного сустава от величины очага остеонекроза и стадии, на которой была выполнена декомпрессия головки бедренной кости

Худшие показатели выживаемости, оцененной по методу Каплана – Майера, продемонстрировала методика классической декомпрессии без дополнительной обработки очага некроза, лучший результат отмечался при использовании множественной туннелизации отверстиями малого диаметра (рис. 8).

Анализ функциональных результатов по данным опросника Oxford Hip Score также продемонстрировал наименьшие показатели именно в группе пациентов, которым выполнялся классический вариант декомпрессии головки бедренной кости, в отличие от групп, где выполнялась декомпрессия множественными туннелями малого диаметра ($34,7 \pm 3,1$ балл) ($p = 0,06$) и применялось сочетание классической декомпрессии с обработкой очага до здоровой кости ($29,0 \pm 1,5$ балла) (рис. 9).

Последующее патоморфологическое исследование головок бедренных костей, полученных при эндопротезировании тазобедренных суставов у пациентов с неудовлетворительными результатами декомпрессии очага остеонекроза, позволило объяснить взаимосвязь неудовлетворительных результатов лечения с типом декомпрессии очага. Так, при макроскопическом

и микроскопическом исследованиях 39 (66,6%) головок бедренных костей образование полноценной костной ткани наблюдалось только в области разрушения нежизнеспособных участков относительно здоровой кости сверлом. Участки очага, не имеющие контакта с кровоснабжаемой костью, оставались интактными, способствуя тем самым отслоению хряща и формированию участков импрессии головки бедренной кости (рис. 10).

Анализ материала, применяемого для пластики дефекта, не выявил статистически значимой разницы между типом материала и частотой развития артроза тазобедренного сустава ($p = 0,24$). Тем не менее, показатели по Oxford Hip Score демонстрировали стойкую зависимость от полноты заполнения очага остеонекроза через 12 месяцев после выполнения оперативного вмешательства. Так, при заполнении дефекта менее чем на 50% сумма баллов составила $22,8 \pm 1,8$, в то время как при заполнении на 70–90% и более она составляла $28,0 \pm 2,0$ и $30,5 \pm 2,8$ балла соответственно. Данное обстоятельство говорит о взаимосвязи функционального результата с полноценностью заполнения очага остеонекроза во время операции ($p = 0,06$).

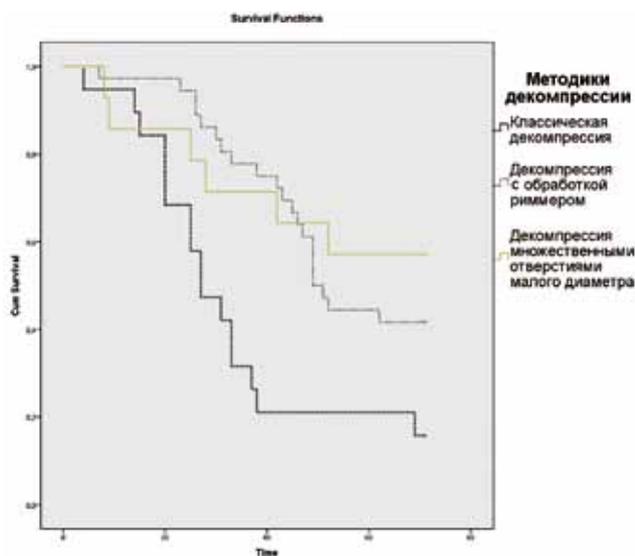


Рис. 8. Функция выживаемости тазобедренного сустава с конечной точкой «эндопротезирование» в зависимости от метода декомпрессии очага остеонекроза

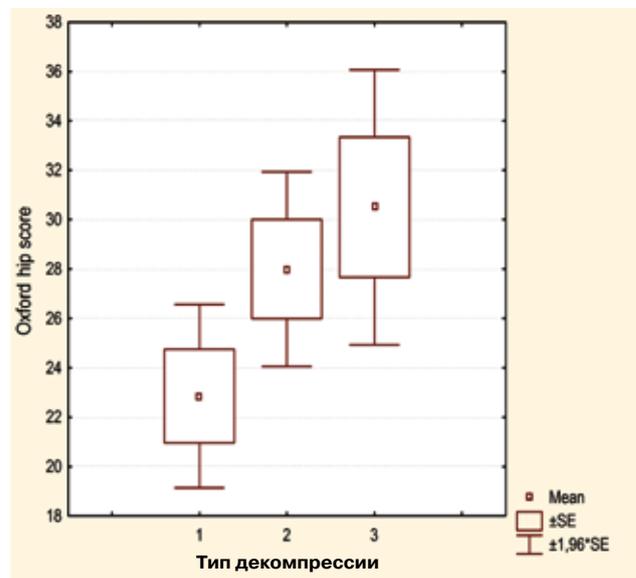


Рис. 9. Оценка результатов лечения по опроснику Oxford Hip Score при выполнении различных вариантов декомпрессии:

- 1 – классическая декомпрессия сверлом 9 мм;
- 2 – сочетание классической декомпрессии с обработкой очага до здоровой кости;
- 3 – декомпрессия множественными туннелями малого диаметра

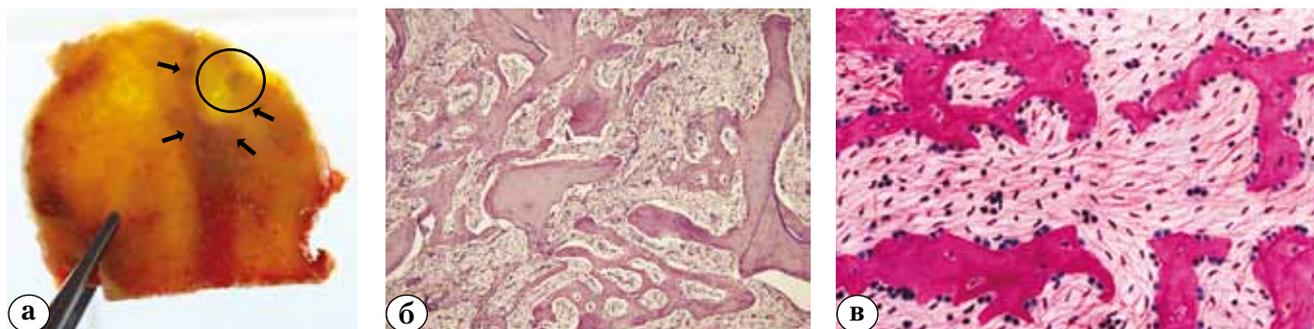


Рис. 10. Патоморфологические изменения головки бедренной кости после декомпрессии без разрушения стенок очага по всему периметру:

а – макропрепарат: по каналу сверла визуализируется хорошо кровоснабжаемая губчатая костная ткань, переходящая на разрушенный участок очага, при отсутствии данных изменений в интактном участке;

б – микропрепарат: область канала сверла представлена губчатой костной тканью с признаками регенерации и отдельно лежащими фрагментами остеозамещающего материала;

в – микропрепарат: в очаге остеонекроза, не контактирующим со здоровой костной тканью, признаков регенерации вокруг остеозамещающего материала не наблюдается; очаг подвергся мелкой фрагментации

Необходимо упомянуть, что в ряде ситуаций неудовлетворительные результаты лечения явились следствием интраоперационных осложнений и не были связаны со стадией заболевания и объемом очага остеонекроза. В трех (3,1%) случаях после выполнения классической декомпрессии по данным контрольной компьютерной томографии было выявлено, что канал сверла проходит в стороне от очага остеонекроза, лишь незначительно задевая его. В данном случае неполноценная декомпрессия не смогла предотвратить типичного течения заболевания и привела к развитию деформирующего артроза, потребовавшего выполнения эндопротезирования тазобедренного сустава в сроки 5,6 и 9,5 месяцев после операции. У двух (2,1%) пациентов при выполнении декомпрессии с обработкой очага остеонекроза до здоровой кости по данным послеоперационной компьютерной томографии выявлена перфорация субхондральной кости и хряща головки. Несмотря на отсутствие рентгенологических признаков прогрессирования заболевания, данные пациенты предъявляли жалобы на стойкие боли в области оперированного тазобедренного сустава, что послужило причиной выполнения эндопротезирования в сроки 12 и 18 месяцев после выполнения декомпрессии очага остеонекроза.

В двух случаях у пациентов с наличием участков импрессии головки бедренной кости, составляющем 15% от суставной поверхности и глубиной 2 мм, через 9 и 14 месяцев соответственно наблюдались прогрессирующие клинические проявления феморо-ацетабулярного импиджмента. Это потребовало выполнения моделирующей резекции участка головки бед-

ренной кости, в одном случае окончившемся эндопротезированием сустава ввиду массивного отслоения хряща.

Из осложнений, относящихся непосредственно к методике декомпрессии, следует отметить наличие краевого некроза кожи у одного пациента на шестые сутки после оперативного вмешательства, что потребовало иссечения краев раны и наложения вторичных швов. У 4 (6 суставов) пациентов на стороне оперативного вмешательства наблюдались явления вертельного бурсита, которые были купированы несколькими сеансами ударно-волновой терапии.

Клинический пример 1

Пациент З., 41 год. Обратился в РНИИТО им. Р.Р. Вредена с диагнозом: остеонекроз головок обеих бедренных костей: стадии 2 С слева и 3 В справа по классификации ARCO (рис 11. а, б). Пациенту выполнена декомпрессия очага остеонекроза головок обеих бедренных костей с последующей обработкой очага до жизнеспособной кости и замещением образовавшегося дефекта минеральным заменителем костной ткани. Первичное купирование болевого синдрома наблюдалось на вторые сутки после оперативного вмешательства. Рекомендованная длительность разгрузки оперированной конечности составляла 4 месяца.

Через три года после выполнения оперативных вмешательств болевой синдром, хромота отсутствуют. Амплитуда движений в тазобедренном суставе сохранена в полном объеме (рис. 11 е–и). Оценка функциональных результатов по Oxford Hip Score составила 42 балла. Рентгенологически отмечаются следы биокомпозитного материала в области очага и по ходу канала сверла. Участки импрессии головок бедренных костей отсутствуют (рис. 11 д).

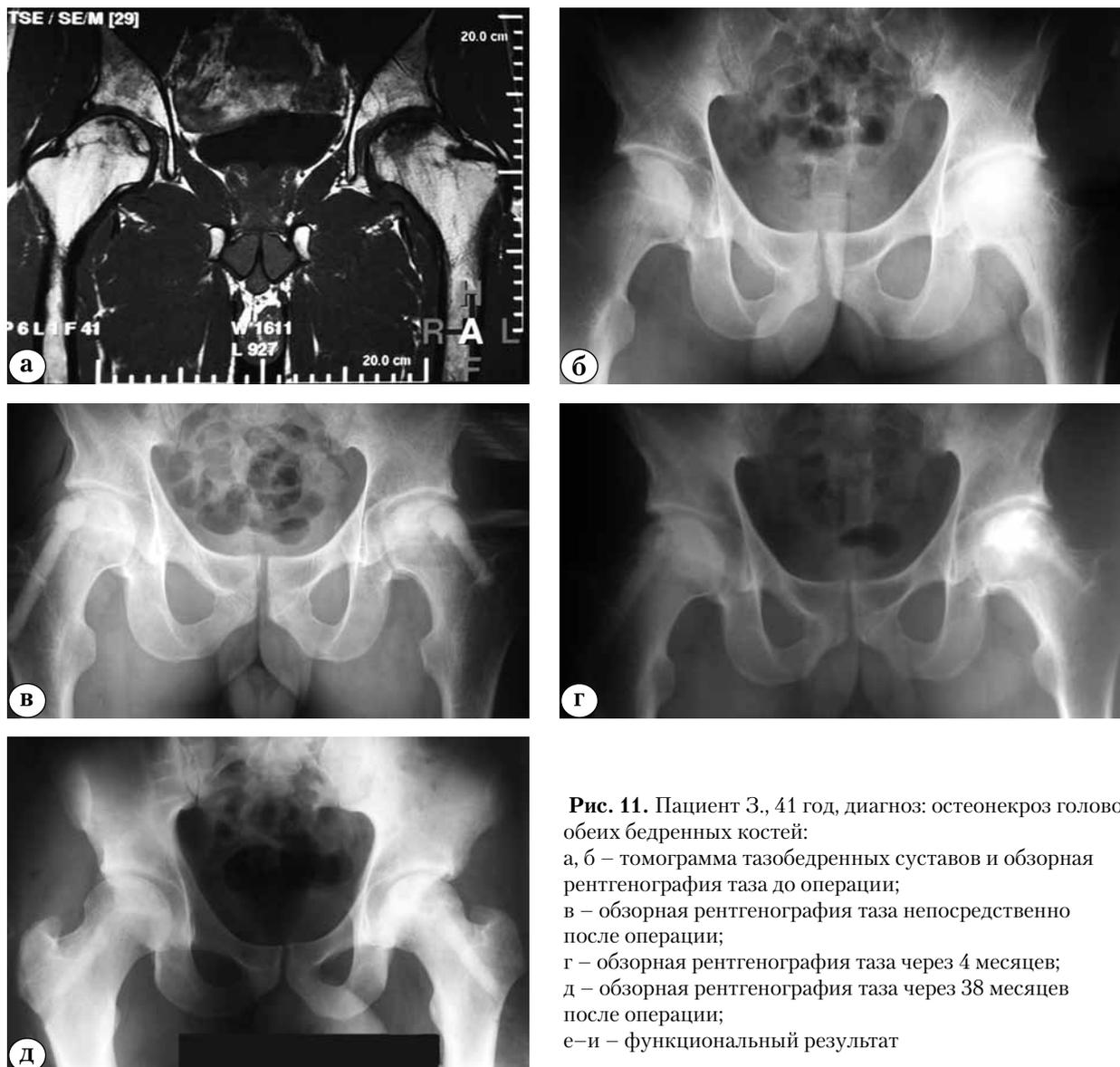


Рис. 11. Пациент 3., 41 год, диагноз: остеонекроз головок обеих бедренных костей:
 а, б – томограмма тазобедренных суставов и обзорная рентгенография таза до операции;
 в – обзорная рентгенография таза непосредственно после операции;
 г – обзорная рентгенография таза через 4 месяцев;
 д – обзорная рентгенография таза через 38 месяцев после операции;
 е-и – функциональный результат



Клинический пример 2

Пациентка Ф., 58 лет, обратилась в РНИИТО им. Р.Р. Вредена с диагнозом: остеонекроз головки левой бедренной кости, стадия 3 В по классификации ARCO (рис. 12 а, б).

Пациентке выполнено оперативное вмешательство в объеме классической декомпрессии очага остеонекроза головки левой бедренной кости сверлом диаметром 9 мм (рис. 12 в).

Несмотря на разгрузку оперированной конечности в течение 8 месяцев, через 6 месяцев у пациентки выявлен значительный участок импрессии головки бедренной кости в области очага остеонекроза (рис. 12 г). На момент осмотра пациентка предъявляла жалобы на выраженный болевой синдром, значительное ограничение амплитуды движений в области левого тазобедренного сустава. Оценка функциональных результатов по Oxford Hip Score на момент осмотра составила 24 балл. Ввиду выраженного нарушения статико-динамической функции левой нижней конечности, обусловленного развитием вторичного артроза ТБС, через 7 месяцев после декомпрессии пациентке было выполнено тотальное эндопротезирование левого тазобедренного сустава (рис. 12 д).

Обсуждение

Различные варианты декомпрессии очага остеонекроза головки бедренной кости, выполненные на ранних стадиях заболевания, позволяют быстро купировать болевой синдром, восстановить функцию и на неопределенный срок отложить выполнение эндопротезирования пораженного сустава [6, 18]. Данные оперативные вмешательства оправданы не только у пациентов молодого возраста, когда наиболее остро стоит вопрос о предстоящем сроке службы искусственного сустава и числа последующих ревизий [6, 17], но и у пациентов старшей возрастной группы. В последнем случае выполнение эндопротезирования может быть попросту затруднено или невозможно ввиду тяжелой сопутствующей патологии. Особо важно понимание того, что в любой возрастной группе операции, направленные на сохранение сустава, в случае высокой вероятности получения хорошего функционального результата должны иметь приоритет перед операцией эндопротезирования. Однако необходимо подчеркнуть, что успех операции существенно зависит от стадии процесса и типа выполненных оперативных

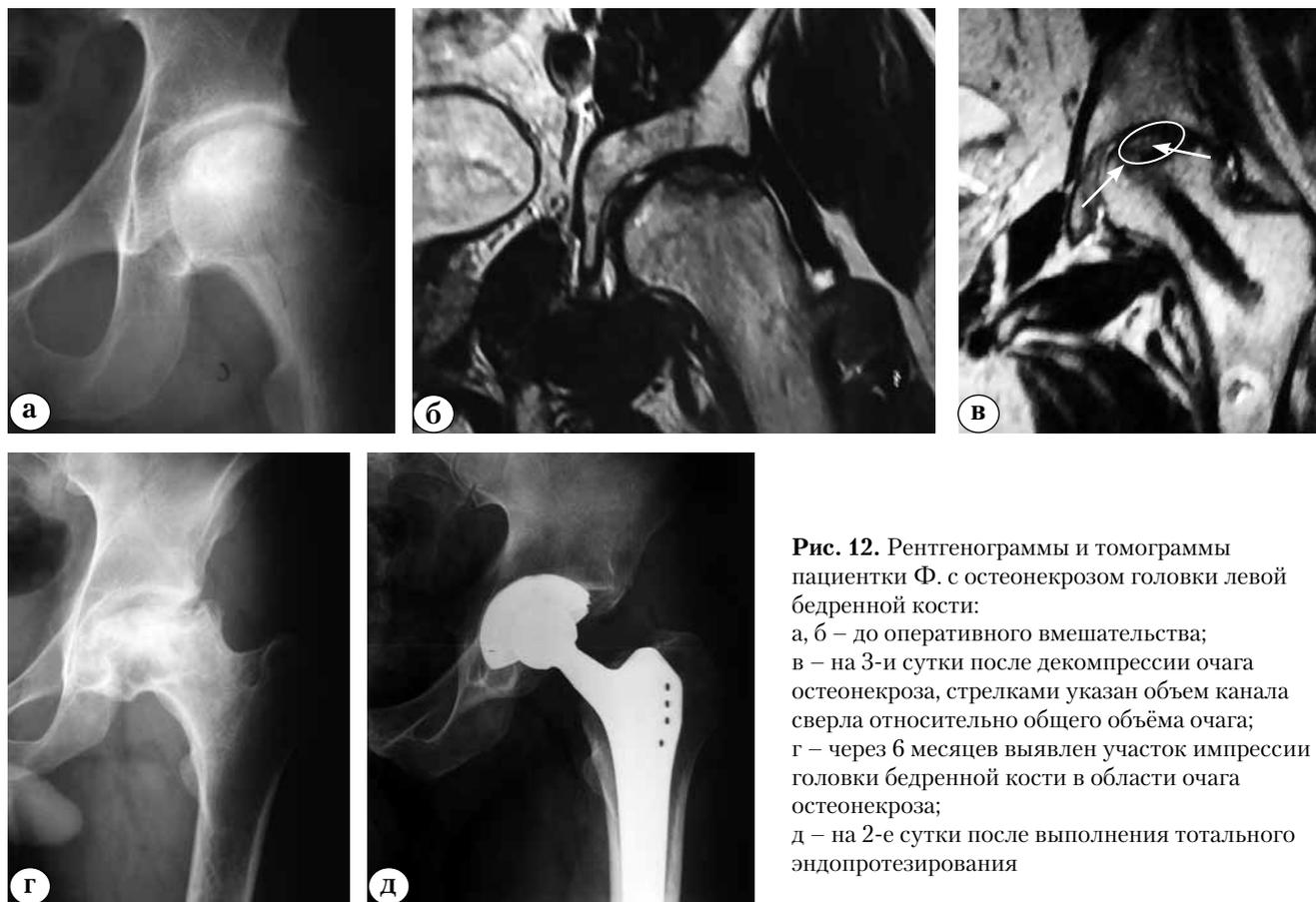


Рис. 12. Рентгенограммы и томограммы пациентки Ф. с остеонекрозом головки левой бедренной кости:
 а, б – до оперативного вмешательства;
 в – на 3-и сутки после декомпрессии очага остеонекроза, стрелками указан объем канала сверла относительно общего объема очага;
 г – через 6 месяцев выявлен участок импрессии головки бедренной кости в области очага остеонекроза;
 д – на 2-е сутки после выполнения тотального эндопротезирования

вмешательств. С большой долей вероятности бесперспективно выполнение любых вариантов декомпрессии очага остеонекроза при наличии участков импрессии, приводящих к нарушению сферичности головки. Также на результативность методики оказывают значительное влияние способы декомпрессии очага остеонекроза [18, 27]. Эффективность классической декомпрессии при очагах остеонекроза, занимающих более 15% головки бедренной кости, представляется весьма сомнительной, поскольку данная методика не может обеспечить полноценного разрушения патологической капсулы, окружающей очаг. В отличие от нее, обработка очага до жизнеспособной кости при помощи риммера позволяет убрать в среднем $83,0 \pm 1,7\%$ нежизнеспособной костной ткани, обеспечив тем самым лучшие условия для последующего замещения дефекта костной тканью [4]. Тем не менее, следует с особой осторожностью выполнять данную процедуру у пациентов с обширными очагами, имеющими большую площадь непосредственного контакта с субхондральной костью. В данном случае желание максимально обработать дефект может повлечь за собой перфорацию участка головки и отслоение хряща. Также необходимо подчеркнуть, что при выполнении декомпрессии с обработкой очага остеонекроза до здоровой кости усилия хирурга должны быть направлены на полноценное заполнение остаточного дефекта, поскольку именно этот фактор является вторым по значимости с точки зрения формирования ранней опоры, способной выдерживать нагрузки до замещения дефекта костной тканью.

Важным моментом при выборе тактики является обязательное использование данных МРТ и КТ, позволяющих оценить степень отслойки хряща и глубину импрессии и, соответственно, предотвратить выполнение бессмысленного оперативного вмешательства в виде декомпрессии с обработкой очага, а рассмотреть альтернативные методы лечения – ротационную остеотомию или первичное эндопротезирование ТБС.

Таким образом, в случае значительных пристеночных очагов предпочтение следует отдать декомпрессии множественными туннелями малого диаметра. Данная методика позволяет свести к минимуму риск перфорации головки бедренной кости, незначительно ослабляя при этом ее прочностные свойства. Другим аспектом является то, что множественные туннели, проведенные к различным участкам очага, по всей видимости, позволяют максимально разрушить окружающую его фиброзную капсулу, создавая тем самым лучшие условия для прорастания сосудов и ремоделирования костной

ткани. Тем не менее, последнее утверждение является лишь гипотезой, поскольку в настоящее время ни одному из пациентов, перенесших декомпрессию множественными туннелями, не было выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава, а значит, мы не получили гистологического подтверждения данной теории.

С учетом полученных в ходе исследования данных целесообразно будет рекомендовать следующий алгоритм выбора метода декомпрессии в зависимости от стадии заболевания, размера и расположения очага остеонекроза до формирования импрессии нагружаемого полюса головки бедренной кости, что соответствует первым трем стадиям по классификации ARCO.

Декомпрессия множественными туннелями малого диаметра является наименее травматичной методикой и может быть использована при очагах любого размера, особенно при их пристеночном «распластанном» расположении ввиду минимизации риска отслоения хрящевой ткани от субхондральной кости, обусловленного значительной перфорацией последней. Относительным критерием исключения являются незначительные очаги (менее 9 мм в диаметре), поскольку проведение нескольких туннелей в столь малый очаг потребует больших затрат операционного времени и более высокой лучевой нагрузки из-за необходимости контроля проведения каждого туннеля, в отличие от метода классической декомпрессии.

Классический вариант декомпрессии целесообразно выполнять лишь у пациентов с очагом остеонекроза до 15% от общего объема головки бедренной кости (А тип по ARCO). Критерием в пользу отказа от использования данной методики являются очаги более 9 мм в диаметре из-за невозможности полноценного разрушения фиброзной капсулы, окружающей очаг.

Классический вариант декомпрессии, дополненный обработкой очага остеонекроза до здоровой кости, наиболее целесообразно выполнять в случае обширных очагов остеонекроза – более 15% от общего объема головки бедренной кости (В и С тип по классификации ARCO). Критерием ограничения являются:

- любые субхондральные «распластанные» очаги вследствие риска развития перфорации хряща головки бедренной кости;
- очаги остеонекроза менее 15% от объема головки бедренной кости ввиду риска неоправданного объема разрушения окружающей очаг здоровой костной ткани.

В заключении необходимо упомянуть, что данный алгоритм построен на ограниченном числе наблюдений, и для однозначного пони-

мания эффективности той или иной хирургической техники требуются дополнительные, более масштабные исследования. Также необходимо обратить внимание на актуальность проведения исследований эффективности межвертельных ротационных остеотомий проксимального отдела бедренной кости как метода, позволяющего сохранить пораженный сустав на более поздних стадиях заболевания после формирования импрессионного перелома головки бедренной кости. Вероятно, последующее обобщение результатов данных исследований поможет выработать алгоритм, позволяющий отсрочить, а в ряде случаев и вовсе предотвратить эндопротезирование тазобедренного сустава у данной категории пациентов.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

- Ахтямов И.Ф., Закиров Р.Х., Лобашов В.В., Современные методы визуализации в диагностике остеонекроза головки бедренной кости. *Вестник современной клинической медицины*. 2014; 7(приложение 2): 30-39.
- Загородный Н.В., Евгений Ш.Л., Батыгин Г.Г. Регистры по эндопротезированию тазобедренного сустава. *Вестник Российской государственной академии хирургической науки*. Серия: Медицина. 2012;(3):66-71.
- Зоря В.И. Возможные причины асептического некроза головки бедренной кости у взрослых и вопросы его диагностики. *Травматология и ортопедия России*. 1994;(5):46-53.
- Конев В.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Денисов А.О. Эффективность использования биорезорбируемых материалов для заполнения костных полостей при остеонекрозе головки бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(3):28-38.
- Корж А.А. Керамические имплантаты при хирургическом лечении асептического некроза головки бедренной кости. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1989;(10):1-3.
- Руководство по хирургии тазобедренного сустава / под редакцией Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2014. Т. 1. 368 с.
- Тихилов Р.М., Воронцова Т.Н., Лучанинов С.С. Динамика основных показателей травматизма и заболеваемости костно-мышечной системы у населения Ленинграда – Санкт-Петербурга (итоги тридцатилетнего мониторинга, проведенного с 1976 по 2007 гг.). *Травматология и ортопедия России*. 2008;(4):100-106.
- Тихилов Р.М., Воронцова Т.Н., Черный А.Ж., Лучанинов С.С. Состояние травматизма и ортопедической заболеваемости взрослого населения Санкт-Петербурга в 2009-2011 гг. и работа травматолого-ортопедической службы города. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(4):110-119.
- 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;93:167-190.
- Aldridge J.M. Free vascularized fibular grafting for the treatment of postcollapse osteonecrosis of the femoral head. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86, Suppl. 1:87-101.
- Gardeniers J.W.M. ARCO Report of the committee of staging and nomenclature. *ARCO News Letter*. 1993;5: 79-82.
- Hernigou P., Manicom O., Poignard A., Nogier A., Filippini P., Abreu L.D. Core decompression with marrow stem cells. *Oper Tech Orthop*. 2004;14:68-74.
- Hungerford D.S. Treatment of ischemic necrosis of the femoral head. In: Evarts CD, editor. *Surgery of the musculoskeletal system*. Vol. 3. New York: Churchill Livingstone; 1983. p. 5029-5043.
- Keizer S.B., Kock N.B., Dijkstra P.D., Taminiau A.H., Nelissen R.G. Treatment of avascular necrosis of the hip by a non-vascularised cortical graft. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88:460-466.
- Kim S.Y., Kim D.H., Park I.H. Multiple drilling compared with core decompression for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86:149.
- Lausten G.S., Mathiesen B. Core decompression for femoral head necrosis: Prospective study of 28 patients. *Acta Orthop Scand*. 1990;51:507-511.
- Lieberman J.R., Conduah A., Urist M.R. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with core decompression and human bone morphogenetic protein. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;429:139-145.
- Mont M.A., Ragland P.S., Etienne G. Core decompression of the femoral head for osteonecrosis using percutaneous multiple small diameter drilling. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;429:131-138.
- Mont M.A., Carbone J.J., Fairbank A.C. Core decompression versus nonoperative management for osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(324):169-178.
- Mont M.A., Hungerford D.S. Non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*. 1995; 77(3):459-474.
- Seyler T.M., Cui Q., Mihalko W.M. et al. Advances in hip arthroplasty in the treatment of osteonecrosis. *Instr Course Lect*. 2007;56:221-233.
- Shuler M.S., Rooks M.D., Roberson J.R. Porous tantalum implant in early osteonecrosis of the hip preliminary report on operative, survival and outcomes results. *J Arthroplasty*. 2007;22:26-31.
- Stein H., Volpin G., Horer D. Vascularized musculopedicle flap for osteonecrosis of the femoral head. *Orthopedics*. 2002;25:485-488.
- Swedish hip arthroplasty register annual report 2013 [http://www.shpr.se/en/Publications/DocumentsReports.aspx].
- Tsukanaka M., Halvorsen V., Nordsletten L., Engesaeter I.O., Engesaeter L.B., Fenstad A.M., Röhrli S. Implant survival and radiographic outcome of total hip replacement in patients less than 20 years old. *Acta Orthop*. 2016;20:1-6. [Epub ahead of print]
- Veillette C.J., Mehdian H., Schemitsch E.H., McKee M.D. Survivors hip analysis and radiographic outcome following tantalum rodinsertion for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:48-55.
- Yan Z.Q., Chen Y.S., Li W.J., Yang Y., Huo J.Z., Chen Z.R. et al. Treatment of osteonecrosis of the femoral head by percutaneous decompression and autologous bone marrow mononuclear cell infusion. *Chin J Traumatol*. 2006;9:3-7.

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 главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Мясоедов Алексей Андреевич – младший научный сотрудник отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Иржанский Арсений Александрович – клинический ординатор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

COMPARISON OF DIFFERENT CORE DECOMPRESSION TECHNIQUES FOR TREATMENT OF EARLY STAGES OF OSTEONECROSIS OF THE FEMORAL HEAD

R.M. Tikhilov^{1,2}, I.I. Shubnyakov¹, A.A. Myasoedov¹, A.A. Irzhansky¹

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

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

Abstract

Today one of the most interesting organ surgical interventions for patients with osteonecrosis of the femoral head are still different core decompression procedure. However, in the literature, we could not find any indication on what stage of the disease is different proposed techniques is the most effective.

Purpose of the study – compare the results of different methods of core decompression in the early stages of the disease, before the development of hip osteoarthritis.

Materials and methods. From 2006 to 2015 we treated 84 patients (96 hips) with a diagnosis of osteonecrosis of the femoral head. The mean age of patients was 37,4±9,1 (from 18 to 71) years. Classification Association Research Circulation Osseous (ARCO) was used to determine the stage of the disease. 20 patients core decompression performed on stage II, 71 stage III and 5 in stage IV of disease. Core decompression by one tunnel 9 mm diameter was performed in 55 cases, and in 33 cases, the destruction of the core to the healthy bone has been made. Grafting of the residual cavity has been made by allogeneic bone, calcium sulfate, a combination of calcium sulfate and β3-calcium phosphate and β3-calcium phosphate. Eight joints operated by core decompression multiple tunnels of small diameter without subsequent plastic tunnels. We assessed the results on the basis of X-ray and CT scan data of the operated hip, and according to Oxford Hip Score at 3, 6 and 12 months, and then once in 1 year after surgery. In case of subsequent hip replacement was performed pathological examination area of core osteonecrosis of the femoral head.

Results. The average period of follow-up was 31,6 months (from 12 to 110 months). Preventing hip arthroplasty during this time managed in 43 cases (44.8%), 53 joints (55.2%), total hip replacement has been made in the period from 4 to 72 months (average 21.6 months) from the date of implementation of core decompression. The greater the number of good and satisfactory results have shown methods aimed at complete destruction of nonviable bone on the border of core osteonecrosis – healthy bone.

Frequency of hip replacement is directly dependent on the stage of the disease. In the second stage of the disease hip replacement made in 4 cases (20%) at the third stage satisfactory performance were observed mainly in the case of small and medium sized core osteonecrosis of the femoral head (4, 18 and 16 of the joints 27, respectively). In the fourth stage of the disease arthroplasty was performed in all five cases.

Conclusions. Different techniques of core decompression are most effective before the formation of the Impressions of the loaded part of the femoral head, which corresponds to stage III ARCO classification inclusive. Efficacy techniques depends not only on the stage but also on the size and location core of osteonecrosis.

Keywords: osteonecrosis of the femoral head, core decompression, preserving surgery hip, hip osteoarthritis.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21

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

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

Cite as: Tikhilov RM, Shubnyakov II, Myasoedov AA, Irzhansky AA. [Comparison of different core decompression techniques for treatment of early stages of osteonecrosis of the femoral head]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3): 7-21 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21.

✉ *Myasoedov Aleksey A.* Ul. Akad. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: myasoedov_alexei@mail.ru

1 Received: 23.08.2016; Accepted for publication: 03.09.2016

References

1. Akhtiamov IF, Zakirov RKh, Lobashov VV. [Current methods of visualization and diagnostic of avascular necrosis of hip]. *Vestnik Sovremennoi Klinicheskoi Mediciny (Kazan')* [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]. 2014;7(2):30-39. [in Russ.]
2. Zagorodniy NV, Lomtadidze ESh, Batygin GG. [Register of hip arthroplasty]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina*. [Bulletin of peoples Friendship University of Russia. Series Medicine]. 2012;(3):66-71. [in Russ.]
3. Zorya VI. [Possible causes of avascular necrosis of the femoral head in adults and problems of its diagnosis]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 1994;(5):46-53. [in Russ.]
4. Konev VA, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Myasoedov AA, Denisov AO. [Bioresorbable materials for bone defects substitution in patients with osteonecrosis of the femoral head]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(3):28-38. [in Russ.]
5. Korzh AA. [Surgical treatment of avascular necrosis of the femoral head using ceramic implants]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics]. 1989;(10):1-3. [in Russ.]
6. Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guide to hip surgery]. R.M. Tikhilov, I.I. Shubnyakov (eds). SPb.: RNIITO im. R.R. Vredena; 2014. T. II. 356 p. [in Russ.]
7. Tikhilov RM, Vorontsova TN, Luchaninov SS. [Organizational and methodological work on the creation and development of trauma care]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2008;(4):100-106. [in Russ.]
8. Tikhilov RM, Vorontsova TN, Cherniy AG, Luchaninov SS. [Traumatism and orthopedic diseases incidence in adults of St. Petersburg in 2008–2011 and activity of trauma and orthopedic care system]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;(4):110-119. [in Russ.]
9. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Kovalenko AN, Chernyy AZh, Murav'yeva YuV, Goncharov MYu. [Annual report of register arthroplasty of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics 2007–2012]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2013;(3):167-190. [in Russ.]
10. Aldridge JM. Free vascularized fibular grafting for the treatment of postcollapse osteonecrosis of the femoral head. Surgical technique. *J Bone Joint Surg.Am.* 2004;86, Suppl. 1:87-101.
11. Gardeniers JWM. ARCO Report of the committee of staging and nomenclature. *ARCO News Letter*. 1993;5:79-82.
12. Hernigou P, Manicom O, Poignard A, Nogier A, Filippini P, Abreu LD. Core decompression with marrow stem cells. *Oper Tech Orthop.* 2004;14:68-74.
13. Hungerford DS. Treatment of ischemic necrosis of the femoral head. In: Evarts CD, editor. *Surgery of the musculoskeletal system*. Vol. 3. New York: Churchill Livingstone; 1983. p. 5029-5043.
14. Keizer SB, Kock NB, Dijkstra PD, Taminiau AH, Nelissen RG. Treatment of avascular necrosis of the hip by a non-vascularised cortical graft. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:460-466.
15. Kim SY, Kim DH, Park IH. Multiple drilling compared with core decompression for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86:149.
16. Lausten GS, Mathiesen B. Core decompression for femoral head necrosis: Prospective study of 28 patients. *Acta Orthop Scand.* 1990;51:507-511.
17. Lieberman JR, Conduah A, Urist MR. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with core decompression and human bone morphogenetic protein. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;429:139-145.
18. Mont MA, Ragland PS, Etienne G. Core decompression of the femoral head for osteonecrosis using percutaneous multiple small diameter drilling. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;429:131-138.
19. Mont MA, Carbone JJ, Fairbank AC. Core decompression versus nonoperative management for osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(324):169-178.
20. Mont MA, Hungerford DS. Non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(3):459-474.
21. Seyler TM, Cui Q, Mihalko WM et al. Advances in hip arthroplasty in the treatment of osteonecrosis. *Instr Course Lect.* 2007;56:221-233.
22. Shuler MS, Rooks MD, Roberson JR. Porous tantalum implant in early osteonecrosis of the hip preliminary report on operative, survival and outcomes results. *J Arthroplasty.* 2007;22:26-31.
23. Stein H, Volpin G, Horer D. Vascularized musclepedicle flap for osteonecrosis of the femoral head. *Orthopedics.* 2002;25:485-488.
24. Swedish hip arthroplasty register annual report 2013 [http://www.shpr.se/en/Publications/DocumentsReports.aspx].
25. Tsukanaka M, Halvorsen V, Nordstletten L, Engesaeter I.O., Engesaeter LB, Fenstad AM, Röhrli S. Implant survival and radiographic outcome of total hip replacement in patients less than 20 years old. *Acta Orthop.* 2016;20:1-6. [Epub ahead of print]
26. Veillette CJ, Mehdian H, Schemitsch EH, McKee MD. Survivors hip analysis and radiographic outcome following tantalum rodinsertion for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:48-55.
27. Yan ZQ, Chen YS, Li WJ, Yang Y, Huo JZ, Chen ZR et al. Treatment of osteonecrosis of the femoral head by percutaneous decompression and autologous bone marrow mononuclear cell infusion. *Chin J Traumatol.* 2006;9:3-7.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Tikhilov Rashid M. – professor, director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of department of traumatology and orthopedics of Mechnikov NorthWestern State Medical University

Shubnyakov Igor I. – chief researcher of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Myasoedov Alexey A. – researcher of hip joint pathology department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Irzhansky Arseny A. – clinical intern of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КРОВОТОКА В СУБХОНДРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ У БОЛЬНЫХ ГОНАРТРОЗОМ ПОСЛЕ ТУННЕЛИЗАЦИИ И ВВЕДЕНИЯ АУТОЛОГИЧНОЙ КРОВИ С ЭЛЕМЕНТАМИ КОСТНОГО МОЗГА

Е.Н. Щурова, М.Ю. Бирюкова, П.П. Буравцов, В.С. Бунов

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

Реферат

Введение. Остеоартроз коленного сустава приводит к существенному снижению работоспособности и инвалидизации людей трудоспособного возраста. При лечении данной категории больных доминирующее положение занимает артропластика. Однако многие ортопеды все более склоняются к операциям, позволяющим сохранить анатомо-функциональную целостность коленного сустава и отложить операцию по тотальной замене коленного сустава на более поздние сроки. Одним из таких методов лечения является субхондральная туннелизация с введением аутологичной крови с элементами костного мозга.

Цель работы – исследовать динамику кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга и ее влияние на процесс реабилитации у больных гонартрозом.

Материал и методы. Работа основана на результатах исследования 26 больных гонартрозом 2-3 степени. Оперативное лечение заключалось в выполнении туннелизации мыщелков бедренной и большеберцовой кости с введением аутологичной крови с элементами костного мозга. Кровообращение субхондральной области эпифиза большеберцовой кости исследовалось в операционной, до начала операции, после туннелизации и после введения аутокрови. Регистрацию кровотока производили с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии. Функциональное состояние пациента и тяжесть патологии анализировали с помощью индексной комплексной оценки.

Результаты. У больных гонартрозом после туннелизации мыщелков бедренной и большеберцовой костей в 46,2% случаев регистрировалось значительное увеличение кровотока (на 42–108%, $p < 0,05$) в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости, у 58% больных этой группы повышенный кровоток сохранялся после введения аутокрови с элементами костного мозга. У больных со значительным увеличением кровотока показатель индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации был больше на 23% ($p < 0,05$), 21% ($p < 0,05$) и 17,4% ($p < 0,05$) соответственно, чем в группе больных без выраженного прироста. Доля больных с увеличением индексной оценки походки, мышечной силы, деформации сустава, функции, качества жизни также была выше в группе больных с увеличением показателей кровотока.

Выводы. Значительный прирост кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутокрови с элементами костного мозга способствует улучшению функции сустава и качества жизни больных гонартрозом.

Ключевые слова: гонартроз, субхондральная туннелизация, аутокровь, реабилитация.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30

Введение

В настоящее время остеоартроз коленного сустава по-прежнему остается актуальной медико-социальной и экономической проблемой [7]. В России на 10 000 жителей приходится 99,6 случаев заболевания [1]. В 80% случаев происходит снижение качества жизни больных, у 10–21% больных наступает инвалидность

[5, 19]. Отмечается рост заболеваемости артрозами среди лиц средней возрастной группы (40–60 лет), а также увеличивается продолжительность периода нетрудоспособности [2, 11].

В РНЦ «ВТО им. акад. Г.И. Илизарова» была разработана методика декомпрессионно-дренирующей субхондральной туннелизации суставных отделов бедренной и большебер-

Щурова Е.Н., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П., Бунов В.С. Исследование динамики кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости у больных гонартрозом после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):22-30.
DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30.

Щурова Елена Николаевна. Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014; e-mail: elena.shurova@mail.ru

Рукопись поступила: 28.06.2016; принята в печать: 20.07.2016

цовой костей спицами, которую стали дополнять введением в туннели аутологичной крови с элементами костного мозга [9, 13, 15]. Динамика кровотока в субхондральной области у больных гонартрозом при данном способе лечения и ее влияние на функциональное состояние пациента после операции до настоящего времени изучены недостаточно [3, 10, 18].

Цель работы – исследовать динамику кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга и ее влияние на процесс реабилитации больных гонартрозом.

Материал и методы

Работа основана на результатах исследования 26 больных гонартрозом 2-3 степени по классификации J.H. Kellgren и J.S. Lawrence [20], в возрасте от 45 до 72 лет ($58,1 \pm 1,2$ лет), в том числе 6 мужчин и 20 женщин. У 16 больных была зарегистрирована вторая степень заболевания, в 10 случаях – третья. Давность заболевания колебалась от 1,5 до 12 лет (в среднем – $7,4 \pm 0,7$ лет). У 15 больных наблюдался выраженный болевой синдром, который значительно снижал качество жизни. Исследование было одобрено комитетом по этике ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации 1975 г., пересмотренной в 2008 г.

Критерием включения в исследование был идиопатический гонартроз 2-3 степени по классификации Kellgren – Lawrence [20].

Критериями исключения являлись последствия травм, остеопороз, разрывы связок и менисков.

Клинический диагноз подтверждали с помощью рентгенографии, УЗИ, при необходимости – компьютерной томографии.

Всем больным было выполнено оперативное вмешательство: туннелизация мышечков бедренной и большеберцовой костей с введением аутологичной крови с элементами костного мозга. Сначала осуществляли туннелизацию мышечков костей с помощью спиц – выполняли три туннеля и удаляли спицы. Затем в верхнем полюсе диафиза большеберцовой кости спицей создавали перфорационное отверстие, с помощью шприца через иглу производили забор аутологичной крови с элементами костного мозга. В один из спицевых туннелей вводили иглу и производили инъекцию 1 мл трансплантата в область субхондральной кости.

Кровообращение субхондральной области эпифиза большеберцовой кости исследовали в операционной до начала операции, после туннелизации и после введения аутокрови. Регистрацию кровотока производили с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии (доплерограф «Минимакс-Доплер-К», Санкт-Петербург) с применением интраоперационного датчика 20 мГц в режиме исследования микроциркуляции и перфузии мелких кровеносных сосудов. Глубина локации датчика 20 мГц составляла до 5,0 мм, площадь рабочей поверхности – 3,14 мм². Для регистрации кровотока в проекции субхондральной области с помощью сверла диаметром 3 мм формировалось отверстие глубиной 4–5 см, через которое вводился датчик для измерения кровотока в субхондральной области. Введение датчика осуществлялось под рентгенологическим контролем в верхней трети голени с латеральной поверхности во внутренний мышечлок большеберцовой кости. Для анализа кровотока использовали следующие показатели: V_s – максимальная систолическая скорость (см/сек), Q_s – объемная скорость мл/мин, V_m – средняя скорость (см/сек), PI – индекс пульсации (Гослинга), RI – индекс сопротивления (Пурсело).

Функциональное состояние пациента и тяжесть патологии анализировали с помощью индексной комплексной оценки, разработанной в РНЦ «ВТО им. акад. Г.И. Илизарова», которая включает объективные (походка, деформация сустава, мышечная сила, функция, нестабильность, склероз субхондральной ткани) и субъективные критерии (болевой синдром, толерантность к нагрузке, оценка больным качества жизни) [8]. После лечения рассчитывали средний критерий реабилитации больных на основе объективных и субъективных критериев индексной комплексной оценки (СКР = сумма баллов/количество критериев). Оценку состояния пациентов осуществляли до лечения и через 3–12 месяцев (в среднем $5,4 \pm 0,4$ мес.) после операции.

На основе полученных данных составляли невзвешенные вариационные ряды. Статистическая обработка проводилась с помощью программы Microsoft EXCEL-2010 с надстройкой AtteStat [4]. Использовали методы непараметрической статистики. Для оценки достоверности различия средних использовали t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Манна – Уитни. Степень взаимосвязи признаков оценивали с помощью линейного коэффициента корреляции Пирсона. Принятый уровень значимости – 0,05.

Результаты

После проведения туннелизации мышечков бедренной и большеберцовой костей линейная и объемная скорости кровотока увеличились на 42% и 39% соответственно ($p < 0,05$) (табл. 1). Средняя скорость кровотока имела тенденцию к увеличению.

После введения аутокрови показатели кровотока также имели тенденцию к увеличению по сравнению с исходным уровнем – у 7 (27%) больных из 26 регистрировалось значительное увеличение.

Анализ динамики функционального состояния и патологических проявлений через $5,4 \pm 0,4$ месяцев после лечения на основе объективных и субъективных критериев индексной комплексной оценки показал, что в наибольшей степе-

ни происходит снижение интенсивности боли (в 81,5% случаев), повышение качества жизни (81,5%), мышечной силы (74%), улучшение походки (70%) и функции сустава (66,7%) (табл. 2). Средний критерий реабилитации увеличился в 100% случаев в среднем на $35,2 \pm 2,8\%$.

Индивидуальный подход к анализу реакций кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости на туннелизацию показал, что по характеру динамики больных можно разделить на две группы:

- первая группа – выраженное увеличение линейной, объемной и средней скоростей кровотока, в которую вошли 12 больных;
- вторая группа – отсутствие значительных изменений показателей скорости кровотока – 14 больных (табл. 3).

Таблица 1

Показатели кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга ($M \pm m$, $n = 26$)

Показатель кровотока	Этап наблюдения		
	до туннелизации	после туннелизации	после введения аутокрови
Vs, см/сек	14,1±1,2	20,0±2,5Δ	15,2±1,5
Qs, мл/мин	6,7±0,6	9,3±1,4Δ	7,2±0,7
Vm, см/сек	7,2±0,8	8,6±0,9	7,7±0,9
PI	1,7±0,2	2,3±0,3	1,9±0,2
RI	0,84±0,02	0,84±0,01	0,80±0,02

Таблица 2

Динамика объективных и субъективных показателей индексной комплексной оценки состояния больных гонартрозом, баллы ($M \pm m$, $n = 26$)

Наименование индекса	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Доля больных с увеличением оценки, %
	до лечения	после лечения		
Походка (ИП)	1,65±0,1	2,45±0,1*	42,3±7,7	70
Деформация сустава (ИД)	2,0±0,1	2,6±0,1*	48,1±15,3	41
Мышечная сила (ИМС)	1,92±0,07	2,7±0,09*	46,2±8,2	74
Функция (ИФ)	1,96±0,1	2,6±0,1*	38,5±6,4	66,7
Нестабильность (ИН)	2,3±0,09	2,9±0,06*	28,9±5,0	55,6
Склероз субхондральной костной ткани (ИСС)	1,6±0,1	1,9±0,08Δ	34,6±10	37
Болевой синдром (ИБ)	1,53±0,1	2,51±0,1*	78,9±12,5	81,5
Толерантность к нагрузке (ИТ)	1,85±0,07	2,5±0,1Δ	34,6±6,7	59,3
Оценка больным качества жизни (ИКЖ)	1,73±0,09	2,6±0,1Δ	53,9±6,8	81,5
Средний критерий реабилитации (СКР)	1,86±0,05	2,5±0,06*	35,2±2,8	100

Примечание: Δ – достоверность отличия показателей от значений до лечения ($p < 0,05$); * – достоверность отличия показателей от значений до лечения ($p < 0,01$).

Таблица 3

Показатели кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга (M±m, n = 26)

Показатель кровотока	Первая группа (n = 12)					Вторая группа (n = 14)		
	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Этап наблюдения	Величина прироста, %	Этап наблюдения		
	I	II (n = 12)		III (n = 7)		I	II	III
Vs, см/сек	12,1±2,2	27,0±6,6Δ	120,0±20,9	20,1±3,1Δ	87,1±25	14,6±1,5	14,0±1,3	13,4±1,2
Qs, мл/мин	5,9±0,09	12,6±2,9Δ	110,2±20,4	9,5±1,7Δ	88,8±26,6	7,1±0,7	7,0±0,6	6,5±0,6
Vm, см/сек	6,7±1,1	10,7±1,2Δ	43,0±12,5	11,4±2,0Δ	70,1±11,3	7,4±1,0	6,0±0,8	5,6±0,7

Примечание: I – до туннелизации; II – после туннелизации; III – после введения аутокрови. Согласно критерию Колмогорова гипотеза о нормальности распределения не отклонялась. Для оценки достоверности различия средних использован t-критерий Стьюдента. Δ – достоверность отличия показателей от значений до туннелизации (p<0,05).

В первой группе у 7 (58%) больных повышенный уровень кровотока сохранялся и после введения аутокрови с элементами костного мозга. Во второй группе отсутствовала значительная динамика показателей. Следует отметить, что данные группы не отличались по возрасту (первая группа – 57,9±1,8 лет, вторая группа – 56,8±2,6 лет) и соотношению больных со второй и третьей степенями заболевания.

Для определения степени влияния изменений кровотока на функциональное состо-

яние пациента нами были проанализированы показатели индексной оценки состояния пациентов после проведенного лечения (через 5,4±0,4 мес.) в первой и второй группах (табл. 4, 5).

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что в первой группе показатель индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации был статистически значимо больше на 23%, 21% и 17,4% соответственно, чем во второй группе.

Таблица 4

Динамика показателей индексной оценки состояния пациентов первой группы после проведенного лечения, баллы (M±m, n = 12)

Наименование индекса	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Доля больных с увеличением оценки, %
	до лечения	после лечения		
Походка (ИП)	1,7±0,14	2,7±0,14**	59,1±15	92
Деформация сустава (ИД)	2,0±0,17	2,7±0,1*	50,3±20	50
Мышечная сила (ИМС)	1,8±0,12	2,9±0,09**	68,2±14	100
Функция (ИФ)	2,0±0,12	2,8±0,13*	37,5±6,5	75
Нестабильность (ИН)	2,3±0,14	2,9±0,08*	29,1±7,4	58
Склероз субхондральной костной ткани (ИСС)	1,8±0,17	2,0±0,1	–	30
Болевой синдром (ИБ)	1,7±0,14	2,6±0,14*	70,1±16	77
Толерантность к нагрузке (ИТ)	1,9±0,08	2,6±0,15*	37,5±9	67
Оценка больным качества жизни (ИКЖ)	1,8±0,13	2,7±0,14*	58,3±8,3	92
Средний критерий реабилитации (СКР)	1,97±0,09	2,7±0,08**	40,0±4,3	100

Примечание: * – достоверность отличия показателей от значений до лечения (p<0,01); ** – достоверность отличия от значений второй группы (p<0,05).

Таблица 5

Динамика показателей индексной оценки состояния пациентов второй группы после проведенного лечения, баллы (M±m, n = 14)

Наименование индекса	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Доля больных с увеличением оценки, %
	до лечения	после лечения		
Походка (ИП)	1,7±0,13	2,2±0,1**	28,6±6,9	58
Деформация сустава (ИД)	2,0±0,18	2,5±0,14	–	28
Мышечная сила (ИМС)	1,9±0,08	2,4±0,14**	29,2±9,7	50
Функция (ИФ)	1,9±0,16	2,5±0,12*	39,3±10,7	57
Нестабильность (ИН)	2,3±0,10	2,8±0,09*	28,6±6,9	57
Склероз субхондральной костной ткани (ИСС)	1,4±0,14	1,8±0,12Δ	28,5±7,5	38
Болевой синдром (ИБ)	1,4±0,14	2,4±0,14*	88,5±11	84
Толерантность к нагрузке (ИТ)	1,8±0,1	2,4±0,13*	32,2±10	50
Оценка больным качества жизни (ИКЖ)	1,7±0,12	2,5±0,3Δ	50,0±10,5	72
Средний критерий реабилитации (СКР)	1,8±0,07	2,3±0,05**	31,4±3,8	100

Примечание: Δ – достоверность отличия показателей от значений до лечения (p<0,05); * – достоверность отличия показателей от значений до лечения (p<0,01); ** – достоверность отличия от значений первой группы (p<0,05).

Необходимо отметить, что процент увеличения индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации в первой группе был также выше, чем во второй. Доля больных с увеличением индексной оценки походки и мышечной силы была больше, чем во второй группе.

Показатели индексной оценки состояния больных в первой группе, такие как деформация сустава, функция, болевой синдром, толерантность к нагрузке, оценка больным качества жизни, в первой группе больных имели тенденцию к увеличению по сравнению со значениями второй группы.

Такие показатели индексной оценки состояния больных, как деформация сустава, функция, болевой синдром, толерантность к нагрузке, оценка больным качества жизни, в первой группе имели тенденцию к увеличению относительно значений вышеперечисленных показателей во второй группе. Доля больных с увеличением индексной оценки деформации сустава, функции, качества жизни в первой группе была больше, чем во второй.

Проведение корреляционного анализа прироста кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости и различных показателей индексной оценки функционального состояния пациента после лечения опре-

делило выраженную взаимосвязь прироста кровотока и индекса мышечной силы (r = 0,44, p≤0,05, n = 23), индекса походки (r = 0,611, p≤0,01, n = 26), среднего критерия реабилитации (r = 0,70, p≤0,01, n = 24). На рисунке представлена взаимосвязь прироста кровотока и среднего критерия реабилитации больных после лечения.

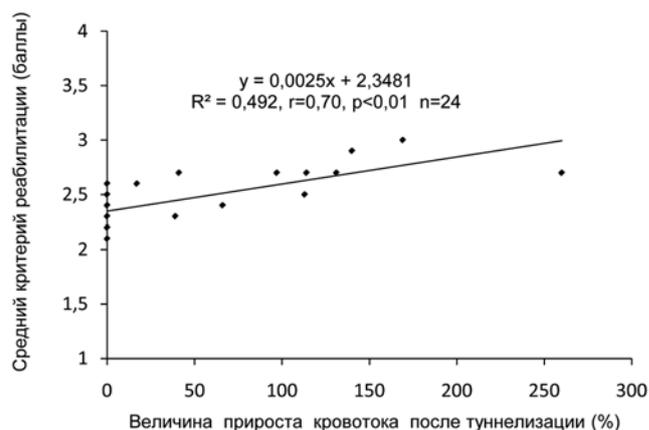


Рис. Влияние величины прироста кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга на реабилитацию (средний критерий реабилитации) больных гонартрозом

Обсуждение

Причинами развития идиопатического гонартроза считают дисплазию (врожденные особенности, приводящие к нарушению биомеханики), перегрузку и нарушение кровообращения в компонентах сустава. Нарушение субхондральной микроциркуляции приводит к потере тканями репродуктивных свойств, редукции капиллярной сети и возникновению асептического субхондрального склероза [10]. По данным В.Н. Левенец и В.В. Пляцко, которые исследовали биопсийный материал эпифизов большеберцовой кости у пациентов с гонартрозом, нарушения микроциркуляции характеризуются дилатацией сосудов, образованием в них тромбов и венозного стаза [6]. Кроме того, одной из причин изнуряющих болей является внутрикостная гипертензия – повышенное давление тканевой жидкости в медуллярных полостях мышечков бедренной и большеберцовой кости. Увеличению гипертензии способствует сопутствующая патология – повышение венозного давления крови в конечности, уменьшению – дренирование [17, 21, 22]. Ранее проведенные в ФГБУ «РНИЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова»» исследования показали, что после туннелизации костей внутрикостное давление снижается и кровообращение усиливается [16].

При повреждениях склерозированной субхондральной кости продукты организации сгустка крови и репаративная регенерация способствуют улучшению трофики суставного хряща, а введение аутологичного костного мозга усиливает эффект [9, 12–15].

Однако вопрос о динамике кровотока в субхондральной области при декомпрессионно-дренирующей субхондральной туннелизации с введением в туннели аутологичной крови с элементами костного мозга остается недостаточно освещенным в литературе [3, 10, 18]. Не исследовано влияние изменений кровотока на функциональное состояние пациента после данного способа лечения.

Проведенные нами исследования показали, что значительное увеличение кровотока (на 43–120%) наблюдается в 46,2% случаев (12 больных) после выполнения туннелизации. В этой группе пациентов повышенный кровоток сохраняется у 7 больных и после введения аутологичной крови.

По данным В.Д. Макушина с соавторами, через 3 месяца после субхондральной туннелизации суставных отделов у больных гонартрозом определялось увеличение кровообращения на $20 \pm 10\%$ (радионуклидный метод исследования) от исходного уровня и повышение активности

репаративных процессов в костной ткани области очага поражения [10]. В отдаленном периоде наблюдения уровень кровотока приближался к исходным значениям, интенсивность репаративных процессов снижалась.

Для усиления и пролонгирования эффекта повышенной активности репаративных процессов в ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» было предложено дополнить декомпрессионно-дренирующую субхондральную туннелизацию введением аутологичной крови с элементами костного мозга [15].

Результаты гистоморфометрического исследования суставного хряща сустава при туннелировании субхондральной зоны и трансплантации в туннели аутологичной крови с элементами костного мозга на экспериментальной модели свидетельствовали о том, что массовая гибель хондроцитов и деструкция матрикса компенсировались быстрой репопуляцией клеточного состава и активизацией синтеза компонентов межклеточного матрикса, в результате чего восстанавливалась толщина хряща. Собственные регенераторные возможности хряща выражались повышением пролиферативной и биосинтетической активности хондроцитов. Обнаруженные в очагах ремоделирования хряща клеточные скопления, окруженные межклеточным веществом, являлись признаком активно идущего репаративного процесса [14].

Клинические наблюдения за пациентами показали, что после туннелизации суставных концов бедренной и большеберцовой костей продолжительность ремиссии составляла от 1 до 5 лет.

В нашей работе в группе больных со значительным увеличением кровотока после туннелизации и введения аутокрови наблюдается более выраженное улучшение функционального состояния пациента. Это может быть обусловлено тем, что на фоне снижения болевого синдрома в большей степени происходит повышение активности репаративных процессов в костной ткани области очага поражения, улучшается трофика суставного хряща и повышается качество жизни больного.

Выводы

1. У больных гонартрозом после туннелизации мышечков бедренной и большеберцовой костей почти в половине случаев регистрируется значительное увеличение кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости, и у 58% больных этой группы повышенный кровоток сохраняется после введения аутологичной крови с элементами костного мозга;

2. После лечения в группе больных со значительным приростом кровотока показатель индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации был больше, чем в группе без динамики кровотока. Доля больных с увеличением индексной оценки походки, мышечной силы, деформации сустава, функции, качества жизни также была выше в группе пациентов с увеличением показателей кровотока.

3. Значительный прирост кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутокрови с элементами костного мозга способствует улучшению функции сустава и качества жизни больных гонартрозом.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Болезни суставов: руководство для врачей. Под ред. В.И. Мазурова. СПб.; 2008. 397 с.
2. Брагина С.В., Матвеев Р.П. Структура стойкой утраты трудоспособности у пациентов с гонартрозом. *Гений ортопедии*. 2011;4:101-105.
3. Бунов В.С., Щурова Е.Н., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П. Способ исследований кровенаполнения субхондральной области мыщелка кости при гонартрозе. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2014;4(52):40-47.
4. Гайдышев И.П. Анализ и обработка данных. Спец. справочник. СПб.: Питер, 2001. 145 с.
5. Калягин А.Н., Синдыхеева Н.Г., Витвицкая К.Б. Медицинская экспертиза больных с остеоартрозом. *Заместитель главного врача*. 2013;10: 26-37.
6. Левенец В.Н., Пляцко В.В. Деформирующий гонартроз (некоторые вопросы патогенеза). *Вестник РАМН*. 1992;6: 22-24.
7. Мазуров В.И., Барановский А.Ю., Лила А.М., Зоткин Е.Г. Лечение и профилактика болезней суставов. СПб.; 2006. 320 с.
8. Макушин В.Д., Чегуров О.К. Методика индексной оценки гонартроза и эффективности его лечения. *Гений ортопедии*. 2007;2:9-13.
9. Макушин В.Д., Чегуров О.К. Субхондральная туннелизация: вопросы технологии и эффективности лечения при гонартрозе. *Гений ортопедии*. 2006;4: 99-104.
10. Макушин В.Д., Чегуров О.К., Сазонова Н.В., Буравцов П.П., Бунов В.С., Камшилов Б.В. Гонартроз: альтернативные методы оперативного лечения. Курган; 2010. 625 с.
11. Насонова В.А. Проблема остеоартроза в XXI веке. *Сибир. мед. журнал*. 2001;3:5-9.
12. Новик А.А., Иванов Р.А. Клеточная терапия. М.; 2008. 212 с.
13. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Бунов В.С., Чегуров О.К. Обоснование туннелизации метафизов бедренной и большеберцовой костей при гонартрозе. *Травматология и ортопедия России*. 2009;4:60-64.
14. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Ступина Т.А., Степанов М.А. Экспериментальные аспекты изучения репаративной регенерации суставного хряща в условиях туннелирования субхондральной зоны с введением аутологичного костного мозга. *Гений ортопедии*. 2010;2:5-10.
15. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Чегуров О.К., Бирюкова М.Ю. Лечение больных гонартрозом внесуставным микрофрактурированием субхондральных зон и костномозговой стимуляцией по методике РНЦ «ВТО». *Гений ортопедии*. 2009;3:54-60.
16. Шевцов В.И., Попков А.В., Щуров В.А., Бунов В.С., Щурова Е.Н. Вазкуляризирующие операции при артериальной недостаточности нижних конечностей. Руководство для врачей. М.; 2007. 208 с.
17. Щеглов Э.А. Хроническая венозная недостаточность и гоноартроз. *Вестник травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова*. 2012;2:31-34.
18. Щурова Е.Н., Макушин В.Д., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П., Чегуров О.К., Тепленький М.П. Особенности микроциркуляции в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости у больных гонартрозом. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2012;4(44):35-40.
19. Jordan K.M., Arden N.K., Doherty M., Bannwarth B., Bijlsma J.W.J. et al. Eular recommendations 2003: an evidence based approach to management of knee osteoarthritis: report of task force of the standing committee for international clinical studies including therapeutic trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis*. 2003;62:1145-1155.
20. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16:494-501.
21. Uchio Y., Ochi M., Adachi N., Nishikori T., Kawasaki K. Intraosseous hypertension and venous congestion in osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2001; 384:217-223.
22. Welch R.D., Johnston C.E., Waldron M.J., Poteet B. Bone changes associated with intraosseous hypertension in the caprine tibia. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(1):53-60.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Щурова Елена Николаевна – д-р биол. наук ведущий научный сотрудник лаборатории коррекции деформации и удлинения конечностей ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Бирюкова Мария Юрьевна – канд. мед. наук старший научный сотрудник лаборатории патологии суставов ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Буравцов Павел Павлович – канд. мед. наук старший научный сотрудник лаборатории патологии суставов ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России»

Бунов Вячеслав Сергеевич – канд. мед. наук старший научный сотрудник лаборатории патологии суставов ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

THE STUDY OF BLOOD FLOW DYNAMICS IN TIBIAL SUBCHONDRAL EPIPHYSEAL ZONE OF PATIENTS WITH GONARTHROSIS AFTER TUNNELIZATION AND INFUSING AUTOLOGOUS BLOOD WITH BONE MARROW ELEMENTS

E.N. Shchurova, M.Iu. Biryukova, P.P. Buravtsov, V.S. Bunov

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

Abstract

Introduction. The knee osteoarthritis leads to a significant reduction of working ability, as well as to disability of working-age people. Arthroplasty is dominated the main method in treatment of such patients. However, many orthopedists are more and more inclined to the surgeries which allow to preserve the knee anatomic-and-functional integrity and to delay the surgery of the knee total replacement for later periods. Subchondral tunnelization with infusing autologous blood with bone marrow elements is one of such methods. of treatment for the patients of this category.

Purpose – to study the dynamics of the blood flow in the tibial epiphyseal subchondral zone after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements and its effect on the rehabilitation process of patients with gonarthrosis.

Material and methods. The work was based on the results of studying 26 patients with Degree grade 2-3 gonarthrosis. Surgical treatment included performing tunnelization of femoral and tibial condyles with infusing autologous blood containing bone marrow elements. Circulation of tibial subchondral epiphyseal zone was studied in the operation room, before surgery, after tunnelization and after infusing autologous blood. Blood flow registered using high-frequency ultrasonic Dopplerography. The patient functional condition and the pathology severity analyzed using complex index score.

Results. The significant (42-108%, $p < 0.05$) increase in blood flow registered in tibial subchondral epiphyseal zone in patients with gonarthrosis after tunnelization of femoral and tibial condyles in 46.2% of cases, and the increased blood flow persisted after infusing autologous blood with bone marrow elements in 58% of the patients from this group. In patients with significant blood flow increase the index score rate of gait, muscle strength and mean rehabilitation criterion was reliably 23% ($p < 0.05$), 21% ($p < 0.05$) and 17.4% ($p < 0.05$) more, respectively, comparing with the group of patients without the pronounced increase. The proportion of patients with the increase in the index score of gait, muscular strength, joint deformity, function, quality of life was also higher in the group of patients with blood flow rate increase.

Conclusions. The significant increase in blood flow of tibial subchondral epiphyseal zone after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements contributed to the improvement of joint function and quality of life in patients with gonarthrosis.

Keywords: gonarthrosis, blood flow, tunnelization, autologous blood, rehabilitation.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30

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

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

References

1. Bolezni sustavov: rukovodstvo dlya vrachej [Diseases of the joints: a guide for physicians]. Pod red. VI Mazurova. SPb.; 2008. 397 s. [in Rus.]
2. Bragina SV, Matveev RP. [Structure of persistent disability in patients with gonarthrosis]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2011;4:101-105. [in Rus.]
3. Bunov VS, Shchurova EN, Biryukova MYu, Buravcov PP. [Method of research of blood circulation in the bone condyle subchondral part for gonarthrosis]. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya* [Regional circulation and microcirculation]. 2014;4(52): 40-47. [in Rus.]
4. Gajdyshev IP. Analiz i obrabotka dannyh [Analysis and processing of data] Spec. Spravochnik. Spb.: Piter, 2001. 145 s. [in Rus.]
5. Kalyagin AN, Sindyheeva NG, Vitvickaya KB. [Medical expertise of patients with osteoarthritis]. *Zamestitel glavnogo vracha* [Deputy chief physician]. 2013;10:26-37. [in Rus.]
6. Levenec VN, Plyacko VV. [Deforming gonarthrosis (some issues of pathogenesis)]. *Vestn. RAMN* [Bulletin RAMS]. 1992;6:22-24. [in Rus.]
7. Mazurov VI, Baranovskij AYu, Lila AM, Zotkin EG. Lechenie i profilaktika boleznej sustavov [Treatment and prevention of diseases of the joints]. SPb.; 2006. 320 s. [in Rus.]
8. Makushin VD, Chegurov OK. [The subchondral tunnelization: technology and the effectiveness of treatment for gonarthrosis]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2006; 4: 99-104. [in Rus.]
9. Makushin VD, Chegurov OK. [Methodology estimates of osteoarthritis and the effectiveness of its treatment]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2007; 2:9-13. [in Rus.]

Cite as: Shchurova EN, Biryukova MIu, Buravtsov PP, Bunov VS. [The study of blood flow dynamics in tibial subchondral epiphyseal zone of patients with gonarthrosis after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):22-30 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30.

✉ Shchurova Elena N. Ul. M. Ulyanova, 6, Kurgan, Russia, 640014; e-mail: elena.shurova@mail.ru

1 Received: 28.06.2016; Accepted for publication: 20.07.2016

10. Makushin VD, Chegurov OK, Sazonova NV, Buravcov PP, Bunov VS, Kamshilov BV. Gonartroz: alternativnyye metody operativnogo lecheniya [Gonarthrosis: alternative methods of surgical treatment]. Kurgan; 2010. 625 s. [in Rus.]
11. Nasonova VA. [The problem of osteoarthritis in the twenty-first century]. *Sibir. Med. Zhurnal* [Sib. med. journal]. 2001;3:5-9. [in Rus.]
12. Novik AA, Ivanov RA. Kletochnaya terapiya [Cell therapy]. M.; 2008. 212 s. [in Rus.]
13. Shevcov VI, Makushin VD, Bunov VS, Chegurov OK. [The rationale tonalitatii metafit the femur and tibia in gonarthrosis]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2009;4:60-64. [in Rus.]
14. Shevcov VI, Makushin VD, Stupina TA, Stepanov MA. [Experimental aspects of the study of reparative regeneration of articular cartilage in terms of tunneling of subchondral area with the introduction of autologous bone marrow]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2010;2:5-10. [in Rus.]
15. Shevcov VI, Makushin VD, Chegurov OK, Biryukova MYu. [Treatment of patients with gonarthrosis by microfractional extra-articular subchondral areas of the bone marrow, and stimulation by the method of RRC «WTO»]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2009; 3:54-60. [in Rus.]
16. Shevcov VI, Popkov AV, Shchurov VA, Bunov VS, Shchurova EN. Vaskulyariziruyushchie operacii pri arterialnoj nedostatochnosti nizhnih konechnostej. Rukovodstvo dlya vrachej [Revascularization surgery in patients with arterial insufficiency of the lower limbs. Guidelines for doctors]. M.; 2007. 208 s. [in Rus.]
17. Shcheglov EhA. [Chronic venous insufficiency and gonartroz]. *Vestnik travmatol. i ortoped im. NN Priorova* [Messenger traumatol. and orthopedic surgeon. them. NN Priorova]. 2012;2:31-34. [in Rus.]
18. Shchurova EN, Makushin VD, Biryukova MYu, Buravcov PP, Chegurov OK, Teplenkiy MP. [Features of microcirculation in the subchondral zone of tibial epiphysis in patients with gonarthrosis]. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya* [Regional circulation and microcirculation]. 2012;4(44):35-40. [in Rus.]
19. Jordan K.M., Arden N.K., Doherty M., Bannwarth B., Bijlsma J.W.J. et al. Euler recommendations 2003: an evidence based approach to management of knee osteoarthritis: report of task force of the standing committee for international clinical studies including therapeutic trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis.* 2003;62: 1145-1155.
20. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1957;16:494-501.
21. Uchio Y., Ochi M., Adachi N., Nishikori T., Kawasaki K. Intraosseous hypertension and venous congestion in osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 384:217-223.
22. Welch R.D., Johnston C.E., Waldron M.J., Poteet B. Bone changes associated with intraosseous hypertension in the caprine tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(1):53-60.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Shchurova Elena N. – leading researcher of the laboratory for deformity correction and lengthening of the limbs Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

Biryukova Mariya I. – researcher of the laboratory of pathology of joints Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

Buravtsov Pavel P. – senior researcher of the laboratory of pathology of joints Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

Bunov Vyacheslav S. – senior researcher of the laboratory of pathology of joints Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ И РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ КОСТНОГО БЛОКА ТРАНСПЛАНТАТА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАЦИИ BRISTOW – Lатарjet

Д.А. Маланин^{1,2}, А.С. Трегубов^{1,2}, С.В. Грунин¹, Л.Л. Черезов¹

¹ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России
Пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Россия, 400131

² ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»
Ул. Рокоссовского, д.1Г, г. Волгоград, Россия, 400081

Реферат

Введение. Операция Bristow – Latarjet зарекомендовала себя как один из наиболее эффективных и предсказуемых хирургических способов лечения. Несмотря на широкое применение, существуют различные осложнения, связанные с некорректной установкой костного блока и нарушением его ремоделирования.

Цель работы: получение новых данных о влиянии расположения и ремоделирования костного блока трансплантата на функциональные результаты и устойчивость плечевого сустава у пациентов с рецидивирующей передней нестабильностью после выполнения операции Bristow – Latarjet.

Материал и методы. Материалом для исследования послужил анализ результатов лечения 64 пациентов с посттравматическим рецидивирующим передним вывихом плеча, которым выполняли операцию Bristow – Latarjet. В послеоперационном периоде оценивали положение и степень ремоделирования костного блока по данным компьютерной томографии (КТ) в сагиттальной, аксиальной проекциях, а также с помощью 3D моделирования. Для оценки функциональных результатов применяли шкалу Western Ontario Shoulder Index (WOSI) и шкалу Rowe.

Результаты. На уровне суставной поверхности (конгруэнтно или с уплощением) в аксиальной плоскости находились 89% костных блоков, слишком медиально или латерально располагались 9% и 2% трансплантатов соответственно. На сагиттальных КТ изображениях в средней трети суставной поверхности лопатки располагалось 28% костных блоков, в нижней – 60%, в верхней трети – 12%. Костное сращение трансплантата было установлено с помощью КТ в 74% случаев, мягкотканное – в 26%. Резорбцию трансплантата 0-1 степени выявляли в 84%, 2-3 степени – в 16% наблюдений. Отсутствие или 1 степень резорбции наблюдали у 87% пациентов после операции Bristow и у 83% – после операции Latarjet, 2-3 степень определяли в 13% и 17% суставов соответственно. Костное сращение блока подтверждено в 76% суставов после операции Bristow и в 74% – после операции Latarjet. В конечные сроки исследования суммарный показатель по шкалам WOSI и Rowe после операции Bristow достигал 80±5 и 450±50 баллов, после операции Latarjet – 80±5 и 430±60 баллов (p<0,05).

Заключение. Позиционирование костного блока трансплантата оказывало влияние на результаты операции Bristow – Latarjet. Пациенты с отличными и хорошими суммарными показателям по шкалам WOSI и Rowe имели более корректное расположение костного блока по отношению к суставной поверхности лопатки. Лучшие суммарные показатели по шкалам WOSI и Rowe наблюдались у пациентов при костном сращении трансплантата и резорбции блока, не превышающей 0-1 степень, по сравнению с пациентами, имеющими мягкотканное сращение и резорбцию 2-3 степени. Клинические результаты операции Bristow – Latarjet и ремоделирование костного блока трансплантата не зависели от способов его фиксации.

Ключевые слова: рецидивирующий вывих плеча, нестабильность плечевого сустава, операция Bristow – Latarjet.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-31-43

Введение

Рецидивы вывихов после хирургического лечения посттравматической передней нестабильности плечевого сустава, в том числе артроскопического восстановления капсуло-лабрального комплекса, наблюдаются у 1,6–30% пациентов, составляя в среднем 10–12%, и частота их за последнюю декаду не имеет тенденции к снижению [2, 3, 31].

Операция Bristow – Latarjet выделяется среди остальных стабилизирующих вмешательств на плечевом суставе наименьшей частотой рецидивов и потому за 60 лет своего применения зарекомендовала себя как один из наиболее эффективных и предсказуемых хирургических способов лечения [2, 7, 14].

Корректное расположение костного блока трансплантата обеспечивает реализацию трой-

Маланин Д.А., Трегубов А.С., Грунин С.В., Черезов Л.Л. Влияние расположения и ремоделирования костного блока трансплантата на результаты операции Bristow – Latarjet. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):31-43. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-31-43.

Трегубов Андрей Сергеевич. Пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Россия, 400131 e-mail: megacargando@gmail.com

Рукопись поступила: 23.05.2016; принята в печать: 15.06.2016

ного блокирующего эффекта операции Bristow – Latarjet: увеличение диаметра суставного отростка лопатки, образование подвешивающего «гамака» из сухожильного соединения, сохраняющего прикрепление к костному блоку, и укрепление капсулы путём подшивания отсеченной части клювовидно-акромиальной связки, сохраняющей связь с трансплантатом [26, 28]. Наружное или внутреннее смещение костного блока относительно переднего края суставного отростка лопатки, наоборот, повышает риск развития остеоартроза или рецидивов нестабильности плечевого сустава, а также гипотетически способно оказывать негативное влияние на ремоделирование трансплантата [5, 19]. Интеграция костной части последнего и влияние исходов репаративного процесса на восстановление функции и устойчивости плечевого сустава изучены ещё недостаточно, а существующие сегодня точки зрения не бесспорны.

Цель работы – получение новых данных о влиянии расположения и ремоделирования костного блока трансплантата на функциональные результаты и устойчивость плечевого сустава у пациентов с рецидивирующей передней нестабильностью после выполнения операции Bristow – Latarjet.

Материал и методы

Материалом для проспективного исследования послужил анализ результатов лечения 64 пациентов с посттравматическим рецидивирующим передним вывихом плеча, находившихся под наблюдением в травматолого-ортопедическом отделении ГУЗ «КБ № 12» г. Волгограда в период с 2010 по 2016 г.

Критерием включения в исследование являлось наличие у пациентов рецидивирующего переднего вывиха плеча с оценкой индекса нестабильности по шкале ISIS более 4 баллов (Balg F, Voileau P, 2007). Из исследования были исключены пациенты, имеющие многоплоскостную или заднюю нестабильность, плексит, полнослойные повреждения вращательной манжеты, контрактуру плечевого сустава и рентгенологические симптомы омартоза более 1 стадии по классификации Samilson – Prieto в модификации F. Buscauret с соавторами [10].

Средний возраст пациентов (14 женщин и 50 мужчин), удовлетворяющих критериям включения, составлял 25 ± 5 лет. Двадцати трем (36%) из них выполняли операцию по методике Bristow, а 41 (64%) пациенту – по методике Latarjet.

Диагностику рецидивирующего переднего вывиха плеча проводили с учетом анамнестических сведений о механизме предшествующей

травмы сустава, общем количестве возникших эпизодов неустойчивости и на основании данных физикального обследования, полипозиционной рентгенографии, магнитно-резонансной томографии (МРТ), компьютерной томографии (КТ) и артроскопии.

Стандартную КТ плечевого сустава проводили на томографе «Philips Diamond Select Brilliance CT 16» (США). Изображения были получены при 0,8 мм коллимации с напряжением 140 кВ и силой тока в 200 мА. Объемную реконструкцию выполняли с использованием программного обеспечения «3 dimViewer» (3Dim Laboratory s.r.o., Чехия).

На 3D реконструированных изображениях определяли относительную площадь костного дефекта суставного отростка лопатки, рассчитанную по способу PICO [6]. При наличии повреждения Hill – Sachs устанавливали его степень и тип по классификации Rowe (1984) и методу E. Itoi с соавторами (2007). Взаимоотношения между костными дефектами суставного отростка и головки плечевой кости определяли исходя из концепции G. Di Giacomo с соавторами о контакте при биполярном повреждении в пределах («on-track») или за пределами («off-track») суставного отростка лопатки [16].

Положение костного блока на КТ в аксиальной плоскости оценивали путем построения окружности, радиус которой обеспечивал соответствие её кривизны суставной поверхности. Восстановив перпендикуляр от вершины костного блока к окружности, измеряли смещение последнего. Полученную величину в миллиметрах считали отрицательной, если костный блок был медиализирован и положительной – при его латерализации [22]. С учетом того, что толщина суставного хряща на переднем крае суставного отростка лопатки составляет 2,3 мм, за точное позиционирование костного блока принимали величины медиализации и латерализации, не превышающие 5 и 3 мм, соответственно [22]. Наряду с этим, отмечали конгруэнтное расположение костного блока на уровне суставной поверхностью гленоида или вызывающее некоторое уплощение последнего.

В аксиальной плоскости оценивали также угол наклона оси винта (верхнего из двух при операции Latarjet) по отношению к плоскости суставной поверхности.

На КТ изображениях в сагиттальной плоскости оценивали вертикальное положение костного блока, для чего проводили продольную ось через центр суставной поверхности и восстанавливали к ней перпендикуляры, разделив на равные три части – верхнюю, среднюю и нижнюю.

Корректным считали такое положение костного блока, когда большая его часть занимала среднюю и нижнюю трети, то есть находилась на уровне или несколько ниже экватора [8].

Полученные данные о ремоделировании костного блока трансплантата распределяли в соответствии с предложенной Y.M. Zhu с соавторами классификацией, согласно которой выделяли 4 степени интеграции: отсутствие резорбции, минимальная резорбция, значительная и полная резорбция костного блока [32]. Сращение его с краем суставного отростка лопатки определяли как костное в случае непрерывного перехода и отсутствия раздельной границы, и мягкотканное – когда между костным блоком и гленоидом сохранялся промежуток с низкой рентгеновской плотностью.

Хирургическое вмешательство, включающее артроскопию плечевого сустава и операцию Bristow – Latarjet, выполняли, располагая пациента в положении «пляжного кресла», с использованием общей и проводниковой анестезии верхней конечности. Во время артроскопии выполняли ряд внутрисуставных манипуляций – дебридмент поврежденных хрящевой губы, удаление свободных тел, а также оценивали взаимодействие между костными дефектами суставного отростка лопатки и головки плечевой кости в положении отведения руки на 90° и наружной ротации. Хирургический доступ осуществляли из разреза кожи длиной около 5 см, начинающегося в области клювовидного отростка и направляющегося вертикально к подмышечной ямке. После разделения дельтовидно-грудного интервала остеотомировали клювовидный отросток на уровне его 1/3 (методика Bristow) или отделяли около 2 см (методика Latarjet) до уровня прикрепления клювовидно-ключичной связки без нарушения последней. Заднюю поверхность костного блока, сохраняющего связь с сухожильным соединением короткой головки двуглавой и клювовидно-плечевой мышц, подвергали декортикации. Доступ к капсуле плечевого сустава осуществляли после продольного горизонтального разделения подлопаточной мышцы. Передний отдел капсулы рассекали вертикально вблизи области прикрепления ровно настолько, чтобы расположить ретрактор Fukuda между головкой плечевой кости и суставным отростком, обнажая его передненижний край. Костный блок трансплантата устанавливали точно по краю суставной поверхности и фиксировали одним (методика Bristow) или двумя (методика Latarjet) 4 мм винтами диаметром 2,7 мм, проведенными через предварительно

сформированные каналы. После извлечения ретрактора Fukuda на переднюю часть капсулы сустава накладывали несколько узловых швов. Операцию завершали послойным восстановлением тканей и установкой, при необходимости, активного дренажа.

В послеоперационном периоде верхнюю конечность иммобилизовали на 4 недели съемным ортезом. Упражнения лечебной физической культуры, направленные на восстановление функции плечевого сустава, начинали с 8–10-го дня после операции.

Результаты лечения оценивали с использованием шкал Rowe и WOSI по прошествии 14±4 месяцев (от 12 до 60 месяцев) после операции, при этом данные КТ плечевых суставов сравнивали между собой через 12 месяцев.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью статистического пакета «Statistica 6.0» («StatSoft Inc.», США).

Результаты исследования

Среди 64 пациентов с посттравматическим рецидивирующим передним вывихом плеча, включенных в исследование, преобладали лица мужского пола (78,2%), молодого возраста (27±4 года) со средним или высоким уровнем физической активности. Более 53% из них занимались контактными, бросковыми видами спорта на профессиональном или любительском уровне. Почти в 90% случаях нестабильность плечевого сустава относилась к доминирующей руке, гипермобильность суставов выявлена в 2 (3,1%) наблюдениях. Предшествующие стабилизирующие операции на мягких тканях перенесли 6 (9,5%) пациентов.

Площадь костных дефектов суставного отростка лопатки, выявленных у 50 (79%) пациентов и рассчитанных по методу PICO, составляла 12±4% от площади гленоида. Дефекты с площадью более 20% наблюдали в 4% случаев.

Степень большинства дефектов Hill – Sachs, установленных у 42 (65%) пациентов, согласно классификации Rowe, была «нев्यраженной» и «средней», массивные повреждения составляли 4%. Объем дефектов у 14 (21%) пациентов превышал 1000 мм³. У 9 (14%) пациентов дефект Hill – Sachs мог смещаться за пределы переднего края суставного отростка («off-track»).

Индекс тяжести нестабильности по шкале ISIS составлял 4,6 ± 0,6 балла.

На уровне суставной поверхности в аксиальной плоскости находились 89% костных блоков, слишком медиально или латерально располагались 9% и 2% трансплантатов, соответственно (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Зависимость результатов операции Bristow – Latarjet от расположения костного блока трансплантата относительно переднего края суставного отростка лопатки

Расположение костного блока в сагиттальной плоскости	Расположение костного блока в аксиальной плоскости		
	латерализованное (>+3 мм)	медиализированное (<-5 мм)	корректное (от -5 до 3 мм)
Верхняя треть WOSI, баллы Rowe, баллы	– – –	2% (1 из 64) 720 75	10% (6 из 64) 450±90 80±5
Средняя треть WOSI, баллы Rowe, баллы	2% (1 из 64) 780 75	2% (1 из 64) 640 80	24% (16 из 64) 380±50 85±5
Нижняя треть WOSI, баллы Rowe, баллы	– – –	5% (3 из 64) 450±70 85±5	55% (36 из 64) 297±80 90±5

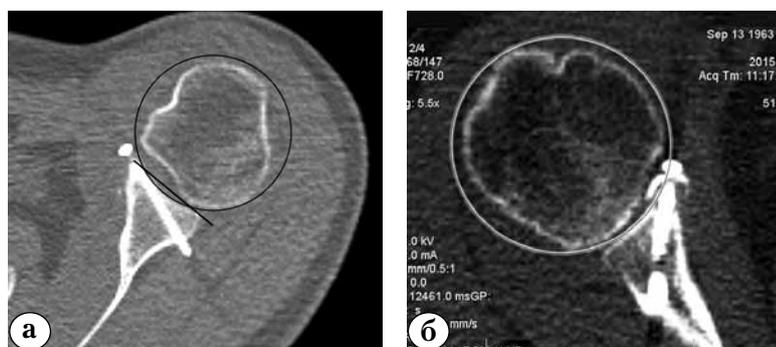


Рис. 1. Расположение костного блока трансплантата на КТ в аксиальной плоскости: а – корректное расположение костного блока, оцененное по методу круга; угол отклонения оси винта составляет 18°; б – латерализованное расположение костного блока

На сагиттальных КТ изображениях в средней трети суставной поверхности лопатки располагались 28% костных блоков, в нижней – 60%, в верхней трети – 12% (табл. 1, рис. 2).

Ограничение наружной ротации плеча наблюдали у 4 (6.2%) пациентов – в двух суставах (3%) с краниальной ориентацией и по одному (1%) – с каудальным и центральным расположением костного блока в сагиттальной плоскости.

Преходящие неврологические осложнения после открытой операции Bristow – Latarjet наблюдали у 2 пациентов: невропатию *n. musculocutaneus* (50%) или *n. axillaris* (50%). Аксиальный угол наклона винта, фиксирующего костный блок к суставной поверхности, составлял 16±7° (0–28°) (см. рис. 1).

Перелом костного блока трансплантата через 6 недель после операции был выявлен у одного

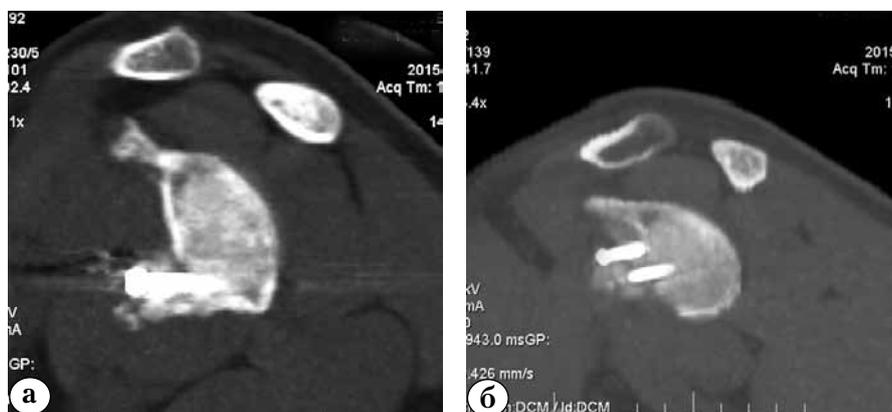


Рис. 2. Расположение костного блока трансплантата на КТ в сагиттальной плоскости: а – корректное расположение костного блока, большая часть которого находится на границе средней и нижней трети гленоида; б – краниальное расположение костного блока, большая часть которого находится в верхней трети гленоида

пациента с корректно расположенным и фиксированным по методике Latarjet трансплантатом.

Рецидив нестабильности плечевого сустава после операции Bristow – Latarjet, проявляющийся подвывихом головки плечевой кости наблюдали у одного (2%) пациента с массивным дефектом суставного отростка лопатки (более 30%) и повреждением Hill – Sachs объемом 1800 мм³, расположенным за пределами «glenoid track».

Костное сращение трансплантата было установлено в 74% случаев, мягкотканное – в 26%. Резорбцию трансплантата 0-1 степени выявили в 84%, 2-3 степени – в 26% наблюдений. Отсутствие резорбции или 1 степень резорбции наблюдали у 87% пациентов после операции Bristow и у 83% – после операции Latarjet, 2-3 степень была определена в 13% и 17% суставов соответственно. Костное сращение блока подтверждено в 76% суставов после операции Bristow и в 74% – после операции Latarjet (табл. 2, рис. 3).

Рентгенологические симптомы остеоартроза плечевого сустава были выявлены у 2 (3,1%) пациентов через 21 месяц после операций по методикам Bristow и Latarjet. Ухудшение произошло

у 2 (3,1%) других пациентов, которые на момент выполнения операции уже имели соответствующие признаки заболевания.

Оценки результатов лечения 64 пациентов обеих клинических групп через 14±4 месяцев после операции Bristow – Latarjet по шкалам Rowe и WOSI составляли 80±5 и 420±60 баллов и соответствовали положительному уровню.

Функциональные возможности и устойчивость плечевого сустава увеличились почти в 2 раза по сравнению с дооперационными показателями. Незначительный болевой синдром возникал у 6 (9,3%) пациентов после занятий спортом или тяжелых физических нагрузок.

В конечные сроки исследования суммарный показатель по шкалам WOSI и Rowe после операции Bristow достигал 80±5 и 450±50 баллов, после операции Latarjet – 80±5 и 430±60 баллов (p<0,05) (см. табл. 1, 2).

Обсуждение

Современный хирургический подход к лечению рецидивирующей посттравматической передней нестабильности плечевого сустава, предполагающий открытое или артроскопи-

Таблица 2

Зависимость результатов операции Bristow – Latarjet от степени интеграции и резорбции костного блока трансплантата

Степень резорбции	Характер сращения	
	костное	мягкотканное
Степень 0-1	64% (41 из 64)	20% (13 из 64)
WOSI, баллы	580±50	430±50
Rowe, баллы	85±5	75±5
Степень 2-3	10% (6 из 64)	6% (4 из 64)
WOSI, баллы	460±50	360±50
Rowe, баллы	75±5	70±5

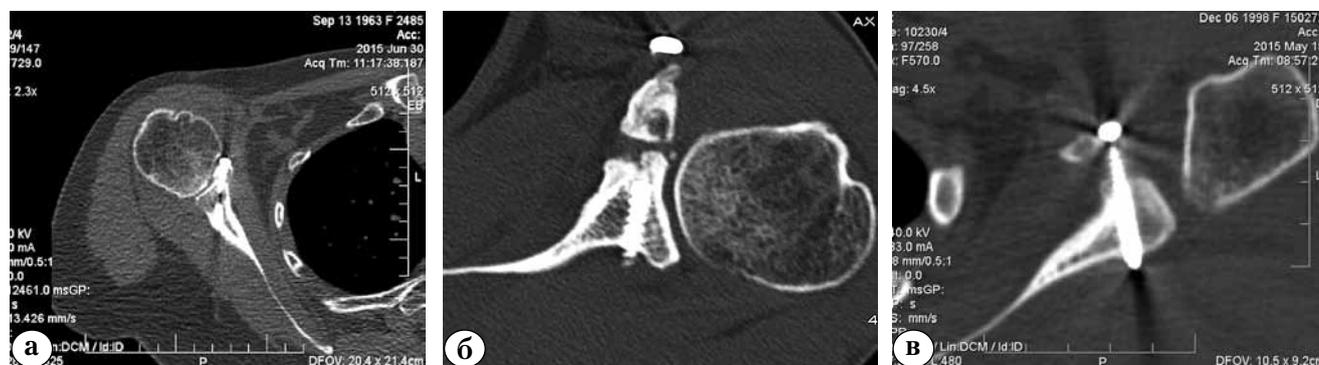


Рис. 3. Ремоделирование костного блока трансплантата после операции Bristow – Latarjet: а – костное сращение (полная интеграция); б – мягкотканное сращение; в – значительная резорбция (3 степени)

ческое восстановление повреждений капсуло-лабрального комплекса, доказал свою эффективность. Однако наличие костных дефектов суставного отростка лопатки, головки плечевой кости, несостоятельность плечелопаточных связок и ряд других факторов рассматриваются как относительное противопоказание для выполнения операции Bankart в связи с высокой частотой рецидивов нестабильности. Оптимальным решением в этих случаях считается увеличение площади контакта между суставными поверхностями за счет пластики переднего края суставного отростка лопатки свободным или несвободным костным трансплантатом.

Последний способ, разработанный отдельно W. Bristow и M. Latarjet, признается наиболее удачным и прогнозируемым в результатах на протяжении уже более 60 лет. За счет сохранения костным блоком из клювовидного отростка сухожильно-мышечного соединения, наряду с восстановлением формы и увеличением площади суставного отростка, возникает эффект «гамака», препятствующий переднему и нижнему смещению головки плечевой кости. Этому в отдельных исследованиях придается первостепенное или, во всяком случае, важное значение [27, 28].

В ряде представительных моно- и многоцентровых исследований отмечается, что более 90% пациентов остаются удовлетворенными исходами лечения и достигают высокого уровня физической активности. Рецидив нестабильности плечевого сустава возникает с частотой от 0 до 6% [5, 8, 19, 23].

При всей своей привлекательности операция Bristow – Latarjet не лишена рисков развития ряда специфичных осложнений, большинство из которых связано с нарушением позиционирования и фиксации костного блока [12, 20, 23].

Материалом для нашего исследования послужили наблюдения за результатами лечения 64 пациентов с посттравматическим рецидивирующим передним вывихом плеча, которым выполняли транспозицию части клювовидного отростка лопатки по методике Bristow или Latarjet. Среди пациентов преобладали лица мужского пола (78,2%) и молодого возраста (27 ± 4 года) со средним или высоким уровнем физической активности. Более 53% из них занимались контактными, бросковыми видами спорта на профессиональном или любительском уровне. Почти в 90% случаях нестабильность плечевого сустава относилась к доминирующей руке, гипермобильность суставов выявлена в 2 (3,1%) наблюдениях. Предшествующие стабилизирующие операции на мягких тканях перенесли 6 (9,5%) пациентов.

Площадь костных дефектов суставного отростка лопатки, выявленных у 50 (79%) пациентов и рассчитанных по методу PICO, составляла в среднем 6% от площади гленоида. При этом дефекты площадью более 20% наблюдали в 4% случаев.

Степень большинства дефектов Hill – Sachs, установленных у 42 (65%) пациентов по классификации Rowe, была «невыраженной» и «средней», массивные повреждения составляли 4%. Объем дефектов у 14 (21%) пациентов превышал 1000 мм^3 . Потенциально предрасположенными к вывиху оказались 9 (14%) пациентов, у которых дефект Hill – Sachs мог смещаться за пределы переднего края суставного отростка («off-track»).

Индекс тяжести нестабильности по шкале ISIS составлял $4,6 \pm 0,6$ балла.

Точное расположение костного блока трансплантата на уровне края и в соответствии с суставной поверхностью лопатки считается ключом к предотвращению рецидивов нестабильности и развитию остеоартроза в отдаленный период времени [2, 17].

Для оценки корректности расположения костного блока трансплантата вполне достаточно четкой визуализации взаимоотношений его с суставной поверхностью лопатки в двух плоскостях – аксиальной и сагиттальной [12, 16, 22, 24].

Излишнее медиальное позиционирование костного блока в аксиальной плоскости или неполное возмещение им дефекта суставной поверхности исключает или уменьшает влияние одного из трех стабилизирующих эффектов пластики. Опосредованно возникающие рецидивы макро- и микронеустойчивости приводят к дегенеративным изменениям в плечевом суставе. Латеральное выстояние костного блока нарушает конгруэнтность суставных поверхностей и становится основной причиной повреждений суставного хряща головки плечевой кости и развития остеоартроза [9, 10, 12, 17].

N. Mizuno с соавторами убедительно подтвердили зависимость частоты развития остеоартроза в отдаленном периоде наблюдений от наличия наружного выстояния костного блока трансплантата. Латеральное позиционирование, выявленное авторами в 13% суставов, сопровождалось развитием остеоартроза у 23,5% пациентов [26]. Однако с учетом того факта, что подобные дегенеративные изменения могут быть выявлены по истечении 20 лет и в интактном противоположном плечевом суставе у 20% обследованных пациентов, этот результат вовсе не выглядел катастрофическим [20].

Неточное расположение костного блока трансплантата в клинической практике встречается не так уж редко и зависит от техники и опыта хирурга. Подобные отклонения L. Novelius с соавторами обнаружили в 67% случаев после открытого выполнения операции Latarjet [19]. По мнению J. Allain с соавторами, главной причиной избыточной латерализации перемещенного клювовидного отростка, наблюдавшегося у 53% пациентов с рентгенологически подтвержденными симптомами остеоартроза, являлась неадекватная визуализация суставной поверхности и переднего края гленоида через продольный разделяющий подлопаточную мышцу доступ [5]. Несколько лучшие показатели были достигнуты в работе N. Mizuno с соавторами – в 39% и 20,6% случаях, соответственно; костный блок был фиксирован с небольшими смещениями относительно переднего края суставной поверхности [26]. Артроскопическое выполнение операции Latarjet с последующим КТ-контролем достигнутого сопоставления позволило несколько улучшить эти показатели, хотя сравнение с результатами вышеназванных исследований, выполненных с помощью рентгенографии, выглядит не совсем корректным. Так, в исследовании J. Kapu с соавторами излишняя медиализация костного блока на аксиальных КТ-изображениях наблюдалась у 6,7%, латерализация – у 6,7% пациентов [22]. P. Voileau с соавторами сообщают о 91% случаев оптимального позиционирования костного блока в аксиальной плоскости после «Arthro-Latarjet», только 1 (2%) блок оказался смещенным слишком латерально и 3 блока (6%) – медиально [8]. На 10% в отрицательную сторону отличались показатели расположения костного блока после открытого мини-доступа. В исследовании T.M. Kraus с соавторами излишне латерально были установлены 11%, излишне медиально – 7%, конгруэнтно – 22%, с уплощением формы гленоида – 60% трансплантатов [24]. При этом две последние формы, которые приобретает суставная поверхность лопатки после пластики, с некоторыми оговорками сегодня относятся к допустимым.

В нашем исследовании на уровне суставной поверхности (конгруэнтно или с уплощением) в аксиальной плоскости находились 89% костных блоков, слишком медиально или латерально располагались 9% и 2% трансплантатов соответственно. Не столь значительные отклонения в расположении костного блока трансплантатов, по сравнению с результатами других исследований, объясняются наличием вполне достаточного обзора переднего края сустав-

ного отростка лопатки при введении в сустав ретрактора Fukuda и возможностью точного позиционирования, несмотря на применение продольного разделяющего подлопаточную мышцу доступа.

Расположение костного блока трансплантата в сагиттальной плоскости на уровне средней трети считается близким к оптимальному, хотя на этот этап хирургической техники еще не существует единой точки зрения. Согласно результатам биомеханического исследования G. Nourissat с соавторами, положение костного блока на 4 часах «циферблата» в наибольшей степени предотвращает смещение головки плечевой кости кпереди [27]. В практическом же отношении L. Lafosse с соавторами рекомендуют ориентироваться в прикреплении костного блока на промежуток от 3 до 5 часов «циферблата» гленоида. В серии их наблюдений под артроскопическим контролем удавалось корректно расположить 78% трансплантатов [25]. О лучшем показателе (90%) артроскопического позиционирования в сагиттальной плоскости сообщили P. Voileau с соавторами [8].

В нашем исследовании на сагиттальных компьютерных томограммах в средней трети суставной поверхности лопатки располагалось 28% костных блоков, в нижней – 60%, в верхней трети – 12%, что в целом не превышало показателей отклонений, выявленных другими авторами при выполнении операции Bristow – Latarjet из малоинвазивного доступа или с использованием артроскопической техники.

Анализ зависимости результатов лечения от позиционирования трансплантата показал, что у пациентов с отличными и хорошими суммарными показателям по шкалам WOSI и Rowe наблюдалось более корректное расположение костного блока в средней и нижней третях суставного отростка лопатки. Можно было предположить, что излишне латерализованная или медиализированная позиция костного блока в аксиальной плоскости оказывало более существенное влияние на результат, чем краниальное смещение последнего с сагиттальной плоскости. Следует также отметить, что у пациентов с корректным расположением костного блока показатели по шкале Rowe были лучше в основном в разделе «Функция», а по шкале WOSI – в разделе «Физические симптомы», что характеризовалось отсутствием «заклинивания, треска, щелчков», «дискомфорта в мышцах шеи и плеча». Положение костного блока трансплантата в сагиттальной плоскости не сказалось на ограничении наружной ротации плеча, которое наблюдали у 4 (6,2%) пациентов – в двух

суставах (3%) с краниальным расположением и по одному (1%) с каудальным и центральным. Хотя нельзя исключить, что в более представительной серии наблюдений данное заключение может быть поставлено под сомнение.

В исследовании J. Капу с соавторами не без оснований высказывается предположение о связи возможных неврологических осложнений операции Bristow – Latarjet, которые наблюдаются с частотой до 10%, с расположением костного блока трансплантата [22]. Наиболее подвержены риску повреждения *n. musculocutaneus*, *n. axillaris* и *n. suprascapularis* [11, 18, 29]. Следует отметить, что сохранность лишь одного из них – *n. suprascapularis* может иметь отношение к позиционированию костного блока, а точнее к сверлению и проведению винтов через него и шейку суставного отростка под большим углом наклона к поверхности гленоида. Нейропатия *n. musculocutaneus* большей частью имеет тракционный характер, в то время как *n. axillaris* может быть поврежден во время проведения костного блока трансплантата через разделенное вдоль сухожилие подлопаточной мышцы. Отличающаяся от открытой, артроскопическая техника выделения и перемещения костного блока трансплантата позволяет несколько уменьшить количество этих осложнений [25]. Однако и для открытого вмешательства они не являются «обстоятельствами непреодолимой силы», а определяются, скорее, внимательным и аккуратным выполнением всех этапов операции.

Преходящие и продолжающиеся в течение 3–4 месяцев неврологические осложнения после открытой операции Bristow – Latarjet мы наблюдали у 2 пациентов – невропатию *n. musculocutaneus* (50%) или *n. axillaris* (50%). Ни одного паралича не было связано с *n. suprascapularis*, и, следовательно, с позиционированием костного блока трансплантата. Аксиальный угол наклона винта (верхнего из двух винтов при методике Latarjet), фиксирующего костный блок к суставной поверхности, составлял $16 \pm 7^\circ$ ($0-28^\circ$), что у большинства пациентов не превышало критического показателя в 25° , когда возникает угроза повреждения указанного нерва при формировании костного канала или использовании для фиксации слишком длинного винта [7].

Перелом костного блока трансплантата через 6 недель после операции был выявлен с помощью КТ у одного пациента, пренебрегшего ограничениями восстановительного лечения. При этом трансплантат был корректно расположен и фиксирован по методике Latarjet. Последующее восстановление полноценной

функции плечевого сустава без ревизионного вмешательства объясняли сохраняющимся эффектом «гаммака».

Рецидив нестабильности плечевого сустава после операции Bristow – Latarjet, проявляющийся подвывихом головки плечевой кости, наблюдали у одного (2%) пациента с массивным дефектом суставного отростка лопатки (более 30%) и повреждением Hill – Sachs объемом 1800 мм^3 , расположенным за пределами «glenoid track». В качестве основной причины возникновения рецидива рассматривали превышение допустимых размеров коррекции биполярных повреждений с помощью операции Bristow – Latarjet.

Репаративный процесс в области перемещенного костного блока клювовидного отростка остается малоизученным, его биологические исходы часто не коррелируют с клиническими результатами и степенью восстановления функции плечевого сустава. Высказывается предположение о влиянии на сращение костного блока не только биологических факторов, связанных главным образом с кровоснабжением, но и механических нагрузок. Диспропорция последних проявляется перегрузкой нижней части перемещенного костного блока и меньшими усилиями, возникающими в верхней его половине, где по закону Вольфа возникает остеопения. Напротив, в нижней части костного блока remodelированию, предположительно, благоприятствует сохраняющееся кровоснабжение через объединенное сухожилие двуглавой и клювовидно-плечевой мышц [32].

Полная интеграция или костное сращение трансплантата с суставным отростком лопатки происходит не всегда. В группе из 297 пациентов, которым выполнялась открытая операция по методике Latarjet, консолидацию костного блока L. Novellius с соавторами наблюдали в 83% случаев [21]. По данным L. Casabianca с соавторами, отсутствие консолидации подтверждалось у 22% пациентов после «Arthro - Latarjet» [12], а P. A Voileau с соавторами сообщали о 20% несращений [8].

Артроскопическая реализация операции Bristow – Latarjet не внесла существенных изменений в частоту выявляемых несращений или мягкотканых сращений трансплантатов, что, по-видимому, можно объяснить не только качеством обработки костного ложа, прилегающей поверхности блока, обеспечением плотного контакта между ними с наибольшей площадью, но и особенностями реваскуляризации. Нельзя в этой связи исключить и преимуществ использования фиксации костного блока трансплантата двумя винтами для достижения бо-

лее равномерной адаптации его по сравнению с остеосинтезом 1 винтом [26].

О случаях резорбции костного блока сообщалось в ряде исследований, причем в отдельных из них было отмечено, что нарушения репаративного процесса могут манифестироваться рецидивами неустойчивости и болевым синдромом в плече [12]. Напротив, J. Allain с соавторами не выявляли сколько-нибудь значимой связи между костной резорбцией, функцией и устойчивостью плечевого сустава по прошествии 14 лет после операции [5].

G. Di Giacomo с соавторами в более короткие сроки наблюдения показали отсутствие влияния даже значительной резорбции костного блока на степень восстановления плечевого сустава после операции Latarjet [15]. Однако негативные последствия такого рода нарушений сращения трансплантата в отдаленные сроки не исключают большинство исследователей. Наряду с возможными рецидивами нестабильности, появляются другие травмирующие сустав факторы. Подвергающиеся контактному нагрузкам выстоящие имплантаты способны мигрировать, деформироваться и вызывать повреждения суставного хряща головки плечевой кости, ввиду чего существенно возрастает риск развития остеоартроза плечевого сустава [15, 23].

Судя по результатам последних исследований с использованием мультиспиральной КТ, процесс резорбции костной части трансплантата встречается гораздо чаще, чем мы предполагаем (17–90%) и выглядит скорее правилом, чем исключением. Выраженность этого процесса, как показали в своей работе Y.M. Zhu с соавторами, бывает разной. Значительная или полная резорбция костного блока 2 и 3 степеней по предложенной авторами классификации может не сопровождаться функциональными нарушениями и болевым синдромом на протяжении 2 лет наблюдения, равно как и менее выраженная резорбция трансплантата 1 и 2 степеней [32].

В нашем исследовании костное сращение трансплантата было установлено с помощью КТ в 74% случаев, мягкотканное – в 26%, резорбцию трансплантата 0-1 степени выявляли в 84%, 2-3 степени – в 26% наблюдений.

Биологические исходы ремоделирования костной части трансплантата оказывали влияние на оценку результатов операции Bristow – Latarjet по шкалам WOSI и Rowe. Лучшие суммарные показатели наблюдали у пациентов при костном сращении трансплантата и резорбции блока, не превышающей 0-1 степень по сравнению с пациентами, имеющими мягкотканное

сращение и резорбцию 2-3 степени. При этом костное сращение сопровождалось меньшей степенью резорбции, что подтверждало важную роль васкуляризации в ремоделировании костного блока и суставной поверхности лопатки после пластики.

Использование методики Bristow или Latarjet практически не сказалось на степени резорбции костного блока трансплантата. Отсутствие последней или первую степень резорбции наблюдали у 87% пациентов после операции Bristow и у 83% – после операции Latarjet, 2-3 степень определяли в 13% и 17% суставов, соответственно. При этом костное сращение блока подтверждали в 76% суставов после операции Bristow и в 74% – после операции Latarjet.

Рентгенологические симптомы остеоартроза плечевого сустава по классификации Samilson – Prieto определяли у 2 (3,1%) пациентов в сроки 21 месяц после операций по методикам Bristow и Latarjet. Ухудшение произошло у 2 (3,1%) других пациентов, которые на момент выполнения операции уже имели соответствующие признаки заболевания. Указанные показатели в отношении рентгенологических проявлений остеоартроза оказались существенно лучше результатов, приведенных в литературных источниках, согласно которым частота обнаруживаемых дегенеративных изменений составляет 35–71% [5,17]. Правда, не все пациенты имели при этом клинические проявления заболевания, а сроки наблюдения были существенно продолжительнее, чем в нашем исследовании – до 10 лет и более. Все остальные факторы, отнесенные к рискам – возраст пациентов и количество вывихов до операции – встречались в одинаковой степени.

В целом оценки результатов лечения через 14 ± 4 месяцев после операции Bristow – Latarjet в нашем исследовании по балльным шкалам Rowe и WOSI составляли 80 ± 5 и 420 ± 60 баллов и соответствовали положительному уровню. Функциональные возможности и устойчивость плечевого сустава увеличились почти в 2 раза по сравнению с дооперационными показателями. Незначительный болевой синдром возникал только у 6 (9,3%) пациентов после занятий спортом или тяжелых физических нагрузок.

Статистически значимых различий в оценках по шкалам Rowe и WOSI, связанных с использованием нескольких методик операции Bristow – Latarjet, отмечено не было. В конечные сроки исследования у пациентов после операции Bristow суммарный показатель достигал 80 ± 5 и 450 ± 50 баллов, после операции Latarjet – 80 ± 5 и 430 ± 60 баллов, ($p < 0,05$).

Заключение

Наиболее информативным методом для оценки корректности расположения костного блока трансплантата при операции Bristow – Latarjet, динамики и исходов репаративного процесса в области пластики являлась КТ. Использование малоинвазивного хирургического доступа с продольным разделением подлопаточной мышцы создавало достаточные условия для точной ориентации костного блока трансплантата по отношению к суставной поверхности лопатки. Позиционирование костного блока трансплантата оказывало влияние на результаты операции Bristow – Latarjet. Пациенты с отличными и хорошими суммарными показателями по шкалам WOSI и Rowe имели более корректное расположение костного блока по отношению к суставной поверхности лопатки. Ремоделирование костного блока, сопровождающееся разной степенью резорбции и интеграции его с передним краем суставного отростка лопатки, оказывало влияние на результаты операции Bristow – Latarjet. Лучшие суммарные показатели по шкалам WOSI и Rowe наблюдались у пациентов при костном сращении трансплантата и резорбции блока, не превышающей 0-1 степень по сравнению с пациентами, имеющими мягкотканное сращение и резорбцию 2-3 степени.

Клинические результаты операции Bristow – Latarjet и ремоделирование костного блока трансплантата не зависели от способов его фиксации.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Гладков Р.В., Рикун О.В., Аверкиев Д.В., Гранкин А.С. Результаты стабилизации плечевого сустава по модифицированной методике Бристоу – Латарже с артроскопическим сопровождением. *Травматология и ортопедия России*. 2014;2(72):85-92.
2. Маланин Д.А., Трегубов А.С., Норкин Грунин А.И., С.В., Жуликов А.Л. Операция Bristow-Latarjet: комплексная оценка состояния плечевого сустава и результатов лечения. *Вестник ВолгГМУ*. 2016;1(57):68-75.
3. Тихилов Р.М., Доколин С.Ю., Кузнецов И.А., Трачук А.П., Бурулев А.Л., Михайлова А.М., Захаров К.И. Отдаленные результаты артроскопического лечения рецидивирующей нестабильности плечевого сустава, причины неудачных исходов. *Травматология и ортопедия России*. 2011;1(59):5-13.
4. Хоминец В.В., Гранкин А.С., Шаповалов В.М., Аверкиев Д.В., Гладков Р.В. Алгоритм хирургической тактики лечения больных, страдающих хронической передней нестабильностью плечевого сустава. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015;2(50):42-48.
5. Allain J., Goutallier D., Glorion C. Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;(80):841-852.
6. Baudi P., Righi P., Bolognesi D. et al How to identify and calculate glenoid bone deficit. *Chir Organi Mov*. 2005;(90):145-152.
7. Boileau P., Mercier M., Old J. Arthroscopic Bankart-Bristow-Latarjet procedure: how to do it and tricks to make it easier and safe. *Orthop Clin North Am*. 2010;(41):381-392.
8. Boileau P., Thulu C.-U., Mercier N., Ohl X., Houghton-Clemmey R., Carles M., Trojani C. Arthroscopic Bristow-Latarjet combined with bankart repair restores shoulder stability in patients with glenoid bone loss. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;(472):2413-424.
9. Burkhart S.S., De Beer J.F., Barth J.R., Cresswell T., Roberts C., Richards D.P. Results of modified Latarjet reconstruction in patients with anteroinferior instability and significant bone loss. *Arthroscopy*. 2007;(23):1033-1041.
10. Buscayret F., Edwards T.B., Szabo I., Adeleine P., Coudane H., Walch G. Glenohumeral arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment: incidence and contributing factors. *Am J Sports Med*. 2004;(32):1165-1172.
11. Butt U., Charalambous C.P. Complications associated with open coracoid transfer procedures for shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;(21):1110-1119.
12. Casabianca L., Gerometta A., Masseur A. et al. Graft position and fusion rate following arthroscopic Latarjet. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;(24):507-512.
13. Cassagnaud X., Maynou C., Mestdagh H. Clinical and computed tomography results of 106 Latarjet-Patte procedures at mean 7.5 year follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2003;(89): 683-692.
14. Chuang T.Y., Adams C.R., Burkhart S.S. Use of preoperative three dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *Arthroscopy*. 2008;(24):376-382.
15. Di Giacomo G., de Gasperis N., Costantini A., De Vita A., Beccaglia M.A., Pouliart N. Does the presence of glenoid bone loss influence coracoid bone graft osteolysis after the Latarjet procedure? A computed tomography scan study in 2 groups of patients with and without glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;(23):514-518.
16. Di Giacomo G., Itoi Eiji, Burkhart S.S., Evolving concept of bipolar bone loss and the Hill-Sachs lesion: from «Engaging/Non-Engaging» lesion to «on-track/off-track» lesion. *Arthroscopy*. 2014;(1):90-98.
17. Dines J.S., Dodson C.C., McGarry M.H., Oh J.H., Altchek D.W., Lee T.Q. Contribution of osseous and muscular stabilizing effects with the Latarjet procedure for anterior instability without glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;(22):1689-1694.
18. Giles J.W., Boons H.W., Elkinson I., Faber K.J., Ferreira L.M., Johnson J.A. et al. Does the dynamic sling effect of the Latarjet procedure improve shoulder stability? A biomechanical evaluation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;(22):821-827.
19. Hovelius L., Akermark C., Albrektsson B., Berg E., Korner L., Lundberg B. et al. Bristow-Latarjet procedure for recurrent anterior dislocation of the shoulder. A 2-5 year follow-up study on the results of 112 cases. *Acta Orthop Scand*. 1983;(54):284-290.

20. Hovelius L., Sandstrom B., Saebo M., Berg E., Korner L., Lundberg B. et al. One hundred eighteen Bristow-Latarjet repairs for recurrent anterior dislocation of the shoulder prospectively followed for fifteen years: study II the evolution of dislocation arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;(15):279-289.
21. Hovelius L., Sandström B., Olofsson A., Svensson O., Rahme H. The effect of capsular repair, bone block healing, and position on the results of the Bristow-Latarjet procedure (study III): long-term follow-up in 319 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;(21):647-660.
22. Kany J., Flamand O., Grimberg J. Arthroscopic Latarjet procedure: is optimal positioning of the bone block and screws possible? A prospective computed tomography scan analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;(1):69-77.
23. Kavaja L., Pajarinen J., Sinisaari I., Savolainen V., Bjorkenheim J.M., Haapamaki V. et al. Arthrosis of glenohumeral joint after arthroscopic Bankart repair: a long-term follow-up of 13 years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;(21):350-355.
24. Kraus T.M., Graveleau N., Bohu Y. et al. Coracoid graft positioning in the Latarjet procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;(24):496-501.
25. Lafosse L., Boyle S. Arthroscopic Latarjet procedure. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;(19):2-12.
26. Mizuno N., Patrick J., Denard P.J., Raiss P., Melis B., Walch G. Longterm results of the Latarjet procedure for anterior instability of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;(23):1691-1699.
27. Nourissat G., Delaroche C., Bouillet B., Doursounian L., Aim F. Optimization of bone-block positioning in the Bristow- Latarjet procedure: a biomechanical study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;(100):509-513.
28. Patte D., Bernageau J., Rodineau J., Gardes J.C. Unstable painful shoulders. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1980;(66):157-165.
29. Shah A.A., Butler B., Romanowski J., Goel D., Karadagli D., Warner J.P. Short-term complications of the Latarjet procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;(94):495-501.
30. Wellmann M., Petersen W., Zantop T., Herbort M., Kobbe P., Raschke M.J., Hurschler C. Open shoulder repair of osseous glenoid defects: biomechanical effectiveness of the Latarjet procedure versus a contoured structural bone graft. *Am J Sports Med.* 2009;(37):87-94.
31. Yamamoto N., Itoi E., Abe H. et al. Contact between the glenoid and the humeral head in abduction, external rotation, and horizontal extension: A new concept of glenoid track. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;(16):649-656.
32. Zhu Y-M., Jiang C-Y., Lu Y. et al. Coracoid bone graft resorption after Latarjet procedure is underestimated: a new classification system and a clinical review with computed tomography evaluation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;(24):1782-1788.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Маланин Дмитрий Александрович – д-р мед. наук, профессор заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; заведующий лабораторией экспериментальной и клинической ортопедии ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»

Трегубов Андрей Сергеевич – врач травматолог-ортопед, старший лаборант кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; научный сотрудник лаборатории экспериментальной и клинической ортопедии ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»

Грунин Сергей Викторович – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России

Черезов Леонид Леонидович – канд. мед. наук доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России

EFFECT OF LOCATION AND BONE GRAFT REMODELING ON RESULTS OF BRISTOW-LATARJET PROCEDURE

D.A. Malanin^{1,2}, A.S. Tregubov^{1,2}, S.V. Grunin¹, L.L. Cherezov¹¹ *Volgograd State Medical University
Pl. Pavshikh Bortsov, 1, Volgograd, Russia, 400131*² *Volgograd Medical Scientific Centre
Ul. Rokossovskogo, 1G, Volgograd, Russia, 400081***Abstract**

Introduction. Operation Bristow-Latarjet proved itself as one of the most effective and predictable surgical treatments. Despite its widespread use, there are various complications associated with improper installation of the bone block and the violation of its remodeling.

Objective: to obtain new data on the effect of location and remodeling of bone graft block on functional outcome and stability of the shoulder joint in patients with recurrent anterior instability after the operation Bristow-Latarjet.

Material and methods. The material for the study served as the analysis of results of treatment of 64 patients with posttraumatic recurrent anterior shoulder dislocation who underwent Bristow-Latarjet operation. Postoperatively, assessed a provision and the degree of bone remodeling unit according to computed tomography in the sagittal, axial slices, and through 3D modeling. To evaluate the functional outcome scale were used Western Ontario Shoulder Index (WOSI) and Rowe scale.

Results. At the level of the articular surface (congruent or flattening) in the axial plane were 89% bone blocks, too medially or laterally arranged 9% and 2% grafts, respectively. On sagittal CT images in the middle third of the articular surface of the scapula was located 28% of the bone blocks at the bottom – 60%, in the upper third of – 12%. Analysis of the dependence of the results of treatment of graft positioning showed that patients with excellent and good summary on the scale WOSI and Rowe, had a correct location of the bone block in the middle and lower third of the articular process of the blade. It can be assumed that excessive lateralized or medialized bone block position in the axial plane of a more profound effect on the outcome than cranial displacement of the latter with the sagittal plane. Bony union of the graft was found by CT in 74% of cases, soft tissue – 26%, the degree of resorption of the graft revealed 0-1 84% 2-3 degree – in 26% of cases. In the last periods of the investigation summary measure according to the scales WOSI and Rowe after Bristow surgery was 80±5 and 450±50 points, after Latarjet surgery – 80±5 and 430±60 points. (p<0,05).

Conclusion. Positioning bone graft block affected the results of operations Bristow-Latarjet. Patients with excellent and good summary on the scale WOSI and Rowe had a correct location of the bone block relative to the articular surface of the scapula. The best overall performance on scales WOSI and Rowe were observed in patients with the fusion of the bone graft and block bone resorption does not exceed 0-1 degree compared with patients having soft tissue fusion and resorption 2-3 degree.

Keywords: Bristow-procedure, Latarjet-procedure, recurrent shoulder dislocation, shoulder instability.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-31-43

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

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

References

- Gladkov RV, Rikun OV, Averkiev DV, Grankin AS. Results stabilize the shoulder joint on the modified method of Bristow-Latarjet with arthroscopic accompaniment. *Traumatalogia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2014;2(72): 85-92. (in Russ.)
- Malanin DA, Tregubov AS, Norkin AI, Grunin SV, AL Zhulikov. Operation Bristow-Latarjet: a comprehensive assessment of the state of the shoulder joint, and the results of treatment. *Vestnik VolgSMU* [Bulletin of VolgSMU]. 2016;1(57):68-75. (in Russ.)
- Tikhilov RM, Dokolin SY, Kuznetsov IA, Trachuk AP, Buruli AL, Mikhailova AM, Zakharov KI. Long-term results of arthroscopic treatment of recurrent instability of the shoulder joint, the reasons for unsuccessful outcomes. *Traumatalogia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2011;1(59):5-13. (in Russ.)
- Hominets VV, Grankin AS, Shapovalov VM, Averkiev DV, Gladkov RV. Algorithm of surgical tactics of treatment of patients with chronic anterior instability of the shoulder joint. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii* [Bulletin of Russian Military Medical Academy]. 2015;2(50):42-48. (in Russ.)
- Allain J., Goutallier D., Glorion C. Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;(80):841-852.
- Baudi P., Righi P., Bolognesi D. et al How to identify and calculate glenoid bone deficit. *Chir Organi Mov.* 2005;(90):145-152.

Cite as: Malanin DA, Tregubov AS, Grunin SV, Cherezov LL. [Effect of location and bone graft remodeling on results of Bristow-Latarjet procedure]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii.* 2016;22(3):31-43 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-31-43.

✉ *Tregubov Andrey S.* Pl. Pavshikh Bortsov, 1, Volgograd, Russia, 400131; e-mail: megacargando@gmail.com

1 Received: 23.05.2016; Accepted for publication: 15.06.2016

7. Boileau P., Mercier M., Old J. Arthroscopic Bankart-Bristow-Latarjet procedure: how to do it and tricks to make it easier and safe. *Orthop Clin North Am.* 2010;(41):381-392.
8. Boileau P., Thulu C.-U., Mercier N., Ohl X., Houghton-Clemmey R., Carles M., Trojani C. Arthroscopic Bristow-Latarjet combined with bankart repair restores shoulder stability in patients with glenoid bone loss. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;(472):2413-424.
9. Burkhart S.S., De Beer J.F., Barth J.R., Cresswell T., Roberts C., Richards D.P. Results of modified Latarjet reconstruction in patients with anteroinferior instability and significant bone loss. *Arthroscopy.* 2007;(23):1033-1041.
10. Buscayret F., Edwards T.B., Szabo I., Adeleine P., Coudane H., Walch G. Glenohumeral arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment: incidence and contributing factors. *Am J Sports Med.* 2004;(32):1165-1172.
11. Butt U., Charalambous C.P. Complications associated with open coracoid transfer procedures for shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;(21):1110-1119.
12. Casabianca L., Gerometta A., Masseur A. et al. Graft position and fusion rate following arthroscopic Latarjet. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;(24):507-512.
13. Cassagnaud X., Maynou C., Mestdagh H. Clinical and computed tomography results of 106 Latarjet-Patte procedures at mean 7.5 year follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2003;(89): 683-692.
14. Chuang T.Y., Adams C.R., Burkhart S.S. Use of preoperative three dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *Arthroscopy.* 2008;(24):376-382.
15. Di Giacomo G., de Gasperis N., Costantini A., De Vita A., Beccaglia M.A., Pouliart N. Does the presence of glenoid bone loss influence coracoid bone graft osteolysis after the Latarjet procedure? A computed tomography scan study in 2 groups of patients with and without glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;(23):514-518.
16. Di Giacomo G., Itoi Eiji, Burkhart S.S., Evolving concept of bipolar bone loss and the Hill-Sachs lesion: from «Engaging/Non-Engaging» lesion to «on-track/off-track» lesion. *Arthroscopy.* 2014;(1):90-98.
17. Dines J.S., Dodson C.C., McGarry M.H., Oh J.H., Altchek D.W., Lee T.Q. Contribution of osseous and muscular stabilizing effects with the Latarjet procedure for anterior instability without glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;(22):1689-1694.
18. Giles J.W., Boons H.W., Elkinson I., Faber K.J., Ferreira L.M., Johnson J.A. et al. Does the dynamic sling effect of the Latarjet procedure improve shoulder stability? A biomechanical evaluation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;(22):821-827.
19. Hovelius L., Akermark C., Albrektsson B., Berg E., Korner L., Lundberg B. et al. Bristow-Latarjet procedure for recurrent anterior dislocation of the shoulder. A 2-5 year follow-up study on the results of 112 cases. *Acta Orthop Scand.* 1983;(54):284-290.
20. Hovelius L., Sandstrom B., Saebo M., Berg E., Korner L., Lundberg B. et al. One hundred eighteen Bristow-Latarjet repairs for recurrent anterior dislocation of the shoulder prospectively followed for fifteen years: study IIdthe evolution of dislocation arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;(15):279-289.
21. Hovelius L., Sandstrum B., Olofsson A., Svensson O., Rahme H. The effect of capsular repair, bone block healing, and position on the results of the Bristow-Latarjet procedure (study III): long-term follow-up in 319 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;(21): 647-660.
22. Kany J., Flamand O., Grimberg J. Arthroscopic Latarjet procedure: is optimal positioning of the bone block and screws possible? A prospective computed tomography scan analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;(1):69-77.
23. Kavaja L., Pajarinen J., Sinisaari I., Savolainen V., Bjorkenheim J.M., Haapamaki V. et al. Arthrosis of glenohumeral joint after arthroscopic Bankart repair: a long-term follow-up of 13 years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;(21):350-355.
24. Kraus T.M., Graveleau N., Bohu Y. et al. Coracoid graft positioning in the Latarjet procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;(24):496-501.
25. Lafosse L., Boyle S. Arthroscopic Latarjet procedure. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;(19):2-12.
26. Mizuno N., Patrick J., Denard P.J., Raiss P., Melis B., Walch G. Longterm results of the Latarjet procedure for anterior instability of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;(23):1691-1699.
27. Nourissat G., Delaroche C., Bouillet B., Doursounian L., Aim F. Optimization of bone-block positioning in the Bristow-Latarjet procedure: a biomechanical study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;(100):509-513.
28. Patte D., Bernageau J., Rodineau J., Gardes J.C. Unstable painful shoulders. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1980;(66):157-165.
29. Shah A.A., Butler B., Romanowski J., Goel D., Karadagli D., Warner J.P. Short-term complications of the Latarjet procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;(94):495-501.
30. Wellmann M., Petersen W., Zantop T., Herbort M., Kobbe P., Raschke M.J., Hurschler C. Open shoulder repair of osseous glenoid defects: biomechanical effectiveness of the Latarjet procedure versus a contoured structural bone graft. *Am J Sports Med.* 2009;(37):87-94.
31. Yamamoto N., Itoi E., Abe H. et al. Contact between the glenoid and the humeral head in abduction, external rotation, and horizontal extension: A new concept of glenoid track. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;(16):649-656.
32. Zhu Y.-M., Jiang C.-Y., Lu Y. et al. Coracoid bone graft resorption after Latarjet procedure is underestimated: a new classification system and a clinical review with computed tomography evaluation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;(24):1782-1788.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Malanin Dmitry A. – professor, head of the department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University; head of laboratory of experimental and clinical orthopedics for Volgograd Medical Scientific Centre

Tregubov Andrey S. – traumatologist, senior laboratory assistant of the of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University; researcher of Volgograd Medical Scientific Centre

Grunin Sergey V. – assistant of the department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University

Cherezov Leonid L. – associate professor of the department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СШИВАНИЯ МЕНИСКОВ ПРИ АРТРОСКОПИЧЕСКОЙ ПЛАСТИКЕ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

А.В. Королев^{1,2}, М.С. Рязанцев^{1,2}, Н.Е. Магнитская^{1,2}, А.П. Афанасьев¹, Д.О. Ильин¹, А.В. Фролов^{1,2}

¹ Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO) Орловский пер., д. 7, Москва, Россия, 129110

² ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198

Реферат

Цель исследования – оценить отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике передней крестообразной связки (ПКС).

Материал и методы. Были проанализированы отдаленные результаты лечения 45 пациентов, которым было выполнено сшивание 50 менисков (26 медиальных и 24 латеральных) в сочетании с пластикой ПКС в период с 2007 по 2013 г. одним и тем же хирургом. Пяти пациентам было выполнено сшивание обоих менисков. При сшивании менисков использовали от одного до четырех фиксаторов Fast-Fix (Smith & Nephew). Анализ отдаленных результатов оперативного лечения проводили по ортопедическим шкалам Cincinnati, IKDC и Lysholm.

Результаты. В группу исследования вошли 19 мужчин и 26 женщин, средний возраст которых составил $33,2 \pm 1,5$ года (от 15 до 59 лет). Медиана времени, прошедшего с момента травмы до оперативного лечения, составила 0 месяцев (интерквартильный размах от 0 до 1). Средний период от момента операции до оценки по ортопедическим шкалам составил $55,9 \pm 3$ месяцев (от 20 до 102 месяцев). При анализе отдаленных результатов по шкале Cincinnati медиана составила 97 баллов (интерквартильный размах от 90 до 100 баллов), отличные результаты были получены у 42 пациентов (93%), хорошие – у 3 (7%). При анализе отдаленных результатов по шкале IKDC медиана составила 90,8 баллов (интерквартильный размах от 86,2 до 95,4 баллов); у 23 пациентов (51%) были получены отличные результаты, у 15 (33%) – хорошие, у 7 (16%) – удовлетворительные. При анализе отдаленных результатов по шкале Lysholm медиана составила 95 баллов (интерквартильный размах от 90 до 100 баллов); у 34 пациентов (76%) результаты были оценены как отличные, у 11 (24%) – как хорошие. При сравнении результатов лечения по данным субъективных опросников статистически достоверных различий в зависимости от возраста, пола пациентов, а также времени, прошедшего с момента травмы до операции, выявлено не было.

Заключение. Сшивание менисков одновременно с пластикой ПКС является эффективной операцией с хорошими отдаленными результатами, которая может применяться у пациентов разных возрастных групп. Отличные и хорошие результаты получены при сшивании менисков как в ранние, так и в поздние сроки после травмы.

Ключевые слова: шов мениска, реконструкция мениска, пластика передней крестообразной связки.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-44-53

Введение

Несмотря на то, что первые данные о сшивании менисков Thomas Annandale опубликовал более 100 лет назад, повсеместное распространение данная процедура получила лишь в последние 15–20 лет [10].

Высокая частота повреждений менисков у лиц трудоспособного возраста и рост травматизма в целом, а также появление новых методов и хорошие отдаленные результаты – все это

способствовало популяризации операций с сохранением менисков [1–5].

В настоящее время используются три основные техники сшивания менисков: «out-in» (снаружи-внутри), «in-out» (изнутри-кнаружи) и «in-in» (все внутри). Техника «все внутри» занимает одну из лидирующих позиций и с каждым годом становится все популярнее. Это связано с простотой выполнения манипуляции и небольшим риском нейроваскулярных осложнений [13, 16].

Королев А.В., Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Фролов А.В. Отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике передней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):44-53. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-44-53.

Рязанцев Михаил Сергеевич. Орловский пер., 7, Москва, Россия, 129110; e-mail: 79268112899@yandex.ru

Рукопись поступила: 01.06.2016; принята в печать: 18.08.2016

Пик популярности биodeградируемых имплантатов, которые использовались при данной технике, пришелся на конец 1990-х – начало 2000-х годов. Неудовлетворительные биомеханические свойства этих имплантатов [11] и информация об осложнениях, полученная в результате ряда исследований [9,15], приостановили использование данных фиксаторов.

Устройства второго поколения для сшивания менисков по технике «in-in» представляют собой низкопрофильные гибкие фиксаторы, в основе которых лежат самозатягивающиеся узлы (Fast-Fix, Smith & Nephew; RapidLock, Mitek; The Meniscal Cinch, Arthrex и др.), что дает возможность создавать необходимые компрессию и натяжение нитей фиксатора при сшивании мениска.

Частота повреждения менисков в сочетании с разрывом передней крестообразной связки, по некоторым данным, варьирует от 55 до 65% [20, 27, 29]. Как изолированные повреждения ПКС, так и их сочетание с разрывом менисков, в отдаленном периоде приводят к развитию и прогрессированию остеоартроза. Систематический обзор литературы, выполненный F.R. Noyes с соавторами, показал, что при реконструкции ПКС резекция менисков выполняется в 2–3 раза чаще, чем сшивание менисков [22]. Аналогичные данные представлены в исследовании V. Musahl [21]: в 70% случаев пациентам при выполнении пластики ПКС проводилась резекция менисков, и только в 30% – их сшивание. Это можно объяснить тем, что не все разрывы менисков поддаются сшиванию в связи с особенностями кровоснабжения данной области, различными формами разрывов менисков, а также выраженностью дегенеративных процессов.

Результаты ряда исследований показали, что шов менисков с одномоментной пластикой передней крестообразной связки дает лучшие отдаленные результаты в сравнении с изолированным сшиванием менисков [7, 25, 30]. L. Girolamo с соавторами предположили, что это может быть связано с высоким интраартикулярным содержанием факторов роста после формирования костных каналов и резекции культи передней крестообразной связки [17].

Цель исследования – оценить отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике ПКС.

Материал и методы

В исследование были включены пациенты, которым выполнялось сшивание менисков по технике «все внутри» (in-in) с использованием

фиксатора Fast-Fix (Smith & Nephew) с одномоментной пластикой передней крестообразной связки аутооттрансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей.

В период с 2007 по 2013 г. 80 пациентам было выполнено сшивание 44 медиальных и 45 латеральных менисков. Все оперативные вмешательства были выполнены одним хирургом на базе ГКБ № 31 Москвы и в Европейской клинике спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO). У 75 пациентов одномоментно со сшиванием менисков была выполнена пластика ПКС аутооттрансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей. Пяти пациентам выполнено изолированное сшивание мениска без пластики ПКС, эти пациенты были исключены из исследуемой группы.

Критериями включения в исследуемую группу были:

- 1) одномоментное сшивание одного/обоих менисков с пластикой передней крестообразной связки аутооттрансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей;
- 2) горизонтальные, паракапсулярные, полные/неполные, нестабильные разрывы медиального/латерального менисков;
- 3) сшивание мениска при помощи фиксатора Fast-Fix (Smith & Nephew);
- 4) первичная операция на коленном суставе;
- 5) отсутствие признаков инфекционного процесса в суставе.

Критериями исключения считали:

- 1) изолированное сшивание мениска;
- 2) повторная травма оперированного коленного сустава;
- 3) травма коленного сустава с контралатеральной стороны;
- 4) наличие воспалительного процесса в области оперируемого коленного сустава.

К сожалению, 30 пациентов были потеряны на момент последнего контрольного осмотра.

Таким образом, в исследуемую группу вошли 45 пациентов (19 мужчин и 26 женщин), которым было выполнено сшивание 50 менисков (26 медиальных и 24 латеральных). Пяти пациентам было выполнено сшивание обоих менисков. Все пациенты соответствовали критериям отбора, описанным выше. Трем пациентам была выполнена повторная артроскопия (Second Look): у одного пациента – по поводу повторной травмы, у двух пациентов – по поводу развившегося артрофиброза.

Средний возраст пациентов составил 33,2 года ± 1,5 (минимальный – 15 лет; максимальный – 59 лет). Распределение пациентов по возрастным группам: <20 лет – 11%; 21–30 лет – 30%; 31–40 лет – 37%; >40 лет – 22%.

На дооперационном этапе у всех пациентов проводился стандартный осмотр коленного сустава с выполнением функциональных тестов. Также в качестве предоперационной подготовки всем пациентам была выполнена МРТ коленного сустава, результаты которой подтверждали разрыв ПКС и повреждение мениска(ов) (рис. 1). Решение о возможности сшивания мениска принималось во время операции после оценки характера и формы разрыва, а также выраженности дегенеративных изменений.



Рис. 1. МР-томограммы правого коленного сустава в сагиттальной плоскости:
 а – T1-ВИ, продольный разрыв заднего рога латерального мениска (стрелка);
 б – PD-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани, полный отрыв передней крестообразной связки от бедренной кости (стрелка)

Медиана времени, прошедшего с момента травмы до оперативного лечения, составила 28 дней (интерквартильный размах от 14 до 59). В отдаленном послеоперационном периоде проводилась оценка результатов хирургического лечения пациентов по субъективным ортопедическим шкалам – IKDS, Cincinnati и Lysholm. Среднее время от момента операции до опроса по шкалам составило $55,9 \pm 3$ месяцев (от 20 до 102 месяцев).

Статистический анализ

Все пациенты были распределены на три возрастные категории: категория 1 – младше 20 лет, категория 2 – от 21 до 35 лет, категория 3 – старше 35 лет.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи статистической программы STATISTICA 12.0, StatSoft, Inc.

Количественные данные представлены в виде диаграмм размаха.

Нормальность распределения определяли по критерию Шапиро – Уилка. При нормальном распределении данные представлены в виде средних значений \pm ошибки с указанием минимального и максимального значений; при распределении, отличном от нормального, данные представлены в виде медианы с указанием интерквартильного размаха.

Критический уровень статистической значимости принимали 5% ($p \leq 0,05$).

Интерпретация отдаленных результатов по ортопедическим шкалам представлена в таблице.

Таблица

Интерпретация отдаленных результатов оперативного лечения по ортопедическим шкалам

Оценка	Шкала		
	IKDS	Cincinnati	Lysholm
Отличная	90–100	>80	>90
Хорошая	80–89	55–79	84–90
Удовлетворительная	70–79	30–54	65–83
Неудовлетворительная	<70	<30	<65

Выделяли свежие и застарелые разрывы менисков в зависимости от давности травмы. Разрывы менисков считали «свежими», если от момента травмы до операции прошло менее 1 месяца; «застарелыми» – если от момента травмы до операции прошло более 1 месяца.

Хирургическая техника

В положении пациента лежа на спине с использованием фиксаторов для нижних конечностей и пневматического турникета, под спинальной анестезией, выполняли трёхкратную обработку операционного поля. Формировали стандартные артроскопические порты, осуществляли тщательную ревизию коленного сустава, при помощи щупа осматривали и пальпировали мениски, связки, суставные поверхности, завороты. При невозможности сшивания менисков выполняли их резекцию, при сужении межмышечкового пространства – нотч-пластику, при возможности сшивания мениска – освежение краев мениска в области разрыва рашпилем (рис. 2).



Рис. 2. Артроскопия коленного сустава, интраоперационное изображение. Обработка зоны разрыва мениска рашпилем

Далее по стандартной методике выполняли сшивание мениска горизонтальными швами. В зависимости от длины и характера разрыва использовали от 1 до 4 фиксаторов Fast-Fix (Smith & Nephew) (рис. 3), до достижения стабильности мениска; последняя проверялась щупом.

Затем выполняли пластику ПКС аутоотрансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей с фиксацией в бедренной кости подвешивающим кортикальным фиксатором-пуговицей Endobutton CL (Smith & Nephew) и фиксацией в большеберцовой кости биодеградируемым винтом с гильзой Biointrafix (DePuy Mitek). Производился артроскопический контроль, во время которого оценивали натяжение трансплантата, анатомичность и изометричность положения, отсутствие признаков ущемления при всех углах сгибания в коленном суставе. Полость сустава обильно промывали физиологическим раствором, устанавливали вакуум-дренаж. Послеоперационные раны послойно ушивали. Нижнюю конечность забинтовывали эластичным бинтом, выполняли иммобилизацию в прямом тугоре.

Послеоперационное ведение

В послеоперационном периоде проводилась иммобилизация нижней конечности в прямом ортезе в течение 3 недель. Во время реабилитации со 2-й по 4-ю недели после операции, разрешали сгибание в коленном суставе до 90°, с 5-й по 8-ю неделю – до 110°, с 9-й по 12-ю неделю допустимый объем движений в коленном суставе увеличивали до 135°.

Также в период с 1-й по 3-ю недели пациенту разрешали ходьбу при помощи дополнительной опоры (костыли) без нагрузки на оперированную нижнюю конечность. С 4-й недели разрешалась нагрузка 20 кг, с 5-й недели – 40 кг, с 6-й недели – полная нагрузка на оперированную

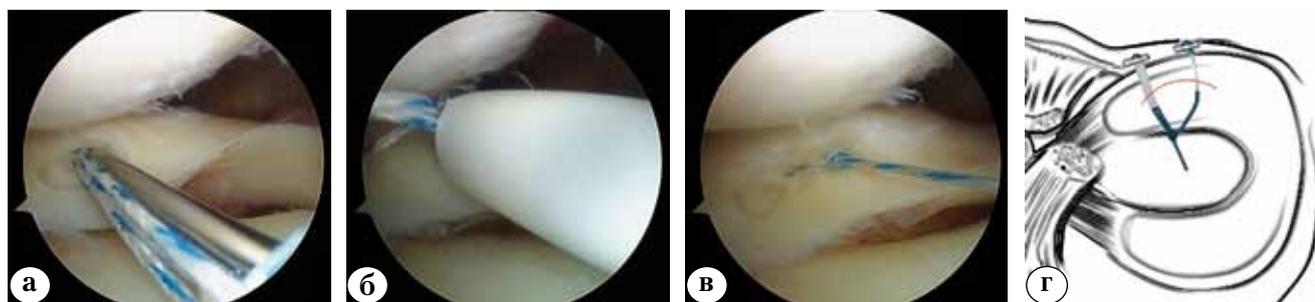


Рис. 3. Сшивание заднего рога латерального мениска при помощи фиксатора Fast-Fix (Smith & Nephew): а – этап установки первого фиксатора; б – этап установки второго фиксатора; в – затягивание скользящего узла; г – схематичное изображение данного метода сшивания мениска

нижнюю конечность. Всем пациентам проводилась профилактика тромбоэмболических осложнений в течение всего срока иммобилизации коленного сустава и отсутствия нагрузки на оперированную конечность.

Результаты

Средний срок от момента операции до оценки по ортопедическим шкалам составил $55,9 \pm 3$ месяцев (от 20 до 102 месяцев).

При анализе отдаленных результатов по шкале Cincinnati медиана составила 97 баллов (интерквартильный размах от 90 до 100 баллов). Отличные результаты были получены у 42 пациентов (93%), хорошие – у 3 (7%) (рис. 4). При анализе отдаленных результатов по шкале IKDC медиана составила 90,8 баллов (интерквартильный размах от 86,2 до 95,4 баллов); у 23 (51%) пациентов получены отличные результаты, у 15 (33%) – хорошие, у 7 (16%) – удовлетворительные; неудовлетворительные результаты отсутствовали (рис. 5).

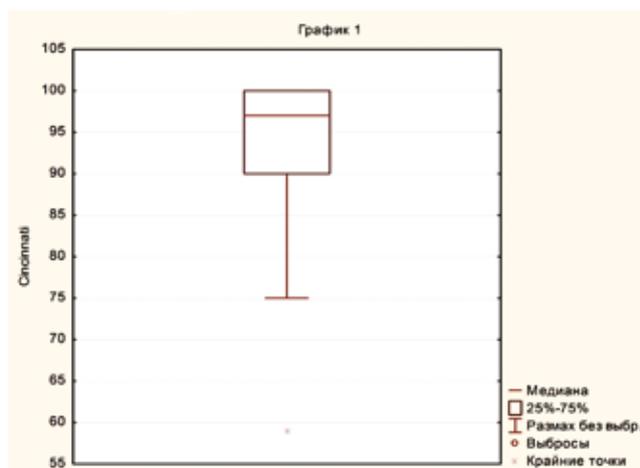


Рис. 4. Оценка результатов по шкале Cincinnati

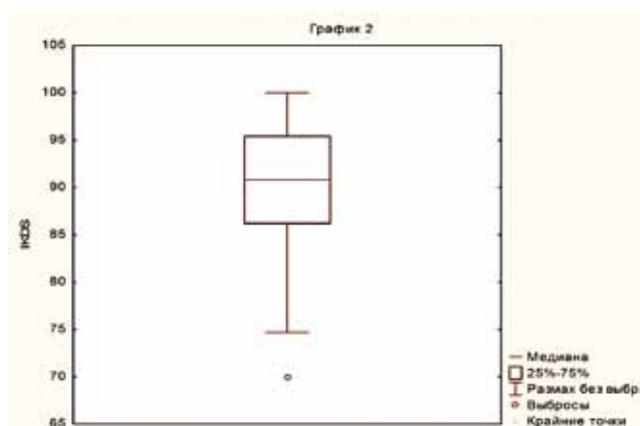


Рис. 5. Оценка результатов по шкале IKDC

При анализе отдаленных результатов по шкале Lysholm медиана составила 95 баллов (интерквартильный размах от 90 до 100 баллов); у 34 (76%) пациентов результаты были оценены как отличные, у 11 (24%) – как хорошие (рис. 6).

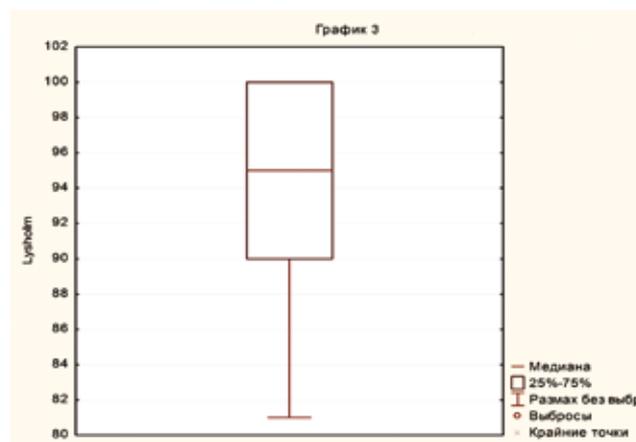


Рис. 6. Оценка результатов по шкале Lysholm

Осложнения развились у 5 из 45 пациентов. У двух пациентов в раннем послеоперационном периоде выполняли пункцию коленного сустава в связи с напряженным гемартрозом. У одного пациента на 5-е сутки после операции образовалась массивная подкожная гематома по передне-внутренней поверхности голени. В связи с этим проводился курс консервативной терапии и более щадящие реабилитационные мероприятия (рис. 8).

Одному пациенту после повторной травмы через 3 года после первичной операции была выполнена повторная артроскопическая ревизия (на 2-е сутки после новой травмы): резекция медиального мениска (при первичной операции медиальный мениск не был поврежден), при этом сшитый ранее латеральный мениск имел признаки полного заживления.

Двум пациентам в связи с развившимся артрофиброзом на фоне отсутствия эффекта от консервативного лечения потребовалось выполнение повторного артроскопического вмешательства. Из них одному пациенту был выполнен артролиз, редрессация оперированного коленного сустава в срок до года после первичной операции. Другому пациенту была выполнена аналогичная операция в другой клинике. В обоих случаях сшитые мениски были также интактными и имели признаки заживления (рис. 7).

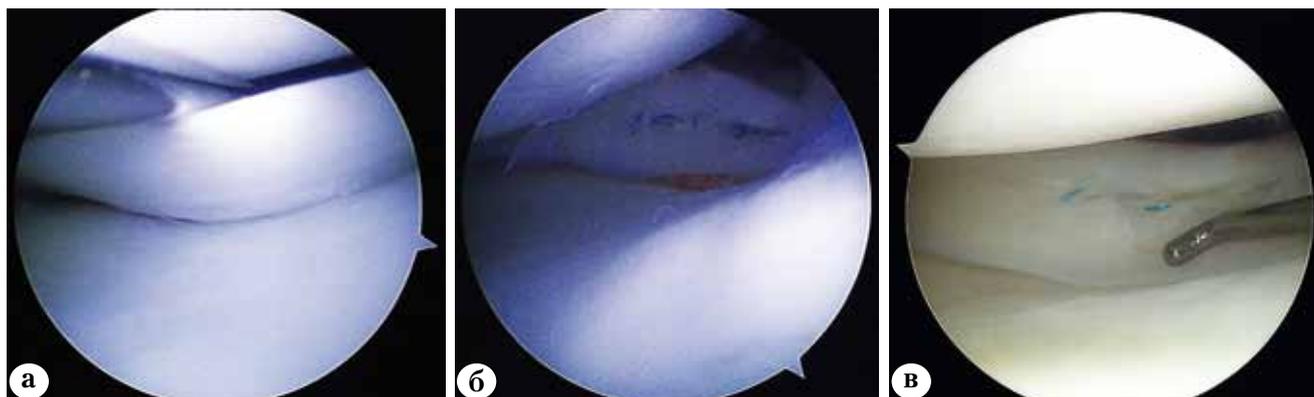


Рис. 7. Разрыв заднего рога латерального мениска, первичная операция (а);
финальный этап сшивания латерального мениска, первичная операция (б);
латеральный мениск через год после операции, повторная ревизия в связи с развившимся артрофиброзом (в)

Все возникшие осложнения были связаны не со сшиванием, а с реконструкцией переднего крестообразной связки. Дополнительных хирургических вмешательств пациентам обеих групп не потребовалось.

Все пациенты, прошедшие повторную артроскопию, полностью восстановились, и поскольку сшитые мениски не были затронуты, эти пациенты не были исключены из группы наблюдения и участвовали в статистическом анализе.

При сравнении результатов лечения по данным субъективных опросников статистически значимых различий в зависимости от возраста и пола пациентов выявлено не было ($p > 0,05$). Статистической значимости при оценке сроков, прошедших с момента травмы до операции, также получено не было ($p > 0,05$).

Обсуждение

Мениски играют существенную роль в распределении нагрузки в коленном суставе. Значительное увеличение контактного давления было выявлено даже при частичной резекции менисков. Удаление всего лишь от 15 до 34% мениска приводит к увеличению контактного давления до 350% [12, 26].

За последние 23 года произошел огромный скачок в совершенствовании хирургической техники и инструментария для сшивания менисков, в результате чего количество таких операций резко возросло. В 1996 г. в США было выполнено 136 000 операций по сшиванию менисков, из них в 3% случаев выполнялась операция по методике «все внутри». Однако уже к 2000 г. количество сшиваний менисков увеличилось до 200 000, из них в 43% случаев применялась техника «все внутри» [18]. Стоит также отметить

увеличение количества сшиваний менисков с 2005 по 2011 г. в 2 раза и общего числа сшитых изолированных разрывов мениска [7].

В настоящее время разработано большое количество фиксаторов последнего поколения для сшивания менисков по методике «все внутри». В нашем исследовании мы использовали фиксатор Fast-Fix, который был выпущен в 2001 г. фирмой «Smith & Nephew» (Андовер, США). На данный момент имеется большой опыт его практического применения, опубликованы отдаленные результаты операций с его применением. Так, например, G.R. Varret с соавторами при сроке наблюдения не менее одного года после операции получили удовлетворительные результаты в 81–92% случаев в зависимости от зоны разрыва [14]. При исследовании среднесрочных результатов в течение не менее 2,5 лет хорошие результаты были получены в 83% случаев [13].

По данным авторов из Бразилии, в отдаленном периоде после операции удовлетворительные результаты были получены в 73% (16/22) случаев [8].

В нашем исследовании было проведено три повторных артроскопии по поводу артрофиброза и повторной травмы. Во всех трех случаях сшитые мениски не были вовлечены и имели признаки полного заживления. В исследовании Y. Tachibana с соавторами проведена повторная артроскопия после сшивания менисков и пластики ПКС [29]. У 83 (38%) пациентов полученные результаты были расценены как успешные, из них в 74% случаев мениски имели признаки полного заживления.

Другие осложнения, выявленные при использовании фиксатора Fast-Fix, такие как миграция, разрыв нитей или повреждение фиксатора, нами выявлены не были. Стоит отметить,

что развитие послеоперационного гемартроза, гематомы и артрофиброза, скорее всего, было связано с сопутствующей пластикой передней крестообразной связки. Так, например, по данным E.S. Kotsovolos с соавторами, в 7% случаев (4 из 58 пациентов) были проблемы с разработкой движений в послеоперационном периоде [19].

Существует множество факторов, которые могут оказывать влияние на заживление мениска. К таким факторам относят возраст, пол, время, прошедшее с момента травмы, а также местоположение и протяженность разрыва мениска. Имеются данные о лучших результатах при сшивании мениска в остром периоде у молодых пациентов [30].

В нашем исследовании, как и в работе E.S. Kotsovolos с соавторами [18], статистически значимых различий между возрастными группами, а также различий в зависимости от пола пациентов выявлено не было. Возможно, это было связано с ограничениями данного исследования, а также небольшой выборкой.

Сшивание мениска по методике «все внутри» является эффективным методом лечения повреждения менисков [13, 26, 29, 30]. Мета-анализ, проведенный С. Ху с соавторами, показал, что в отдаленном периоде после реконструктивной операции на мениске у пациентов результаты были лучше, чем у пациентов после резекции мениска [31]. Стоит также отметить, что после сшивания мениск уменьшается в ширину на 9–15% [24], на что необходимо обращать внимание при оценке отдаленных результатов и прогрессировании остеоартроза на более поздних сроках у данных пациентов.

Заключение

Результаты проведенного исследования, а также опубликованные результаты говорят в пользу того, что сшивание менисков является целесообразной и эффективной операцией с хорошими отдаленными результатами. Данную технику операции можно использовать у пациентов разных возрастных групп, а также в отдаленном периоде после травмы. Тем не менее, пациенты после реконструктивных операций на менисках требуют дальнейшего наблюдения в долгосрочном периоде после операции для оценки состояния и функции коленного сустава.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Авраменко В.В., Кузнецов И.А. Артроскопия при внутренних повреждениях коленного сустава у детей и подростков (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2011;(4):131-139.
2. Заирный И.М., Шмигельски Р.Я. Трансплантация мениска коленного сустава: современное состояние проблемы. Обзор литературы. Часть 1. *Травма*. 2015;(6):81-94.
3. Зедгенидзе И., Прохоренко В. Лечебная тактика при повреждениях менисков. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН*. 2011;(4-1):76-79.
4. Колмаков Д.О. Современные подходы к сохранению мениска коленного сустава: артроскопическое восстановление мениска. В кн.: VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения». Т. 1. Новосибирск; 2015. С. 283-286. Режим доступа: http://rass.pro/files/materials/sb_viii_konf_1.pdf
5. Королев А.В., Кузьмина О.Ю. Травматические повреждения связочно-капсульного аппарата коленного сустава у пациентов, занимающихся горнолыжным спортом. *Скорая медицинская помощь*. Специальный выпуск; 2003;49-50.
6. Abdelkafy A., Aigner N., Zada M., Elghoul Y., Abdelsadek H., Landsiedl F. Two to nineteen years follow-up of arthroscopic meniscal repair using the outside-in technique: a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127(4):245-252.
7. Abrams G.D., Frank R.M., Gupta A.K., Harris J.D., McCormick F.M., Cole B.J. Trends in meniscus repair and meniscectomy in the United States, 2005-2011. *Am J Sports Med*. 2013;41(10):2333-2339.
8. Albertoni L.J.B., Schumacher F.C., Ventura M.H.A., da Silveira Franciozi C.E., Debieux P., Kubota M.S. et al. Meniscal repair by all-inside technique with Fast-Fix device. *Rev Bras Ortop Engl Ed*. 2013;48(5):448-454.
9. Anderson K., Marx R.G., Hannafin J., Warren R.F. Chondral injury following meniscal repair with a biodegradable implant. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2000;16(7):749-753.
10. Annandale T. An operation for displaced semilunar cartilage. *Br Med J*. 1885;1(1268):779.
11. Arnoczky S.P., Lavagnino M. Tensile fixation strengths of absorbable meniscal repair devices as a function of hydrolysis time An in vitro experimental study. *Am J Sports Med*. 2001;29(2):118-123.
12. Baratz M.E., Fu F.H., Mengato R. Meniscal tears: The effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. *Am J Sports Med*. 1986;14(4):270-275.
13. Barber F.A., Schroeder F.A., Barrera Oro F., Beavis R.C. FasT-Fix meniscal repair: mid-term results. *Arthroscopy*. 2008;24(12):1342-8. doi: 10.1016/j.arthro.2008.08.001.
14. Barrett G.R., Treacy S.H., Ruff C.G. Preliminary results of the T-fix endoscopic meniscus repair technique in an anterior cruciate ligament reconstruction population. *Arthroscopy*. 1997;13(2):218-223.
15. Bonshahi A.Y., Hoppgood P., Shepard G.J. Migration of a broken meniscal arrow: a case report and review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004;12(1):50-51.
16. Coen M.J., Caborn D.N., Urban W., Nyland J., Johnson D.L. An anatomic evaluation of T-Fix suture device placement for arthroscopic all-inside meniscal repair. *Arthroscopy*. 1999;15(3):275-280.

17. de Girolamo L., Galliera E., Volpi P., Denti M., Dogliotti G., Quaglia A. et al. Why menisci show higher healing rate when repaired during ACL reconstruction? Growth factors release can be the explanation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):90-96.
18. Haas A.L., Schepesis A.A., Hornstein J., Edgar C.M. Meniscal repair using the FasT-Fix all-inside meniscal repair device. *Arthroscopy.* 2005;21(2):167-175.
19. Kotsovolos E.S., Hantes M.E., Mastrokalos D.S., Lorbach O., Paessler H.H. Results of all-inside meniscal repair with the FasT-Fix meniscal repair system. *Arthroscopy.* 2006;22(1):3-9.
20. Lohmander L.S., Englund P.M., Dahl L.L., Roos E.M. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2007;35(10):1756-1769.
21. Musahl V., Citak M., O'Loughlin P.F., Choi D., Bedi A., Pearle A.D. The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2010;38(8):1591-1597.
22. Noyes F.R., Barber-Westin S.D. Treatment of meniscus tears during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2012;28(1):123-130.
23. Perdue P.S. et al. Meniscal repair: outcomes and clinical follow-up. *Arthroscopy.* 1996;12(6):694-698.
24. Pujol N., Panarella L., Selmi T.A.S., Neyret P., Fithian D., Beaufils P. Meniscal Healing After Meniscal Repair: A CT arthrography assessment. *Am J Sports Med.* 2008;36(8):1489-1495.
25. Sampathkumar K., Draviraj K.P., Rees A.J. Evaluation of fast-fix meniscal repair system. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(Suppl II):151-151.
26. Seedhom B.B., Hargreaves D.J. Transmission of the load in the knee joint with special reference to the role of the menisci part II: experimental results, discussion and conclusions. *Eng Med.* 1979;8(4):220-228.
27. Shelbourne K.D., Gray T. Minimum 10-year results after anterior cruciate ligament reconstruction how the loss of normal knee motion compounds other factors related to the development of osteoarthritis after surgery. *Am J Sports Med.* 2009;37(3):471-480.
28. Stone R.G., Frewin P.R., Gonzales S. Long-term assessment of arthroscopic meniscus repair: a two-to six-year follow-up study. *Arthroscopy.* 1990;6(2):73-78.
29. Tachibana Y., Sakaguchi K., Goto T., Oda H., Yamazaki K., Iida S. Repair integrity evaluated by second-look arthroscopy after arthroscopic meniscal repair with the FasT-Fix during anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2010;38(5):965-971.
30. Tengrootenhuysen M., Meermans G., Pittoors K., Van Riet R., Victor J. Long-term outcome after meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(2):236-41.
31. Xu C., Zhao J. A meta-analysis comparing meniscal repair with meniscectomy in the treatment of meniscal tears: the more meniscus, the better outcome? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):164-170.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Королёв Андрей Вадимович – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», главный врач Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Рязанцев Михаил Сергеевич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Магнитская Нина Евгеньевна – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Афанасьев Алексей Павлович – канд. мед. наук, ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Ильин Дмитрий Олегович – канд. мед. наук, ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Фролов Александр Владимирович – канд. мед. наук, ортопед-травматолог, заведующий травматологическим отделением в Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

LONG-TERM OUTCOMES OF ALL-INSIDE MENISCAL REPAIR DURING ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION

A.V. Korolev^{1,2}, M.S. Ryazantsev^{1,2}, N.E. Magnitskaya^{1,2}, A.P. Afanasyev¹,
D.O. Ilyin¹, A.V. Frolov^{1,2}

¹ *European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)*
Orlovsky per., 7, Moscow, Russia, 129110

² *Peoples Friendship University of Russia,*
Ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow, Russia, 117198

Abstract

Purpose: to evaluate long-term results of meniscal repair during arthroscopic ACL reconstruction.

Materials and methods: 45 patients who underwent meniscal repair during arthroscopic ACL reconstruction between 2007 and 2013 by the same surgeon were included in the study. In total, fifty meniscus were repaired (26 medial and 24 lateral). Procedures included use of one up to four Fast-Fix implants (Smith & Nephew). In five cases both medial and lateral meniscus were repaired. Cincinnati, IKDC and Lysholm scales were used for long-term outcome analysis.

Results: 19 male and 26 female patients were included in the study aging from 15 to 59 years (mean age 33,2±1,5). Median time from injury to surgical procedure was zero months (ranging zero to one). Mean time from surgery to scale analysis was 55,9±3 months (ranged 20–102). Median Cincinnati score was 97 (ranged 90–100), with excellent results in 93% of cases (43 patients) and good results in 7% (3 patients). Median IKDC score was 90,8 (ranged 86,2–95,4), with excellent outcomes in 51% of cases (23 patients), good – in 33% (15 patients) and satisfactory – in 16% (7 patients). Median Lysholm score was 95 (ranged 90–100), with excellent outcomes in 76% of cases (34 patients) and good in 24% (11 patients). Authors identified no statistical differences when comparing survey results in age, sex and time from trauma to surgery.

Conclusions: Results of the present study match the data from orthopedic literature that prove meniscal repair as a safe and efficient procedure with good and excellent outcomes. All-inside meniscal repair can be used irrespectively of patients' age and is efficient even in case of delayed procedures.

Keywords: ACL reconstruction, meniscus repair.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-44-53

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

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

References

1. Avramenko VV, Kuznetsov IA. The use of arthroscopy for internal knee injuries in children and adolescents (review) *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(4):62
2. Zazrnyi IM, Smigielski RJ. Meniscal transplantation: current state of the problem, literature review. Part 1. *Trauma* [Trauma]. 2015;(6):81-94.
3. Zedgenidze IV, Prokhorenko VM. Treatment tactics at the injuries of meniscus [Bulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra SO RAMN]. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Academy of Medical Sciences*. 2011;(4-1):4.
4. Kolmakov DO. Modern approaches to the preservation of the meniscus: arthroscopic meniscus repair. In: [VIII Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem «Civ'janovskie chtenija». T. 1. Materialy konferencii v 2 tomah pod obshhej redakciej Sadovogo M.A., Mamonovoj E.V.]. VIII scientific conference of young scientists with international participation «Tsivyanovskie chtenija» Volume 1 / Proceedings of the conference in 2 volumes, edited by M. Garden, Mamonova EV. [http://rass.pro/files/materials/sb_viii_konf_1.pdf]. Novosibirsk;2015;283-286.
5. Korolev AV, Kuz'mina OYu. Travmaticheskiye povrezhdeniya svyazочно-kapsul'nogo apparata kolennogo sustava u paciyentov, zanimayushchikhsya gornolyzhnym sportom. *Skoraya meditsinskaya pomoshch'*. Special'nyi vypusk [Emergency. Special issue]. 2003;49-50.
6. Abdelkafy A, Aigner N, Zada M, Elghoul Y, Abdelsadek H, Landsiedl F. Two to nineteen years follow-up of arthroscopic meniscal repair using the outside-in technique: a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127(4):245-252.
7. Abrams GD, Frank RM, Gupta AK, Harris JD, McCormick FM, Cole BJ. Trends in meniscus repair and meniscectomy in the United States, 2005-2011. *Am J Sports Med*. 2013;41(10):2333-2339.
8. Albertoni LJB, Schumacher FC, Ventura MHA., da Silveira Franciozi CE, Debieux P, Kubota MS et al. Meniscal repair by all-inside technique with Fast-Fix device. *Rev Bras Ortop Engl Ed*. 2013;48(5):448-454.

Cite as: Korolev AV, Ryazantsev MS, Magnitskaya NE, Afanasyev AP, Ilyin DO, Frolov AV. [Long-term outcomes of all-inside meniscal repair during anterior cruciate ligament reconstruction]. *Travmatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):44-53 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-44-53.

✉ *Ryazantsev Mikhail S.* Orlovsky per., 7, Moscow, Russia, 129110; e-mail: 79268112899@yandex.ru

1 Received: 01.06.2016; Accepted for publication: 18.08.2016

9. Anderson K, Marx RG, Hannafin J, Warren RF. Chondral injury following meniscal repair with a biodegradable implant. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2000;16(7): 749-753.
10. Annandale T. An operation for displaced semilunar cartilage. *Br Med J.* 1885;1(1268):779.
11. Arnoczky SP, Lavagnino M. Tensile fixation strengths of absorbable meniscal repair devices as a function of hydrolysis time An in vitro experimental study. *Am J Sports Med.* 2001;29(2):118-123.
12. Baratz ME, Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: The effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. *Am J Sports Med.* 1986;14(4):270-275.
13. Barber FA, Schroeder FA, Barrera Oro F, Beavis RC. FasT-Fix meniscal repair: mid-term results. *Arthroscopy.* 2008;24(12):1342-8. doi: 10.1016/j.arthro.2008.08.001.
14. Barrett GR, Treacy SH, Ruff CG. Preliminary results of the T-fix endoscopic meniscus repair technique in an anterior cruciate ligament reconstruction population. *Arthroscopy.* 1997;13(2):218-223.
15. Bonshahi AY, Hopgood P, Shepard GJ. Migration of a broken meniscal arrow: a case report and review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12(1):50-51.
16. Coen MJ, Caborn DN, Urban W, Nyland J, Johnson DL. An anatomic evaluation of T-Fix suture device placement for arthroscopic all-inside meniscal repair. *Arthroscopy.* 1999;15(3):275-280.
17. de Girolamo L, Galliera E, Volpi P, Denti M, Dogliotti G, Quaglia A et al. Why menisci show higher healing rate when repaired during ACL reconstruction? Growth factors release can be the explanation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):90-96.
18. Haas AL, Schepesis AA, Hornstein J, Edgar CM. Meniscal repair using the FasT-Fix all-inside meniscal repair device. *Arthroscopy.* 2005;21(2):167-175.
19. Kotsovolos ES, Hantes ME, Mastrokalos DS, Lorbach O, Paessler HH. Results of all-inside meniscal repair with the FasT-Fix meniscal repair system. *Arthroscopy.* 2006;22(1):3-9.
20. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2007;35(10):1756-1769.
21. Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, Bedi A, Pearle AD. The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2010;38(8):1591-1597.
22. Noyes FR, Barber-Westin SD. Treatment of meniscus tears during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2012;28(1):123-130.
23. Perdue PS et al. Meniscal repair: outcomes and clinical follow-up. *Arthroscopy.* 1996;12(6):694-698.
24. Pujol N, Panarella L, Selmi TAS., Neyret P, Fithian D, Beaufils P. Meniscal Healing After Meniscal Repair: A CT arthrography assessment. *Am J Sports Med.* 2008;36(8):1489-1495.
25. Sampathkumar K, Draviraj KP, Rees AJ. Evaluation of fast-fix meniscal repair system. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(Suppl II):151-151.
26. Seedhom BB, Hargreaves DJ. Transmission of the load in the knee joint with special reference to the role of the menisci part II: experimental results, discussion and conclusions. *Eng Med.* 1979;8(4):220-228.
27. Shelbourne KD, Gray T. Minimum 10-year results after anterior cruciate ligament reconstruction how the loss of normal knee motion compounds other factors related to the development of osteoarthritis after surgery. *Am J Sports Med.* 2009;37(3):471-480.
28. Stone RG, Frewin PR, Gonzales S. Long-term assessment of arthroscopic meniscus repair: a two-to six-year follow-up study. *Arthroscopy.* 1990;6(2):73-78.
29. Tachibana Y, Sakaguchi K, Goto T, Oda H, Yamazaki K, Iida S. Repair integrity evaluated by second-look arthroscopy after arthroscopic meniscal repair with the FasT-Fix during anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2010;38(5):965-971.
30. Tengroottenhuysen M, Meermans G, Pittoors K, Van Riet R, Victor J. Long-term outcome after meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(2):236-41.
31. Xu C, Zhao J. A meta-analysis comparing meniscal repair with meniscectomy in the treatment of meniscal tears: the more meniscus, the better outcome? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):164-170.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Korolev Andrey V. – professor of department of traumatology and orthopaedics; Peoples Friendship University of Russia; chief doctor, medical director of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

Ryazantsev Mikhail S. – postgraduate student, department of traumatology, orthopaedics and arthrology, Peoples Friendship University of Russia

Magnitskaya Nina E. – postgraduate student, department of traumatology, orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia

Afanasyev Aleksey P. – orthopaedics trauma surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

Ilyin Dmitriy O. – orthopaedics trauma surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

Frolov Aleksandr V. – chief of trauma department in European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

РЕЗУЛЬТАТЫ МАЛОИНВАЗИВНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С УГРОЗОЙ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕЛОМА НА ФОНЕ МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Р.М. Тихилов^{1,2}, Д.А. Пташников^{1,2}, П.В. Григорьев¹, И.М. Михайлов¹,
Ф.Ю. Засульский¹

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

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

Реферат

Цель – повышение эффективности хирургического этапа лечения пациентов с угрозой патологического перелома на фоне метастатического поражения проксимального отдела бедренной кости.

Материал и методы. Прослежены результаты лечения 46 пациенток с угрозой патологического перелома проксимального отдела бедренной кости на фоне литического и смешанного метастатического поражения, средний возраст которых составил 44,5 лет (от 38 до 60). Первичной локализацией опухолевого процесса у всех пациенток был рак молочной железы. В исследование вошли больные, выживаемость которых составила более 18 месяцев после интрамедуллярного остеосинтеза и цементной реконструкции проксимального отдела бедренной кости. Все пациенты были разделены на две подгруппы. Основную подгруппу составили 22 пациентки, у которых интрамедуллярный остеосинтез и реконструкцию дефекта костным цементом проводили после радиочастотной абляции метастатического очага. В контрольную подгруппу вошли 24 пациентки, которым была выполнена стабилизация при угрозе патологического перелома без радиочастотной абляции. Уровень болевого синдрома оценивали при помощи визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), функциональные результаты и уровень качества жизни – по шкалам MSTS и SF-36.

Результаты. Нами получены статистически значимо более высокие показатели качества жизни в основной подгруппе пациентов по шкале SF-36. Показатели функции тазобедренного сустава по шкале MSTS не имели статистически значимых различий в обеих подгруппах (83,2 и 88,1 баллов соответственно). Уровень болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде был статистически значимо ниже в основной подгруппе. Рентгеновские и КТ исследования в основной подгруппе выявили два случая продленного роста метастатических поражений, сопровождающихся cut-out синдромом, нестабильностью металлоконструкции или сильной болью. В контрольной подгруппе, где профилактическая фиксация была выполнена без использования радиочастотной абляции метастатических очагов, это осложнение наблюдалось у 6 пациентов.

Выводы. Представленный метод лечения при литических и смешанных метастатических поражениях проксимального отдела бедренной кости обеспечивает сокращение риска повторных оперативных вмешательств.

Ключевые слова: метастатическое поражение проксимального отдела бедренной кости, интрамедуллярный остеосинтез, радиочастотная абляция.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-54-64

Введение

В настоящее время в связи с более ранними сроками выявления метастазов в кости и возросшей эффективностью терапии онкологических больных значительно увеличилась продолжительность их жизни. На этом фоне формируются новые требования к паллиативной и симптоматической помощи, связанные

с профилактикой осложнений и повышением качества жизни больных.

Метастатическое поражение проксимального отдела бедренной кости занимает достаточно высокое место среди опухолевой патологии опорно-двигательного аппарата [1, 4, 5, 17, 19, 30].

Продолжают совершенствоваться как используемые конструкции, так и техники вы-

Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Григорьев П.В., Михайлов И.М., Засульский Ф.Ю. Результаты малоинвазивного хирургического лечения пациентов с угрозой патологического перелома на фоне метастатического поражения проксимального отдела бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):54-64. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-54-64.

Григорьев Петр Владимирович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: maddoc_pvg@mail.ru

1 Рукопись поступила: 09.09.2016; принята в печать: 12.09.2016

полнения вмешательств. Изменяются и критерии отбора больных для хирургических вмешательств, позволяя оказать ортопедическую помощь пациентам с более тяжёлым исходным соматическим статусом.

Актуальной проблемой хирургического лечения метастатического поражения проксимального отдела бедренной кости в настоящее время является выбор адекватного объёма хирургического вмешательства, снижение травматичности операции и наиболее полное сохранение или восстановление функции тазобедренного сустава с минимальным снижением качества жизни в послеоперационном периоде.

Наиболее перспективной хирургической технологией, которая в последнее время всё чаще используется в лечении метастатических поражений различной локализации, является радиочастотная абляция. Данный метод с успехом применяется в комбинации с реконструктивными малоинвазивными вмешательствами на позвоночнике и костях таза, однако изолированное применение его в лечение поражений основных опорных сегментах сопряжено с сохранением риска патологических переломов. При угрозе патологического перелома проксимального отдела бедренной кости наиболее часто используется лучевая терапия [21], в то время как большинство зарубежных авторов, рекомендует применять профилактическую ортопедическую фиксацию [16, 17, 26]. Для лечения пациентов с данной патологией необходимо противоопухолевое воздействие и восполнение дефекта механически прочным материалом. Известны способы пластики метастатического очага костным цементом с применением радиочастотной абляции [4, 19, 21]. Также описана методика профилактической фиксации патологического очага при помощи конструкций для внутрикостного остеосинтеза [26]. Наиболее широко с целью сохранения опороспособности нижней конечности при метастатическом поражении проксимального отдела бедренной кости применяется эндопротезирование тазобедренного сустава с резекцией проксимального отдела бедренной кости [6–8, 11, 30].

При данной патологии эндопротезирование широко применяется в клинической практике во многих странах мира. Хорошо изучены положительные стороны эндопротезирования, такие как практически полное исключение патологического перелома, снижение интенсивности болевого синдрома и восстановление опороспособности конечности. Также хорошо изучены и осложнения данного направления хирургического лечения. К недостаткам эндопротезирования относятся:

- большое количество противопоказаний, связанных с соматическим статусом больного;
- повышенная кровопотеря и ослабление ресурсов организма во время операции и в послеоперационном периоде;
- длительный и сложный период реабилитации;
- высокий риск гнойно-воспалительных осложнений со стороны операционной раны, развитие которых может надолго прервать проведение лекарственной и лучевой терапии онкологических больных;
- высокий риск развития нестабильности эндопротеза вследствие резорбции костной ткани на фоне проводимого комбинированного лечения.

Известны способы пластики метастатического очага костным цементом [19, 16]. Однако основным недостатком данных методов является противопоказание к их использованию при расположении метастатического очага в нагружаемых опорных зонах костей нижних конечностей.

Идея использования центрального канала канюлированного винта для введения цемента подробно описана для хирургии позвоночника.

Успешно применяется способ введения костного цемента в тела позвонков перед установкой транспедикулярных винтов [27]. Описаний подобной техники для других локализаций нами не найдено.

Найдены литературные источники о клиническом опыте применения радиочастотной абляции в сочетании с профилактической фиксацией проксимального отдела бедренной кости при метастатическом поражении [26]. Недостатком данной методики является установка металлоконструкции без удаления ткани метастатического очага, что в случае продлённого роста может спровоцировать литический процесс в области точек фиксации конструкции и послужить причиной развития её нестабильности.

В качестве местного цитостатического воздействия также применяется криодеструкция [2, 3]. При лечении метастатического поражения костей используется открытая профилактическая фиксация с криодеструкцией метастатического очага [10]. Однако данный способ отличается большой травматичностью.

Также при использовании описанного варианта оперативного пособия неизбежны трудности, связанные с расчётом времени воздействия отрицательной температуры на кость и окружающие мягкие ткани, что может явиться причиной замедленного заживления послеоперационной раны, а также привести к патологи-

ческому перелому кости в раннем послеоперационном периоде.

В настоящее время малоинвазивные травматолого-ортопедические технологии в сочетании с современным анестезиологическим пособием позволяют решать практически любые задачи, в том числе и лечение больных с множественным метастатическим поражением костей скелета и других внутренних органов. Малоинвазивные технологии позволяют уменьшить травматичность, кровопотерю во время операции, выраженность болевого синдрома и формирование рубцовых тканей в послеоперационном периоде, снизить риски инфекционных осложнений, что приводит к быстрому восстановлению функции тазобедренного сустава.

Цель исследования – повышение эффективности хирургического лечения пациентов с угрозой патологического перелома на фоне метастатического поражения проксимального отдела бедренной кости.

Материал и методы

В клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена с 2000 по 2014 г. 83 пациентам с метастатическим поражением проксимального отдела бедренной кости было проведено паллиативное хирургическое лечение.

Для более точного статистического ретроспективного анализа полученных результатов были сформулированы следующие критерии включения в исследуемую группу:

- пациентки с раком молочной железы, получившие комплексное противоопухолевое лечение в специализированных онкологических стационарах; срок ремиссии – от 1 до 5 лет;
- множественное метастатическое поражение скелета;
- смешанный и литический характер метастатического процесса;
- метастатические очаги локализованы ба-зисцервикально и в межvertebralной области;
- размеры очагов от 5 до 10 см в максимальном размере;
- выраженная резорбция эндостальной или периостальной областей, деструкция 50–75% толщины кортикального слоя по сравнению со здоровой костью, без выхода мягкотканного компонента за пределы кости;
- использование стандартного гамма стержня в сочетании с костноцементной реконструкцией дефекта в качестве базового метода оперативного лечения.

Критерии исключения:

- сроки выживаемости пациента менее 18 месяцев после выполненного оперативного

вмешательства на области метастатического очага;

- возраст более 60 лет;
- наличие висцеральных метастазов;
- патологические переломы других локализаций, случившиеся после проведенного оперативного лечения.

Таким образом, исследуемую группу составили 46 пациенток с угрозой патологического перелома проксимального отдела бедренной кости на фоне метастазирования рака молочной железы.

В зависимости от использованного метода исследуемая группа была разделена на две подгруппы.

В основную подгруппу (I) вошли 22 пациентки, у которых интрамедуллярный остеосинтез и реконструкцию дефекта костным цементом проводили после проведения радиочастотной абляции метастатического очага.

Контрольную подгруппу (II) составили больные, которым было выполнено оперативное лечение без применения радиочастотной абляции – 24 пациентки.

Подгруппы были сопоставимы по всем критериям включения.

Возраст пациенток варьировал от 38 до 60 лет, средний возраст составил 51,9 лет (95% доверительный интервал 50,2–53,7).

Предоперационное обследование и наблюдение в послеоперационном периоде включало стандартный набор общеклинических и лучевых методов диагностики общесоматического статуса и состояния костной ткани.

Отдельно в раннем послеоперационном периоде, в течение первой недели, оценивался уровень болевого синдрома при помощи ВАШ.

Окончательная оценка эффективности проведенного лечения производилась через 18 месяцев после проведенного оперативного лечения, так как данный временной промежуток соответствует средним срокам выживаемости пациентов с метастатическим поражением скелета.

Онкологический результат оценивался с точки зрения стабилизации местного опухолевого процесса. Неудачным исходом считалось возникновение необходимости проведения ревизионного оперативного вмешательства.

Уровень болевого синдрома был оценен у всех больных при помощи визуальной аналоговой шкалы боли ВАШ. Дополнительно вопросы об уровне и динамике болевого синдрома входили в состав других использованных опросников.

Оценку функциональных возможностей и качества жизни больных с метастатическим

поражением проксимального отдела бедренной кости проводили при помощи модифицированных шкал SF-36 (опросник SF-36) и MSTS (международная балльная шкала Общества по опухолям опорно-двигательного аппарата (Musculoskeletal Society Tumour Score)).

Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты обрабатывали с использованием программной системы STATISTICA for Windows (версия 10).

Сопоставление частотных характеристик качественных показателей проводили с помощью непараметрических методов. Выполнялась статистическая проверка выдвинутых гипотез с использованием критерия согласия Пирсона (χ^2). Сравнение количественных параметров (возраст, длительность операции, объем кровопотери, показатели шкал) в исследуемых группах осуществляли с использованием критериев Манна – Уитни, Колмогорова – Смирнова и модуля ANOVA. Анализ исследуемых показателей в динамике проводился с использованием критериев Знаков и Вилкоксона.

Техника операции

Операция в основной группе включала проведение радиочастотной абляции метастаза с последующим кюретажем метастатической полости, интрамедуллярной профилактической фиксации кости и реконструкцией полости костным цементом.

Первый этап. Под рентгенологическим контролем пункционно (без вскрытия патологического очага) с боковой поверхности в зону кости, пораженную метастазом, устанавливали трепан. Затем по нему вводили электрод в область метастатического очага и выполняли радиочастотную абляцию в направлении шейки и диафиза бедренной кости.

Второй этап. Производили перфорацию в области верхушки большого вертела бедренной кости в точке, соответствующей стандартной зоне введения интрамедуллярного стержня, и через полученное отверстие осуществляли кюретаж вертельной области. С целью повышения радикальности удаления опухолевых масс подвергнутых радиочастотной абляции,

производилось промывание сформированной полости асептическими растворами с активной аспирацией отделяемого. Далее следовала механическая обработка костных стенок сформированной полости высокоскоростными бурами.

Третий этап. Далее с наружной поверхности производили перфорацию в шеечном направлении, и через полученное отверстие осуществляли кюретаж шеечной области. Убедившись в отсутствии опухолевых масс в области шейки бедренной кости, формировали канал и вводили металлоконструкцию, после чего при помощи инъектора в полость вводили костный цемент.

Все удалённые ткани подвергались патоморфологическому исследованию.

Контроль адекватности проведения радиочастотной абляции в ходе профилактической фиксации был осуществлён на всех этапах лечения: интраоперационно путём рентгеноскопии (ЭОП) и замера температуры обрабатываемых опухолевых масс, в раннем послеоперационном периоде путём патоморфологического исследования и путём наблюдения в послеоперационном периоде с рентгенологическим исследованием. Уровень болевого синдрома и других показателей качества жизни был оценен по методикам, приведённым ниже.

Результаты

При исследовании эффективности радиочастотной абляции была достигнута сопоставимость подгрупп по максимальному числу параметров.

Ожидаемые эффекты от проведения радиочастотной абляции на этапе послеоперационной оценки – это снижение болевого синдрома в оперированной области в раннем послеоперационном периоде, остановка роста метастатического очага (локальный контроль) и отсутствие продлённого роста на этапе оценки отдалённых результатов (18 месяцев).

Оценка боли при помощи ВАШ в раннем послеоперационном периоде показала, что в подгруппе пациентов, оперированных с применением радиочастотной абляции, болевой синдром был статистически значимо меньше, чем во второй подгруппе (табл. 1).

Таблица 1

Оценка боли по ВАШ в подгруппах I и II через неделю после операции

Подгруппа	Mean	Min	Max	Med	Std. Dev.	P
I	1,7	1	3	2	0,55	P = 0,01
II	2,8	1	3	2	0,8	

Более выраженный обезболивающий эффект в основной группе сохранялся до одного месяца после операции, что позволило пациентам приступить к комплексному специальному лечению в более комфортных условиях. При контрольных обследованиях отмечалось некоторое выравнивание показателей ВАШ, и на конечном сроке исследования болевой синдром не имел статистически значимых отличий у больных основной и контрольной подгрупп, что и отражено в таблице 2.

Несмотря на предпринимаемые меры по контролю качества эксхондеции обработанных опухолевых масс, говорить о «радикальном» удалении метастатического очага было бы некорректно. В связи с этим другим важным аспектом было наблюдение за течением локального опухолевого процесса.

При рентгенологическом и КТ контроле в основной подгруппе было выявлено 2 случая продлённого роста метастатического очага, сопровождающегося cut-out-синдромом, нестабильностью металлоконструкции или выраженными болями (рис. 1).

В контрольной подгруппе, где была выполнена профилактическая фиксация без применения радиочастотной абляции метастатического очага, данное осложнение наблюдалось в 6 случаях. Всем пациентам, у которых наблюдалось данное осложнение, удалось выполнить ревизионное оперативное вмешательство в объёме эндопротезирования тазобедренного сустава с

резекцией проксимального отдела бедренной кости (рис. 2).

Функция тазобедренного сустава, оцененная по шкале MSTs, не имела статистически значимых отличий, как в раннем послеоперационном периоде, так и на этапе контрольного наблюдения через 18 месяцев (табл. 3, 4).

Через один месяц после операции все больные исследуемых подгрупп начали получать комплексное лечение. Наблюдение за течением основной патологии проводилось в онкологических ЛПУ или амбулаторно с назначением консервативного лечения.

К контрольному исследованию через 18 месяцев после оперативного лечения большая часть пациентов продолжала получать комплексное лечение и терапию бисфосфонатами.

Несмотря на это, у троих больных контрольной и двух больных основной подгруппы отмечена отрицательная динамика висцерального метастазирования и соматического статуса, что не повлияло на ортопедическую функцию, но ухудшило показатели уровня качества жизни (по SF-36).

В результате нами были получены статистически значимые отличия в уровне качества жизни пациентов основной и контрольной подгрупп, оцененного по шкале SF-36 (табл. 5).

Из таблицы 5 следует, что уровень качества жизни пациентов был статистически значимо выше в подгруппе I где была выполнена радиочастотная абляция.

Таблица 2

Показатели ВАШ в подгруппах I и II через 18 месяцев

Подгруппа	Mean	Min	Max	Med	Std. Dev.	P
I	1,9	1	4	2	1,03	P = 0,6
II	1,7	1	3	2	0,79	



Рис. 1. Рентгенограммы пациентки Ф. с угрозой патологического перелома проксимального отдела левой бедренной кости на фоне метастаза рака молочной железы:
а – при обращении;
б – после проведения профилактической фиксации с радиочастотной абляцией метастатического очага левой бедренной кости



Рис. 2. Рентгенограммы пациентки Ф.:
 а – признаки остеосклероза, патологического перелома шейки левой бедренной кости и cut-out-синдрома;
 б – после ревизионной операции с резекцией проксимального отдела левой бедренной кости и тотального эндопротезирования левого тазобедренного сустава

Таблица 3

Оценка функции тазобедренного сустава по MSTS в подгруппах I и II в раннем послеоперационном периоде

Подгруппа	Mean	Min	Max	Med	Std. Dev.	P
I	77,34	58	93	85	12,96	P = 0,9
II	77,83	59	91	80,5	11,88	

Таблица 4

Оценка функции тазобедренного сустава по MSTS в подгруппах I и II через 18 месяцев

Подгруппа	Mean	Min	Max	Med	Std. Dev.	P
I	82,2	62	91	89	11,19	P = 0,69
II	83,7	62	90	86	7,57	

Таблица 5

Показатели SF-36 в подгруппах I и II через 18 месяцев

Параметры	Подгруппа	Mean	Min	Max	Med	Std. Dev.	P
PH	I	83,2	73	87,4	84,5	4,18	P<0,05
	II	75,4	66,2	86,4	75,2	5,82	
MH	I	77,7	62	81,2	78,6	5,27	P = 0,23
	II	74,7	60,4	82,6	77,8	7,281	
ALL	I	80,5	67,5	84,3	81,3	4,38	P = 0,01
	II	75,1	65,8	84,5	76,5	5,5	

Примечание: PH – Physical health (Физический компонент здоровья); MH – Mental Health (Психологический компонент здоровья); ALL – итоговый показатель оценки уровня качества жизни.

Обсуждение

Эффективность профилактической фиксации проксимального отдела бедренной кости при угрозе патологического перелома на фоне литического и смешанного метастатического поражения как сравнительно малоинвазивного, но паллиативного метода лечения, давно обсуждается специалистами, сталкивающимися с этой патологией. Большинство авторов отмечают такие положительные стороны данных операций, как малая затрата ресурсов организма пациента, возможность скорейшей реабилитации, значительное снижение уровня болевого синдрома и возможность раннего старта или продолжения комплексной терапии [17, 22, 24, 28].

Основной задачей при выборе данного метода лечения является достижение максимально эффективной механической фиксации с целью избегания ревизионных вмешательств. Тем не менее, отмечается, что основной причиной неудовлетворительных результатов в отдалённые сроки и причиной возникновения необходимости повторных операций является продолженный рост метастатического очага с разрушением кости в зонах фиксации металлоконструкции [9, 11, 17]. С 2008 г. появилась возможность выполнения в клинике ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» радиочастотной абляции (Патент РФ № 2553497). Оценка данных, приводимых в современной зарубежной и отечественной литературе, позволила считать внедрение данного метода перспективным направлением. Однако сложность изучаемой локализации метастатического поражения требовала более глубокого изучения возможности применения радиочастотной абляции и внедрения данной методики в качестве дополнительного средства локального противоопухолевого воздействия.

В нашем исследовании рассмотрены случаи метастатического поражения на фоне рака молочной железы, так как данная патология является наиболее распространенной среди пациентов с метастатическим поражением костей, и в то же время наиболее благоприятной с точки зрения прогнозируемой выживаемости [31].

Чаще всего, у данных пациентов, прекращение получения системного лечения было вызвано патологическим переломом проксимального отдела бедренной кости и потерей опороспособности конечности.

Частота подобных осложнений, потребовавших ревизионных вмешательств, для наших пациентов составила 8 наблюдений, что равно или меньше, чем у многих описываемых групп пациентов с внутренней фиксацией и/или артропластикой на фоне метастатическо-

го поражения проксимального отдела бедренной кости [15, 18, 20].

Однако в подгруппе, где профилактическая фиксация была выполнена в сочетании с радиочастотной абляцией, уровень осложнений, связанных с разрушением кости на фоне прогрессирования метастатического процесса, не превысил двух, что является более низким показателем в сравнении с большинством приводимых литературных данных [22, 32].

Таким образом, статистически значимые отличия при оценке среднесрочных результатов лечения были отмечены в показателях частоты местных рецидивов 2 в подгруппе I и 6 в подгруппе II ($p < 0,05$) с необходимостью ревизии и уровня качества жизни (82,3 в 75,4 соответственно ($p < 0,05$)), тогда как болевой синдром и функциональная оценка отличались незначительно.

Также, несмотря на то, что большая часть наших пациентов имела ослабленный иммунный статус на фоне приёма различных вариантов лекарственной терапии, гнойно-септические осложнения в послеоперационном периоде у больных исследуемой группы не наблюдались. Низкий уровень инфекционных осложнений при интрамедуллярной профилактической фиксации отмечен многими авторами, включая первые сообщения о применении данной техники [14, 29, 32, 33].

Заключение

Профилактическая фиксация в сочетании с костноцементной реконструкцией у пациентов с литическими и смешанными метастатическими поражениями проксимального отдела бедренной кости обеспечивает адекватное купирование болевого синдрома уже в раннем послеоперационном периоде, достаточную опороспособность оперированной конечности, объективно улучшает уровень качества жизни, не ухудшая онкологического прогноза.

Использование радиочастотной абляции в хирургическом лечении этой категории пациентов статистически достоверно сокращает риск повторных оперативных вмешательств. Этот эффект достигается за счёт улучшения локального контроля роста метастатического очага. Кроме того, благодаря ранней реабилитации и минимальным затратам ресурсов организма, пациенты получают возможность в максимально короткие сроки после операции начать или продолжить комплексное лечение.

Эндопротезирование тазобедренного сустава остается методом выбора для пациентов с состоявшимся патологическим переломом и вы-

раженной деструкцией проксимального отдела бедренной кости. Однако детальное обследование пациентов на предоперационном этапе дает возможность использования малоинвазивной методики у большей группы пациентов. В то же время стоит отметить, что выполнение суставсберегающей операции по показаниям позволяет избежать в послеоперационном периоде осложнений, связанных с эндопротезированием, а регулярное динамическое наблюдение дает возможность контролировать результаты проведенного оперативного лечения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Бухаров А.В., Тепляков В.В., Карпенко В.Ю., Франк Г.А., Степанов С.О., Седых С.А. Радиочастотная термоабляция в лечении пациентов с опухолевым поражением костей. *Российский онкологический журнал*. 2008; (5):15-21.
2. Дианов С.В. Воздействие сверхнизких температур на опухолеподобные поражения костей при хирургическом лечении. *Травматология и ортопедия России*. 2008;2:57-60.
3. Дианов С.В., Тарасов А.Н., Мочалов А.П. Отдаленные результаты криохирургического лечения опухолеподобных поражений костей. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(3):21-26.
4. Жуков Н.В. Метастатическое поражение костей. *Практическая онкология*. 2009;10(3):125-130.
5. Зоря В.И., Злобина Ю.С. Патологические переломы костей конечностей метастатического происхождения (диагностика и лечение). *Травматология и ортопедия России*. 2008;1(47):27-33.
6. Машков В.М., Несенюк Е.Л., Безродная Н.В., Шахматенко И.Е. Трансфemorальный доступ при ревизионных операциях эндопротезирования на тазобедренном суставе. *Травматология и ортопедия России*. 2006;(40):201.
7. Петров В.Г., Гафтон Г.И., Семиглазов В.В., Тришкин В.А., Гудзь Ю.В., Иванова Т., Гафтон И.Г. Эффективность эндопротезирования при злокачественных опухолях конечностей. *Вопросы онкологии*. 2012;58(6):727-735.
8. Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Засульский Ф.Ю., Михайлов И.М., Григорьев П.В., Плиев Д.Г. Ближайшие и среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава при опухолях проксимального отдела бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(72):14-21.
9. Bernthal N., Schwartz A., Oakes D., Kabo J.M., Eckardt J. How Long Do Endoprosthetic Reconstructions for Proximal Femoral Tumors Last? *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(11):2867-2874.
10. Giacomo G.D., Ziranu A., Perisano C., Piccioli A., Massaro G. Local Adjuvants in Surgical Management of Bone Lesions. *J Cancer Ther*. 2015;6:473-481.
11. Chandrasekar C.R., Grimer R.J., Carter S.R., Tillman R.M., Abudu A. Modular endoprosthetic replacement for metastatic tumours of the proximal femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:108-112.
12. Cho H.S., Lee Y.-K., Ha Y.-Ch., Koo K.-H. Trochanter/ calcar preserving reconstruction in tumors involving the femoral head and neck. *World J Orthop*. 2016;7(7):442-447.
13. Damron T.A., Morgan H., Prakash D., Grant W., Aronowitz J., Heiner J. Critical evaluation of Mirels' rating system for impending pathologic fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;415:201-207.
14. Dijkstra S., Stapert J., Boxma H., Wiggers T. Treatment of pathological fractures of the humeral shaft due to bone metastases: a comparison of intramedullary locking nail and plate osteosynthesis with adjunctive bone cement. *Eur J Surg Oncol*. 1996;22:621-626.
15. Gibbons C.E., Pope S.J., Murphy J.P., Hall A.J. Femoral metastatic fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop*. 2000;24:101-103.
16. Harrington K.D., Sim F.H., Enis J.E. et al. Methylmethacrylate as an adjunct in internal fixation of pathological fractures. Experience with three hundred and seventy-five cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58:1047-1055.
17. Hattori H., Mibe J., Matsuoka H., Nagai S., Yamamoto K. Surgical management of metastatic disease of the proximal femur. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007;15(3):295-298.
18. Healey J.H., Brown H.K. Complications of bone metastases: surgical management. *Cancer*. 2000; 88(12 suppl):2940-2951.
19. Hoffmann R.T., Jakobs T.F., Trumm C.J. Radiofrequency ablation in combination with osteoplasty in the treatment of painful metastatic bone disease. *Vasc Interv Radiol*. 2008;19(3):419-425.
20. Król R., Radomski S. Fixation of pathological fractures and impending long bone fractures in the course of neoplastic disease with the use of polymethylmethacrylate with added methotrexate. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2003;5:319-326.
21. Kurup A.N., Callstrom M.R. Ablation of skeletal metastases: Current status. *J Vasc Interv Radiol*. 2010; 21:5242-5250.
22. Maccauro G., Muratori F., Liuzza F., Rossi B., Ambrogio C. Anterograde femoral nail for the treatment of femoral metastases. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2008;18(7):509-513.
23. Masala S., Manenti G., Roselli M. et al. Percutaneous combined therapy for painful sternal metastases: a radiofrequency thermal ablation (RFTA) and cementoplasty protocol. *Anticancer Res*. 2007;27:4259-4262.
24. Moon B., Lin P., Satcher R., Bird J., Lewis V. Intramedullary nailing of femoral diaphyseal metastases: is it necessary to protect the femoral neck? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(4):1499-1502.
25. Obert L., Jarry A., Lepage D., Jeunet L., Tropet Y., Vichard P., Garbuio P. Centromedullary nailing of the femur for bone metastasis: clinical and radiological evaluation using the Tokuhashi score in 24 patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2005;91(8):737-745.
26. Ogura K., Miyake R., Shiina S. et al. Bone radiofrequency ablation combined with prophylactic internal fixation for metastatic bone tumor of the femur from hepatocellular carcinoma. *Int J Clin Oncol*. 2012;17(4):417-421.
27. Ptashnikov D.A., Usikov V.D., Smecalenkov O.A., Mikhailov D.A. Percutaneous transpedicular fixation with cement vertebroplasty in patients with osteoporosis and widespread metastasis. *Acta Neurochir*. 2011;153(9):1889-1890.
28. Ruairi F., Quinlan J.F., Stapleton R.D., Hurson B., Dudenys S., O'Toole G.C. Inter- and intra-observer variability

- associated with the use of the Mirels' scoring system for metastatic bone lesions. *Int Orthop*. 2011;35(1):83-86.
29. Shemesh S., Kosashvili Y., Sidon E., Yaari L., Cohen N., Velkes S. Intramedullary nailing without curettage and cement augmentation for the treatment of impending and complete pathological fractures of the proximal or midshaft femur. *Acta Orthop Belg*. 2014;(80):144-150.
 30. Sokolovski V.A., Voloshin V.P., Aliev M.D., Zubikov V.S., Saravanan S.A., Martynenko D.V. et al. Total hip replacement for proximal femoral tumours. Our midterm results. *Int Orthop*. 2006;30(5): 399-402.
 31. Tillman R.M. et al. British Association of Surgical Oncology. Guidelines for the Management of Metastatic Bone Disease in the United Kingdom. *Eur J Surg Oncol*. 1999;25:3-23.
 32. Wedin R., Bauer H.C.F. Surgical treatment of skeletal metastatic lesions of the proximal femur, endoprosthesis or reconstruction nail? *J Bone Joint Surg Br*. 2005;85: 1653-1657.
 33. Weikert D.R., Schwartz H. Intramedullary nailing for impending pathological subtrochanteric fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73:668-670.

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

Пташников Дмитрий Александрович – д-р мед. наук профессор заведующий отделением № 18 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Григорьев Петр Владимирович – лаборант-исследователь научного отделения нейроортопедии с костной онкологией ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Микайлов Илкин Мугадасович – лаборант-исследователь научного отделения нейроортопедии с костной онкологией ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России;

Засульский Филипп Юрьевич – канд. мед. наук ведущий научный сотрудник отделения нейроортопедии с костной онкологией ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

RESULTS OF MINIMALLY INVASIVE SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS SUSCEPTIBLE TO PATHOLOGICAL FRACTURES DUE TO PROXIMAL FEMUR METASTASIS

R.M. Tikhilov^{1,2}, D.A. Ptashnikov^{1,2}, P.V. Grigoriev¹, I.M. Mikailov¹, Ph.Ju. Zaslusky¹

¹*Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics*

Ul. Akad. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427

²*Mechnikov North Western State Medical University*

Kirochnaya ul., 41, St. Petersburg, Russia, 191015

Abstract

Purpose. To study the effectiveness of minimally invasive surgical treatment of patients susceptible to pathological fractures due to proximal femur metastasis.

Materials and methods. A retrospective study was done for a group of 46 women of mean age 44.5 years (range 38 to 60 years). The histologic diagnosis of each patient was breast cancer. The overall survival of included patients was more than 18 months after intramedullary nailing and cement injection of the proximal femur. In first subgroup, 22 patients underwent intramedullary nailing and cement injection immediately after RF (radiofrequency) ablation. Second subgroup included 24 patients who underwent internal fixation of impending pathologic fractures without RF ablation. Pain relief was evaluated by visual analogue scale (VAS). Functional outcomes and life quality were assessed with MSTs and SF-36 scores.

Results. The authors obtained statistically significant differences in the scores dynamics on SF-36 scale.

Most of the patients continued comprehensive treatment as well as were receiving bisphosphonates after 18 months postoperatively. Hip function, assessed on MSTs scale, did not demonstrate statistically significant differences (83.2 for the first subgroup and 88.1 for the second). Pain syndrome in the early postoperative period was statistically lower in the first subgroup.

X-ray and CT examination of patients in the first subgroup revealed 2 cases of continued metastatic growth accompanied by cut-out syndrome, implant instability or severe pain. In the second subgroup, where prophylactic fixation was performed without radiofrequency ablation such complication was observed in 6 cases.

Conclusions. RF ablation and internal fixation of impending femoral pathologic fractures can be combined in one stage procedure. Such method proved feasibility and efficiency for treatment of osteolytic and mixed metastatic lesions of proximal femur with low incidence of implant-related complications and lower risk of revisions.

Keywords: metastatic lesions of the proximal femur, radiofrequency ablation.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-54-64

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

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

References

1. Bukharov AB, Tepljakov VV, Karpenko VYu, Frank GA, Stepanov SO, Sedykh SA. [Radiofrequency thermal ablation in the treatment of patients with neoplastic bone lesions]. *Rossiiskij onkologicheskij zhurnal* [Russian Journal of Oncology]. 2008;(5):15-21.
2. Dianov SV. [Influence of low temperatures on the tumor-like lesions of bone at surgical treatment]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2008; 2:57-60.
3. Dianov SV, Tarasov AN, Mochalov AP. [Long-term results of cryosurgical treatment of tumor-like lesions of bone]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;(3):21-26.
4. Zhukov NV. [Metastatic bone disease]. *Prakticheskaya onkologiya* [Practical Oncology]. 2009; 10 (3): 125-130
5. Zorya VI, Zlobina YS. [Pathological fractures of the extremities of metastatic origin (diagnosis and treatment)]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2008;(47):27-33.
6. Mashkov VM, Nesenyuk EL, Bezrodnaya NV, Shahmatenko IE. [Transfemoral access in revision arthroplasty operations on the hip joint]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2006;(40):201.
7. Petrov VG, Gafton GI, Semiglazov VV, Trishkin VA, Gudz YV, Ivanova T, Gafton IG. [Efficiency endoprosthesis in malignant tumors of extremities]. *Voprosy onkologii* [Problems of Oncology]. 2012;58(6): 727-735.
8. Tikhilov RM, Ptashnikov DA, Zaslusky FU, Mikaylov IM, Grigoriev PV, Pliev DG. [The nearest and medium-term results of hip arthroplasty for tumors

Cite as: Tikhilov RM, Ptashnikov DA, Grigoriev PV, Mikailov IM, Zaslusky PhJu. [Results of minimally invasive surgical treatment of patients susceptible to pathological fractures due to proximal femur metastasis]. *Travmatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):54-64 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-54-64.

✉ Grigoriev Petr V. Ul. Akad. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: maddoc_pvg@mail.ru

1 Received: 09.09.2016; Accepted for publication: 12.09.2016

- of the proximal femur]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(72):14-21.
9. Bernthal N, Schwartz A, Oakes D, Kabo J.M., Eckardt J. How Long Do Endoprosthetic Reconstructions for Proximal Femoral Tumors Last? *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(11):2867-2874.
 10. Giacomo GD, Ziranu A, Perisano C, Piccioli A, Maccauro G. Local Adjuvants in Surgical Management of Bone Lesions. *J Cancer Ther*. 2015;6:473-481.
 11. Chandrasekar CR, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Abudu A. Modular endoprosthetic replacement for metastatic tumours of the proximal femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:108-112.
 12. Cho HS, Lee Y-K, Ha Y-Ch, Koo K-H. Trochanter/calcar preserving reconstruction in tumors involving the femoral head and neck. *World J Orthop*. 2016;7(7):442-447.
 13. Damron TA, Morgan H, Prakash D, Grant W, Aronowitz J, Heiner J. Critical evaluation of Mirels' rating system for impending pathologic fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;415:201-207.
 14. Dijkstra S, Stapert J, Boxma H, Wiggers T. Treatment of pathological fractures of the humeral shaft due to bone metastases: a comparison of intramedullary locking nail and plate osteosynthesis with adjunctive bone cement. *Eur J Surg Oncol*. 1996;22:621-626.
 15. Gibbons CE, Pope SJ, Murphy JP, Hall AJ. Femoral metastatic fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop*. 2000;24:101-103.
 16. Harrington KD, Sim FH, Enis JE. et al. Methylmethacrylate as an adjunct in internal fixation of pathological fractures. Experience with three hundred and seventy-five cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58:1047-1055.
 17. Hattori H, Mibe J, Matsuoka H, Nagai S, Yamamoto K. Surgical management of metastatic disease of the proximal femur. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007;15(3):295-298.
 18. Healey JH, Brown HK. Complications of bone metastases: surgical management. *Cancer*. 2000; 88(12 suppl):2940-2951.
 19. Hoffmann RT, Jakobs TF, Trumm CJ. Radiofrequency ablation in combination with osteoplasty in the treatment of painful metastatic bone disease. *Vasc Interv Radiol*. 2008;19(3):419-425.
 20. Król R, Radomski S. Fixation of pathological fractures and impending long bone fractures in the course of neoplastic disease with the use of polymethylmethacrylate with added methotrexate. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2003;5:319-326.
 21. Kurup AN, Callstrom MR. Ablation of skeletal metastases: Current status. *J Vasc Interv Radiol*. 2010; 21:5242-5250.
 22. Maccauro G, Muratori F, Liuzza F, Rossi B, Ambrogio C. Anterograde femoral nail for the treatment of femoral metastases. *Eur J Orthop Surg Traum*. 2008;18(7):509-513.
 23. Masala S, Manenti G, Roselli M et al. Percutaneous combined therapy for painful sternal metastases: a radiofrequency thermal ablation (RFTA) and cementoplasty protocol. *Anticancer Res*. 2007;27:4259-4262.
 24. Moon B, Lin P, Satcher R, Bird J, Lewis V. Intramedullary nailing of femoral diaphyseal metastases: is it necessary to protect the femoral neck? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(4):1499-1502.
 25. Obert L, Jarry A, Lepage D, Jeunet L, Tropet Y, Vichard P, Garbuio P. Centromedullary nailing of the femur for bone metastasis: clinical and radiological evaluation using the Tokuhashi score in 24 patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2005;91(8):737-745.
 26. Ogura K, Miyake R, Shiina S et al. Bone radiofrequency ablation combined with prophylactic internal fixation for metastatic bone tumor of the femur from hepatocellular carcinoma. *Int J Clin Oncol*. 2012;17(4):417-421.
 27. Ptashnikov DA, Usikov VD, Smecalenkov OA, Mikhailov DA. Percutaneous transpedicular fixation with cement vertebroplasty in patients with osteoporosis and widespread metastasis. *Acta Neurochir*. 2011;153(9):1889-1890.
 28. Ruairi F, Quinlan JF, Stapleton RD, Hurson B, Dudeney S, O'Toole GC. Inter- and intra-observer variability associated with the use of the Mirels' scoring system for metastatic bone lesions. *Int Orthop*. 2011;35(1):83-86.
 29. Shemesh S, Kosashvili Y, Sidon E, Yaari L, Cohen N, Velkes S. Intramedullary nailing without curettage and cement augmentation for the treatment of impending and complete pathological fractures of the proximal or midshaft femur. *Acta Orthop Belg*. 2014;(80):144-150.
 30. Sokolovski VA, Voloshin VP, Aliev MD, Zubikov VS, Saravanan SA, Martynenko DV, et al. Total hip replacement for proximal femoral tumours. Our midterm results. *Int Orthop*. 2006;30(5): 399-402.
 31. Tillman RM et al. British Association of Surgical Oncology. Guidelines for the Management of Metastatic Bone Disease in the United Kingdom. *Eur J Surg Oncol*. 1999;25:3-23.
 32. Wedin R, Bauer HCF. Surgical treatment of skeletal metastatic lesions of the proximal femur, endoprosthesis or reconstruction nail? *J Bone Joint Surg Br*. 2005;85: 1653-1657.
 33. Weikert DR, Schwartz H. Intramedullary nailing for impending pathological subtrochanteric fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73:668-670.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Tikhilov Rashid M. – professor, director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of department of traumatology and orthopedics of Mechnikov NorthWestern State Medical University

Ptashnikov Dmitry A. – professor, head of department N 18; the head of department of traumatology and orthopedics of Mechnikov NorthWestern State Medical University

Grigoriev Petr V. – research assistant of the department of bone tumors, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Mikhailov Ilkin M. – research assistant of the department of bone tumors, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Zasulsky Philipp Ju. – leading researcher of the department of bone tumors, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОСТНОГО МОЗГА ИЗ ШЕЙКИ БЕДРА И КРЫЛА ПОДВЗДОШНОЙ КОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Н.В. Боровкова, М.А. Малыгина, И.Н. Пономарев, О.М. Сахарова

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»
Б. Сухаревская площадь, д. 3, корп. 1, Москва, Россия, 129090

Реферат

Введение. Рост количества пациентов пожилого и старческого возраста с переломами шейки бедренной кости обуславливает актуальность поиска оптимальных схем лечения, основанных на данных о естественных механизмах поддержания и регулирования гомеостаза костной ткани.

Цель исследования – провести сравнительный анализ клеточности костного мозга, полученного из проксимального эпифиза бедра и крыла подвздошной кости (КПК), у пациентов с переломами шейки бедренной кости (ШБК).

Материал и методы. У 29 пациентов с закрытыми переломами шейки бедренной кости (опытная группа), получивших травму при падении на бок из положения стоя, во время остеосинтеза перелома винтами или эндопротезирования из ШБК и КПК со стороны повреждения забирали миелоаспират. Для сравнения использовали костный мозг из тех же областей 10 внезапно умерших человек (трупные доноры), которые составили контрольную группу. В миелоаспирате определяли количество ядросодержащих (ЯК), гемопоэтических стволовых (ГСК) и мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток (ММСК).

Результаты. Результаты исследования показали, что у пациентов с переломами и трупных доноров в миелоаспирате из шейки бедренной кости концентрация ЯК и ГСК меньше, чем в биоматериале из КПК. Но различие показателей было статистически значимо только в опытной группе. При этом у пациентов с переломами концентрация ЯК и абсолютное содержание ГСК в костном мозге из ШБК достоверно ниже, чем у трупных доноров. В то же время, образцы, полученные из КПК, в опытной и контрольной группах не имели статистически значимых различий. У мужчин концентрация ГСК и ММСК в костном мозге из шейки бедренной кости была ниже, чем у женщин. У мужчин с переломами различие концентраций ГСК между образцами из КПК и шейки бедренной кости достигала 84,6%, ММСК – 86,6%, у женщин – 68,9% и 69,2%, соответственно.

Обсуждение. Полученные данные позволяют предположить, что одним из основных факторов нарушения микроархитектуры кости и развития остеопороза является изменение клеточного состава костного мозга. Исходя из того, что в регенерации костной ткани активное участие принимают ММСК, увеличение их концентрации в области перелома может способствовать его консолидации. Таким образом, для улучшения результатов лечения пациентов с переломами шейки бедренной кости во время остеосинтеза канюлированными винтами возможно введение аутологичных ММСК, полученных из КПК, где концентрация стволовых клеток выше.

Ключевые слова: переломы шейки бедренной кости, остеосинтез канюлированными винтами, остеопороз, стволовые клетки, костный мозг.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-65-70

Введение

В настоящее время специалисты отмечают рост количества пациентов среднего, пожилого и старческого возрастов с переломами шейки бедренной кости (ШБК). Данную тенденцию связывают с увеличением продолжительности жизни людей и сопутствующим развитием у них остеопороза [1, 5, 6]. При этом наличие у больных пожилого и старческого возраста

сопутствующих хронических заболеваний требует более тщательного подхода к выбору метода лечения.

Радикальным методом лечения больных с переломами ШБК является эндопротезирование тазобедренного сустава [4]. Однако сама операция и сопутствующая кровопотеря обуславливают высокий риск развития осложнений и декомпенсации фоновых заболеваний.

Боровкова Н.В., Малыгина М.А., Пономарев И.Н., Сахарова О.М. Сравнительная характеристика костного мозга из шейки бедра и крыла подвздошной кости у пациентов с переломами шейки бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):65-70. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-65-70.

Пономарев Иван Николаевич. Б. Сухаревская площадь, д. 3, корп. 1, Москва, Россия, 129090; e-mail: zam@yandex.ru

1 Рукопись поступила: 19.07.2016; принята в печать: 25.08.2016

Альтернативным малоинвазивным способом лечения является стабилизация отломков кости канюлированными винтами [2, 3]. Однако в случае снижения прочности костных структур [5, 9] часто происходит миграция канюлированных винтов и вторичное смещение отломков. Это приводит к несращению перелома, и в конечном счете, – к замене сустава.

Таким образом, вопрос эффективного и безопасного лечения больных с переломами ШБК еще далек от своего решения. Изучение естественных механизмов поддержания и регулирования гомеостаза костной ткани позволит определить способы увеличения ее прочности, ускорения сращения перелома, что положительно отразится на результатах лечения больных малоинвазивными методами.

Цель исследования – провести сравнительный анализ клеточности костного мозга, полученного из проксимального эпифиза бедренной и крыла подвздошной костей у пациентов с переломами ШБК.

Материал и методы

Исследование проведено в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского в 2013–2014 гг. на базе отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата и лаборатории трансплантации клеток и иммунотипирования в соответствии с планом научно-исследовательской работы института.

Обследовано 29 пациентов среднего, пожилого и старческого возраста с закрытыми переломами шейки бедренной кости, в том числе 20 женщин в возрасте от 56 до 92 лет (в среднем 74 лет) и 9 мужчин в возрасте от 45 до 83 лет (в среднем 67 лет).

Во всех случаях травма была получена в быту при падении на бок из положения стоя. Биоматериал для исследования получали во время операции остеосинтеза перелома канюлированными винтами или эндопротезирования тазобедренного сустава (на 3–7-е сутки от момента травмы), проводившейся под наркозом, на основании информированного согласия пациента на лечебные и диагностические манипуляции. Аспират костного мозга (КМ) собирали из ШБК и КПК со стороны повреждения. Для предотвращения коагуляции миелоасpirата его стабилизировали антикоагулянтом ЭДТА.

Для сравнения использовали образцы КМ, собранные из аналогичных областей 10 мужчин, внезапно умерших от острой сердечной недостаточности (трупные доноры).

Возраст доноров на момент смерти составлял от 46 до 64 лет (средний возраст – 59 лет). Миелоаспирацию выполняли шприцем через троакар в первые 6 часов после остановки сердечной деятельности.

В миелоаспирате с помощью стандартного гематологического анализатора определяли количество ядросодержащих клеток. На проточном цитометре «Cytomics FC 500» (Beckman Coulter, США) оценивали концентрации гемопоэтических стволовых клеток (CD45^{low}34⁺) и мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток (CD45⁻CD34⁺CD90⁺CD105⁺). Исследование проводили с помощью набора «StemCell Kit» или специфических моноклональных антител, меченных флюорохромом (Beckman Coulter, США).

При статистической обработке полученных результатов рассчитывали средние величины, среднеквадратичное отклонение (σ), доверительный интервал (m). Поскольку полученные вариационные ряды соответствовали нормальному распределению величин, при сравнении переменных использовали t -критерий Стьюдента для независимых выборок.

Результаты

Результаты исследования показали, что у пациентов среднего, пожилого и старческого возраста с переломами шейки бедренной кости в костном мозге из проксимального эпифиза бедра концентрация ядросодержащих клеток, относительное и абсолютное содержание ГСК было достоверно меньше, чем в образцах из КПК этой же стороны (табл. 1).

У трупных доноров концентрация ядросодержащих клеток и ГСК в образцах костного мозга из КПК также была несколько выше, чем из ШБК, однако различия не были статистически значимыми.

При сравнительном анализе отмечено, что у пациентов с переломами концентрация ядросодержащих клеток и абсолютное содержание ГСК в костном мозге из ШБК достоверно ниже, чем у трупных доноров (табл. 1). В то же время, концентрация ядросодержащих клеток и ГСК в крыльях подвздошных костей как у пострадавших с переломами ШБК, так и у трупных доноров существенно не различалась.

При анализе образцов костного мозга мужчин и женщин с переломами ШБК выявлено, что концентрация ядросодержащих клеток в миелоаспирате из проксимального эпифиза бедренной кости и КПК не зависела от гендерной принадлежности (табл. 2).

Таблица 1

Параметры образцов костного мозга из крыла подвздошной кости и шейки бедренной кости у пациентов с переломами и доноров

Параметр	Пациенты с переломами (n = 29)			Доноры костного мозга (n = 10)		
	КПК	ШБК	Δ, %	КПК	ШБК	Δ, %
Концентрация ядросодержащих клеток, ×10 ⁹ /л	24,2±2,5	15,2±1,6*	37,1	46,6±13,8	31,5±10,6**	32,4
Концентрация ГСК, %	0,28±0,04	0,12±0,02*	57,1	0,13±0,07	0,11±0,03	15,4
Концентрация ГСК, ×10 ⁶ /л	66,4±10,2	14,2±2,6*	78,6	60,6±10,7	34,5±8,7**	43,1

* – различие статистически значимо между анатомическими областями (p<0,05);

** – различия статистически значимы между группами обследованных (p<0,05).

Таблица 2

Параметры образцов костного мозга из крыла подвздошной кости и шейки бедренной кости пациентов с переломами

Параметр	Мужчины (n = 9)			Женщины (n = 20)		
	КПК	ШБК	Δ, %	КПК	ШБК	Δ, %
Концентрация ядросодержащих клеток, ×10 ⁹ /л	24,8±5,2	15,5±1,6	37,5	23,8±3,3	14,7±2,8	38,2
Концентрация ГСК, %	0,32±0,08	0,07±0,02*	72,1	0,23±0,04	0,16±0,04**	30,4
Концентрация ГСК, ×10 ⁶ /л	80,4±18,2	12,2±2,9*	84,6	52,4±12,6	16,3±3,2*	68,9
Концентрация ММСК, %	0,48±0,21	0,10±0,04*	79,2	0,48±0,10	0,27±0,07**	43,8
Концентрация ММСК, ×10 ⁶ /л	99,3±50,4	13,3±3,4	86,6	115,8±34,6	35,1±9,2* **	69,2

* – различие статистически значимо между анатомическими областями (p<0,05);

** – различия статистически значимы между группами обследованных (p<0,05).

Относительные и абсолютные концентрации ГСК и ММСК в образцах костного мозга из КПК у мужчин и женщин также существенно не отличались. При этом в биоматериале, полученном из ШБК у мужчин, относительная концентрация ГСК, а также относительное и абсолютное содержание ММСК было достоверно ниже, чем у женщин. Таким образом, у мужчин с переломами различие концентраций ГСК между образцами из КПК и ШБК на стороне перелома достигало 84,6%, ММСК – 86,6%, у женщин – 68,9% и 69,2%, соответственно.

Таким образом, у пациентов с переломами ШБК, полученными при падении на бок из положения стоя, в области повреждения отмечаются достоверно меньшая клеточность костного мозга и низкая концентрация в нем гемопоэтических стволовых клеток, чем у доноров КМ без переломов. При этом у пациентов мужского пола разница концентраций ГСК и ММСК между образцами костного мозга из разных анатомических областей более выражена, чем у женщин.

Обсуждение

Переломы шейки бедренной кости составляют значительную часть в структуре травматологической патологии у людей среднего, пожилого и старческого возраста. В настоящее время основными способами лечения пациентов с этой патологией является эндопротезирование тазобедренного сустава или остеосинтез канюлированными винтами. При этом исследователи отмечают несколько большую госпитальную летальность в случае замены тазобедренного сустава, чем при выполнении стабилизации отломков винтами (5,8% против 4,4%) [4]. Несмотря на это, специалисты считают наиболее предпочтительным методом лечения именно эндопротезирование, поскольку для остеосинтеза характерен существенный процент неудовлетворительных результатов лечения.

Одной из причин развития осложнений, приводящих к несращению переломов при их стабилизации винтами, является остеопороз, для которого характерно увеличение хрупкости кости из-за изменения её микроархитектуры [9].

При этом с возрастом степень выраженности патологических изменений увеличивается [5]. В настоящее время специалисты выделяют ряд факторов риска развития остеопороза: генетические, эндокринные и обусловленные образом жизни [1]. Однако все они выражаются в искажении метаболизма костной ткани с преобладанием процессов катаболизма. Развитие патологического процесса может проходить как через нарушение ионного обмена со снижением уровня кальцинации костей, так и путем изменения свойств клеток, участвующих в процессах костеобразования [6]. Значимость стволовых клеток в поддержании постоянства трабекулярной микроархитектуры доказана в экспериментальных работах на животных. В частности, при нокауте антигена 1 стволовых клеток (stem cell antigen 1, Sca-1) у мышей наблюдали переход от нормального развития костной ткани к снижению её массы, характерному для возрастного остеопороза. Кроме того, эксперимент продемонстрировал, что, наряду с возраст-зависимым снижением содержания мезенхимальных прогениторных клеток в миелоаспирате из бедренной кости, изменяется способность ММСК дифференцироваться в остеогенном и адипогенном направлениях [8].

В рамках данного клинического исследования было установлено, что у пациентов с переломами ШБК, полученными при падении на бок из положения стоя, степень различия концентрации ГСК между образцами из КПК и ШБК в среднем составила 78,6%, в то время как у доноров КМ без переломов она была равна 43,1%. При этом у мужчин разница в концентрациях ГСК между образцами из ШБК и КПК на момент перелома достигала 84,6%, у женщин – 68,9%; а в содержании ММСК 86,6% и 69,2% соответственно. Сходные данные продемонстрированы в исследованиях костного мозга при алкоголь-индуцированном [12] и обусловленном длительным приемом кортикостероидов [11] некрозе головки бедренной кости.

Таким образом, опираясь на данные литературы и результаты собственных исследований, можно предположить, что одним из основных факторов нарушения микроархитектуры кости и развития остеопороза является изменение как качественного, так и количественного состава костного мозга в проксимальном эпифизе бедренной кости. Исходя из того, что в регенерации костной ткани активное участие принимают прогениторные клетки костного мозга [7], которые направляются в дифференцировку по остеогенному направлению, увеличение их концентрации в области перелома может благоприятно отразиться на результатах остеосинтеза, способствуя консолидации перелома. Таким

пациентам во время операции остеосинтеза перелома шейки бедра канюлированными винтами возможно введение аутологичного костного мозга, полученного, например, из КПК. Дополнительно стоит отметить, что локальное увеличение ростостимулирующих факторов обеспечит сращение сломанной кости [10], что, как минимум, позволит быстрее восстановить опороспособность конечности и избежать эндопротезирования тазобедренного сустава.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование выполнено по плану НИР.

Литература

1. Аврунин А.С. Остеопороз и остеомалация – клинико-диагностические проблемы. *Травматология и ортопедия России*. 2014;4 (74):68-76.
2. Дулаев А.К., Цед А.Н., Джусоев И.Г., Усубалиев К.Н. Остеосинтез переломов шейки бедренной кости: динамический бедренный винт (DNS) или мини-инвазивная система Targon FN? *Травматология и ортопедия России*. 2015;3(77):12-21.
3. Титов Р.С., Клюквин И.Ю., Филиппов О.П., Ваза А.Ю., Сластинин В.В. Использование гидроксиапатита в лечении больных с переломами шейки бедренной кости. *Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь*. 2012;(4):22-25.
4. Bonnaire F, Straßberger C, Kieb M, Bula P. Osteoporotic fractures of the proximal femur. What's new? *Chirurg*. 2012;83(10):882-891.
5. Chen H, Zhou X, Shoumura S, Emura S, Bunai Y. Age- and gender-dependent changes in three-dimensional microstructure of cortical and trabecular bone at the human femoral neck. *Osteoporos Int*. 2010;21(4):627-636
6. Dontas I.A., Yiannakopoulos C.K. Risk factors and prevention of osteoporosis-related fractures. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2007;7(3):268-272.
7. Fisher J.N., Peretti G.M., Scotti C. Stem cells for bone regeneration: from cell-based therapies to decellularised engineered extracellular matrices. *Stem Cells Int*. 2016;2016: 9352598.
8. Holmes C., Khan T.S., Owen C., Ciliberti N., Grynepas M.D., Stanford W.L. Longitudinal analysis of mesenchymal progenitors and bone quality in the stem cell antigen-1-null osteoporotic mouse. *J Bone Miner Res*. 2007;22(9):1373-1386.
9. Jenkins PJ, Ramaesh R, Pankaj P, Patton JT, Howie CR, Goffin JM, et al. A micro-architectural evaluation of osteoporotic human femoral heads to guide implant placement in proximal femoral fractures. *Acta Orthop*. 2013;84(5):453-459.
10. Ma X.W., Cui D.P., Zhao D.W. Vascular endothelial growth factor/bone morphogenetic protein-2 bone marrow combined modification of the mesenchymal stem cells to repair the avascular necrosis of the femoral head. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(9):15528-15534.
11. Seamon J., Keller T., Saleh J., Cui Q. The pathogenesis of nontraumatic osteonecrosis. *Arthritis*. 2012;2012:601763.
12. Suh K.T., Kim S.W., Roh H.L., Youn M.S., Jung J.S. Decreased osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells in alcohol-induced osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2005(431):220-225.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Боровкова Наталья Валерьевна – д-р мед. наук, заведующая научной лабораторией трансплантации клеток и иммуно-типирования, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

Малыгина Марина Александровна – д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

Пономарев Иван Николаевич – научный сотрудник лаборатории трансплантации клеток и иммунотипирования, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

Сахарова Ольга Михайловна – научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE BONE MARROW FROM FEMORAL HEAD AND ILIAC BONE IN PATIENTS WITH FEMORAL NECK FRACTURES

N.V. Borovkova, M.A. Malygina, I.N. Ponomarev, O.M. Sakharova

*Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Medicine
B. Sukharevskaya ploshchad', 3/1, Moscow, Russia, 129090*

Abstract

Increasing number of elderly patients with femoral neck fractures requires a search for an optimal treatment regimen based on a natural sustenance and regulation mechanisms of bone homeostasis.

Purpose of the study – to perform a comparative cellularity analysis of bone marrow obtained from femoral neck and iliac bone of elderly patients.

Material and methods. The experimental group included 29 patients with closed fractures of femoral neck, injured by falling on the side from a standing position. Bone marrow was obtained from femoral neck and iliac bone during procedure of screw internal fixation or hip replacement. In the control group, the authors used bone marrow harvested from the same anatomical areas of 10 cadaveric donors. Nucleated cells (NCs), hematopoietic stem cells (HSCs) and multipotent mesenchymal stem cells (MSCs) were counted in bone marrow by flow cytometry.

Results. Comparative study demonstrated that bone marrow from the hip of patients with fractures and cadaveric donors contained less concentration of NCs and HSCs than bone marrow from the ilium. However, the difference in concentration was significant only in the experimental group. At the same time, in patients with fractures the NCs concentration and absolute content of HSCs in bone marrow obtained from hip was significantly lower than those from cadaveric donors. Meanwhile, samples obtained from the iliac bone in the experimental and control groups had no significant difference. The authors also observed that concentration of HSCs and MSCs in the bone marrow from male hips was significantly lower than in females. As a result, male patients with fractures demonstrated difference in concentrations of HSCs samples from ilium and femoral neck reaching 84.6%, MSCs – 86.6%; females demonstrated differences of 68.9% and 69.2% respectively.

Discussion. The data collected allows suggesting that one of the main factor violating micro-architecture of bone and in development of osteoporosis is an alteration in the cellular composition of bone marrow. While MSCs are active in regeneration of bone tissue, increase in their concentration in the fracture zone can stimulate the healing. Thus, to improve treatment outcomes in patients with hip fractures after internal fixation with cannulated screws, it could be beneficial to use grafting of autologous bone marrow obtained from the iliac bone featured by a higher stem cells concentration.

Keywords: femoral neck fractures, cannulated screws fixation, osteoporosis, stem cells, bone marrow.

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

Funding: budgetary financing.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-65-70

 **Cite as:** Borovkova NV, Malygina MA, Ponomarev IN, Sakharova OM. [Comparative characteristics of the bone marrow from femoral head and iliac bone in patients with femoral neck fractures]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3): 65-70 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-65-70.

 *Ponomarev Ivan N.* B. Sukharevskaya ploshchad', 3/1, Moscow, Russia, 129090; e-mail: zam@yandex.ru

 Received: 19.07.2016; Accepted for publication: 25.08.2016

References

1. Avrunin AS. [Osteoporosis and osteomalacia – clinical and diagnostic problems]. *Traumatologia i ortopedia Russia* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;4(74): 68-76. [in Russ.]
2. Dulaev AK, Tsed AN, Dzhusoev IG, Usabaliev KN. [Osteosynthesis of femoral neck fractures: dynamic hip screw (DNS) or mini-invasive Targon FN system?]. *Traumatologia i ortopedia Russia* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;3(77):12-21. [in Russ.]
3. Titov RS, Kljukvin IY, Filippov OP, Vase AJ, Slastinin VV. [The use of hydroxyapatite in the treatment of patients with fractures of the femoral neck]. *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo. Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'* [Emergency medical care]. 2012;(4):22-25. [in Russ.]
4. Bonnaire F, Straßberger C, Kieb M, Bula P. Osteoporotic fractures of the proximal femur. What's new? *Chirurg.* 2012;83(10):882-891.
5. Chen H, Zhou X, Shoumura S, Emura S, Bunai Y. Age- and gender-dependent changes in three-dimensional microstructure of cortical and trabecular bone at the human femoral neck. *Osteoporos Int.* 2010;21(4):627-636
6. Dontas IA, Yiannakopoulos CK. Risk factors and prevention of osteoporosis-related fractures. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2007;7(3):268-272.
7. Fisher JN, Peretti GM, Scotti C. Stem cells for bone regeneration: from cell-based therapies to decellularised engineered extracellular matrices. *Stem Cells Int.* 2016;2016: 9352598.
8. Holmes C, Khan TS, Owen C, Ciliberti N, Grynypas MD, Stanford WL. Longitudinal analysis of mesenchymal progenitors and bone quality in the stem cell antigen-1-null osteoporotic mouse. *J Bone Miner Res.* 2007;22(9):1373-1386.
9. Jenkins PJ, Ramaesh R, Pankaj P, Patton JT, Howie CR, Goffin JM, et al. A micro-architectural evaluation of osteoporotic human femoral heads to guide implant placement in proximal femoral fractures. *Acta Orthop.* 2013;84(5):453-459.
10. Ma XW, Cui DP, Zhao DW. Vascular endothelial growth factor/bone morphogenetic protein-2 bone marrow combined modification of the mesenchymal stem cells to repair the avascular necrosis of the femoral head. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(9):15528-15534.
11. Seamon J, Keller T, Saleh J, Cui Q. The pathogenesis of nontraumatic osteonecrosis. *Arthritis.* 2012;2012: 601763.
12. Suh KT, Kim SW, Roh HL, Youn MS, Jung JS. Decreased osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells in alcohol-induced osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2005(431):220-225.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Borovkova Natalia V. – head of the scientific laboratory of cell transplantation and immunotyping, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Medicine

Malygina Marina A. – leading researcher of the department of emergency traumatology, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Medicine

Ponomarev Ivan N. – researcher of the scientific laboratory of cell transplantation and immunotyping, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Medicine

Sakharova Olga M. – junior researcher of the department of emergency traumatology, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Medicine

ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО СТАТУСА ПОДРОСТКОВ С КОКСАРТРОЗОМ

М.В. Чепелева, М.П. Тёпленький

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

Реферат

Введение. Суставсберегающие реконструктивные технологии сохраняют свое значение при лечении подростков с коксартрозом, развившимся после лечения врожденного вывиха бедра и болезни Пертеса. Одним из факторов, обеспечивающих достижение положительного результата, является исходная степень дегенеративно-дистрофических изменений.

Цель исследования – уточнение дополнительных иммунологических параметров, указывающих на активность дегенеративного процесса у пациентов с коксартрозом, развившимся после лечения врожденного вывиха бедра и болезни Пертеса

Материал и методы. Проанализированы результаты предоперационного иммунологического обследования 13 пациентов мужского пола в возрасте $11,4 \pm 0,7$ лет (с 10 до 13) с коксартрозом I-II степени, развившимся после лечения дисплазии тазобедренного сустава и болезни Пертеса. С учетом достигнутого анатомо-функционального исхода пациенты были разделены на две группы. Первую группу составили 8 пациентов, у которых после операции наблюдалось улучшение функциональных возможностей сустава и отсутствие признаков прогрессирования артроза. Во второй группе (5 больных) констатировано ухудшение функции сустава и прогрессирование артроза.

Результаты. У пациентов второй группы с неблагоприятным исходом лечения отмечено более высокое содержание лейкоцитов (преимущественно популяции палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов). Во второй группе выявлено статистически значимое ($p \leq 0,05$) повышение отдельных показателей гуморального (ЦИК – 44 у. е.) и клеточного иммунитета ($CD3^+HLA-DR$ (3,1%), $CD3^+HLA-DR$ ($0,09 \times 10^9$ /л), а также концентрации сывороточного интерлейкина-6 (1,58 пг/мл). Увеличение содержания интерлейкина-1 β и интерлейкина-8 было статистически недостоверным.

Заключение. Полученные результаты показали, что исходные иммунологические параметры (IL-6, ЦИК, лимфоциты с маркерами активации) могут использоваться в качестве дополнительных критериев активности дегенеративного процесса при решении вопроса о возможности и целесообразности выполнения реконструктивных суствасберегающих операций у пациентов с коксартрозом, развившимся после лечения дисплазии тазобедренного сустава и болезни Пертеса.

Ключевые слова: коксартроз, иммунный статус, дисплазия тазобедренного сустава, болезнь Пертеса.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-71-78

Ведение

Суствасберегающие реконструктивные технологии сохраняют свое значение при лечении подростков с коксартрозом, развившимся после лечения врожденного вывиха бедра и болезни Пертеса. Ведущей причиной развития артроза в указанных состояниях считается повышение внутрисуставного давления, обусловленное нарушением суставных соотношений и деформацией суставных компонентов [16]. Предполагается, что восстановление биомеханических условий функционирования сочленения будет способствовать замедлению прогрессирования коксартроза [11, 16]. Одним из факторов, обеспечивающих достижение положительного

результата, признается исходная степень дегенеративно-дистрофических изменений, которая, как правило, устанавливается на основании клиничко-рентгенологического обследования [13]. Дегенеративно-дистрофические процессы в суставе сопровождаются изменением иммунологических показателей [1]. В настоящее время установлена роль интерлейкинов в патогенезе остеоартроза [2]. Изменение уровня интерлейкина-6 (IL-6) наблюдается при прогрессировании патологического процесса в суставе. [3]. Согласно результатам предшествующих исследований, в периферической крови пациентов с остеоартрозом различной этиологии отмечается повышение уровня Т-лимфоцитов,

Чепелева М.В., Тёпленький М.П. Особенности иммунного статуса подростков с коксартрозом. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):71-78. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-71-78.

Тёпленький Михаил Павлович. Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014; e-mail: TeplenkiyMP@mail.ru

Рукопись поступила: 24.06.2016; принята в печать: 25.07.2016

экспрессирующих гликопротеины HLA-DR, что считается отражением процессов системной активации клеток иммунной системы [7].

Целью данного исследования было изучение иммунного статуса пациентов с коксартрозом, развившимся после лечения врожденного вывиха бедра и болезни Пертеса, и уточнение дополнительных параметров, указывающих на активность дегенеративного процесса.

Материал и методы

Проанализированы результаты предоперационного иммунологического обследования 13 пациентов с коксартрозом.

Критерии включения: возраст 10–13 лет, мужской пол, коксартроз I-II степени согласно критериям D. Tönnis [20], развившийся после лечения врожденного вывиха бедра и болезни Пертеса, нарушение суставных соотношений I-II степени, внесуставной характер реконструктивных вмешательств, отсутствие соматической патологии.

Критерии исключения: коксартроз 0, III степени по критериям Tönnis [20], развившийся вследствие травмы, септического коксита, аутоиммунных заболеваний, асептического некроза головки, не связанного с дисплазией тазобедренного сустава и болезнью Пертеса; нарушение суставных соотношений III степени; внутрисуставной характер реконструктивных вмешательств; наличие соматической патологии.

Средний возраст пациентов на момент выполнения оперативного вмешательства составил 11,4±0,7 лет. Функциональное состояние больных до и после лечения оценивалось по критериям Merle d’Aubigne-Postel [9], данные рентгенографии – по Tönnis [20], Severin [18]. Во всех суставах выявлена дисплазия вертлужной впадины, различные варианты деформации проксимального отдела бедра, смещение проксимального отдела бедра I-II степени, признаки артроза I-II степени [20]. При ле-

чении пациентов применялись внесуставные реконструктивные вмешательства на тазовом и бедренном компонентах. Фиксация остеотомированных фрагментов и тазобедренного сустава осуществлялась с помощью аппарата Илизарова. Результаты проанализированы в срок 14–18 месяцев после снятия аппарата. В результате оперативного вмешательства во всех наблюдениях децентрация головки была устранена. По критериям Severin [18] суставы соответствовали IIa типу. У 8 пациентов степень артроза сохранилась без изменений. В 5 случаях произошло увеличение степени артроза на один уровень. У этих больных прогрессирование артроза сопровождалось ограничением подвижности сустава по сравнению с дооперационным уровнем. С учетом указанного анатомо-функционального исхода пациенты были разделены на 2 группы. Были сопоставлены исходные клиничко-рентгенологические показатели обеих групп. Результаты по степени смещения головки представлены в таблице 1. Распределение суставов по степени коксартроза представлено в таблице 2. Функциональное состояние пациентов до лечения представлено в таблице 3.

Исходные клиничко-рентгенологические показатели пациентов обеих групп достоверно не отличались.

Функциональные исходы в первой группе: болевой синдром – 5,4±0,2 балла, нарушение функции сочленения – 5,4±0,2 баллов, нарушение походки – 5,4±0,2 балла.

Функциональные исходы во второй группе: болевой синдром – 5±0,2 балла, нарушение функции сочленения – 3,7±0,3 баллов, нарушение походки – 4,5±0,2 балла.

Иммунологическое обследование проводилось всем пациентам до операции. Типирование лимфоцитов периферической крови осуществлялось методом лазерной проточной цитометрии на цитометре «Beckman Coulter EPICS XL» (США). Т-лимфоциты (CD3⁺CD19⁻);

Таблица 1

Показатели лейкограммы у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	4,9 (4,8–5,9)	7,8* (7,1–8,3)
Лимфоциты, %	41,0 (36,0–47,0)	36,0 (34,3–43,5)
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,3 (2,2–2,4)	2,6 (2,3–2,9)
Моноциты, %	8,0 (7,0–10,0)	7,0 (5,5–8,0)
Гранулоциты, 10 ⁹ /л	2,83 (2,16–3,0)	4,3* (3,8–5,0)

Примечание: * – p≤0,05.

Т-хелперы (CD3⁺CD4⁺); цитотоксические Т-лимфоциты (CD3⁺CD8⁺); В-лимфоциты (CD3⁻CD19⁺); натуральные киллеры (NK) (CD3⁻CD16⁺CD56⁺); натуральные киллеры/Т-лимфоциты (NKT) (CD3⁺CD16⁺CD56⁺) идентифицировали с помощью двух-, трёх- и четырехцветных моноклональных антител компании «Immunotech» (Франция), меченых FITC (изотиоцианат флуоресцеина), PE (фикоэритрин), PC5 (комплекс PE с цианином-5), ECD (комплекс PE с техасским красным) или PC5 (комплекс PE с цианином-7). Для удаления эритроцитов пробоподготовку проводили по безотмывочной технологии с использованием лизирующего раствора OptiLyse C (Beckman Coulter,

США). В каждой пробе анализировали не менее 10⁴ клеток. Количественное определение иммуноглобулинов классов А, М, G, Е осуществлялось методом ИФА на иммуноферментном анализаторе «EL 808» (БИО-ТЕК Instruments Inc, США) с использованием набора реагентов ЗАО «Вектор-Бест» (Россия). Определение циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) проводилось методом преципитации 3,5% ПЭГ (ММ 6000). Определение уровня сывороточных цитокинов (IL-6, IL-8, IL-10, TNFα, IFNγ) осуществлялось методом ИФА с применением диагностических тест-систем ООО «Вектор Бест» (Россия). Забор крови осуществлялся в дооперационном периоде.

Таблица 2

Показатели клеточного иммунитета у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
CD3 ⁺ CD19 ⁻ , %	77,3 (76,2–79,3)	69,3 (66,6–76,0)
CD3 ⁺ CD19 ⁻ , 10 ⁹ /л	1,8 (1,7–1,9)	2,0 (1,7–2,2)
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , %	44,9 (44,0–49,7)	45,6 (42,3–47,1)
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , 10 ⁹ /л	1,0 (0,72–1,03)	1,27* (1,2–1,34)
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , %	34,0 (26,1–34,1)	26,1 (20,1–30,9)
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,79 (0,63–0,8)	0,75 (0,62–0,9)
CD3 ⁻ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , %	8,8 (3,4–9,2)	8,5 (3,9–13,0)
CD3 ⁻ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,13 (0,08–0,21)	0,2 (0,1–0,43)
CD3 ⁺ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , %	1,3 (1,0–1,6)	1,6 (0,8–2,02)
CD3 ⁺ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,031 (0,02–0,037)	0,04 (0,02–0,037)
CD3 ⁻ CD19 ⁺ , %	15,1 (12,4–17,0)	16,2 (14,8–20,1)
CD3 ⁻ CD19 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,3 (0,27–0,39)	0,53* (0,38–0,64)
CD3 ⁺ HLA-DR, %	1,7 (1,4–2,1)	3,1* (3,0–3,5)
CD3 ⁺ HLA-DR, 10 ⁹ /л	0,039 (0,03–0,047)	0,09* (0,08–0,11)
CD4/CD8	1,32 (1,0–1,4)	1,74 (1,2–1,85)

Примечание: * – p≤0,05.

Таблица 3

Показатели гуморального иммунитета у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
IgA, мг/мл	0,54 (0,42–0,91)	0,73 (0,62–0,75)
IgM, мг/мл	1,05 (0,8–1,13)	1,17 (0,9–1,41)
IgG, мг/мл	8,71 (8,2–11,1)	8,75 (7,68–9,7)
IgE, МЕ/ед	15,9 (8,7–23,9)	17,5 (12,4–32,6)
ЦИК, у.е.	26,5 (18,7–32,0)	44,0* (27,0–44,5)

Примечание: * – p≤0,05.

Результаты иммунологического обследования изучены с учетом разделения больных на две группы. Анализ результатов исследования проводили с помощью программного обеспечения AtteStat, выполненного как надстройка к Microsoft Excel программного продукта Microsoft Office. Полученные данные обрабатывались с помощью методов непараметрической статистики с использованием U-критериев Вилкоксона, Манна – Уитни. Результаты исследования представлены в виде медиан и интерквартильных размахов (25 и 75 процентиля). Для оценки корреляции применялся ранговый критерий Спирмена.

Исследование выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками Минздрава России. От законных представителей всех пациентов получено информированное согласие на проведение исследований без идентификации личности.

На проведение клинических исследований получено разрешение комитета по этике ФГБУ «РНЦ» «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России.

Результаты исследования

Показатели лейкограммы у пациентов обеих групп укладывались в границы нормы. Для пациентов второй группы с неблагоприятным исходом хирургического лечения было характерно более высокое содержание лейкоцитов. Статистически значимые межгрупповые отличия наблюдались так же в отношении гранулоцитов (преимущественно популяции палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов),

количество которых во второй группе было выше (табл. 4).

Содержание Т-лимфоцитов и натуральных киллеров в обеих группах было нормальным. Во второй группе абсолютное количество В-лимфоцитов и Т-хелперов было выше, что объяснялось более высокими значениями лейкоцитов у этой категории пациентов. Также у детей второй группы обращали на себя внимание более высокие, чем в первой группе, абсолютные и относительные значения CD3⁺HLA-DR (поздняя активация Т-лимфоцитов) (табл. 5).

Показатели гуморального иммунитета в обеих группах соответствовали норме. Статистически значимые межгрупповые отличия по содержанию иммуноглобулинов основных классов и IgE отсутствовали. Уровень ЦИК был достоверно выше у пациентов второй группы (табл. 6).

В группе с неблагоприятным исходом хирургического лечения была более высокой концентрация сывороточного IL-6. Наблюдалась тенденция к увеличению содержания IL-1β и IL-8 (табл. 7).

Для уточнения характера взаимосвязи между изменением иммунологических показателей и неблагоприятным функциональным исходом был проведен расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Среди показателей гуморального иммунитета прямая высокая связь была определена для ЦИК ($r = 0,75, p < 0,01$). Для параметров клеточного звена иммунитета прямая заметная связь установлена для CD3⁺HLA-DR (%) ($r = 0,6, p < 0,05$), CD3⁺HLA-DR (10⁹/л) ($r = 0,7, p < 0,05$). Также прямая заметная корреляция выявлена для IL-6 ($r = 0,6, p < 0,05$).

Таблица 4

Концентрации цитокинов у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
IL-1β, пг/мл	0 (0–1,24)	1,26* (0,18–2,6)
IL-4, пг/мл	0,17 (0–1,24)	0,05 (0–0,2)
IL-6, пг/мл	0,46 (0,05–1,04)	1,58* (1,32–1,9)
IL-8, пг/мл	6,5 (3,7–11,0)	8,3 (6,8–18)
IL-10, пг/мл	2,0 (0–8,41)	2,9 (2,6–4,8)
TNFα, пг/мл	0,7 (0,23–2,98)	1,65 (1,43–2,1)
IFNγ, пг/мл	3,1 (0–8,08)	2,0 (0–4,0)

Примечание: * – $p < 0,05$.

Таблица 5

Показатели клеточного иммунитета у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
CD3 ⁺ CD19 ⁻ , %	77,3 (76,2–79,3)	69,3 (66,6–76,0)
CD3 ⁺ CD19 ⁻ , 10 ⁹ /л	1,8 (1,7–1,9)	2,0 (1,7–2,2)
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , %	44,9 (44,0–49,7)	45,6 (42,3–47,1)
CD3 ⁺ CD4 ⁺ , 10 ⁹ /л	1,0 (0,72–1,03)	1,27* (1,2–1,34)
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , %	34,0 (26,1–34,1)	26,1 (20,1–30,9)
CD3 ⁺ CD8 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,79 (0,63–0,8)	0,75 (0,62–0,9)
CD3 ⁻ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , %	8,8 (3,4–9,2)	8,5 (3,9–13,0)
CD3 ⁻ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,13 (0,08–0,21)	0,2 (0,1–0,43)
CD3 ⁺ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , %	1,3 (1,0–1,6)	1,6 (0,8–2,02)
CD3 ⁺ CD16 ⁺ CD56 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,031 (0,02–0,037)	0,04 (0,02–0,037)
CD3 ⁻ CD19 ⁺ , %	15,1 (12,4–17,0)	16,2 (14,8–20,1)
CD3 ⁻ CD19 ⁺ , 10 ⁹ /л	0,3 (0,27–0,39)	0,53* (0,38–0,64)
CD3 ⁺ HLA-DR, %	1,7 (1,4–2,1)	3,1* (3,0–3,5)
CD3 ⁺ HLA-DR, 10 ⁹ /л	0,039 (0,03–0,047)	0,09* (0,08–0,11)
CD4/CD8	1,32 (1,0–1,4)	1,74 (1,2–1,85)

Примечание: * – p ≤ 0,05.

Таблица 6

Показатели гуморального иммунитета у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
IgA, мг/мл	0,54 (0,42–0,91)	0,73 (0,62–0,75)
IgM, мг/мл	1,05 (0,8–1,13)	1,17 (0,9–1,41)
IgG, мг/мл	8,71 (8,2–11,1)	8,75 (7,68–9,7)
IgE, МЕ/ед	15,9 (8,7–23,9)	17,5 (12,4–32,6)
ЦИК, у. е.	26,5 (18,7–32,0)	44,0* (27,0–44,5)

Примечание: * – p ≤ 0,05.

Таблица 7

Концентрации цитокинов у пациентов обеих групп

Показатель	I группа (n = 8)	II группа (n = 5)
IL-1β, пг/мл	0 (0–1,24)	1,26* (0,18–2,6)
IL-4, пг/мл	0,17 (0–1,24)	0,05 (0–0,2)
IL-6, пг/мл	0,46 (0,05–1,04)	1,58* (1,32–1,9)
IL-8, пг/мл	6,5 (3,7–11,0)	8,3 (6,8–18)
IL-10, пг/мл	2,0 (0–8,41)	2,9 (2,6–4,8)
TNFα, пг/мл	0,7 (0,23–2,98)	1,65 (1,43–2,1)
IFNγ, пг/мл	3,1 (0–8,08)	2,0 (0–4,0)

Примечание: * – p ≤ 0,05.

Обсуждение

По мнению многих специалистов, оперативная коррекция диспластичного тазобедренного сустава является способом предупреждения прогрессирования коксартроза [11, 16, 21]. В то же время, в условиях развившегося артроза целесообразность применения указанных вмешательств остается предметом дискуссий [12]. По данным ряда авторов, результаты реконструктивных операций существенно ухудшаются при наличии исходного дегенеративно-дистрофического поражения сустава [10, 17]. По мнению G. Leitz и R. Reck, оперативное вмешательство в данном случае способствует более быстрому разрушению сустава [13]. Согласно противоположной точке зрения, оптимальная реконструкция суставных компонентов, даже при наличии артроза, замедляет его прогрессирование [12, 22]. По-видимому, в условиях коксартроза определение показаний для использования суставсберегающих технологий требует более дифференцированного подхода и выявления дополнительных факторов риска неблагоприятного исхода операции.

Дегенеративно-дистрофические процессы в суставе сопровождаются асептическим воспалением в субхондральной кости и синовиальной оболочке [1, 8]. Выявление компонентов иммунных комплексов в суставном хряще и синовиальной оболочке позволяет предположить включение иммунных механизмов в патологический процесс при остеоартрозе [4]. В настоящее время установлена роль цитокинов (интерлейкина-1 β , фактора некроза опухоли- α , интерлейкина-6, интерлейкина-17) в патогенезе остеоартроза [2]. Важное значение придается ИЛ-6, который участвует в метаболизме костной ткани, стимулируя выработку хондроцитами протеолитических ферментов, вызывающих деградацию коллагена и протеогликанов [5, 14, 19]. Изменение уровня ИЛ-6 ассоциируется с неблагоприятным течением остеоартроза, коррелируя с рентгенологическими изменениями, функциональной недостаточностью, наличием синовита и болевым синдромом [3]. Как показали предшествующие исследования, на иммунный статус больных с дегенеративно-дистрофическими поражениями суставов оказывает влияние этиологический фактор. При этом наименее выраженные изменения иммунологических показателей выявлены при диспластической природе артроза [6, 7].

Согласно полученным нами данным, в группе пациентов с неблагоприятным исходом хирургического лечения имело место достоверное повышение показателей гуморального (ЦИК)

и клеточного иммунитета (CD3⁺HLA-DR (%), CD3⁺HLA-DR (10⁹/л)), а также уровня интерлейкина-6, что, по-видимому, указывало на активность дегенеративного процесса.

Выводы

Ограниченное число наблюдений не позволяет делать окончательных выводов. Этот вопрос требует дальнейшего изучения. Однако представленные результаты дают возможность предположить, что исходные иммунологические параметры, в первую очередь ИЛ-6, ЦИК, лимфоциты с маркерами активации, могут использоваться в качестве дополнительных критериев при решении вопроса о возможности и целесообразности выполнения реконструктивных суставсберегающих операций у пациентов с коксартрозом, развившимся после лечения дисплазии тазобедренного сустава и болезни Пертеса.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Балабанова Р.М. Роль иммунного воспаления в патогенезе остеоартроза, возможности коррекции иммунных нарушений. *Современная ревматология*. 2011;(4):47-78.
2. Дмитриева Л.А. Роль цитокинов в патогенезе остеоартроза. *Бюлл. ВСНЦ СО РАМН*. 2007;(4):165-169.
3. Копылова Д. А., Остапенко В. А. Связь клинических проявлений остеоартроза с изменением уровня интерлейкина 6 в крови. *Научно-практическая ревматология*. 2012;(5):34-36.
4. Цурко В.В. Малышева Н.В. Иванова Т.Б. Егоров И.В. Патобиология суставного синдрома. НПВП в современной практике. *Справочник поликлинического врача*. 2011;(1):59-61.
5. Чепелева М.В., Ключин Н.М., Ермаков А.М., Абабков Ю.В. Интерлейкин-6 в прогнозировании течения послеоперационного периода у пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2015; 35(4):45-48.
6. Чепелева М.В., Тёпленский М.П. Влияние возрастного фактора на иммунный статус детей и подростков с диспластической патологией тазобедренного сустава в процессе хирургического лечения методом чрескостного остеосинтеза. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2015;94(4):93-98.
7. Чепелева М.В., Швед Н.С. Иммунологические особенности остеоартроза крупных суставов различной этиологии. *Гений ортопедии*. 2012;(2):107-111.
8. Шевченко Н.С., Лебедь И.С., Нелина И.Н., Кашкалда Д.А., Матвиенко Е.В., Летяго А.В. Патогенетическая значимость воспаления при остеоартрозе у подростков с инициальными суставными заболеваниями. *Украинский ревматологический журнал*. 2010;39(1): 50-54.

9. D'Aubigne R.M., Postel M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1954;36:451-475.
10. De Kleuver M, Kooijman MA, Pavlov PW, Veth RP. Triple osteotomy of the pelvis for acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79(2): 225-229.
11. Haverkamp D., Marti R.K. Intertrochanteric osteotomy combined with acetabular shelfplasty in young patients with severe deformity of the femoral head and secondary osteoarthritis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(1):25-31.
12. Janssen D. Kalchschmidt K., Katthagen B.D. Triple pelvic osteotomy as treatment for osteoarthritis secondary to developmental dysplasia of the hip. *Intern Orthop.* 2009; 33(6):1555-1559. doi: 10.1007/s00264-008-0718-5.
13. Leitz G., Reck R. Necessarily Disappointing Results After Tripleosteotomy in the Dysplastic Hip Joint. *Arch Orthop Traumat Surg.* 1979;(95):271-273.
14. Livshits G., Zhai G., Hart D.J. et al. Interleukin-6 is a significant predictor of radiographic knee osteoarthritis: The Chingford Study. *Arthritis Rheum.* 2009;60(7):2037-2045.
15. Lotz M. Cytokines in cartilage injury and repair. *Clin Orthop.* 2001;(391):108-115.
16. Millis M.B., Murphy S.B., Poss R. Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *Instr Course Lect.* 1996;(45):209-26.
17. Nacamura S., Ninomiya S., Takatori Y. et al. Long-term outcome of rotational acetabular osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1998;69(3):259-265.
18. Severin E. Contribution to the knowledge of congenital dislocation of the hip joints: late results of closed reduction and arthrographic studies of recent cases. *Acta Chir Scand Suppl.* 1941;84:1-142.
19. Stannus O., Jones G., Cicuttini F. et al. Circulating levels of IL-6 and TNF- α are associated with knee radiographic osteoarthritis and knee cartilage loss in older adults. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(11):1441-1447.
20. Tönnis D., Arning A., Bloch M. et al. Triple pelvic osteotomy. *J Pediatr Orthop Part Br.* 1994;3(1):54-67.
21. Trousdale R.T., Ekkernkamp A., Ganz R. et al. Periacetabular and Intertrochanteric Osteotomy for the Treatment of Osteoarthritis in Dysplastic Hips. *J Bone Jt Surg.* 1995;77(1):73-85.
22. Yasunaga Y., Ochi M., Terayama H. et al. Rotational acetabular osteotomy for hip dysplasia: 61 hips followed for 8–15 years. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(1):10-15.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Чепелева Марина Владимировна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник научно-клинической лаборатории микробиологии и иммунологии, ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Тепленький Михаил Павлович – д-р мед. наук, заведующий лабораторией патологии суставов, ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

FEATURES OF IMMUNE STATUS IN ADOLESCENTS WITH COXARTHROSIS

Chepeleva M.V., Teplenky M.P.

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

Abstract

Purpose: to study immune status in patients with coxarthrosis consequent to treatment of congenital hip dysplasia and Perthes' disease as well as to determine additional variables indicating arthrosis progression.

Materials and methods: The authors analyzed results of preoperative immune examination of 13 male patients aged 11,4 \pm 0,7 years (10-13) with coxarthrosis of type I-II developed consequent to treatment of hip dysplasia and Perthes' disease. Based on obtained anatomical and functional outcomes the authors divided the patients into two groups. First group included 8 patients with postoperative improvement of joint function and absence of disease progression. Second group (5 patients) was featured by functional deterioration and arthrosis advancing.

Results: Patients of the second group demonstrated statistically significant elevation in certain parameters of humoral (circulating immune complex) and cellular immunity (CD3+HLA-DR (%), CD3+HLA-DR (109/1)) as well as interleukin-6.

Conclusion: Obtained results have proven that initial immune parameters (IL-6, circulating immune complex, lymphocytes with activation markers) can be used as additional variables for decision making in regard to option and advisability of reconstructive joint preserving procedures in patients with coxarthrosis consequent to treatment of hip dysplasia and Perthes' disease.

Keywords: immune status, coxarthrosis, hip dysplasia, Perthes' disease.

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

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

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-71-78

Cite as: Chepeleva MV, Teplenky MP. [Features of immune status in adolescents with coxarthrosis]. *Travmatologia i ortopedia Rossii.* 2016; 22(3):71-78 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-71-78.

✉ *Teplenky Mikhail P.*, Ul. M. Ulyanova, 6, Kurgan, Russia, 640014; e-mail: TeplenkiyMP@mail.ru

1 Received: 24.06.2016; Accepted for publication: 25.07.2016

References

- Balabanova RM. [The role of immune inflammation in the pathogenesis of osteoarthritis, the possibility of correction of immune disorders]. *Sovremennaya revmatologiya* [Modern Rheumatology]. 2011;(4):47-78.
- Dmitriyeva LA. [The role of cytokines in the pathogenesis of osteoarthritis]. *Byull. VSNTS SO RAMN* [Bull. ESSC SB RAMS]. 2007;(4):165-169.
- Kopylova DA, Ostapenko VA. [Communication clinical manifestations of osteoarthritis with a change in interleukin-6 levels in the blood]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Scientific and practical rheumatology]. 2012;(5):34-36.
- Tsurko VV, Malysheva NV, Ivanova TB, Egorov IV. [Pathobiological articular syndrome. NSAIDs in modern practice]. *Spravochnik poliklinicheskogo vracha* [Directory of outpatient physician]. 2011;(1):59-61.
- Chepeleva MV, Klyushin NM, Yermakov AM, Ababkov UV. [Interleukin-6 in predicting postoperative period of patients with hip periprosthetic infection]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Scientific Medical Journal]. 2015; 35(4):45-48.
- Chepeleva MV, Toplen'kiy MP. [Effect of age factor on the immune status of children and adolescents with dysplastic hip joint pathology in the surgical treatment method interosseus osteosynthesis]. *Pediatrica. Zhurnal im. G.N. Speranskogo* [Pediatrics. Journal of them. GN Speransky]. 2015; 94 (4): 93-98.
- Chepeleva MV, Shved NS. [Immunologic features of osteoarthritis of large joints of different etiology]. *Geniy ortopedii* [The genius of orthopedics]. 2012;(2):107-111.
- Shevchenko NS, Lebedev IS, Nelina IN, Koshkald DA, Matviyenko YeV, Letyago AV. [The pathogenic significance of inflammation in osteoarthritis in adolescents with an initial joint diseases]. *Ukrainskiy revmatologicheskij zhurnal* [Ukrainian Journal of Rheumatology]. 2010;39(1):50-54.
- D'Aubigne RM, Postel M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1954;36:451-475.
- De Kleuver M, Kooijman MA, Pavlov PW, Veth RP. Triple osteotomy of the pelvis for acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79(2): 225-229.
- Haverkamp D, Marti RK. Intertrochanteric osteotomy combined with acetabular shelfplasty in young patients with severe deformity of the femoral head and secondary osteoarthritis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(1):25-31.
- Janssen D, Kalchschmidt K, Katthagen B.D. Triple pelvic osteotomy as treatment for osteoarthritis secondary to developmental dysplasia of the hip. *Intern Orthop.* 2009; 33(6):1555-1559. doi: 10.1007/s00264-008-0718-5.
- Leitz G, Reck R. Necessarily Disappointing Results After Tripleosteotomy in the Dysplastic Hip Joint. *Arch Orthop Traumat Surg.* 1979;(95):271-273.
- Livshits G, Zhai G, Hart DJ et al. Interleukin-6 is a significant predictor of radiographic knee osteoarthritis: The Chingford Study. *Arthritis Rheum.* 2009;60(7):2037-2045.
- Lotz M. Cytokines in cartilage injury and repair. *Clin Orthop.* 2001;(391):108-115.
- Millis MB, Murphy SB, Poss R. Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *Instr Course Lect.* 1996;(45):209-26.
- Nacamura S, Ninomiya S, Takatori Y et al. Long-term outcome of rotational acetabular osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1998;69(3):259-265.
- Severin E. Contribution to the knowledge of congenital dislocation of the hip joints: late results of closed reduction and arthrographic studies of recent cases. *Acta Chir Scand Suppl.* 1941;84:1-142.
- Stannus O, Jones G, Cicuttini F et al. Circulating levels of IL-6 and TNF- α are associated with knee radiographic osteoarthritis and knee cartilage loss in older adults. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(11):1441-1447.
- Tönnis D, Arning A, Bloch M et al. Triple pelvic osteotomy. *J Pediatr Orthop Part Br.* 1994;3(1):54-67.
- Trousdale RT, Ekkernkamp A, Ganz R et al. Periacetabular and Intertrochanteric Osteotomy for the Treatment of Osteoarthritis in Dysplastic Hips. *J Bone Jt Surg.* 1995;77(1):73-85.
- Yasunaga Y, Ochi M, Terayama H et al. Rotational acetabular osteotomy for hip dysplasia: 61 hips followed for 8–15 years. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(1): 10-15.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Chepeleva Marina V. – senior researcher, laboratory of clinical microbiology and immunology, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics

Teplenky Mikhail P. – head of the laboratory of pathology of the joint, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГИЛАНА GF-20 У ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРОЗОМ КОЛЕННОГО СУСТАВА (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Г.В. Куропаткин

ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Серedaвина»
Ул. Ташкентская, д. 159, г. Самара, Россия, 443095

Реферат

Консервативное лечение остеоартроза (ОА) коленного сустава в последние годы становится крайне актуальной проблемой из-за резкого роста и «омоложения» данного заболевания. Одним из основных методов его лечения остается введение в сустав препаратов гиалуроновой кислоты. В статье анализируются промежуточные результаты многоцентрового проспективного исследования по оценке безопасности и эффективности Гилана GF-20 у пациентов с остеоартрозом коленного сустава. Первичная цель исследования – оценка выраженности боли при ходьбе и в покое с помощью шкалы WOMAC VA3.1 через 26 недель и 52 недели по сравнению с исходным значением. Анализ проведен среди 42 пациентов, полностью закончивших исследование (71,43% – женщин, 28,57% – мужчин), средний возраст 59,79 лет. После внутрисуставной инъекции Гилана GF-20 пациенты приходили для наблюдения через 3, 6, 12 месяцев. Через 3 месяца после введения Гилана GF-20 наблюдался положительный клинический ответ: уменьшилась выраженность болевого синдрома на 51,31% ($p < 0,001$) по WOMAC A, скованность в суставах на 51,02% ($p < 0,001$) по WOMAC B, затруднения в повседневной жизни на 42,03% ($p < 0,001$) по WOMAC C. Эта же тенденция сохранялась в дальнейшем. К 52-й неделе уменьшились выраженность болевого синдрома на 53,25% ($p < 0,001$) по WOMAC A, скованность в суставах на 41,63% ($p < 0,001$) по WOMAC B, затруднения в повседневной жизни на 47,55% ($p < 0,001$) по WOMAC C. Выраженность клинического эффекта не коррелировала со стадией остеоартроза. Результатом проводимой терапии было улучшение качества жизни пациентов с гонартрозом на 36% ($p < 0,001$) согласно опроснику EQ-5D. По данным опросника ВАШ общее состояние пациентов по мнению докторов улучшалось на 33,96% ($p < 0,001$), а по мнению самих пациентов – на 45,91% ($p < 0,001$). К 52-й неделе наблюдения у 11,90% пациентов было зафиксировано снижение сопутствующей терапии, принимаемой по поводу остеоартроза. Учитывая хронический характер течения ОА, важно, что терапевтический эффект Гилана GF-20 сохраняется до 52 недель. Полученные данные подтверждают целесообразность использования внутрисуставного введения гиалуроновой кислоты у пациентов с гонартрозом, особенно на ранней стадии заболевания.

Ключевые слова: гиалуронат, гилан GF-20, остеоартрит, гонартроз.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-79-87

Введение

Остеоартроз (ОА) остается одной из наиболее актуальных проблем современной медицины в силу своей распространенности и высокого процента инвалидизации пациентов. ОА уверенно лидирует по распространенности среди других ревматических заболеваний и имеет четкую тенденцию к нарастанию, что связано с увеличением продолжительности жизни населения, увеличением массы тела пациентов и снижением уровня их двигательной активности. По данным статистики, около 10% населения земного шара страдают ОА [1]. В клинической картине этого заболевания преобладают прежде всего болевой синдром и ограничение функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата. При этом, по данным статистического опроса пациентов, именно хроническая боль

является основной причиной их обращения за медицинской помощью [7]. Увеличение объема движений в суставе, улучшение функциональных двигательных возможностей и, соответственно, качества жизни, пациенты ставили на второй план. Именно поэтому современные стратегии лечения, включающие в себя медикаментозные, немедикаментозные и хирургические методы лечения, направлены в первую очередь на уменьшение болевого синдрома и лишь потом – на улучшение функционального состояния пораженного сустава [24].

Европейское общество по клиническим и экономическим аспектам остеопороза и остеоартроза (ESCEO) постаралось проанализировать клинические рекомендации по терапии ОА различных научных сообществ, разработав пошаговую схему подключения к терапии ОА того

Куропаткин Г.В. Оценка применения Гилана GF-20 у пациентов с остеоартрозом коленного сустава (предварительные результаты). *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):79-87. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-79-87.

Куропаткин Геннадий Вячеславович. Ул. Ташкентская, д. 159, г. Самара, Россия, 443095;
e-mail: kuropatkin.gennady@gmail.com

Рукопись поступила: 05.09.2016; принята в печать: 12.09.2016

или иного метода лечения [8]. Базируясь на немедикаментозных методах лечения (обучение пациента, брейсы, бальнеотерапия и т.п.), специалисты рекомендуют постепенно подключать к терапии нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). При недостаточном ответе на эти препараты рекомендовано использовать препараты гиалуроновой кислоты.

Внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты являются относительно безопасными, при этом препараты гиалуроновой кислоты демонстрируют более продолжительное снижение болевого синдрома, чем внутрисуставное введение кортикостероидов, и могут даже задерживать сроки первичного эндопротезирования пораженных суставов [2, 25]. Кроме того, гиалуроновая кислота может стать своеобразной альтернативой НПВП, особенно у пациентов пожилого возраста, подверженных большому риску развития НПВП-индуцированных неблагоприятных эффектов [4]. Используемые в настоящее время препараты гиалуроновой кислоты отличаются по методам синтеза, молекулярным массам, наличию поперечных «сшивок» и т.п. При этом было показано, что по своей терапевтической эффективности большим преимуществом обладают препараты с большой молекулярной массой [3, 11].

Гилан GF-20 является самым высокомолекулярным препаратом гиалуроновой кислоты с поперечными «сшивками». Его безопасность и эффективность в терапии ОА продемонстрирована в многочисленных рандомизированных исследованиях [17]. Именно на нем мы и остановили свое внимание.

Основной целью данного исследования являлась оценка выраженности боли в покое и при ходьбе в течение года после выполнения пациенту с гонартрозом внутрисуставной инъекции препарата Синвиск I.

Материал и методы

Данное исследование является наблюдательным проспективным несравнительным исследованием, проводимым в соответствии со стандартной клинической практикой. Всего в исследование было включено 125 взрослых пациентов в 14 медицинских центрах на территории Российской Федерации: НИИ ревматологии им. В.А. Насоновой (Москва), Казанский ГМУ, НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург), городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы (Санкт-Петербург), городская Александровская больница (Санкт-Петербург), городская Покровская больница (Санкт-Петербург), Ярославский

областной клинический госпиталь ветеранов войн, Республиканская больница им. В.А. Баранова (Петрозаводск), Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина (Самара), Центральная городская клиническая больница (г. Реутов Московской обл.), московские центры: ГКБ № 64, № 86, поликлиники № 1 и 3 УДП РФ. Координатором исследования выступало отделение травматологии и ортопедии № 1 СОКБ им. В.Д. Середавина, где и были проанализированы полученные промежуточные результаты исследования.

Среди 42 пациентов, включенных в промежуточный анализ, в исследовании приняло участие 30 (71,43%) женщин и 12 (28,57%) мужчин. Средний возраст участника исследования составил 59,8 лет.

В ходе этого исследования по результатам медицинского обследования пациентам проводились однократные внутрисуставные инъекции протеза синовиальной жидкости Гилан GF-20 (Синвиск I, 6 мл). Пациентам был предоставлен самостоятельный выбор для приобретения препарата.

Перед началом данного исследования пациент подписывал информированное согласие на участие, проводилась оценка состояния его опорно-двигательного аппарата с использованием шкал WOMAC (VA3.1) и подшкал WOMAC A, B и C. Кроме того, оценивалось общее состояние как самим пациентом, так и врачом (с использованием шкалы ВАШ), определялось качество жизни при помощи опросника EQ-5D, собирались данные о сопутствующей терапии и принимаемых медикаментозных препаратах. На этом Визите (Визит 1) после физикального осмотра проводилось внутрисуставное введение в больной сустав 6 мл Гилана GF-20 (Синвиск I). После инъекции пациент был предупрежден о необходимости ограничения двигательной активности в течение 48 часов. На следующий день после инъекции препарата (Визит 2, День 1) по телефону выясняли наличие каких-либо жалоб, нежелательных реакций. В случае наличия таковых пациент приглашался на внеплановый осмотр к доктору. На Визите 3 (12-я неделя), Визите 4 (26-я неделя) и Визите 5 (52-я неделя) выполнялось обследование пациентов, аналогичное проведенному при Визите 1. На всех Визитах собиралась информация о наличии нежелательных явлений, а также изменения сопутствующей терапии остеоартроза.

В исследование включались пациенты старше 18 лет с наличием рентгенологически диагностированного остеоартроза I–III стадий по шкале Kellgren – Lawtence. Выраженность

болевого синдрома на момент включения в исследование должна была составлять 40–80 мм для пораженного коленного сустава по 100-миллиметровой визуальной аналоговой шкале (ВАШ) WOMAC A1.

Результаты исследований эффективности были проанализированы с применением методов сравнительной статистики. Сравнение количественных признаков, удовлетворяющих условиям нормального распределения и равенству дисперсий, были проведены с помощью t-критерия Стьюдента. Для сравнения количественных признаков, не удовлетворяющих условиям нормального распределения или равенству дисперсий, был использован критерий Вилкоксона – Манна – Уитни. Для сравнения парных количественных признаков, остатки у которых удовлетворяют условию нормального распределения, был использован парный t-критерий Стьюдента, для неудовлетворяющих условиям нормального распределения – критерий Вилкоксона для парных сравнений. Сравнительный анализ качественных переменных проводился с помощью критерия хи-квадрат; если более 20% ожидаемых частот были менее 5, то использовался точный двусторонний критерий Фишера.

Разделив наблюдаемую группу пациентов в зависимости от стадии остеоартроза, был использован тест Repeated Measures ANOVA, где в качестве фактора выступала группа (стадия ОА), а в качестве переменной – номер Визита (четыре Визита). Подобный анализ проводился для общей шкалы WOMAC VA3.1, а также для каждой из подшкал – WOMAC A, WOMAC B и WOMAC C.

Результаты исследования

В соответствие с рентгенологической классификацией Kellgren – Lawrence у 6 (14%) пациентов была установлена первая стадия остеоартроза коленного сустава, у 16 (38%) – вторая стадия остеоартроза, у 20 пациентов (48%) – третья стадия остеоартроза. Из проанализированных 42 пациентов у 29 (69%) отмечался

односторонний остеоартроз коленного сустава, у 13 (31%) – двустороннее поражение коленных суставов.

Наиболее часто отмечаемыми симптомами остеоартроза коленного сустава были утренняя скованность (30 пациентов, 71,43%) и припухлость сустава (15 пациентов, 35,71%). Реже наблюдались такие симптомы, как деформация сустава (7 пациентов, 16,67%), гипертермия (1 пациент, 2,38%), выпот в полости сустава (1 пациент, 2,38%). При этом количество пациентов, у которых наблюдался, по крайней мере, один из симптомов синовита (припухлость, гипертермия, выпот в полости сустава) составило 16 человек (38,10%) (табл. 1).

Наибольшее влияние внутрисуставная инъекция гиалуроновой кислоты оказала на болевой синдром (WOMAC, подшкала А). Так, выраженность болевого синдрома уменьшалась к Визиту 3 на 51,31% ($p < 0,001$). Такая же динамика сохранялась к Визитам 4 и 5: соответственно на 53,25% ($p < 0,001$) и 53,25% ($p < 0,001$). Надо отметить, что ни один из пациентов не вернулся к начальной выраженности болевого синдрома, обусловленного ОА.

Скованность (WOMAC, подшкала В) как один из основных клинических признаков, присутствующий в начале исследования у 71,43% пациентов, уменьшился к Визиту 3 на 51,02% ($p < 0,001$). Эта тенденция сохранялась в дальнейшем. Снижение по подшкале В составило 46,51% к Визиту 4 ($p < 0,001$) и 41,63% к Визиту 5 ($p < 0,001$). Затруднения в повседневной деятельности у наблюдаемых пациентов согласно данным подшкалы С, к Визиту 3 встречались на 47,55% меньше ($p < 0,001$). К Визиту 4 и Визиту 5 по сравнению с началом наблюдения изменения составили 45,61% ($p < 0,001$) и 42,03% ($p < 0,001$) соответственно.

Анализ полученных результатов показал, что после внутрисуставного введения Гилана GF-20 у пациентов наблюдалось клинически значимое улучшение состояния опорно-двигательного аппарата на всех Визитах наблюдения по шкале WOMAC (табл. 2).

Таблица 1

Симптомы остеоартроза на момент включения в исследование

Симптом	Наличие	Отсутствие
Гипертермия	1 (2,4%)	41 (97,6%)
Припухлость сустава	15 (35,7%)	27 (64,3%)
Выпот	1 (2,4%)	41 (97,6%)
Утренняя скованность	30 (71,4%)	12 (28,6%)
Деформация сустава	7 (16,7%)	35 (83,3%)

Таблица 2

Оценка состояния опорно-двигательного аппарата на всех Визитах по шкале WOMAC (n = 42)

Шкала WOMAC	Номер Визита	Медиана	Минимум	Максимум
Боль	1 (до введения)	179	96	346
	3 (3 месяца)	100	0	283
	4 (6 месяцев)	91,5	0	269
	5 (1 год)	83	0	259
Скованность сустава	1 (до введения)	60,5	5	160
	3 (3 месяца)	18,5	0	141
	4 (6 месяцев)	26	0	144
	5 (1 год)	26	0	145
Затруднения в повседневной деятельности	1 (до введения)	626	192	1113
	3 (3 месяца)	300,5	7	828
	4 (6 месяцев)	301,5	6	853
	5 (1 год)	306,5	15	894

В соответствии с первичной конечной точкой эффективности более пристальное внимание было уделено динамике болевого синдрома при ОА после введения препарата гиалуроновой кислоты. Анализ болевого синдрома при ходьбе (подшкала А, вопрос 1) показал, что через 6 месяцев после инъекции выраженность болевого синдрома уменьшилась при движении на 51,9% ($p < 0,001$). Через год наблюдения боль при ходьбе беспокоила на 50,12% меньше ($p < 0,001$), чем изначально. Уменьшение болевого синдрома, обусловленного ОА, по всей видимости, было одной из причин уменьшения затруднений у пациентов в повседневной деятельности.

Для выявления зависимости обезболивающего эффекта препарата гиалуроновой кислоты

от степени выраженности ОА был проведен анализ зависимости уменьшения боли от стадии ОА. Полученные данные говорят о том, что гиалуроновая кислота оказывает клинически значимый обезболивающий эффект независимо от степени прогрессирования ОА (рис. 1).

Наблюдение за динамикой показателей скованности опорно-двигательного аппарата дало аналогичные результаты. Наиболее выраженное уменьшение скованности удавалось получить к Визиту 3. В дальнейшем показатели сохранялись на прежнем уровне, но не возвращались к исходному значению. Зависимости уменьшения скованности от степени поражения опорно-двигательного аппарата получено не было (рис. 2).

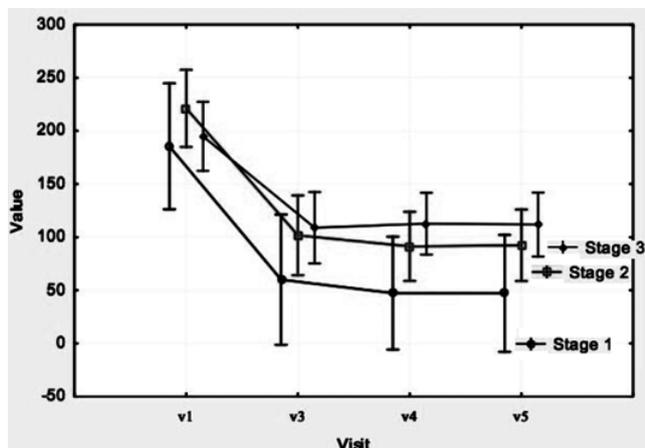


Рис. 1. Оценка боли по шкале WOMAC А на Визитах 1, 3, 4 и 5 в зависимости от стадии остеоартроза

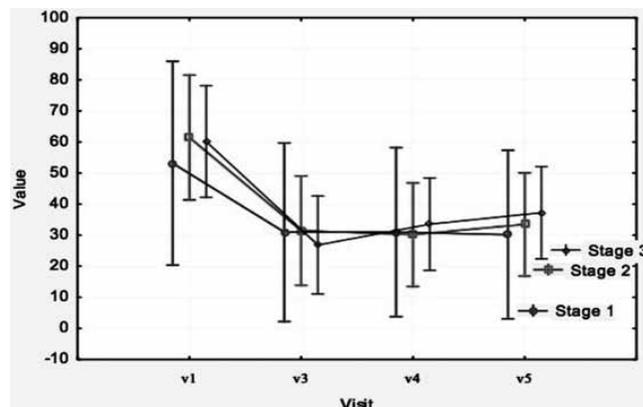


Рис. 2. Оценка скованности по шкале WOMAC В на Визитах 1, 3, 4 и 5 в зависимости от стадии остеоартроза

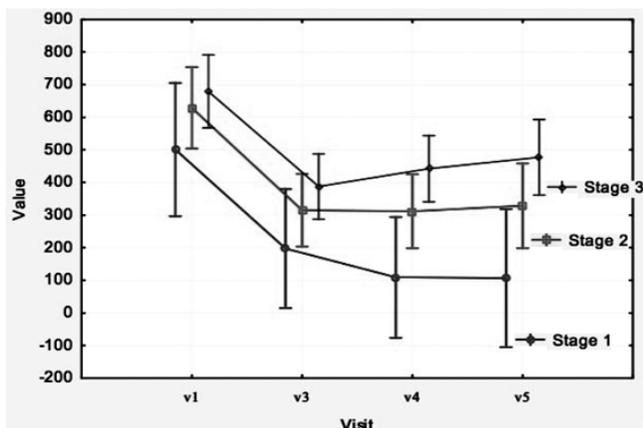


Рис. 3. Оценка затруднений в повседневной деятельности по шкале WOMAC C на Визитах 1, 3, 4 и 5 в зависимости от стадии остеоартроза

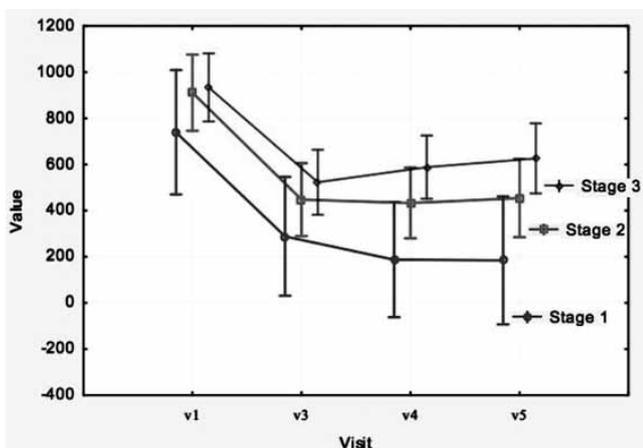


Рис. 4. Обобщенные данные шкалы WOMAC C на Визитах 1, 3, 4 и 5 в зависимости от стадии остеоартроза

Изменения двух ранее обсуждаемых характеристик состояния опорно-двигательного аппарата, несомненно, сказывается на поведении пациента в повседневной деятельности. Поэтому данные, которые получили при оценке показателей подшкалы С, полностью коррелировали с результатами по другим подшкалам: выраженное снижение к Визиту 3 с сохранением этой динамики к Визиту 5. При этом степень облегчения повседневной деятельности не зависела от стадии ОА (рис. 3).

Обобщенные данные шкалы WOMAC подтверждают, что независимо от стадии заболевания терапевтический эффект внутрисуставной инъекции Гилана GF-20 имел похожий рисунок, сохраняясь до года после инъекции (рис. 4).

Основным следствием изменений состояния опорно-двигательного аппарата при ОА является изменение качества жизни пациентов, на что, в конечном счете, и направлены все методы лечения ОА. При наблюдении за пациентами после внутрисуставной инъекции гиалуроновой кислоты было зафиксировано улучшение качества жизни согласно опроснику EQ-5D к Визиту 3 на 38% ($p < 0,001$). Улучшение по сравнению с исходом на Визите 4 составило 40% ($p < 0,001$), на Визите 5 – 36% ($p < 0,001$). Ни один из наблюдаемых пациентов не вернулся к прежнему уровню жизни, определяемому до начала лечения (рис. 5). Стабильность положительной динамики качества жизни пациентов сохранялась в ходе всего исследования

Для объективизации результатов применения Гилана GF-20 у пациентов с гонартрозом, полученных в ходе наблюдательного исследования, пациенты и врачи были опрошены на предмет удовлетворенности проводимой терапии.

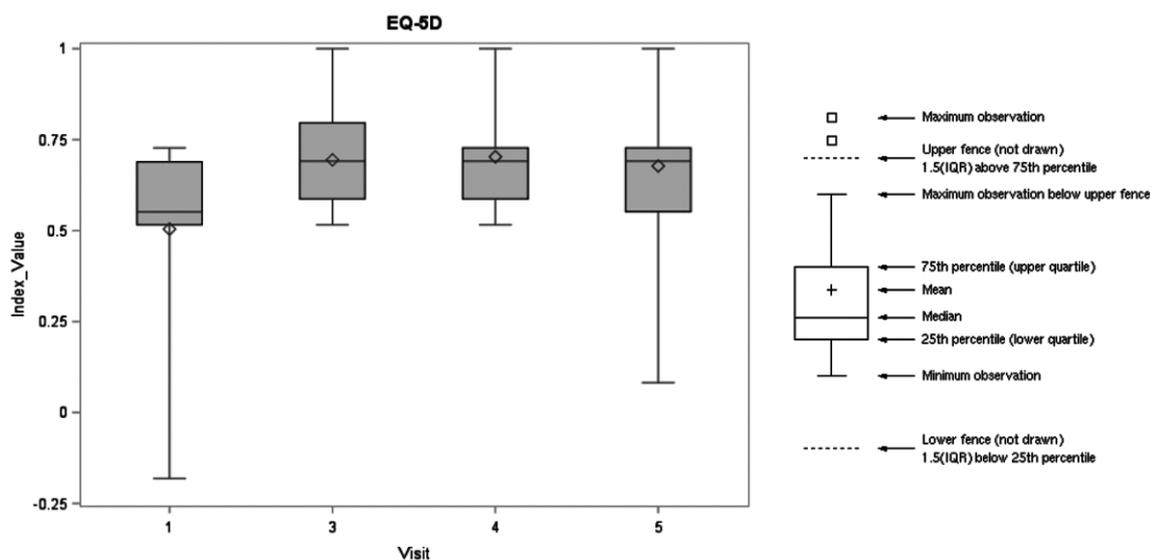


Рис. 5. Диаграмма распределения значений показателя индекса EQ-5D для Визитов 1, 3, 4 и 5

Пациенты были более оптимистичны. По их оценке, уровень качества жизни улучшился к Визиту 4 на 46,61%, а к Визиту 5 – на 45,91% ($p < 0,001$). Ни один пациент не оценил собственное самочувствие на уровне, аналогичном началу наблюдения в исследовании.

Врачи были более скромны в оценках. Они сочли улучшение общего состояния пациентов после проведенной внутрисуставной инъекции к Визиту 4 на 36,17% ($p < 0,001$) и к Визиту 5 – на 33,96% ($p < 0,001$). По мнению врачей, состояние наблюдаемых пациентов не вернулось к исходному значению, оставаясь достоверно выше.

Применение внутрисуставных инъекций Гилана GF-20 у пациентов с гонартрозом не потребовало дополнительной медикаментозной терапии для лечения симптомов остеоартроза. При этом к Визиту 5 (52 недели) у 11,90% пациентов было зафиксировано снижение сопутствующей терапии, принимаемой по поводу остеоартроза.

У данной популяции пациентов наблюдалось лишь 4 нежелательных явления, при этом только одно из них было связано с исследуемым препаратом. У одного пациента наблюдалось усиление болевого синдрома во время введения Синвиска Опе, которое не потребовало дополнительного лечения и купировалось самостоятельно через неделю после введения препарата.

Обсуждение результатов

Метаанализ Кокрановской библиотеки (Cochrane library) 2006, обобщивший результаты 76 рандомизированных контролируемых исследований, показал клиническую эффективность гиалуроновой кислоты в отношении болевого синдрома при ОА, функционального состояния опорно-двигательного аппарата и глобальной оценки общего состояния у пациентов с гонартрозом [5]. В дальнейшем мнение исследователей разделилось – об эффективности применения гиалуроновой кислоты при ОА высказывались самые различные предположения. Некоторые научные сообщества признают эффективность препаратов гиалуроновой кислоты, отдавая предпочтение высокомолекулярным препаратам [15]. Например, в недавнем метаанализе, обобщившем в 2012 г. 89 исследований и охватывающем 1267 пациентов, A.W.S. Rutjes с соавторами пришли к выводу об эффективности внутрисуставного введения гиалуронатов, особенно имеющих длинную молекулярную цепочку [23]. Кто-то высказывается более категорично, отрицая возможность терапевтического влияния гиалуроновой кислоты на течение заболевания [12]. Например, в опубликованном в 2015 г. метаанализе D.S. Jevsevar с соавторами сделали вывод, что вся основная масса иссле-

дований гиалуроновой кислоты обладает большой долей субъективизма, даже так называемые двойные слепые исследования [14]. Причем при повышении степени «ослепленности» снижается и терапевтический эффект гиалуронатов по сравнению с плацебо. Большинство авторов придерживаются нейтральной позиции, ссылаясь на недостаточность доказательств, но признавая пользу от их применения у пациентов с гонартрозом [13, 16]. Однако обобщив все имеющиеся данные, Европейское общество по клиническим и экономическим аспектам остеопороза и остеоартроза в настоящий момент пришло к выводу о клинической и экономической целесообразности использования препаратов гиалуроновой кислоты при ОА [8]. При обсуждении этого метода лечения врачи разных специальностей придерживаются мнения, что из-за различий между различными препаратами гиалуроновой кислоты (метод синтеза, молекулярный вес и т.д.) результаты клинических испытаний для конкретного препарата не могут быть экстраполированы на другие [11]. В этом плане Гилан GF-20 имеет преимущества перед другими препаратами, имея в своем портфеле объемное научное досье и долгий опыт клинического применения.

Предварительные результаты проводимого наблюдательного исследования показали, что к 52-й неделе после внутрисуставного введения 6 мл Гилана GF-20 уменьшались выраженность болевого синдрома на 53,25% ($p < 0,001$), скованность в суставах на 41,63% ($p < 0,001$), затруднения в повседневной жизни на 42,03% ($p < 0,001$). Подобная положительная динамика наблюдалась и другими авторами при терапии ОА коленного сустава [10]. Систематический обзор рандомизированных клинических исследований показал значимое улучшение состояния опорно-двигательного аппарата согласно показателям индекса WOMAC [6]. При этом клинический эффект Гилана GF-20 превосходил таковой от использования соответствующего/обычного лечения, кортикостероидов, НПВП. В нашем исследовании выраженность клинического эффекта не коррелировала со стадией ОА, хотя по данным литературы была отмечена зависимость результата лечения от стадии ОА, индекса массы тела [19]. Следствием изменения состояния опорно-двигательного аппарата было улучшение качества жизни пациентов с гонартрозом на 36% ($p < 0,001$), что согласуется с имеющимся опытом применения Гилана GF-20 [21]. Общее состояние пациентов, по мнению врачей, улучшалось на 33,96% ($p < 0,001$), а по мнению самих пациентов – на 45,91% ($p < 0,001$).

Терапевтический эффект по всем наблюдаемым показателям удерживался в течение года. Аналогичные данные были получены разными авторами при применении Синвиск I у пациентов с ОА коленного сустава [18, 26]. При этом к концу наблюдения зафиксировано уменьшение принимаемых по поводу ОА препаратов, что отмечалось и ранее при добавлении к стандартной терапии внутрисуставных инъекций Гилана GF-20 [22].

Механизм действия гиалуроновой кислоты не до конца понятен. Обсуждается механический фактор введения в полость сустава, хондропротективный эффект, взаимодействие с системой протеогликанов/глюкозаминогликанов, влияние на субхондральную кость, непосредственно противовоспалительное и обезболивающее действие [3]. Большинство авторов говорят о зависимости клинического эффекта от молекулярного веса используемого препарата гиалуроновой кислоты. Более выраженное и более длительное обезболивающее действие, а также противовоспалительный эффект наблюдают при использовании препаратов с большой молекулярной массой по сравнению с низкомолекулярными [9, 20]. Дальнейшее применение гиалуроновой кислоты у пациентов с ОА и взаимодействие в процессе лечения врачей разных специальностей позволит расширить терапевтические возможности этого метода ОА и более четко понять область его применения.

Выводы

Предварительные результаты наблюдательного проспективного многоцентрового исследования показали, что внутрисуставные инъекции 6 мл Гилана GF-20 у пациентов с гонартрозом оказывают выраженное обезболивающее действие, улучшают функциональное состояние опорно-двигательного аппарата и качество жизни пациентов. Достоверное улучшение общего состояния больных с ОА происходит как по мнению пациентов, так и врачей. Учитывая хронический характер течения ОА, важно, что терапевтический эффект Гилана GF-20 сохраняется до года. Полученные данные подтверждают целесообразность использования внутрисуставного введения гиалуроновой кислоты у пациентов с гонартрозом.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Бадочкин В.В. Ревматология. Клинические лекции. М.: Литтера; 2012. 592 с.

2. Abbott T., Altman R.D., Dimef R., Fredericson M., Vad V., Vitanzo P.Jr. Do hyaluronic acid injections delay total knee replacement surgery? *Arthritis Rheum.* 2013; 65: 910-911.
3. Altman R.D., Manjoo A., Fierlinger A., Niazi F., Nicholls M. The mechanism of action for hyaluronic acid treatment in the osteoarthritic knee: a systematic review. Altman et al. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2015;16:321-331.
4. Bannuru R.R., Vaysbrot E.E., Sullivan M.C., McAlindon T.E. Relative efficacy of hyaluronic acid in comparison with NSAIDs for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum.* 2013;43:593-599.
5. Bellamy N., Campbell J., Welch V., Gee T.L., Bourne R., Wells G.A. Viscosupplementation for the treatment of osteoarthritis of the knee (Review). The Cochrane Collaboration. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006; 9;(2):CD005321.
6. Brander V.A., Stadler T.S. Functional improvement with hylan G-F 20 in patients with knee osteoarthritis. *Phys Sportsmed.* 2009;37(3):38-48.
7. Breivik H., Collett B., Ventafridda V., Cohen R., Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain.* 2006; (10):287-333.
8. Bruyère O., Cooper C., Pelletier J.P., Branco J., Brandi M.L., Guillemin F., Hochberg M.C., Kanis J.A., Kvien T.K., Martel-Pelletier J., Rizzoli R., Silverman S., Reginster J.Y. An algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis in Europe and internationally: A report from a task force of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Semin Arthr Rheumatism.* 2014;44:253-263.
9. Chen C.P., Hsu C.C., Pei Y.C., Chen R.L., Zhou S., Shen H.C., Lin S.C., Tsai W.C. Changes of synovial fluid protein concentrations in supra-patellar. *Exp Gerontol.* 2014;52:30-35.
10. Frampton J.E., Hylan G.-F. 20 single-injection formulation. *Drugs Aging.* 2010;27(1):77-85.
11. Henrotin Y., Raman R., Richette P., Bard H., Jerosch J., Conrozier T., Chevalier X., Migliore A. Consensus statement on viscosupplementation with hyaluronic acid for the management of osteoarthritis. *Semin Arthr Rheum.* 2015;45:140-149.
12. Hochberg M.C., Altman R.D., April K.T. et al. American college of rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthr Care Research.* 2012;64(4):465-474.
13. Jevsevar D.S. Treatment of osteoarthritis of the knee: evidence-based guideline, 2nd edition. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(9):571-576.
14. Jevsevar D.S., Donnelly P., Brown G.A., Cummins D.S. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review of the evidence. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(24):2047-2060.
15. Jordan K.M., Arden N.K., Doherty M. et al. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis.* 2003;62:1145-1155.
16. McAlindon T.E., Bannuru R.R., Sullivan M.C. et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartilage.* 2014;22(3):363-388.
17. Migliore A., Giovannangeli F., Granata M., Laganà B. Hylan G-F 20: Review of its Safety and Efficacy in

- the Management of Joint Pain in Osteoarthritis. *Arthr Musculoskel Dis.* 2010;3:55-68.
18. Pal S., Thuppal S., Reddy K.J., Avasthi S., Aggarwal A. Long-Term (1-Year) Safety and Efficacy of a Single 6-mL Injection of Hylan G-F 20 in Indian Patients with Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Open Rheumat J.* 2014; 8:54-68.
 19. Petrella R.J., Wakeford C. Pain relief and improved physical function in knee osteoarthritis patients receiving ongoing hylan G-F 20, a high-molecular-weight hyaluronan, versus other treatment options: data from a large real-world longitudinal cohort in Canada. *Drug Des Devel Ther.* 2015; 9:5633-5640.
 20. Raman R., Dutta A., Day N., Sharma H.K., Shaw C.J., Johnson G.V. Efficacy of Hylan G-F 20 and Sodium Hyaluronate in the treatment of osteoarthritis of the knee – a prospective randomized clinical trial. *Knee.* 2008;15(4):318-324.
 21. Rat A.C., Baumann C., Guillemin F. National, multicentre, prospective study of quality of life in patients with osteoarthritis of the knee treated with hylane G-F 20. *Clin Rheumatol.* 2011;30(10):1285-1293.
 22. Raynauld J.P., Torrance G.W., Band P.A. et al. A prospective, randomized, pragmatic, health outcomes trial evaluating the incorporation of hylan G-F 20 into the treatment paradigm for patients with knee osteoarthritis (Part 1 of 2): clinical results. *Osteoarthr Cartilage.* 2002;10(7):506-517.
 23. Rutjes A.W.S., Juni P., da Costa B.R. et al. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2012;15 (3):180-191.
 24. Sakalauskiene G., Jauniskienė D. Osteoarthritis: etiology, epidemiology, impact on the individual and society and the main principles of management. *Medicina (Kaunas).* 2010;46(11):790-797.
 25. Waddell D.D., Joseph B. Delayed total knee replacement with HylanG-F 20. *J Knee Surg.* 2016;29(2): 159-168.
 26. Yan C.H., Chan W.L., Yuen W.H., Yung P.S.H., Ip K.Y., Fan J.C.H., Chiu K.Y. Efficacy and safety of hylan G-F 20 injection in treatment of knee osteoarthritis in Chinese patients: results of a prospective, multicentre, longitudinal study. *Hong Kong Med J.* 2015;21(4):327-332.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:

Куропаткин Геннадий Вячеславович – канд. мед. наук, заведующий отделением ортопедии № 1 ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина»

EVALUATION OF SAFETY AND EFFECTIVENESS OF HYLAN GF-20 IN PATIENTS WITH KNEE OSTEOARTHRITIS IN REAL LIFE PRACTICE: PRELIMINARY RESULTS

G.V. Kuropatkin

*Samara Regional Clinical Hospital named after V.D. Seredavin
Ul. Tashkentskaya, 159, Samara, Russia, 443095*

Abstract

Combined conservative treatment of osteoarthritis includes intra-articular injections of hyaluronic acid. The paper presents the interim results of a prospective observational multicenter non-comparative study conducted in accordance with routine clinical practice to assess the safety and effectiveness of Hylan GF-20 in patients with knee osteoarthritis. The primary objective of the study is to assess walking and rest pain severity by WOMAC VA3.1 scale after 26 weeks and 52 weeks compared to the baseline. To date, 42 patients completed the study (71.43% – women, 28.57% – men), patients mean age is 59.79 years. After intraarticular injection of Hylan GF-20 patients were examined after 3, 6 and 12 months. After 3 months a positive clinical response was observed: pain severity decreased by 51.31% ($p<0,001$) on WOMAC A, joint stiffness decreased by 51.02% ($p<0,001$) on WOMAC B, daily life difficulties decreased by 42.03% ($p<0,001$) on WOMAC C. The same tendency was observed in the following periods. By week 52 pain severity reduced by 53.25% ($p<0,001$) on WOMAC A, joint stiffness – by 41.63% ($p<0,001$) on WOMAC B, daily life difficulties – by 47.55% ($p<0,001$) on WOMAC C. Level of clinical response didn't correlate with the osteoarthritis stage. Therapy resulted in improvement of life quality of patients with knee osteoarthritis by 36% ($p<0,001$) according to the questionnaire EQ-5D. The general patients status according to physicians improved by 33.96% ($p<0,001$) on VAS, and by 45.91% ($p<0,001$) according to patients response on VAS. By week 52 of follow-up 11,90% of patients demonstrated a decrease in required concomitant therapy of osteoarthritis. Given the chronic nature of the osteoarthritis it's the most important that the therapeutic effect of Hylan GF-20 maintains until week 52. The above results confirm the efficiency of intra-articular injection of hyaluronic acid in patients with knee osteoarthritis especially in early disease stage.

 **Cite as:** Kuropatkin G.V. [Evaluation of safety and effectiveness of Hylan GF-20 in patients with knee osteoarthritis in real life practice: preliminary results]. *Traumatologia i ortopedia Rossii.* 2016;22(3):79-87 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-79-87.

 *Kuropatkin Gennady V.* Ul. Tashkentskaya, 159, Samara, Russia, 443095; e-mail: kuropatkin.gennady@gmail.com

 Received: 05.09.2016; Accepted for publication: 12.09.2016

Keywords: hyaluronan, Hylan GF-20, osteoarthritis, gonarthrosis.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-79-87

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

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

References

1. Badokin VV. Revmatologiya. Klinicheskiye lektsii [Rheumatology. Clinical lectures]. M.: Litterra; 2012. 592 p. [in Russ.]
2. Abbott T, Altman RD, Dimef R, Fredericson M, Vad V, Vitanzo PJr. Do hyaluronic acid injections delay total knee replacement surgery? *Arthritis Rheum.* 2013; 65: 910-911.
3. Altman RD, Manjoo A, Fierlinger A, Niazi F, Nicholls M. The mechanism of action for hyaluronic acid treatment in the osteoarthritic knee: a systematic review. *Altman et al. BMC Musculoskeletal Disorders.* 2015;16:321-331.
4. Bannuru RR, Vaysbrot EE, Sullivan MC, McAlindon TE. Relative efficacy of hyaluronic acid in comparison with NSAIDs for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum.* 2013;43:593-599.
5. Bellamy N, Campbell J, Welch V, Gee TL, Bourne R, Wells GA. Viscosupplementation for the treatment of osteoarthritis of the knee (Review). The Cochrane Collaboration. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006; 9;(2):CD005321.
6. Brander VA, Stadler TS. Functional improvement with hylan G-F 20 in patients with knee osteoarthritis. *Phys Sportsmed.* 2009;37(3):38-48.
7. Breivik H, Collett B, Ventafriida V, Cohen R, Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain.* 2006; (10):287-333.
8. Bruyère O, Cooper C, Pelletier JP, Branco J, Brandi ML, Guillemin F, Hochberg MC, Kanis JA, Kvien TK, Martel-Pelletier J, Rizzoli R, Silverman S, Reginster JY. An algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis in Europe and internationally: A report from a task force of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Semin Arthr Rheum.* 2014;44:253-263.
9. Chen CP, Hsu CC, Pei YC, Chen RL, Zhou S, Shen HC, Lin SC, Tsai WC. Changes of synovial fluid protein concentrations in supra-patellar. *Exp Gerontol.* 2014;52:30-35.
10. Frampton JE, Hylan G-F 20 single-injection formulation. *Drugs Aging.* 2010;27(1):77-85.
11. Henrotin Y, Raman R, Richette P, Bard H, Jerosch J, Conrozier T, Chevalier X, Migliore A. Consensus statement on viscosupplementation with hyaluronic acid for the management of osteoarthritis. *Semin Arthr Rheum.* 2015;45:140-149.
12. Hochberg MC, Altman RD, April KT et al. American College of Rheumatology 2012 Recommendations for the Use of Nonpharmacologic and Pharmacologic Therapies in Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthr Care Research.* 2012;64(4):465-474.
13. Jevsevar DS. Treatment of osteoarthritis of the knee: evidence-based guideline, 2nd edition. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(9):571-576.
14. Jevsevar DS, Donnelly P, Brown GA, Cummins DS. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review of the evidence. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(24):2047-2060.
15. Jordan KM, Arden NK, Doherty M et al. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis.* 2003;62:1145-1155.
16. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartilage.* 2014;22(3):363-388.
17. Migliore A, Giovannangeli F, Granata M, Laganà B. Hylan G-F 20: Review of its Safety and Efficacy in the Management of Joint Pain in Osteoarthritis. *Arthr Musculoskel Dis.* 2010;3:55-68.
18. Pal S, Thuppal S, Reddy KJ, Avasthi S, Aggarwal A. Long-Term (1-Year) Safety and Efficacy of a Single 6-mL Injection of Hylan G-F 20 in Indian Patients with Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Open Rheumat J.* 2014; 8:54-68.
19. Petrella RJ, Wakeford C. Pain relief and improved physical function in knee osteoarthritis patients receiving ongoing hylan G-F 20, a high-molecular-weight hyaluronan, versus other treatment options: data from a large real-world longitudinal cohort in Canada. *Drug Des Devel Ther.* 2015; 9:5633-5640.
20. Raman R, Dutta A, Day N, Sharma HK, Shaw CJ, Johnson GV. Efficacy of Hylan G-F 20 and Sodium Hyaluronate in the treatment of osteoarthritis of the knee – a prospective randomized clinical trial. *Knee.* 2008;15(4):318-324.
21. Rat A.C., Baumann C., Guillemin F. National, multicentre, prospective study of quality of life in patients with osteoarthritis of the knee treated with hylane G-F 20. *Clin Rheumatol.* 2011;30(10):1285-1293.
22. Raynauld JP, Torrance GW, Band PA et al. A prospective, randomized, pragmatic, health outcomes trial evaluating the incorporation of hylan G-F 20 into the treatment paradigm for patients with knee osteoarthritis (Part 1 of 2): clinical results. *Osteoarthr Cartilage.* 2002;10(7):506-517.
23. Rutjes AWS, Juni P, da Costa BR et al. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2012;15 (3):180-191.
24. Sakalauskiene G, Jauniskienė D. Osteoarthritis: etiology, epidemiology, impact on the individual and society and the main principles of management. *Medicina (Kaunas).* 2010;46(11):790-797.
25. Waddell DD, Joseph B. Delayed total knee replacement with Hylan G-F 20. *J Knee Surg.* 2016;29(2):159-168.
26. Yan CH, Chan WL, Yuen WH, Yung PSH, Ip KY, Fan JCH, Chiu KY. Efficacy and safety of hylan G-F 20 injection in treatment of knee osteoarthritis in Chinese patients: results of a prospective, multicentre, longitudinal study. *Hong Kong Med J.* 2015;21(4):327-332.

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Kuropatkin Gennady V. – head of the department of orthopedics N 1 Samara Regional Clinical Hospital named after V.D. Seredavin

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА В АРТРОСКОПИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

В.В. Педдер¹, Д.Е. Черепанов²

¹ ООО «Научно-производственное предприятие «Метромед»»
Ул. Долгирева, д. 117а, г. Омск, Россия, 644012

² ООО «Клинико-диагностический центр «Ультрамед»»
Ул. Чкалова, д. 12, г. Омск, Россия, 644024

Реферат

Цель исследования: изучить в опытах *in vitro* влияние ультразвуковых режущих инструментов на мениск и хрящ коленного сустава человека и сравнить изменения в суставном хряще коленного сустава, возникающие при обработке шейвером, холодно-плазменной аблацией и ультразвуковым режущим инструментом.

Материал и методы. Мениски и суставные хрящи, полученные при тотальном эндопротезировании коленных суставов, помещали в стерильный изотонический раствор натрия хлорида. Все эксперименты проводились не позднее, чем через 2 часа после забора материала с последующей гистологической оценкой биоптатов. В первой серии эксперимента производилось резание менисков ультразвуковым режущим инструментом «Скальпель», холодно-плазменным аблатором и артроскопическим скальпелем. Во второй серии эксперимента использовали участки хряща тибияльных плато с II-III степенями хондромалиции, которые подвергали обработке шейвером, холодно-плазменным аблатором и ультразвуковым режущим инструментом «Фреза».

Результаты. Первая серия опытов показала, что при резании мениска скальпелем край разволокнен; глубина некроза после коблатора составляет 0,7–0,8 мм, поверхность шероховатая. После ультразвукового режущего инструмента глубина некроза составляла 0,1–0,2 мм, поверхность хряща была гладкой. Результаты второй серии опытов показали, что при обработке шейвером поверхность хряща была шероховатой; после коблации на относительно гладкой поверхности хряща имелись участки некроза 16–90 нм. После обработки ультразвуковым инструментом «Фреза» поверхность хряща была гладкой, лишена ворсинок, истончения хряща не наблюдалось, некроз не превышал 15 нм.

Заключение. Результаты экспериментов свидетельствуют, что ультразвуковые режущие инструменты, использующие энергию низкочастотного ультразвука, имеют преимущества перед механическим и физико-химическим методами резания, заключающиеся в гистологически подтвержденном щадящем воздействии на образцы биоптатов менисков и гиалиновых хрящей.

Ключевые слова: артроскопия коленного сустава, ультразвуковые режущие инструменты.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-88-98

Введение

Согласно статистическим данным, заболеваемость остеоартрозом в популяции достигает 10–12% и имеет прямую корреляцию с возрастом [10, 35]. Гонартроз в структуре остеоартрозов составляет 13,0–33,3%. [4, 15, 18]. Нередко причиной посттравматического гонартроза являются застарелые повреждения передней крестообразной связки и менисков, в этих случаях рентгенологические признаки проявляются у 60–90% пациентов лишь через 10–15 лет после травмы [31]. Данная патология часто сопровождается утратой трудоспособности, в том числе стойкой, требует длительного и дорогостоящего лечения. В связи с этим одной из главных задач врача-ортопеда с момента выявления за-

болевания является поиск патогенетически обоснованных и эффективных методов лечения гонартроза, соответствующих стадии развития патологического процесса.

Одним из оперативных методов лечения гонартроза является артроскопическое вмешательство. Наиболее часто под ним подразумевается дебридмент, задачей которого является извлечение свободных костно-хрящевых и хрящевых тел, удаление нестабильных лоскутообразных участков поврежденного гиалинового хряща, сглаживание дефектов хрящевой поверхности, резекция дегенеративно измененных структур сустава, а также частичное удаление гипертрофированной синовиальной оболочки. Эти процедуры позволяют замедлить процесс дегенерации

Педдер В.В., Черепанов Д.Е. Возможности применения низкочастотного ультразвука в артроскопии коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):88-98. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-88-98.

Черепанов Дмитрий Евгеньевич. Ул. Чкалова, д. 12, г. Омск, Россия, 644024 e-mail: cherepanov_d@mail.ru

Рукопись поступила: 09.02.2016; принята в печать: 19.07.2016

суставного хряща и создать предпосылки для его репарации. В то же время отмечается, что обработка поверхности хряща с целью сглаживания механическими инструментами часто сопровождается разволокнением хряща, что затрудняет последующую репарацию [3, 24, 25, 28–30, 34]. Так, при обработке патологически изменённых участков хряща моторизованным шейвером толщина удаляемой ткани может варьировать от 1 до 3 мм [24, 25, 30]. Трудности визуального определения глубины погружения шейвера в обрабатываемый хрящ, особенно при дефектах сложной формы, могут приводить к неконтролируемому удалению близлежащих участков здоровой ткани, а обработанная хрящевая поверхность остается микроскопически шероховатой, причем после подобной обработки в 50% случаев имеет место последующее усиление дегенерации хряща [12, 17, 19].

В последние десятилетия в клиническую практику достаточно широко внедряются методы хирургического лечения гонартроза с использованием разных видов энергии.

Так, высокоэнергетическое лазерное излучение используют при обработке внутрисуставных структур посредством одноразовых световодов, подводящих излучение непосредственно к дегенеративно измененным структурам сустава. В некоторых работах описан гемостатический эффект, стимулирование клеточной пролиферации и кровоснабжения ткани мениска после его резекции [3]. В то же время, в литературе приводятся данные, указывающие на наличие пограничной зоны некротических и дистрофических изменений, вызванных термическим поражением хрящевой ткани в области воздействия на нее лазерным излучением, величина которой варьирует от 0,8 до 1,3 мм. При этом указывается, что для минимизации зоны некроза следует применять мощность излучения 25–30 Вт, что существенно снижает риск дистрофических изменений в хряще. При оптимизации мощности лазерного излучения порядка 20 Вт наблюдается коагуляция пучков волокон, выходящих в полость сустава в виде бахромы, приводящей к образованию гладкой суставной поверхности шириной 0,6–1 мм, что позволяет моделировать и сглаживать поверхность хряща [1, 3].

Однако для обработки хряща площадью более 1 см² и при менискэктомии требуется применение более высокого уровня энергетического воздействия, приводящего к значительному повышению температуры и нагреву внутрисуставной жидкости, способному вызвать частичный коагуляционный некроз внутрисуставных структур, а в дальнейшем – дегенерацию хряща [3, 13, 26, 33]. Таким образом, в отношении

суставного хряща преимущества лазерного дебридмента по сравнению с механическим и моторизованным инструментом сомнительны. При осуществлении менискэктомии, в сравнении с механическим инструментом, лазерный метод не имеет особых преимуществ, за исключением возможности сглаживания поверхности резецированного мениска, а также при проведении менискэктомии в труднодоступных местах [3].

Альтернативой известным методам артроскопического дебридмента, минимизирующей указанные недостатки, стало использование холодно-плазменной (ХП) абляции, позволяющей осуществлять выпаривание ткани в труднодоступных местах, сглаживание суставного хряща путем коагуляции его поверхностных структур с одновременным достижением гемостатического эффекта [2, 20].

В то же время эффективность лечения гонартроза и безопасность применения метода существенно зависят от соблюдения температуры «выпаривания» хряща в узком оптимальном диапазоне температур от 65 до 70°C, ниже которого ткань не сокращается на необходимую величину, а при превышении температуры хрящ становится гиалинизированным [7]. В работах А.Л. Жуликова с соавторами и Н.Н. Sherk с соавторами указывается, что в основе этих эффектов лежит денатурация белка, так как локальная температура в области ХП абляции достигает 60–66°C, а глубина ее влияния на хрящ составляет до 2 мм [2, 32]. Однако, на наш взгляд, столь большая глубина влияния на хрящ объясняется периодическим неуправляемым соприкосновением контактов электрода рабочей части ХП-узла с хрящом при отсутствии устойчивого слоя ионизированного пара, что приводит к повышению температуры его свыше 100°C и, соответственно, вызывает термодеструкцию хрящевой ткани. Указанное подтверждается данными о некротических изменениях в хрящевой ткани, приводящей после ХП абляции к гибели хондроцитов, наблюдающейся вплоть до субхондрального слоя [2, 16, 21, 27]. Показано влияние экспозиции ХП-воздействия (от 1 до 3 секунд) на гибель хондроцитов, что морфологически определяется в виде полусферы глубиной от 0,3 до 1,3 мм и подтверждает механизм контактной термодеструкции хондроцитов вне зависимости от типа электрода рабочей части ХП-узла [14, 22].

Исследования, выполненные М.Ж. Кааб с соавторами, показали, что сразу после ХП-воздействия *in vitro* гибель хондроцитов наступала только на одну четверть глубины хряща, а в опытах *in vivo* на суставных хрящах экспериментальных животных (овец) отмечена

полнослойная гибель хряща через 24 недели после ХП-воздействия. Соответственно, достигаемое при операции сглаживание неровностей хряща ХП-аблацией в послеоперационном периоде может приводить к осложнениям [23]. Существует мнение специалистов о том, что ХП-аблация способна вызывать серьезные повреждения суставного хряща в допустимых режимах использования ХП-аблятора, рекомендованных фирмами-изготовителями [1]. При этом сообщается [11], что гибель хондроцитов при ХП-воздействии, наблюдаемая на глубине около 0,5 мм, сравнима с повреждающими факторами классических механических устройств (шейвера и кусачек), а также высокоэнергетического лазерного излучения. Таким образом, ХП-аблация, обладая некоторыми преимуществами по сравнению с известными технологиями артроскопии, имеет и ряд недостатков, способных ограничить её применение.

Очевидно, что известные технологии артроскопии требуют дальнейшего совершенствования с учетом достижений в других отраслях хирургии, где применение физических факторов позволяет достигать «щадящего» воздействия на тканевые структуры, в том числе хрящевую ткань, с возможностью управления величиной энергии, вводимой в зону резания или деструкции.

В этой связи представляет интерес использование при артроскопии энергии низкочастотного ультразвука, который, благодаря работам в области биоинженерной медицины исследователей из МВТУ им. Н.Э. Баумана и ведущих медицинских центров Москвы, Ленинграда, Омска и др., достаточно успешно применяется с 1970-х годов в разных отраслях медицины: общей хирургии, нейрохирургии, травматологии и ортопедии, оториноларингологии, гинекологии, сосудистой хирургии и пр. [5, 6, 8, 9]. На рисунке 1 приведены некоторые направления использования методов низкочастотной ультразвуковой хирургии при операциях на тканях организма.

Известен опыт специалистов, выполнивших открытым способом 293 операции, связанных с рассечением мягких тканей ультразвуковыми режущими инструментами, в том числе 52 менискэктомии и 4 артропластики коленного сустава, продемонстрировавших возможность и безвредность применения низкочастотного ультразвука при лечении травм и заболеваний суставов [6, 9]. Эти данные, а также результаты использования методов инструментальной ультразвуковой хирургии в других отраслях клинической медицины, где критериями оценки качества резания являлись степень

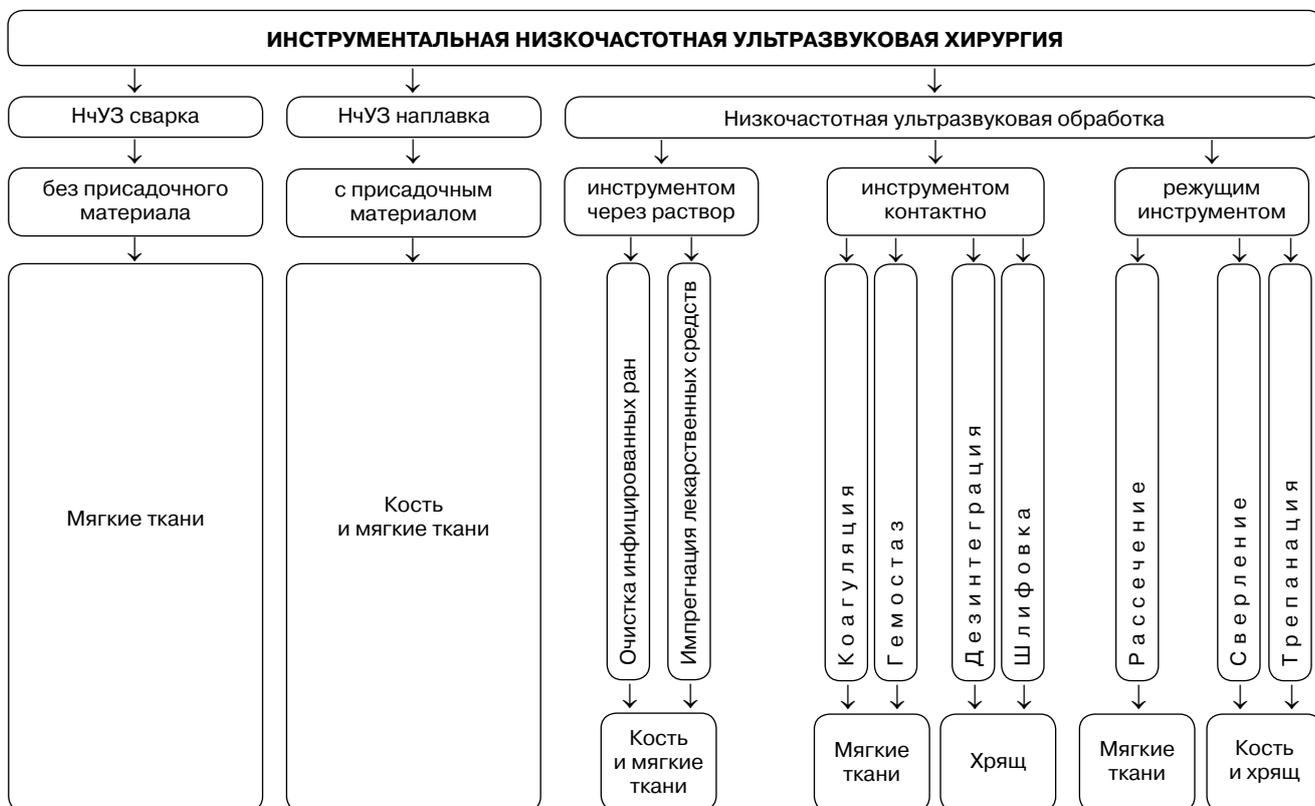


Рис. 1. Основные направления использования низкочастотной ультразвуковой хирургии

повреждаемости ткани, гемостаз и способность ткани к последующей регенерации, подтвердили возможность использования этих методов для артроскопических вмешательств при оперативном лечении гонартроза (патент РФ 2329075)*. Преимуществами данного способа вмешательства является возможность управления величиной энергии, вводимой в операционную зону колеблющимся с ультразвуковой частотой волноводом-инструментом, за счет изменения амплитуды колебаний, скорости перемещения его в зоне резания и давления им на биоткань, геометрии его режущей рабочей части и пр. Указанное обеспечивает достижение гладкости обрабатываемой поверхности внутрисуставной структуры за счёт управляемого и щадящего его воздействия на хрящ и другие элементы сустава при выполнении дебридмента с минимальным повреждением окружающих тканей на фоне одновременно проявляемых противовоспалительного, гемостатического и иных эффектов ультразвука.

Рассмотренные выше эффекты, инициируемые низкочастотным ультразвуком, позволяют сделать заключение о возможности его использования при артроскопическом лечении гонартроза, что до сих пор оставалось неостребованным из-за недостаточной адаптации волноводов-инструментов к особенностям малых операционных полей и эндоскопических доступов при артроскопии.

Цель исследования: изучить в опытах *in vitro* влияние ультразвуковых режущих инструментов на мениск и хрящ коленного сустава

ва человека и сравнить выявленные изменения в сравнении с известными артроскопическими технологиями

Материал и методы

Материалом для работы служили резецированные мениски и костные блоки с покрывающим их хрящом (тибиальные плато), полученные при тотальном эндопротезировании коленных суставов. Все эксперименты проводились не позднее, чем через 2 часа после забора материала.

Использованная аппаратура включала: ультразвуковой хирургический аппарат «Кавитон» (ООО «Метромед», Россия), содержащий ультразвуковой генератор, акустические системы с резонансной частотой 25–30 кГц, набор титановых волноводов-инструментов, геометрия волноводного тракта которых позволяет подвести в технологическую зону энергию низкочастотного ультразвука; холодно-плазменный аблатор Quantum 2 (Arthrocare, США); шейвер артроскопический Powershaver SL (Karl Storz, Германия); артроскопический скальпель из базового набора инструментов для артроскопии (Karl Storz, Германия).

Мениски и суставные хрящи помещали в стерильный изотонический раствор натрия хлорида.

В первой серии эксперимента воздействие на образцы менисков производилось тремя способами:

1) ультразвуковым режущим инструментом «Скальпель», параметры режима резания: частота ультразвука – 26,5 кГц, амплитуда колебаний режущей части – 90–100 мкм (рис. 2);

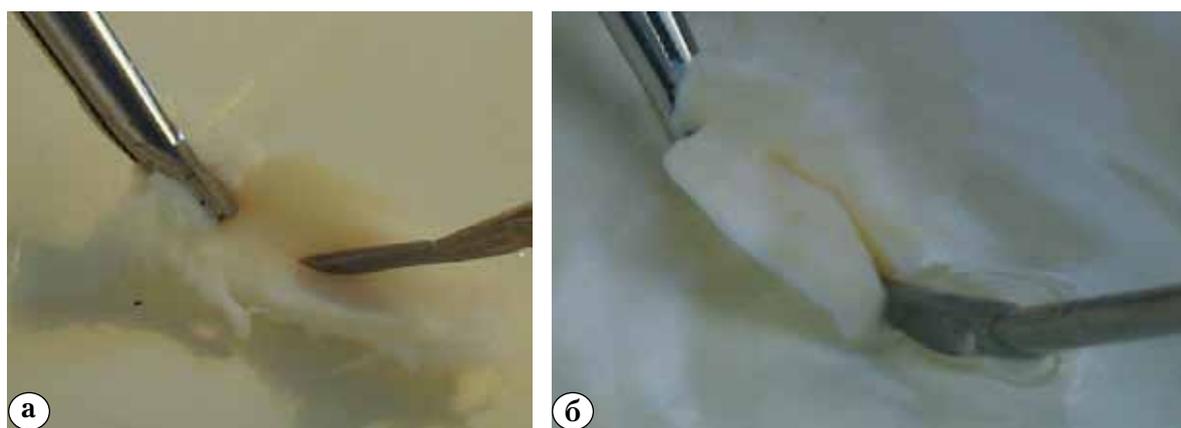


Рис. 2. Резание мениска ультразвуковым режущим инструментом «Скальпель»: а – начало; б – окончание резания

* Патент 2329075 РФ: МПК А61N007/00. Способ артроскопии с использованием низкочастотного ультразвука / В.А. Драчевский, Д.Е. Черепанов; № 2006128148/14; заявл. 02.08.2006; опубл. 20.07.2008; Бюл. № 20.

2) холодно-плазменным аблятором, электрод Super MultiVac 50 IFS, режим абляции 7 (рис. 3);

3) артроскопическим скальпелем из базового артроскопического набора.

Сравнительный результат резания биоптата мениска ультразвуковым режущим инструментом и холодно-плазменным аблятором представлен на рисунке 4.

Во второй серии эксперимента по сравнительной оценке воздействия различных технологий на суставной хрящ тибиальных плато использовали участки хряща II-III степени хондромалиции, которые подвергали обработке:

1) шейвером при числе оборотов 3500 в минуту;

2) холодно-плазменным аблятором, электрод TriStar50, режим абляции 6 (рис. 5);

3) ультразвуковым режущим инструментом «Фреза» с кольцевыми насечками при режиме резания: частота ультразвука – 26,5 кГц, амплитуда колебаний режущей части – 70–80 мкм (рис. 6).



Рис. 3. Резание мениска холодно-плазменным аблятором

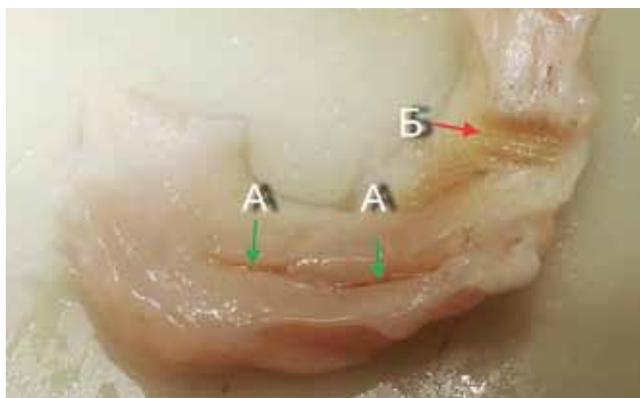


Рис. 4. Область обработки биоптата мениска резанием: стрелка А – ультразвуковым режущим инструментом «Скальпель»; стрелка Б – холодно-плазменным аблятором



Рис. 5. Обработка поверхности хряща холодно-плазменным аблятором



Рис. 6. Обработка поверхности хряща ультразвуковым режущим инструментом «Фреза»

Для гистологического исследования биоптата фиксировали в растворе нейтрального 12% формалина, срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Гистологическая оценка результатов резания биоптатов различными методами проводилась с применением микроскопа «Axioskop 40» с камерой «AxioCam MRc5» и программы обработки изображений «AxioVision 4.8.2» (Carl Zeiss, Германия).

Результаты и обсуждение

Результаты первой серии исследований, включающей изучение процесса резания мениска разными методами отражены в таблице 1 и на рисунках 7–9:

Анализ результатов первой серии экспериментов выявил, что при резании мениска артроскопическим скальпелем край мениска

разволокнен, что создает предпосылки для его дальнейшей дегенерации (рис. 8). При обработке мениска холодно-плазменным аблятором глубина некроза ткани составляет 0,7–0,8 мм, поверхность мениска шероховатая, что при последующем контакте с хрящом может вызвать его дегенерацию (рис. 7). При резании менис-

ка ультразвуковым режущим инструментом «Скальпель» глубина некроза составляет всего 0,1–0,2 мм, что коррелирует с результатами, полученными ранее [6, 9], а поверхность мениска достаточно гладкая, чтобы предотвратить его дегенерацию при последующем контакте с поверхностью хряща (рис. 9).

Таблица 1

Сравнительная характеристика артроскопических технологий резания мениска коленного сустава

Критерии оценки	Технологии резания		
	артроскопический скальпель	холодно-плазменный аблятор	ультразвуковой режущий инструмент
Поверхность (край)	шероховатая	шероховатая	гладкая
Ткань мениска у поверхности	разволокненная	гомогенная	гомогенная
Глубина некроза, мм	отсутствует	700–800	до 200

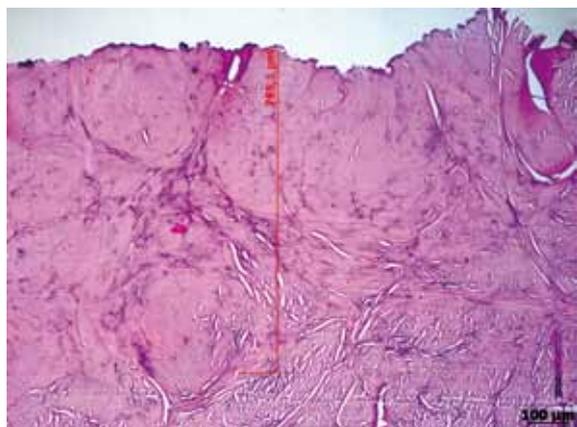


Рис. 7. Мениск коленного сустава после обработки холодно-плазменным аблятором. Край резекции неровный с обширными участками гомогенезации ткани мениска (толщина зоны коагуляционного некроза достигает 785 мкм). Под зоной некроза признаки отека ткани мениска. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×200

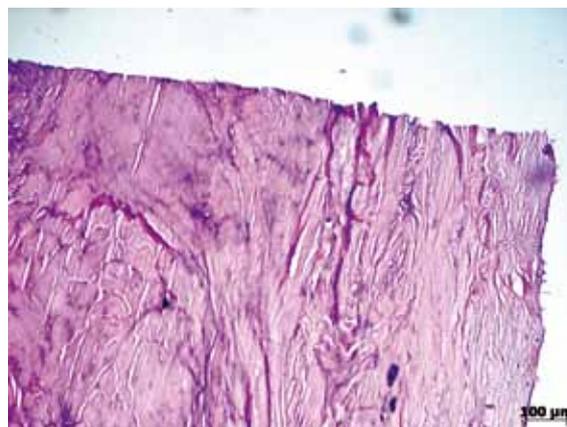


Рис. 8. Мениск коленного сустава после резекции артроскопическим скальпелем. Край резекции ровный, под ним признаки разволокнения пучков коллагена. Отсутствует зона некроза ткани под краем резекции. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×200

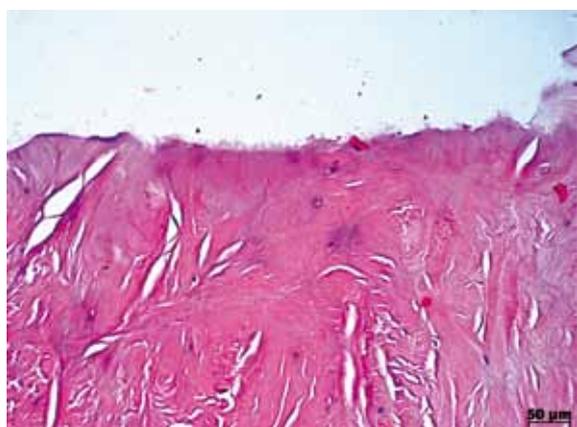


Рис. 9. Мениск коленного сустава после резекции ультразвуковым режущим инструментом «Скальпель»: глубина коагуляционного некроза 20–150 нм. Край резекции мелкошероховатый с подлежащими гомогенными очагами некроза. Разволокнение пучков коллагена с участками плазматического пропитывания. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×200

Полученные результаты второй серии эксперимента, связанного с обработкой поверхности хряща биоптатов разными методами представлены в таблице 2 и на рисунках 10–12.

Таким образом, при обработке шейвером поверхность хряща представлена ворсинчатыми волокнами, выстоящими в полость сустава с поверхности хряща, что создает предпосылки для его последующей дегенерации (рис. 10). При холодно-плазменной абляции на относительно гладкой поверхности хряща имеются участки коагуляционного некроза от 16 нм (рис. 11 а) до 90 нм (рис. 11 б). При обработке поверхности хряща ультразвуковым режущим инструментом «Фреза» поверхность хряща выглядит гладкой, лишена ворсинок, выстоящих в полость сустава, истончения хряща не наблюдается (рис. 12 а, б), поверхностный коагуляционный некроз не превышает 15 нм (рис. 12 в), что свидетельствует о минимальном повреждении хряща в сравнении с другими технологиями.



Рис. 10. Поверхность хряща после обработки шейвером. Микроворсинчатые структуры на поверхности хряща. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×200

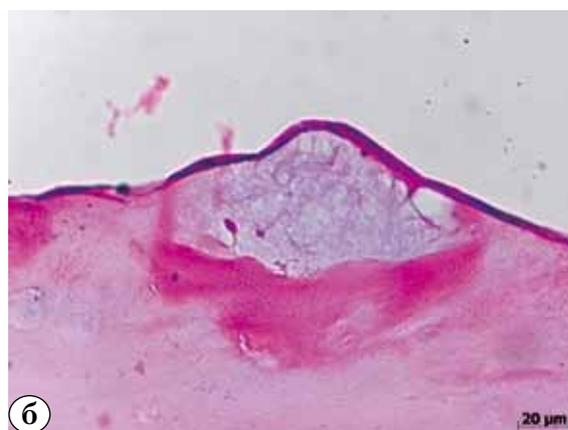
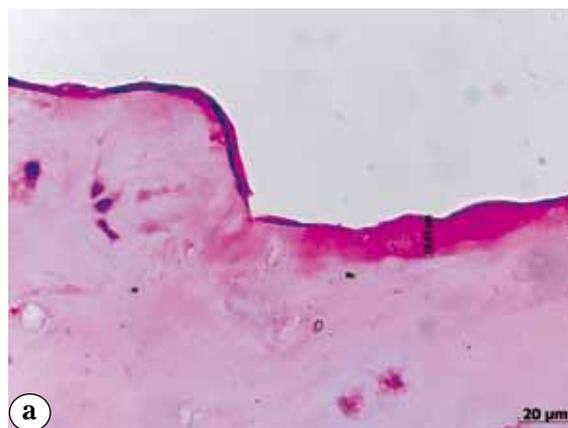


Рис. 11. Поверхность хряща после холодно-плазменной абляции:
а – поверхность хряща относительно ровная, отсутствуют патологические микроворсинчатые структуры, мелкие по протяженности фокусы очагов некроза до 16 мкм в глубину;
б – поверхность хряща ровная с фокусами некроза до 90 мкм (эозинофильные гомогенные массы) в сочетании с мелкими участками отека. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×500

Таблица 2

Сравнительная характеристика артроскопических технологий обработки хряща

Критерии оценки	Технология обработки хряща		
	шейвер	холодно-плазменный аблатор	ультразвуковой режущий инструмент
Поверхность	шероховатая	гладкая	гладкая
Истончение хряща	более 50%	менее 50%	отсутствует
Глубина некроза, нм	отсутствует	16–90	до 15

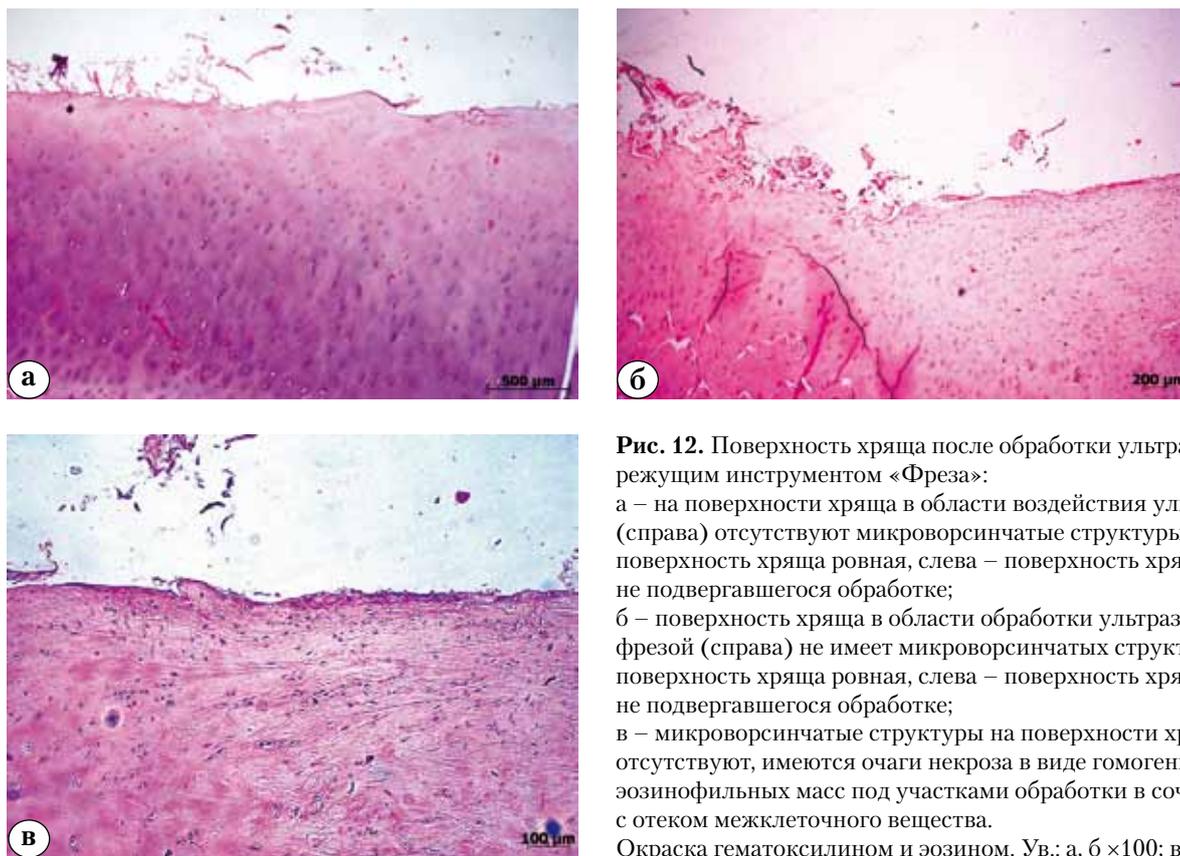


Рис. 12. Поверхность хряща после обработки ультразвуковым режущим инструментом «Фреза»:
 а – на поверхности хряща в области воздействия ультразвука (справа) отсутствуют микроворсинчатые структуры, поверхность хряща ровная, слева – поверхность хряща, не подвергнувшегося обработке;
 б – поверхность хряща в области обработки ультразвуком фрезой (справа) не имеет микроворсинчатых структур, поверхность хряща ровная, слева – поверхность хряща, не подвергнувшегося обработке;
 в – микроворсинчатые структуры на поверхности хряща отсутствуют, имеются очаги некроза в виде гомогенных эозинофильных масс под участками обработки в сочетании с отеком межклеточного вещества.
 Окраска гематоксилином и эозином. Ув.: а, б ×100; в ×200

Заключение

Результаты экспериментов свидетельствуют, что резание ультразвуковыми режущими инструментами («Скальпель», «Фреза»), использующими энергию низкочастотного ультразвука, имеет перед механическим и физико-химическим методами резания преимущества, заключающиеся в обеспечении гистологически подтвержденного щадящего воздействия на образцы биоптатов менисков и гиалиновых хрящей.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Богатов В.Б., Матвеева О.В., Петров А.Б. Влияние холодно-плазменной абляции на хрящ коленного сустава человека и экспериментального животного. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(1):61-66.
2. Жуликов А.Л., Маланин Д.А., Новочадов В.В. Применение холодноплазменной абляции для восстановления поврежденных суставных поверхностей: модельные испытания. *Вестник новых медицинских технологий*. 2009;16(3):104-105.
3. Иванников С.В. Лазерная артроскопическая хирургия. Дегенеративно-дистрофические поражения коленного сустава. М.: Бином. Лаборатория знаний; 2002.160 с.
4. Котельников Г.П., Ларцев Ю.В. Остеоартроз: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 208 с.
5. Лоцилов В.И., Веденков В.Г., Орлова А.А. Исследование влияния акустических колебаний на процессы ультразвуковой обработки инфицированных ран. В кн.: Труды МВТУ им. Н.Э. Баумана. Т. 242 (Ультразвук и другие виды энергии в хирургии). М.; 1975. с. 32-35.
6. Николаев Г.А., Лоцилов В.И. Ультразвуковая технология в хирургии. М.: Медицина; 1980. 272 с.
7. Орлецкий А. К., Езеев А. Р. Сравнительная оценка использования высокочастотной абляции при повреждении капсульно-связочного аппарата коленного сустава у спортсменов. *Медицинская помощь*. 2008;4:22-27.
8. Педдер В.В. Биомедицинская технология и приборостроение : сб. тр. Омск; 1999. 164 с.
9. Поляков В.А., Николаев Г.А., Волков М.В. и др. Ультразвуковая сварка костей и резка живых биологических тканей. М.: Медицина; 1973. 136 с.
10. Цапина Т.Н., Слизкова К.Ш., Эрдес Ш.Ф. Качество жизни у больных остеоартрозом. *Научно-практическая ревматология*. 2004;(2):20-22.
11. Allen R.T., Tasto J.P., Cummings J., Robertson C.M., Amiel D. Meniscal Debridement with an Arthroscopic Radiofrequency Wand Versus an Arthroscopic Shaver: Comparative Effects on Menisci and Underlying Articular Cartilage. *Arthroscopy*. 2006;22:385-393
12. Baumgaertner M.R. et al. Arthroscopic debridement of the arthritic knee. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;253:197-202.

13. Bonutti P.M. Osteonecrosis of the knee after laser or radiofrequency-assisted arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:69-75.
14. Caffey S., McPherson E., Moore B. et al. Effects of radiofrequency energy on human articular cartilage: an analysis of 5 systems. *Am J Sports Med.* 2005; 33(7):1035-1039.
15. Cooper C., Dennison E., Edwards M., Litwic A. Epidemiology of osteoarthritis. *Medicographia.* 2013; 35:147-148.
16. Edwards RB, Lu Y, Uthamanthil RK, Bogdanske JJ et al. Comparison of mechanical debridement and radiofrequency energy for chondroplasty in an in vivo equine model of partial thickness cartilage injury. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15(2):169-178.
17. Ewing J.W. Arthroscopic treatment of degenerative meniscal lesions and early degenerative arthritis of the knee. Articular Cartilage and Knee Joint Function. Basic Science and Arthroscopy. Raven Press, New York; 1990. p. 137-145.
18. Felson D.T., Nevitt M.C. Epidemiologic studies for osteoarthritis: new versus conventional study design approaches. *Rheum Dis Clin N Am.* 2004;30:783-797.
19. Friedman M.J., Berasi C.C., Fox J.M. et al. Preliminary results with abrasion arthroplasty in the osteoarthritic knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;182:200-205.
20. Ganguly K., McRury I.D., Goodwin P.M. et al. Histopomorphic Evaluation of Radiofrequency Mediated Debridement Chondroplasty. *The Open Orthop J.* 2010;4:211-220.
21. Huang Y., Zhang Y., Ding X. et al. Working conditions of bipolar radiofrequency on human articular cartilage repair following thermal injury during arthroscopy. *Chin Med J (Engl).* 2014;127(22):3881-3886.
22. Jazrawi L.M., Chen A., Stein D., Heywood C.S. et al. The Effects of Radiofrequency Bipolar Thermal Energy on Human Meniscal Tissue. *Bull Hosp Jt Dis.* 2003;61(3-4):114-117.
23. Kaab M.J., Bail H.J., Rotter A. et al. Monopolar radiofrequency treatment of partial-thickness cartilage defects in the sheep knee joint leads to extended cartilage injury. *Am J Sports Med.* 2005;33:1472-1478.
24. Kim H.K., Moran M.E., Salter R.B. The potential for regeneration of articular cartilage in defects created by chondral shaving and subchondral abrasion. An experimental investigation in rabbits. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73(9):1301-1315.
25. Kirkley A. et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2008; 359(11):1097-1107.
26. Lane G.J., Mooar P.A. YAG laser arthroscopic debridement. *Lasers Surg Med.* 1991;(3):53.
27. Lu Y., Edwards R.B. 3rd, Cole B.J., Markel M.D. Thermal chondroplasty with radiofrequency energy. An in vitro comparison of bipolar and monopolar radiofrequency devices. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):42-49.
28. Milgram J.W. Injury to articular cartilage joint surfaces. I. Chondral injury produced by patellar shaving: a histopathologic study of human tissue specimens. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(192):168-173.
29. Miller D.V., O'Brien S.J., Arnoczky et al. The use of the contact Nd:YAG laser in arthroscopic surgery. *Arthroscopy.* 1989;5(4):245-253.
30. Moseley J.B. et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2002; 347(2):81-89.
31. Roos H., Adalberth T., Dahlberg L., Lohmander L.S. Osteoarthritis of the knee after injury to the anterior cruciate ligament or meniscus: the influence of time and age. *Osteoarthritis Cartilage.* 1995;3:261-267.
32. Sherk H.H. Electromagnetic surgical devices in orthopedics. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:675-681.
33. Shi W., Wari S.G., van der Veen M.J. et al. Effects of varying laser parameters on pulsed Ho:YAG ablation of bovine knee joint tissues. *Arthroscopy.* 1993;9(1): 96-102.
34. Uribe J.W. The use of radiofrequency devices for chondral debridement. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2003;11:214-221.
35. Yuqing Z.H., Jordan J.M. Epidemiology of Osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010;26(3):355-369.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Педдер Валерий Викторович – канд. тех. наук генеральный директор ООО «Научно-производственное предприятие «Метромед»»

Черепанов Дмитрий Евгеньевич – врач травматолог-ортопед хирургического отделения ООО «Клинико-диагностический центр «Ультрамед»»

LOW FREQUENCY ULTRASOUND APPLICATION IN KNEE ARTHROSCOPY

V.V. Pedder¹, D.E. Cherepanov²¹ *Metromed (Sci. & Tech. Enterprise)
Ul. Dolgireva, 117a, Omsk, Russia, 644012*² *Clinical and Diagnostic Center «Ultramed»
Ul. Chkalova, 12, Omsk, Russia, 644024***Abstract**

Purpose: in vitro study of ultrasound dissection devices' impact on meniscus and knee cartilage as well as comparison of outcomes with familiar arthroscopic techniques.

Materials and methods. Meniscus and joint cartilage specimen obtained during total knee replacement were placed in a normal saline. All experiments were conducted no later than in 2 hours after obtaining and followed by histology of biopsy specimens. In the first series of experiment the authors performed meniscus dissection with ultrasound instrument «Scalpel», cold plasm ablator and surgical scalpel.

Results. The first series of experiments demonstrated disruption of fibers orientation on meniscus rim after dissection with scalpel; necrosis depth after coblation is 0,7–0,8 mm. Ultrasound dissection devices leave necrosis depth of 0,1–0,2 mm and smooth cartilage surface. The second series of experiments proved that after shaver application cartilage surface was coarse; certain necrosis sections of 16–90 nm were observed on relatively smooth cartilage surface after coblation. Application of ultrasound «Miller» device leaves smooth cartilage surface with no fibers, no signs of cartilage thinning and necrosis not exceeding 15 nm.

Conclusion. The results of experiments confirm that use of low frequency ultrasound dissection devices is advantageous as compared to mechanical and ablation cutting techniques while ensuring histologically proven atraumatic handling of biopsy specimens of meniscus and hyaline cartilage.

Keywords: ultrasonic surgery, debridement, arthroscopic surgery, osteoarthritis of knee.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-88-98

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

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

References

1. Bogatov VB, Matveeva OV, Petrov AB. [The influence of cold plasma ablation on human and animal knee joint cartilage]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2011;1(59):61-6. [in Russ.]
2. Zhulikov AL, Malanin DA, Novochadov VV. [The using of cold-plasma ablation for restoring damaged joint surfaces: model test]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Journal of New Medical Technologies]. 2009;16(3):104-105. [in Russ.]
3. Ivannikov SV. Lazernaya artroskopicheskaya khirurgiya. Degenerativno-distroficheskiye porazheniya kolennogo sustava [Laser arthroscopic surgery. Knee joint degenerative lesions]. M.: Binom. Knowledge Lab; 2002. 160 p. [in Russ.]
4. Kotelnikov GP, Lartsev YuV. Osteoartroz: rukovodstvo. [Osteoarthritis: A Guide]. M.: GEOTAR Media; 2009. 208 p. [in Russ.]
5. Loshchilov VI, Vedenkov VG, Orlov AA. Investigation of the influence of the acoustic oscillations on ultrasonic treatment of infected wounds. In: Trudy MVTU im. N.E. Baumana [Proceedings of Bauman MVTU. Vol. 242 (Ultrasound and other kinds of energy in surgery)]. Moscow; 1975. p. 32-35. [in Russ.]
6. Nikolaev GA, Loshchilov VI. Ul'trazvukovaya tekhnologiya v khirurgii [Ultrasonic technology in surgery]. M.: Medicine; 1980. 272 p. [in Russ.]
7. Orletskiy AK, Ezeev AR. [Using high-frequency ablation and cold plasma coblation in arthroscopic treatment of posttraumatic intraarticular large joints pathology in athletes and ballet dancers]. *Meditsinskaya pomoshch'* [Health care]. 2008;4:22-27. [in Russ.]
8. Pedder VV. Biomeditsinskaya tekhnologiya i priborostroyeniye : sb. tr. [Biomedical technology and instrumentation]. Omsk; 1999. 164 p. [in Russ.]
9. Polyakov VA, Nikolaev, GA, Volkov MV et al. Ul'trazvukovaya svarka kostey i rezka zhivykh biologicheskikh tkaney [Ultrasonic bone welding and cutting the alive biological tissues]. M.: Medicine; 1973. 136 p. [in Russ.]
10. Tsaplina TN, KS Glazkov, Erdes ShF. [Quality of life in patients with osteoarthritis]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Scientific and practical rheumatology]. 2004;2:20-22. [in Russ.]
11. Allen RT, Tasto JP, Cummings J, Robertson CM, Amiel D. Meniscal Debridement with an Arthroscopic Radiofrequency Wand Versus an Arthroscopic Shaver: Comparative Effects on Menisci and Underlying Articular Cartilage. *Arthroscopy*. 2006;22:385-393

Cite as: Pedder VV, Cherepanov DE. [Low frequency ultrasound application in knee arthroscopy]. *Travmatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):88-98 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-88-98.

✉ *Cherepanov Dmitry E.* Ul. Chkalova, 12, Omsk, Russia, 644024; e-mail: cherepanov_d@mail.ru

1 Received: 09.02.2016; Accepted for publication: 19.07.2016

12. Baumgaertner MR. et al. Arthroscopic debridement of the arthritic knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;253: 197-202.
13. Bonutti PM. Osteonecrosis of the knee after laser or radiofrequency-assisted arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:69-75.
14. Caffey S, McPherson E, Moore B et al. Effects of radiofrequency energy on human articular cartilage: an analysis of 5 systems. *Am J Sports Med.* 2005; 33(7):1035-1039.
15. Cooper C, Dennison E, Edwards M., Litwic A. Epidemiology of osteoarthritis. *Medicographia.* 2013; 35:147-148.
16. Edwards RB, Lu Y, Uthamanthil RK, Bogdanske JJ et al. Comparison of mechanical debridement and radiofrequency energy for chondroplasty in an in vivo equine model of partial thickness cartilage injury. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15(2):169-178.
17. Ewing JW. Arthroscopic treatment of degenerative meniscal lesions and early degenerative arthritis of the knee. *Articular Cartilage and Knee Joint Function.* Basic Science and Arthroscopy. Raven Press, New York; 1990. p. 137-145.
18. Felson DT, Nevitt MC. Epidemiologic studies for osteoarthritis: new versus conventional study design approaches. *Rheum Dis Clin N Am.* 2004;30:783-797.
19. Friedman M., Berasi CC, Fox JM. et al. Preliminary results with abrasion arthroplasty in the osteoarthritic knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;182:200-205.
20. Ganguly K, McRury ID, Goodwin PM et al. Histomorphologic Evaluation of Radiofrequency Mediated Debridement Chondroplasty. *The Open Orthop J.* 2010;4:211-220.
21. Huang Y, Zhang Y, Ding X et al. Working conditions of bipolar radiofrequency on human articular cartilage repair following thermal injury during arthroscopy. *Chin Med J (Engl).* 2014;127(22):3881-3886.
22. Jazrawi LM, Chen A, Stein D, Heywood CS et al. The Effects of Radiofrequency Bipolar Thermal Energy on Human Meniscal Tissue. *Bull Hosp Jt Dis.* 2003;61(3-4):114-117.
23. Kaab MJ, Bail HJ, Rotter A et al. Monopolar radiofrequency treatment of partial-thickness cartilage defects in the sheep knee joint leads to extended cartilage injury. *Am J Sports Med.* 2005;33:1472-1478.
24. Kim HK, Moran ME, Salter RB. The potential for regeneration of articular cartilage in defects created by chondral shaving and subchondral abrasion. An experimental investigation in rabbits. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73(9):1301-1315.
25. Kirkley A et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2008; 359(11):1097-1107.
26. Lane GJ, Mooar PA. YAG laser arthroscopic debridement. *Lasers Surg Med.* 1991;(3):53.
27. Lu Y, Edwards RB 3rd, Cole BJ, Markel MD. Thermal chondroplasty with radiofrequency energy. An in vitro comparison of bipolar and monopolar radiofrequency devices. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):42-49.
28. Milgram JW. Injury to articular cartilage joint surfaces. I. Chondral injury produced by patellar shaving: a histopathologic study of human tissue specimens. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(192):168-173.
29. Miller DV, O'Brien SJ, Arnoczky et al. The use of the contact Nd:YAG laser in arthroscopic surgery. *Arthroscopy.* 1989;5(4):245-253.
30. Moseley JB et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2002; 347(2):81-89.
31. Roos H, Adalberth T, Dahlberg L, Lohmander LS. Osteoarthritis of the knee after injury to the anterior cruciate ligament or meniscus: the influence of time and age. *Osteoarthritis Cartilage.* 1995;3:261-267.
32. Sherk HH. Electromagnetic surgical devices in orthopedics. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:675-681.
33. Shi W, Wari SG, van der Veen MJ et al. Effects of varying laser parameters on pulsed Ho:YAG ablation of bovine knee joint tissues. *Arthroscopy.* 1993;9(1):96-102.
34. Uribe JW. The use of radiofrequency devices for chondral debridement. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2003;11:214-221.
35. Yuqing ZH, Jordan JM. Epidemiology of Osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010;26(3):355-369.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Pedder Valery V. – professor, member of Russian Academy of Medical Technical Sciences, general director of Metromed (Sci. & Tech. Enterprise)

Cherepanov Dmitry E. – trauma and orthopedic surgeon of surgical department, Clinical and Diagnostic Center «Ultramed»

ОРИГИНАЛЬНЫЙ СПОСОБ МАЛОИНВАЗИВНОГО НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА СПИРАЛЬНО ИЗОГНУТЫМИ ПЛАСТИНАМИ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДИАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

А.Ю. Кочиш¹, Б.А. Майоров², И.Г. Беленький³

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

²ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая межрайонная больница» Колтушское ш., д. 20, г. Всеволожск, Ленинградская обл., Россия, 188643

³ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России
Ул. Льва Толстого, д. 6-8, Санкт-Петербург, Россия, 197022

Реферат

Целью исследования явилось обоснование и апробация в клинике оригинального способа малоинвазивного накостного остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами при переломах диафиза плечевой кости во всех его отделах.

Материал и методы. В ходе прикладного топографо-анатомического исследования, проведенного на 14 фиксированных верхних конечностях, была отработана оригинальная техника проведения и установки спирально изогнутых пластин из двух небольших хирургических доступов длиной 3–5 см, расположенных в верхней трети плеча по латеральной его поверхности и в нижней трети по передней поверхности этого сегмента. В клинике по предложенному способу выполнен остеосинтез у 31 пострадавшего с изолированными переломами диафиза плечевой кости на разных уровнях и в сочетании переломов диафиза с переломами хирургической шейки.

Результаты. Топографо-анатомическое исследование, включавшее препарирование и специальные измерения, показало, что проведение пластин по предложенному способу обеспечивает с закономерным постоянством их расположение на безопасном расстоянии от подмышечного, лучевого, мышечно-кожного и срединного нервов, от плечевой и глубокой артерий плеча, а также от сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча. Результаты клинического применения описанного способа остеосинтеза подтвердили возможности его использования при переломах в различных отделах диафиза а также в области хирургической шейки плечевой кости. Отчетливые рентгенологические признаки формирования костной мозоли, свидетельствовавшие о сращении перелома, были отмечены через 12 недель у 10 из 28 пациентов (36%); через 18 недель – у 18 из 25 (72%) и через 24 недели – у всех 25 обследованных пациентов (100%). Через 24 недели после проведенных операций у 25 обследованных пациентов среднее значение баллов по шкале DASH составило $13 \pm 3,6$ (от 3 до 36). При этом хороший результат был отмечен у 17 (68%) пациентов, а удовлетворительный – в 8 (32%) случаях. По шкале Constant Shoulder Score к этому сроку среднее значение баллов было равно $80 \pm 4,63$ (от 60 до 91). Отличный результат был достигнут в 7 (28%) случаях, хороший – в 12 (48%), удовлетворительный – в 5 (20%) и неудовлетворительный – у одного (4%) пациента с субакромиальным импиджментом после неточной установки пластины. Случаев повреждения крупных кровеносных сосудов и нервов плеча, замедленной консолидации и формирования ложных суставов не наблюдалось.

Заключение. Малоинвазивный остеосинтез спирально изогнутыми пластинами является безопасным и эффективным способом восстановления функции травмированной верхней конечности при переломах диафиза плечевой кости и может быть рекомендован к широкому клиническому использованию.

Ключевые слова: малоинвазивный накостный остеосинтез, переломы диафиза плечевой кости, спирально изогнутые пластины для остеосинтеза.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-99-109

Введение

Распространенность переломов диафиза плечевой кости достаточно высока и составляет 3–5% от всех переломов костей скелета [1, 15]. При этом консервативное лечение пострадав-

ших с такими переломами считается показанным только при низкоэнергетической травме с умеренным смещением костных отломков. В случаях открытых или огнестрельных переломов указанной локализации применяется

Кочиш А.Ю., Майоров Б.А., Беленький И.Г. Оригинальный способ малоинвазивного накостного остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами при переломах диафиза плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):99-109. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-99-109.

Кочиш Александр Юрьевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: auk1959@mail.ru

Рукопись поступила: 24.06.2016; принята в печать: 08.07.2016

чрескостный остеосинтез аппаратами внешней фиксации [3, 4, 6]. При закрытых переломах диафиза плечевой кости предпочтение отдается оперативным методикам внутреннего накостного или интрамедуллярного остеосинтеза, которые обычно обеспечивают более быстрое и качественное восстановление функции поврежденной конечности [1, 13].

Известно, что традиционный накостный остеосинтез производится из больших хирургических доступов и предполагает обнажение зоны перелома на большом протяжении, что необходимо для выполнения открытой репозиции костных отломков. При этом неизбежно нарушается их кровоснабжение, что обуславливает высокий риск несращения переломов (до 5,8%), а также замедленной консолидации костных отломков [16]. Кроме того, при таких операциях достаточно часто наблюдаются ятрогенные повреждения лучевого нерва (в 5,1–17,6% случаев), повторные переломы плечевой кости после удаления фиксаторов, а также случаи перимплантной инфекции [14, 16].

Интрамедуллярный остеосинтез при лечении пострадавших обсуждаемого профиля также имеет свои недостатки. В частности, при антеградном введении интрамедуллярного стержня возможно повреждение хряща головки плечевой кости, травматизация структур вращательной манжеты и сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча [5, 8, 9], а также плечевой импиджмент, проявляющийся хроническими болями [7]. Кроме того, при закрытой репозиции отломков плечевой кости возможно ятрогенное повреждение лучевого нерва, при проксимальном блокировании имеется риск повреждения подмышечного нерва, а при дистальном – плечевой артерии и лучевого нерва [8, 9].

Ретроградный интрамедуллярный остеосинтез при диафизарных переломах плечевой кости также обладает специфическими недостатками. Среди них, прежде всего, отмечают значительное повреждение капсулы локтевого сустава и реальную опасность ятрогенных мышечковых и надмышечковых переломов при введении ригидного интрамедуллярного стержня [2]. Кроме того, обсуждаемый остеосинтез часто не позволяет добиться достаточной ротационной стабильности и межфрагментарной компрессии отломков при поперечных и коротких косых переломах (тип А по классификации АО). Следствием этого могут являться несращения переломов, обычно требующие повторных оперативных вмешательств с установкой дополнительных металлоконструкций и использованием костной пластики [1, 7].

С учетом сказанного в последние годы было предложено несколько способов малоинвазивного накостного остеосинтеза при диафизарных переломах плечевой кости. Один из них, предложенный В. Livani и W.D. Belangero в 2004 г., предполагает использование линейной пластины, которая вводится и фиксируется через два доступа вне зоны перелома и позиционируется на передней поверхности плечевой кости [11]. Однако указанный способ не позволяет фиксировать высокие переломы диафиза плечевой кости и ее хирургической шейки из-за конфликта пластины с сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча. Поэтому для оперативного лечения пострадавших с переломами плечевой кости указанной локализации посредством малоинвазивного накостного остеосинтеза некоторые авторы предложили использовать спирально изогнутые пластины [10, 12]. При этом верхняя часть таких пластин позиционируется по латеральной поверхности проксимального отдела плечевой кости, а нижняя – по передней поверхности ее диафиза, благодаря чему исключается конфликт пластин с сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча. Однако указанные авторы рассматривают предложенные ими методики остеосинтеза только для переломов плечевой кости в верхней трети ее диафиза, но не на всем его протяжении. Это обусловлено недостатком сведений о взаимоотношениях спирально изогнутой пластины большой длины с подмышечным, лучевым и мышечно-кожным нервами, а также с плечевой и глубокой артериями плеча, сопровождающимися одноименными сопутствующими венами. Перечисленные анатомические образования могут повреждаться такой пластиной на всем протяжении плечевой кости.

Нерешенность освещенной выше проблемы обусловила **цель** проведенного нами исследования: обосновать в ходе прикладных топографо-анатомических исследований и апробировать в клинике оригинальный способ малоинвазивного накостного остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами при переломах диафиза плечевой кости во всех его отделах.

Материал и методы

Прикладное топографо-анатомическое исследование было выполнено на 14 неповрежденных верхних конечностях 7 нефиксированных трупов, умерших в возрасте от 63 до 77 лет. На всех конечностях осуществляли введение и фиксацию на плечевой кости спирально изогнутых пластин из двух мини-доступов по следующей методике. Вначале прямую

пластину с угловой стабильностью винтов длиной от 220 до 260 мм спирально изгибали по модели плечевой кости человека, соразмерной с плечевой костью на используемом анатомическом материале (рис. 1). Затем на коже плеча анатомического объекта намечали необходимые анатомические ориентиры и проекции проксимального и дистального хирургических доступов, прикладывая к нему отмоделированную пластину (рис. 2). Далее выполняли соответствующие разрезы и вводили пластину из проксимального доступа на латеральной поверхности плеча в верхней его трети, проводили ее под дельтовидной мышцей и подмышечным нервом, контролируя его пальпаторно для предупреждения повреждений, а далее – эпипериостально до раны дистального доступа. Затем находили дистальный конец пластины в ране дистального доступа, ориентировали его по передней поверхности плечевой кости в нижней трети ее диафиза и фиксировали пластину



Рис. 1. Прямая пластина с угловой стабильностью винтов длиной 260 мм после спирального изгибания по модели правой плечевой кости человека



Рис. 2. Разметка анатомических ориентиров и проекций двух разрезов на коже правого плеча в ходе топографо-анатомического исследования

к кости несколькими винтами в области обоих доступов.

На следующем этапе выполняли прецизионное препарирование, выясняя взаимоотношения пластины, установленной по описанному способу, с важными анатомическими образованиями: подмышечным, лучевым, мышечно-кожным и срединным нервами, а также с плечевой и глубокой артериями плеча с сопутствующими одноименными венами. При этом производили измерения кратчайших расстояний от установленных пластин до указанных анатомических структур. Полученные количественные данные были подвергнуты статистической обработке для определения средних значений измеряемых расстояний и соответствующих квадратичных отклонений.

После отработки техники операции на анатомическом материале предложенный способ остеосинтеза был успешно использован у 31 пациента (14 мужчин и 17 женщин) в возрасте от 19 до 76 лет с переломами диафиза плечевой кости на разных уровнях. В частности, переломы в верхней трети диафиза наблюдались в 8 случаях, а в 4 наблюдениях захватывали также область хирургической шейки плечевой кости. В 15 случаях переломы локализовались в верхней и средней третях, а в 8 – только в средней трети диафиза плечевой кости. По характеру (в соответствии с классификацией АО) переломы были различных типов: А – 5 наблюдений, В – 12 случаев и С – 14 наблюдений, но абсолютное большинство из них (26 из 31) были клиновидными или сложными (тип В или С по классификации АО).

Следует также отметить, что большинство пациентов (25 из 31) были прослежены и обследованы далее через каждые 6 недель на протяжении 24 недель после выполненных вмешательств. При этом для оценки результатов проведенного оперативного лечения были использованы рентгенография и компьютерная томография (при необходимости), а также международные балльные оценочные шкалы DASH и Constant Shoulder Score.

Результаты

В ходе выполнения топографо-анатомической части исследования было установлено, что на всех 14 изученных препаратах верхней конечности спирально изогнутые пластины удалось ввести между подмышечным нервом и плечевой костью, сохранив указанный нерв, а также лучевой нерв и глубокую артерию плеча с сопутствующими одноименными венами (рис. 3). Кроме того, было показано, что указанные пластины,

установленные в соответствии с предложенным способом, всегда проходили на определенном безопасном расстоянии от мышечно-кожного нерва (рис. 4 а), а также от срединного нерва и плечевой артерии с сопутствующей одноименной веной (рис. 4 б). Соответствующие средние значения измеренных расстояний от установ-

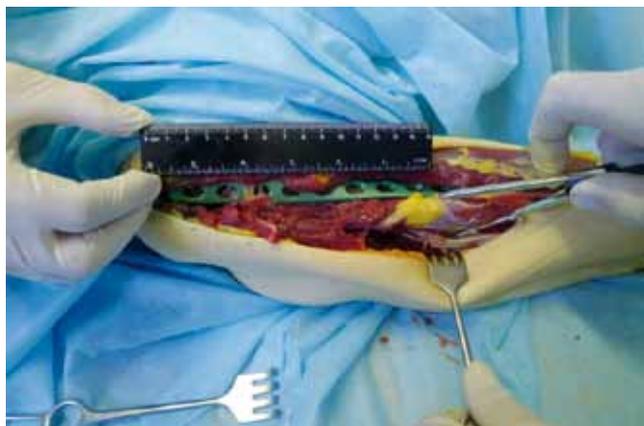


Рис. 3. Результат препарирования на правом плече после установки пластины предложенным способом: видно расположение пластины глубже подмышечного нерва и впереди от лучевого нерва и глубокой артерии плеча, расстояние до которых от края пластины измеряется циркулем

ленных пластин до перечисленных анатомических образований приведены в таблице 1.

Следует также отметить, что ни на одном из изученных препаратов пластина не контактировала с сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча, так как ее верхний конец располагался в области проксимального хирургического доступа гораздо латеральнее указанного анатомического образования.

Таким образом, на основании проведенных экспериментов на нефиксированном анатомическом материале была отработана безопасная в отношении повреждений крупных кровеносных сосудов и нервов малоинвазивная техника проведения и установки спирально изогнутых пластин на плечевой кости из двух небольших хирургических доступов. Это позволило успешно применить новый малоинвазивный способ накостного остеосинтеза у 31 пациента с переломами диафиза плечевой кости на разных уровнях.

Время хирургического вмешательства варьировало от 45 до 112 минут, а в среднем составило $74 \pm 7,3$ минуты. При этом время работы электронно-оптического преобразователя колебалось от 30 до 110 секунд, а в среднем было равно $55 \pm 8,1$ секунд. Отчетливые рентгенологические признаки формирования

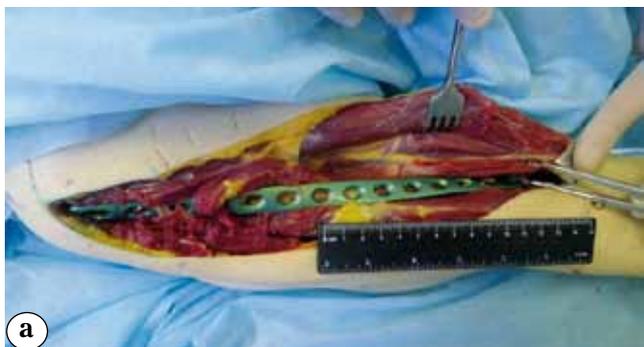


Рис. 4. Результат препарирования на правом плече после установки пластины предложенным способом с измерением расстояний циркулем:
а – от края пластины до мышечно-кожного нерва;
б – от края пластины до срединного нерва и плечевой артерии

Таблица 1

Средние значения кратчайших расстояний от установленных пластин до изученных анатомических образований

Отдел плеча	Изученные анатомические структуры		
	лучевой нерв и глубокая артерия плеча	мышечно-кожный нерв	срединный нерв и плечевая артерия
Средняя треть, мм	$26,6 \pm 4,2$	$19,6 \pm 3,1$	$27,2 \pm 2,4$
Нижняя треть, мм	$20,3 \pm 3,3$	$12,2 \pm 2,6$	$20,8 \pm 2,9$

костной мозоли, свидетельствовавшие о сращении перелома, были отмечены через 12 недель у 10 из 28 пациентов (36%); через 18 недель – у 18 из 25 (72%) и через 24 недели – у всех 25 обследованных пациентов (100%). Следует отметить, что у троих больных сроки наблюдения составили менее 18 недель, а еще с тремя пациентами связь была утеряна в период до 12 недель после операции.

В послеоперационном периоде ни в одном из клинических наблюдений не было отмечено невропатий или гематом, связанных с повреждениями крупных периферических нервов или кровеносных сосудов во время операций. Отсутствовали гнойные осложнения, а повторные операции реостеосинтеза не понадобились ни разу. Однако в двух (6%) случаях наблюдали потерю первичной репозиции костных отломков, не повлиявшую на сращение переломов. У одного пациента (3%) была отмечена нестабильность фиксации перелома, потребовавшая внешней иммобилизации гипсовой лонгетой на 6 недель. Кроме того, в одном (3%) случае на раннем этапе освоения методики был отмечен субакромиальный импиджмент из-за слишком высокого расположения установленной пластины, ограничивавший движения и вызывавший боли в области плечевого сустава. Тем не менее, сращение перелома у этого пациента наступило через 24 недели после операции остеосинтеза предложенным способом, а после удаления пластины были отмечены купирование болевого синдрома и полное восстановление движений в плечевом суставе.

Через 24 недели после проведенных операций у 25 обследованных пациентов среднее значение баллов по шкале DASH составило $13 \pm 3,6$ (от 3 до 36). При этом хороший результат был отмечен у 17 (68%) пациентов, а удовлетворительный – в 8 (32%) случаях. По шкале Constant Shoulder Score к этому сроку среднее значение баллов было равно $80 \pm 4,63$ (от 60 до 91). Отличный результат был достигнут в 7 (28%) случаях, хороший – в 12 (48%) наблюдениях, удовлетворительный – у 5 (20%) больных и неудовлетворительный – у одного (4%) пациента с субакромиальным импиджментом после неточной установки пластины.

Далее приводим последовательное описание всех этапов планирования и выполнения предложенной операции, а также особенностей послеоперационного ведения пациентов.

Предоперационное планирование проводят на основании стандартной рентгенографии поврежденного плеча в двух проекциях и измерений длины плеча на неповрежденной конечности от вершины большого бугорка плечевой

кости до ее латерального надмыщелка. При этом для каждого конкретного пациента выбирают линейные пластины с угловой стабильностью винтов и заостренными концами длиной от 220 до 260 мм в зависимости от длины плеча, локализации и протяженности зоны перелома. Моделирование пластины проводят на соразмерной модели правой или левой плечевой кости, изгибая ее по спирали. При этом верхний конец пластины располагают на латеральной поверхности плечевой кости на 1 см ниже вершины ее большого бугорка и на 1 см латеральнее межбугорковой борозды, а нижний конец пластины – на передней поверхности плечевой кости не ниже уровня ее надмыщелков.

Во время операции положение пациента на операционном столе – на спине с приподнятым головным концом. Поврежденную верхнюю конечность укладывают вдоль тела, предплечье находится в среднем между пронацией и супинацией положений, что обеспечивает возможность визуализации плечевой кости на всем протяжении при флюороскопическом контроле. В операции участвуют хирург, один ассистент для проведения вспомогательных манипуляций и один ассистент для флюороскопии. Обработку кожи верхней конечности и ограничение хирургического поля проводят по общепринятой методике.

На коже поврежденной конечности отмечают проекции следующих анатомических ориентиров: акромиальный и клювовидный отростки лопатки, латеральный надмыщелок плечевой кости. Намечают линию кожного разреза проксимального доступа, начиная ее от латерального края акромиального отростка лопатки и продолжая дистально на 3–5 см по направлению к латеральному надмыщелку плечевой кости. Далее к коже плеча прикладывают предварительно отмоделированную пластину, располагая ее проксимальный конец на 1 см ниже вершины хорошо пальпируемого большого бугорка плечевой кости. Затем намечают линию кожного разреза дистального доступа в нижней трети плеча по передней его поверхности и по средней линии, начиная от точки, определяемой по нижнему краю приложенной к плечу отмоделированной пластины, а далее продолжая на 3–5 см в проксимальном направлении.

В ходе операции вначале производят разрез кожи и подкожной жировой клетчатки по намеченной линии проксимального доступа. Далее волокна дельтовидной мышцы разводят тупо между передней и средней ее порциями. Затем формируют подмышечный туннель, скользя по поверхности плечевой кости отмоделированной пластиной с угловой стабильностью винтов,

имеющей заостренные концы. Для удобства манипулирования пластиной в одно из ее отверстий на проксимальном конце вводят направлятель сверла для винтов с угловой стабильностью, который используют в качестве рукоятки. Для контроля корректности формирования канала в него вводят указательный палец хирурга, обращенный тыльной поверхностью к плечевой кости. При этом ладонная поверхность ногтевой фаланги указательного пальца позволяет пропальпировать подмышечный нерв, определяющийся в виде тяжа толщиной 3–4 мм, расположенного в поперечном направлении по отношению к формируемому каналу.

Следует отметить, что отсутствие подмышечного нерва при пальпации указывает на некорректное (слишком поверхностное) формирование канала и опасность попадания нерва под пластину при ее имплантации. В таких случаях пластину извлекают и формируют новый подмышечный канал ближе к плечевой кости. После пальпаторной идентификации подмышечного нерва продолжают формирование подмышечного туннеля, скользя пластиной по надкостнице сверху вниз с постепенным переходом с латеральной на переднюю поверхность плечевой кости, проводя ее над зоной перелома. Во время установки пластины ассистент удерживает поврежденную конечность в положении репозиции костных отломков путем легкой тракции и контроля нейтрального положения предплечья. Пластина считается полностью введенной, когда проксимальный ее конец оказывается расположенным на 1 см дистальнее верхушки большого бугорка плечевой кости и на 1 см латеральнее межбугорковой борозды.

Дистальный хирургический доступ длиной 3–5 см выполняют по ранее намеченной на коже плеча линии. После разреза кожи и подкожной жировой клетчатки двуглавую мышцу плеча отводят медиально, а плечевую мышцу расслаивают продольно по средней линии и разводят в стороны. При этом находят в ране дистальный конец введенной пластины.

Далее проксимальный конец введенной пластины временно фиксируют к плечевой кости спицами Киршнера или сверлом, установленным через направлятель сверла для винтов с угловой стабильностью. Дистальный конец пластины ориентируют в ране по передней поверхности плечевой кости в нижней трети ее диафиза. Затем выполняют репозицию костных отломков под флюороскопическим контролем. При этом восстанавливают ось, длину плечевой кости и устраняют ротационное смещение костных отломков.

Затем дистальный конец пластины временно фиксируют к кости сверлом через направлятель для винтов с угловой стабильностью. На этом этапе еще сохраняется возможность коррекции угловой деформации плечевой кости в зоне перелома при невозможности изменения ее длины и ротации костных отломков. Для улучшения качества репозиции костных отломков и/или фиксации промежуточных костных фрагментов возможно дополнительное использование кортикальных винтов, которые вводят через разрезы длиной до 1 см в проекции соответствующих отверстий пластины под флюороскопическим контролем.

После завершения репозиции костных отломков производят фиксацию пластины к плечевой кости винтами с угловой стабильностью. При этом устанавливают не менее двух таких винтов в проксимальную и дистальную части пластины, располагающиеся соответственно выше и ниже зоны перелома. После блокирования винтов в пластине производят итоговый флюороскопический контроль остеосинтеза в двух проекциях. В области проксимального и дистального хирургических доступов устанавливают активные дренажи. Производят послойное ушивание операционных ран.

В послеоперационном периоде на протяжении трех недель проводят иммобилизацию оперированной верхней конечности косыночной повязкой. Активные движения в плечевом и локтевом суставах начинают со вторых суток послеоперационного периода.

Приводим два клинических примера с соответствующими иллюстрациями, демонстрирующие этапы хирургического лечения и результаты остеосинтеза предложенным способом.

Клинический пример 1

Пациент Б., 54 лет, поступил с диагнозом «закрытый оскольчатый перелом диафиза левой плечевой кости со смещением отломков 12 В3 по классификации АО» (рис. 5 а). В ходе предоперационного планирования определили длину плеча, которая составила 35 см от вершины большого бугорка плечевой кости до ее латерального надмыщелка. Затем выбрали модель и произвели моделирование пластины с угловой стабильностью винтов 5,0 мм, длиной 220 мм и заостренными концами. На пятые сутки после травмы была выполнена операция: малоинвазивный накостный остеосинтез левой плечевой кости по предложенному способу (рис. 5 б).

В послеоперационном периоде нарушений функции магистральных сосудов и нервов плеча не наблюдалось. Прооперированная конечность

была иммобилизирована косыночной повязкой на три недели, а активные движения в ее суставах были начаты со второго дня после операции. Рентгенография через 6 недель после операции выявила образование костной мозоли в зоне перелома

(рис. 5 в). Через 14 недель после операции наблюдались отчетливые рентгенологические признаки сращения перелома (рис. 5 г, д), а также хорошее восстановление функции травмированной верхней конечности (рис. 5 е, ж, з).

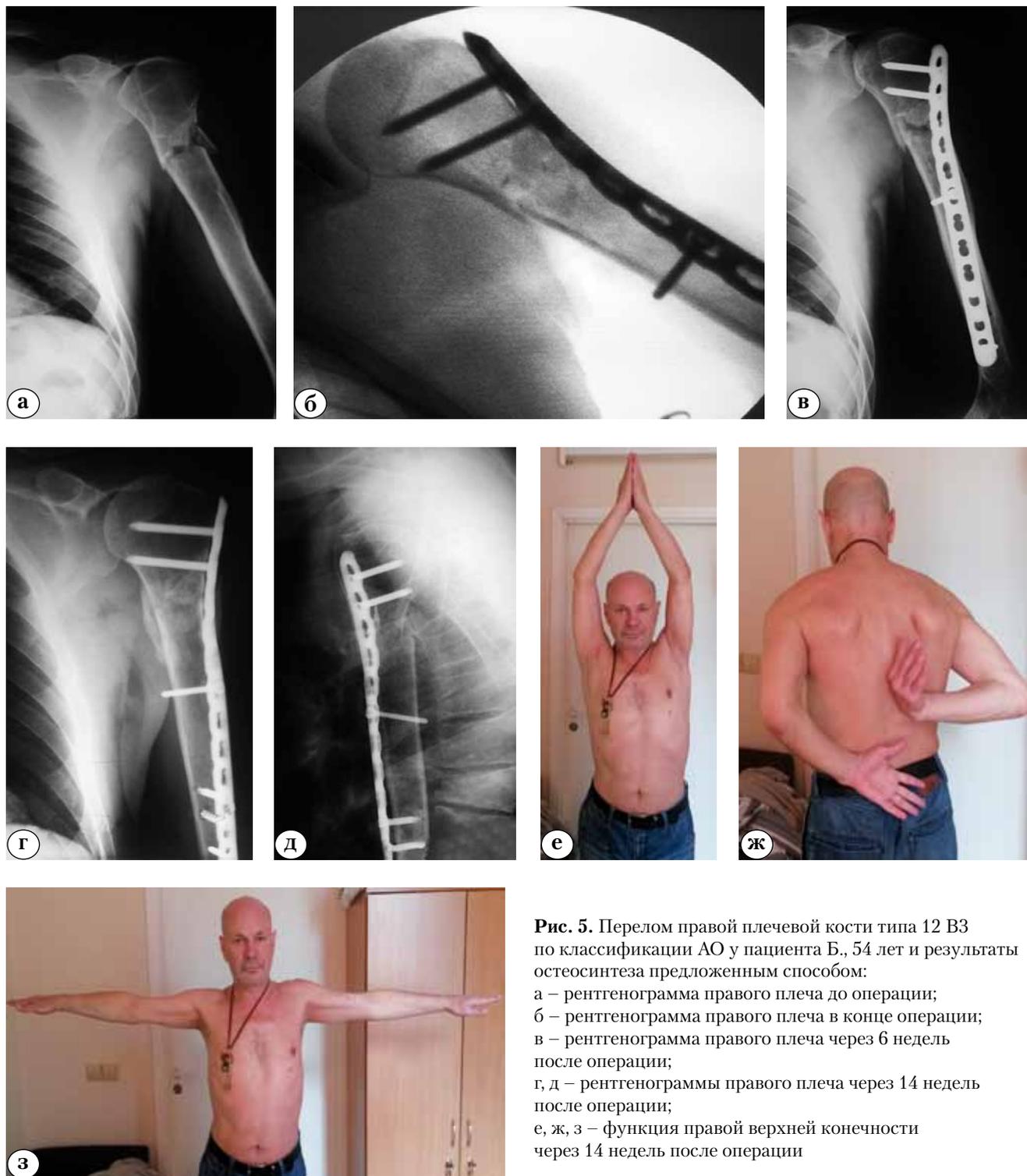


Рис. 5. Перелом правой плечевой кости типа 12 В3 по классификации АО у пациента Б., 54 лет и результаты остеосинтеза предложенным способом:
 а – рентгенограмма правого плеча до операции;
 б – рентгенограмма правого плеча в конце операции;
 в – рентгенограмма правого плеча через 6 недель после операции;
 г, д – рентгенограммы правого плеча через 14 недель после операции;
 е, ж, з – функция правой верхней конечности через 14 недель после операции

Клинический пример 2

Пациент Л., 20 лет, получил травму в результате ДТП. При поступлении был диагностирован закрытый оскольчатый фрагментарный перелом диафиза левой плечевой кости тип 12 С1 по классификации АО, осложненный первичной травматической невропатией лучевого нерва. В ходе предоперационного планирования определили длину плеча (37 см) от вершины большого бугорка плечевой кости до ее латерального надмыщелка. Выбрали модель и произвели моделирование пластины с угловой стабильностью винтов 5,0 мм, длиной 260 мм и заостренными концами. На третьи сутки после травмы была выполнена операция – малоинвазивный накостный остеосинтез левой плечевой кости по предложенно-

му способу (рис. 6 а). После операции прооперированная верхняя конечность была иммобилизована косыночной повязкой на три недели. Активные движения в суставах были разрешены со вторых суток после операции. Контрольный осмотр с выполнением рентгенографии через 6 недель после остеосинтеза выявил образование костной мозоли в зоне перелома (рис. 6 б, в). Через 12 недель после операции были выявлены рентгенологические признаки сращения перелома (рис. 6 г, д). Спустя 6 месяцев после остеосинтеза предложенным способом отмечены полноценная костная мозоль (рис. 6 е, ж), а также регресс неврологической симптоматики с полным восстановлением функции левой верхней конечности.

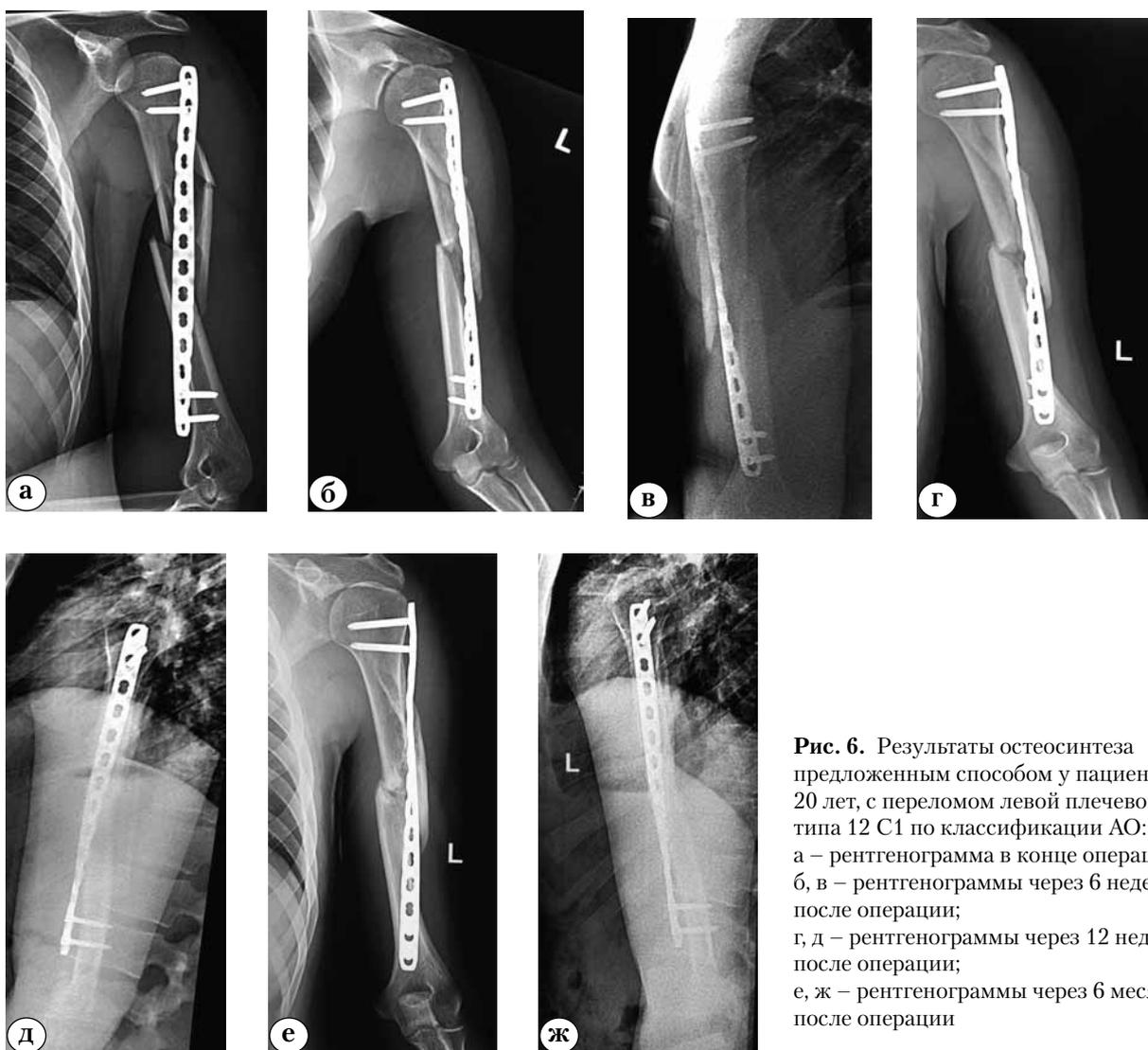


Рис. 6. Результаты остеосинтеза предложенным способом у пациента Л., 20 лет, с переломом левой плечевой кости типа 12 С1 по классификации АО: а – рентгенограмма в конце операции; б, в – рентгенограммы через 6 недель после операции; г, д – рентгенограммы через 12 недель после операции; е, ж – рентгенограммы через 6 месяцев после операции

Заключение

Проведенные топографо-анатомические исследования на нефиксированном анатомическом материале позволили разработать оригинальную хирургическую технологию малоинвазивного накостного остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами, позволяющую проводить и устанавливать накостный фиксатор, избегая контакта с крупными кровеносными сосудами и нервами, а также с сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча. Полученные сведения способствовали успешному применению предложенного способа в клинике. Было показано, что он может быть использован у пациентов с различными переломами разных отделов диафиза плечевой кости, а также при их сочетании с переломами ее хирургической шейки. При этом за счет мостовидного принципа фиксации зона перелома не обнажается, что обеспечивает сохранность периостального кровоснабжения костных фрагментов и способствует оптимизации процессов репаративной регенерации костной ткани в зоне перелома. Это вполне согласуется с отсутствием в наших клинических наблюдениях случаев замедленной консолидации костных отломков или формирования ложных суставов плечевой кости. Поэтому указанный способ, на который была оформлена заявка на получение патента РФ на изобретение (№ 2015141806 от 01.10.2015), может, на наш взгляд, быть рекомендован для более широкого клинического использования.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Апагуни А.Э., Арзуманов С.В., Воротников А.А., Ульянов М.И. Анатомо-функциональные исходы оперативного лечения больных с переломами диафиза плечевой кости. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2010;(4):32-35.
2. Джоджуа А.В. Ретроградный остеосинтез бедренной и плечевой костей. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2008;(2): 25-27.
3. Купкенов Д.Э. Способ остеосинтеза сегментарного перелома плечевой кости стержневым аппаратом. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(4):73-77.
4. Тюляев Н.В., Воронцова Т.Н., Соломин Л.Н., Скоморошко П.В. История развития и современное состояние проблемы лечения травм конечностей методом чрескостного остеосинтеза (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2011;(2):179-190.
5. Челноков А.Н., Баженов А.В., Корж О.Е. Закрытый антеградный интрамедуллярный остеосинтез переломов дистальной трети плечевой кости. *Вестник травматологии и ортопедии Урала*. 2009;(1):49-53.
6. Шаповалов В.М., Хомяков В.В. Особенности применения внешнего и последовательного остеосинтеза у раненых с огнестрельными переломами длинных костей. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(1):7-13.
7. Blum J., Janzing H., Gahr R. et al. Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion. *J Orthop Trauma*. 2001;15:342-349.
8. Canale S.T., Beaty J.H. *Campbell's Operative Orthopaedics*. – 12th edition: Elsevier Mosby. 2013. p. 2852-2862.
9. Castoldi F., Blonna D., Assom M. Simple and complex fractures of the humerus. Springer, Italia; 2015. p. 213-248.
10. Fernandez Dell'Oca A.A. The principle of helical implants. Unusual ideas worth considering. Case studies. *Injury*. 2002; 33(1):29-40.
11. Livani B., Belangero W.D. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury*. 2004; 35:587-595.
12. Ming Y., Baoguou J., Dianying Zh. CN102551863 (B). Anatomical humerus bridge-type bone fracture plate. [https://worldwide-i.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120711&DB=&locale=en_EP&C=C=CN&NR=102551863A&KC=A&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120711&DB=&locale=en_EP&C=C=CN&NR=102551863A&KC=A&ND=4)
13. Rommens P.M., Blum J., Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop*. 1998;35(1):26-39.
14. Shin S.J., Sohn H.S., Do N.H. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: a technique to aid fracture reduction and minimize complications. *J Orthop Trauma*. 2012;26(10):585-589.
15. Volgas D.A., Stannard J.P., Alonso J.E. Nonunions of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;419(1):46-50.
16. Zhiquan A., Bingfang Z., Yeming W., Chi Z., Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21(9):628-633.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кочин Александр Юрьевич – д-р мед. наук, профессор заместитель директора по научной и учебной работе ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Майоров Борис Александрович – заведующий травматолого-ортопедическим отделением ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая межрайонная больница»

Беленький Игорь Григорьевич – д-р мед. наук доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России

THE NEW METHOD OF MINIMALLY INVASIVE OSTEOSYTHESIS OF HUMERAL SHAFT FRACTURES WITH HELICAL PLATES

A.Yu. Kochish¹, B.A. Maiorov², I.G. Belenky³

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
Ul. Akademika Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427

² Vsevolozhsk clinical inter-district hospital
Koltushskoye sh., 20, Vsevolozhsk, Leningradskaya obl., Russia, 188643

³ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University
Ul. Eva Tolstogo, 6-8, St. Petersburg, Russia, 197022

Abstract

The purpose of investigation is to approve the new method of minimally invasive plate osteosynthesis in cases of diaphyseal humeral shaft fractures with helical plate.

Materials and methods. During experimental cadaveric part of the study implantation of long helical plate on humerus using minimally invasive technique on 14 fresh cadaveric shoulders was done. Plate was inserted from two incisions 3–5 cm long in the upper part of the shoulder on the lateral side and in the lower part on the anterior side. Clinical part of the study included 31 patients with isolated humeral shaft fractures and humeral shaft fractures associated with fractures of proximal humerus and treated by minimally invasive fixation with helical plate.

Results. Cadaveric study included preparation and special measuring and showed that implantation of the helical plate in proposed way gives safe distances between plate and axial, radial, musculocutaneous, median nerves, main humeral vessels and tendon of the long head of the biceps.

Results of the clinical part of the study: radiological evidence of bone healing were observed on the 12 weeks in 10 from 28 cases (36%), on the 18 weeks – in 18 from 25 (72%), on the 24 weeks – in all 25 cases (100%). On the 24 weeks after surgery results on the DASH scale in average were 13±3,6 (from 3 to 36). Where in good results were in 17 (68%) cases, satisfactory – in 8 (32%) cases. On the Constant Shoulder Score at the same time average results were 80±4,63 (from 60 to 91). Excellent result was in 7 (28%) cases, good – in 12 (48%), satisfactory – in 5 (20%) cases and bad – in one (4%) case with subacromial impingement after wrong plate positioning. There were no any cases of vascular and neurological complications and nonunions.

Conclusion. Minimally invasive fixation of humeral shaft fractures with helical plates is safe and effective method of surgical treatment with good dynamic of functional rehabilitation and can be recommended for clinical use.

Keywords: minimally invasive plate osteosynthesis, humeral shaft fractures, helical plates for osteosynthesis.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-99-109

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

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

References

1. Apaguni AE, Arzumanov SV, Collars AA, Ulyanchenko MI. [Anatomical and functional results of operation treatment of patients with fractures of a diaphysis of a humeral bone]. *Meditsinskii vestnik Severnogo Kavkaza* [Medical bulletin of the North Caucasus]. 2010;(4):32-35.
2. Dzhodzhuva AV. [Retrograde osteosynthesis of femoral and humeral bones]. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova* [Bulletin of National medical and surgical center of N. I. Pirogov]. 2008;(2):25-27.
3. Kupkenov DE. [The way of osteosynthesis of a segmentary fracture of humeral bone with external fixator]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2010; (4): 73-77.
4. Tyulyaev NV, Vorontsova TN, Culms LN, Skomoroshko PV. [History of development and current state of a problem of treatment of injuries of extremities by method of osteosynthesis with external fixators (review of literature)]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2011; (2): 179-190.
5. Chelnokov AN, Bazhenov AV, Korzh OE. [Closed antegrade intramedullary osteosynthesis of humeral bone fractures in a distal third]. *Vestnik travmatologii i ortopedii Urala* [Messenger of traumatology and orthopedics of the Ural]. 2009;(1):49-53.
6. Shapovalov VM, Hominets VV. [Features of application of an external and consecutive osteosynthesis for wounded with fire fractures of long bones]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2010;(1):7-13
7. Blum J, Janzing H, Gahr R et al. Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion. *J Orthop Trauma*. 2001;15: 342-349.

Cite as: Kochish AYü, Maiorov BA, Belenky IG. [The new method of minimally invasive osteosynthesis of humeral shaft fractures with helical plates]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):99-109 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-99-109.

✉ Kochish Aleksandr Yu. Ul. Akad. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: auk1959@mail.ru

1 Received: 24.06.2016; Accepted for publication: 08.07.2016

8. Canale S.T., Beaty J.H. Campbell's Operative Orthopaedics. – 12th edition: Elsevier Mosby. 2013. p. 2852-2862.
9. Castoldi F, Blonna D, Assom M. Simple and complex fractures of the humerus. Springer, Italia; 2015. p. 213-248.
10. Fernandez Dell'Oca AA. The principle of helical implants. Unusual ideas worth considering. Case studies. *Injury*. 2002; 33(1):29-40.
11. Livani B, Belangero WD. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury*. 2004; 35:587-595.
12. Ming Y, Baoguou J, Dianying Zh. CN102551863 (B). Anatomical humerus bridge-type bone fracture plate. https://worldwide-i.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20120711&DB=&locale=en_EP&CC=CN&NR=102551863A&KC=A&ND=4
13. Rommens PM, Blum J, Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop*. 1998;35(1):26-39.
14. Shin SJ, Sohn HS, Do NH. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: a technique to aid fracture reduction and minimize complications. *J Orthop Trauma*. 2012;26(10):585-589.
15. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Nonunions of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;419(1):46-50.
16. Zhiquan A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z, Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21(9):628-633.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Kochish Alexandr Yu. – professor deputy director for research and academic affairs, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Maivorov Boris A. – the head of trauma and orthopedics department, Vsevolozhsk clinical inter-district hospital

Belenky Igor G. – associate professor, the trauma and orthopedics chair, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ АРТРОСКОПИЧЕСКОГО ШВА ВРАЩАТЕЛЬНОЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

С.Ю. Доколин, В.А. Артюх, В.И. Кузьмина, В.Н. Ливенцов

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

Реферат

По данным современной литературы, частота возникновения послеоперационных инфекционных осложнений при артроскопической хирургии плечевого сустава составляет лишь 0,16–1,9%. Существующие принципы лечения имплантат-ассоциированной инфекции диктуют необходимость решительных действий уже при ранних симптомах возникновения инфекционного осложнения.

В статье приведено клиническое наблюдение лечения инфекционного осложнения после выполнения артроскопического якорного костно-сухожильного шва поврежденных сухожилий надостной и подостной мышц. После проведения консервативного лечения без положительной динамики было выполнено двухэтапное хирургическое лечение. Первый этап заключался в радикальной хирургической обработке, удалении фиксирующих конструкций, замещении дефекта головки левой плечевой кости антибактериальным спейсером. После эрадикации инфекции вторым этапом выполнены артроскопия левого плечевого сустава, удаление спейсера, восполнение дефекта левой плечевой кости остеозамещающим материалом, ревизионный якорный шов вращательной манжеты левого плечевого сустава.

Данное клиническое наблюдение демонстрирует отсутствие настороженности в отношении послеоперационных инфекционных осложнений, недостаток опыта их лечения у ортопедов общей практики, сложность реализации агрессивной хирургической тактики лечения пациентов с данной патологией.

Ключевые слова: разрыв вращательной манжеты плеча, инфекционные осложнения артроскопической хирургии, имплантат-ассоциированная инфекция.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-110-116

Введение

Артроскопия является малоинвазивным и высокоэффективным способом лечения травм и заболеваний плечевого сустава [1, 2, 4–7, 11]. Частота выполнения таких операций имеет тенденцию к постоянному росту [6, 7, 12]. Инфекционные осложнения после артроскопических операций на плече возникают относительно редко, и поэтому основное внимание хирургов сконцентрировано на возможности возникновения различных неврологических осложнений, послеоперационной тугоподвижности сустава или несостоятельности костно-сухожильных швов [6, 10, 11], а также на возникновении тромботических осложнений [8, 9]. Так, по данным современной литературы, частота возникновения послеоперационных инфекционных осложнений в артроскопической хирургии плечевого сустава составляет лишь 0,16–1,9% [7, 12]. В большинстве таких наблюдений возбудителем инфекции является *Propionibacterium*

аспае, что связывают с анатомией данного региона и функцией верхней конечности [12]. Однако среди причин инфекционных осложнений встречается и более распространенная, «привычная» флора, например, *Staphylococcus aureus*. В таких случаях клинически и лабораторно течение заболевания отличается более острым началом и дальнейшее развитие, сопровождающееся яркими симптомами инфекционного воспаления. Но даже очевидные данные о наличии инфекции далеко не всегда являются основанием для специалиста применить активную хирургическую тактику. Причина может крыться в стремлении врача обеспечить благоприятный функциональный исход, спасти результаты кропотливого труда, а иногда «сохранить лицо» в общении с пациентом. В то же время существующие принципы лечения имплантат-ассоциированной инфекции диктуют необходимость решительных действий уже при ранних симптомах возникновения инфекционного осложнения.

Доколин С.Ю., Артюх В.А., Кузьмина В.И., Ливенцов В.Н. Клинический случай лечения инфекционного осложнения после артроскопического шва вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):110-116. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-110-116.

Доколин Сергей Юрьевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: sdokolin@gmail.com

Рукопись поступила: 19.07.2016; принята в печать: 25.07.2016

Клиническое наблюдение

Больной Б., 56 лет, в течение всей сознательной жизни увлеченно занимавшийся спортом, страдал от боли в плече около 1,5 лет. Дискомфорт во время тренировок не являлся для пациента мотивирующим фактором к снижению уровня физических нагрузок. Это обстоятельство, а также отказ от своевременной медицинской помощи, послужили ведущими причинами усиления боли и ограничения функции конечности. При осмотре больного ортопед, владеющий значительным опытом в хирургии плеча, выявил полнослойный разрыв его вращательной манжеты. Диагноз был подтвержден данными МРТ, после чего пациенту был выполнен артроскопический якорный костно-сухожильный шов

поврежденных сухожилий надостной и подостной мышц. В раннем послеоперационном периоде у пациента развился отек в области плечевого сустава, сохранялась боль. Несмотря на это, больной продолжал получать реабилитационное лечение. Пациенту неоднократно выполняли лечебно-диагностические пункции плеча, вводили в околосуставные ткани гормональные и противовоспалительные препараты. После 6 месяцев безуспешного лечения (все это время пациент отмечал боль при движениях в оперированном суставе и плохое общее самочувствие) при контрольной рентгенографии были выявлены признаки нестабильности конструкций, фиксирующих сухожильную ткань (остеолиз вокруг якорных фиксаторов) (рис. 1).

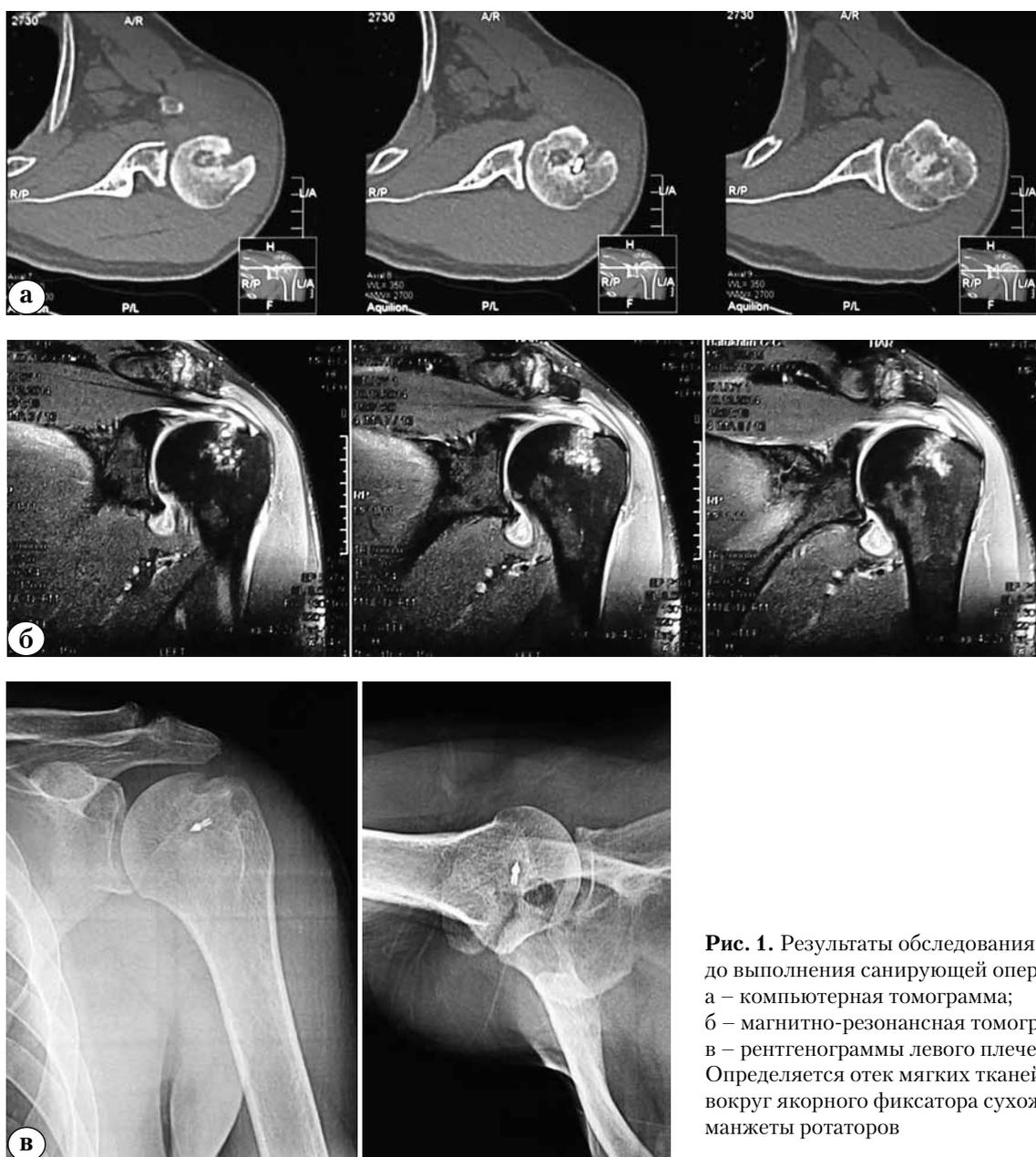


Рис. 1. Результаты обследования больного до выполнения санирующей операции:
 а – компьютерная томограмма;
 б – магнитно-резонансная томограмма;
 в – рентгенограммы левого плечевого сустава. Определяется отек мягких тканей, остеолиз вокруг якорного фиксатора сухожильной ткани манжеты ротаторов

Лечащий врач обратился за помощью к специалистам по инфекционной хирургии. Больному впервые был выполнен посев суставной жидкости, в результате чего диагностирована глубокая инфекция области хирургического вмешательства (ГИОХВ). Через 9 месяцев после манифестации ГИОХВ больной поступил в отделение гнойной хирургии РНИИТО им. Р.Р. Вредена по поводу острого инфекционного артрита левого плечевого сустава, хронического

остеомиелита 3 В (s) головки левой плечевой кости в стадии обострения. При обследовании пунктата был обнаружен *Staphylococcus aureus*, определена его чувствительность к антибиотикам. Выполнена операция: ревизия левого плечевого сустава, радикальная хирургическая обработка области инфекционного воспаления, удаление фиксирующих конструкций, замещение дефекта головки левой плечевой кости антибактериальным спейсером (рис. 2).

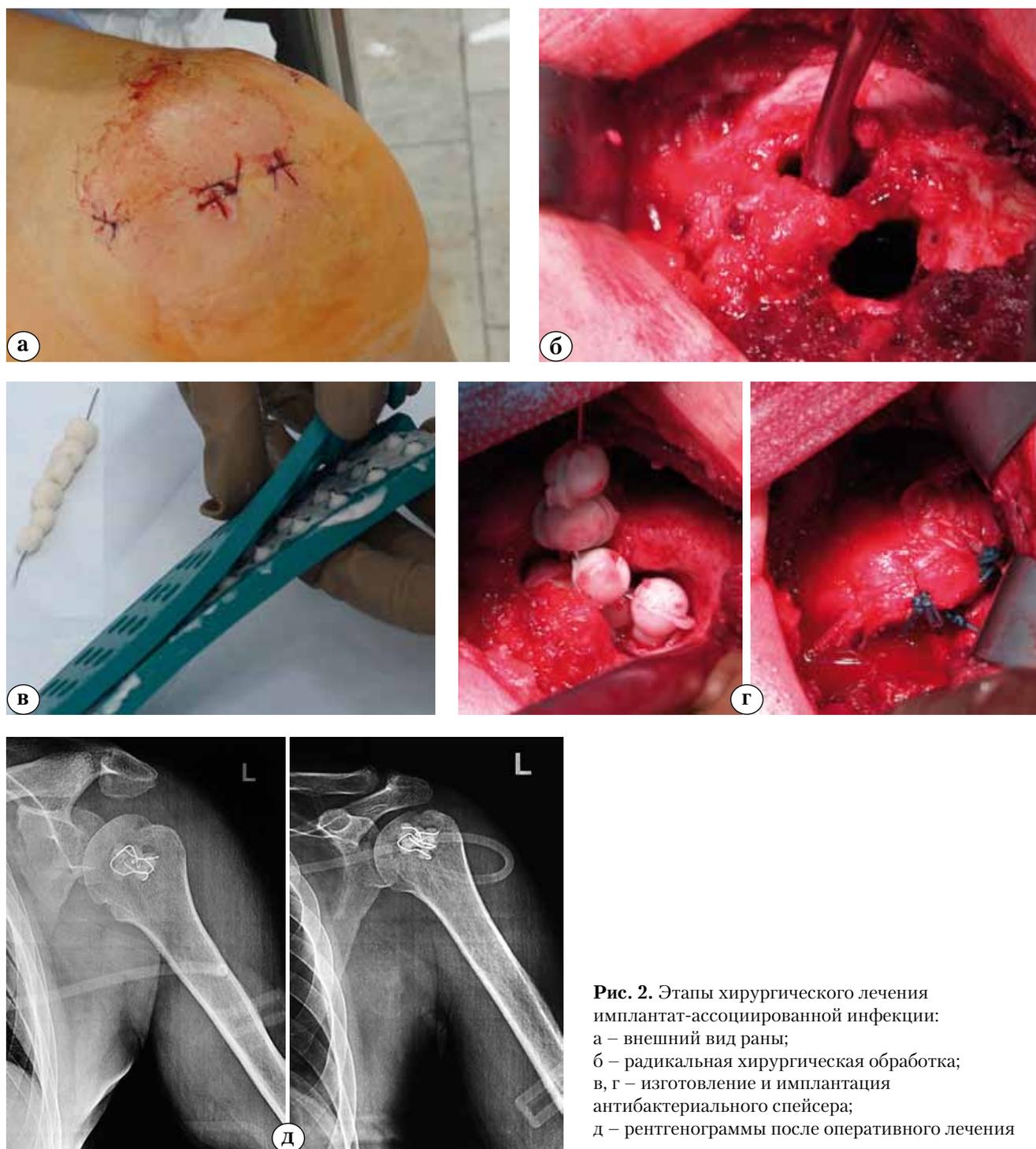


Рис. 2. Этапы хирургического лечения имплантат-ассоциированной инфекции: а – внешний вид раны; б – радикальная хирургическая обработка; в, г – изготовление и имплантация антибактериального спейсера; д – рентгенограммы после оперативного лечения

Послеоперационный период протекал без осложнений. Больной получал антибактериальную терапию в течение 6 недель. Через 7 месяцев после ревизии пациент был госпитализирован вновь в связи с хронический остеомиелитом 3 В (s) головки левой плечевой кости в фазе ремиссии, спейсером в дефекте головки левой плечевой кости после радикальной хирургической обработки очага остеомиелита. В результате микробиологического исследования внутрисуставной жидкости роста микрофлоры об-

наружено не было. На основании данных клинических и лабораторных исследований констатирована эрадикация инфекции. Больному выполнена операция – артроскопия левого плечевого сустава, удаление спейсера, восполнение дефекта левой плечевой кости остеозамещающим материалом, ревизионный якорный шов вращательной манжеты левого плечевого сустава (рис. 3).

Послеоперационный период протекал без осложнений и сопровождался значительным улучшением общего самочувствия пациента. Через 4 недели больной приступил к разработке движений в плечевом суставе.

Обсуждение

Ретроспективный анализ представленного клинического наблюдения позволяет установить несколько направлений обсуждения данной проблемы. Во-первых, поскольку одним из главных ранних клинических проявлений развития инфекционного воспаления области вмешательства в послеоперационном периоде является отек околосуставных тканей, необходимо дифференцировать его с обычным послеоперационным и посттромботическим отеком тканей плеча.

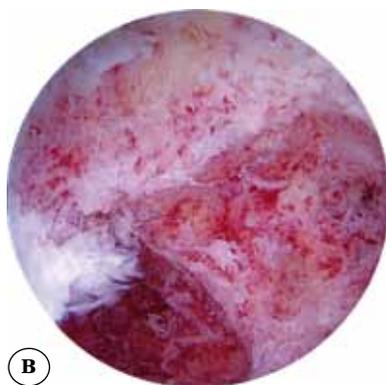


Рис. 3. Этапы ревизионного вмешательства:
 а – рентгенограммы до ревизионного вмешательства;
 б – удаление спейсера;
 в – обработка ткани костного дефекта;
 г – шов вращательной манжеты;
 д – рентгенограммы после артроскопического шва манжеты ротаторов левого плеча

Известно, что послеоперационный отек имеет тенденцию к самостоятельному исчезновению в течение первых двух суток после выполнения вмешательства. Если же отек сохраняется в течение более длительного срока, необходимо провести комплекс диагностических мероприятий, исключающих тромбоз вен верхней конечности и инфекционное воспаление тканей. По данным литературы, частота развития тромбозов вен верхней конечности после артроскопических вмешательств составляет 0,31% и не имеет отчетливой взаимосвязи с возрастом пациента (от 17 до 70 лет), но при этом чаще возникает при выполнении артроскопии в латеральной декубитальной позиции и у лиц, имеющих синдром гиперкоагуляции [4, 6]. Несмотря на очень низкую частоту возникновения такого осложнения, важно осознание специалистом необходимости проведения экстренной госпитализации пациента и скорейшего назначения ему антикоагулянтной терапии ввиду опасности развития такого жизнеугрожающего состояния, как тромбоэмболия легочной артерии [6].

Другая обсуждаемая причина отека – это ГИОХВ. Низкие показатели частоты развития инфекционных осложнений после артроскопических реконструкций (0,16–1,9%) в сравнении с аналогичными показателями после открытых вмешательств на плечевом суставе (0,4–6%) могут быть причиной ослабления внимания оперирующих хирургов к этой проблеме, а в редких случаях ее развития – отсутствия представлений о рациональной лечебной тактике [1, 5]. Ключевым моментом своевременной диагностики инфекционных осложнений, помимо общей настороженности специалиста в отношении принципиальной возможности ее развития, нужно считать своевременное выполнение пункции сустава и посева полученного отделяемого на микрофлору и чувствительность к антибиотикам. Общеизвестным является преобладание среди возбудителей инфекции *Propionibacterium acnae* [3, 7]. В то же время, ортопед должен исключить наличие полимикробной флоры, добиваться культивации посевов не менее 14 дней. Важным является корректная оценка клинических симптомов ГИОХВ [3].

В нашем наблюдении острое начало воспаления в раннем послеоперационном периоде должно было навести хирурга на мысль о наличии у больного инфекции, вызванной *Staphylococcus aureus*. Следует отметить отсутствие в доступной литературе каких-либо сведений об оптимальных сроках, критериях отбора пациентов и

степени радикальности выполнения повторных санлирующих вмешательств при развитии признаков ГИОХВ. Если проводить аналогии с перипротезной инфекцией, то можно считать, что выполнение повторной санационной артроскопии без удаления имплантатов неэффективно в сроки более 30 суток с момента возникновения проблемы и может приводить лишь к формированию хронических латентно текущих форм ГИОХВ.

Заключение

Одной из причин несвоевременной диагностики ГИОХВ служит отсутствие настороженности в отношении ее развития, недостаточный учет риска возникновения инфекционных осложнений в связи с сопутствующими заболеваниями (гепатит, ВИЧ, алкоголизм, наркомания, табакокурение, ожирение) при планировании реконструктивной операции, а также отказ специалиста от своевременного выполнения посевов содержимого сустава на микрофлору в случаях возникновения клинической симптоматики развития инфекционного осложнения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Доколин С.Ю., Карасев Е.А., Карасева Т.Ю., Базаров И.С. Технические особенности артроскопического восстановления поврежденных вращающей манжеты плеча. *Гений ортопедии*. 2012;(3):20-24.
2. Доколин С.Ю., Кислицын М.А., Базаров И.С. Артроскопическая техника выполнения костной аутопластики дефекта суставной впадины лопатки у пациентов с передней рецидивирующей нестабильностью плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(3):77-82.
3. Тихилов Р.М., Доколин С.Ю., Воробьев С.Л., Дубовик В.В., Базаров И.С. Первичный синовиальный хондроматоз плечевого сустава (случай из клинической практики). *Травматология и ортопедия России*. 2012;(1):104-108.
4. Тихилов Р.М., Доколин С.Ю., Кузнецов И.А., Трачук А.П., Бурулев А.Л., Михайлова А.В., Захаров К.И. Отдаленные результаты артроскопического лечения рецидивирующей нестабильности плечевого сустава, причины неудачных исходов. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(1):5-13.
5. Тихилов Р.М., Доколин С.Ю., Кузнецов И.А., Трачук А.П., Зайцев Р.В., Заболотский Д.В., Артюх В.А., Базаров И.С., Трухин К.С. Возможности артроскопии в лечении повреждений вращающей манжеты плеча. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(2):7-15.

6. Brislin K.J., Field L.D., Savoie F.H. Complications after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy*. 2007;23(2):124-128.
7. Curtis A.S., Snyder S.J., Del Pizzo W. Complications of shoulder arthroscopy. *Arthroscopy*. 1992;8:395.
8. Kommareddy A., Zaroukian M.H., Hassouna H.I. Upper extremity deep venous thrombosis. *Semin Thromb Hemost*. 2002;28:89-99.
9. Kuremsky M.A., Cain E.L.Jr, Fleischli J.E. Fleischli thromboembolic phenomena after arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy*. 2011;27(12):1614-1619.
10. Marecek G.S., Saltzman M.D. Complications in shoulder arthroscopy. *Orthopedics*. 2010;33(7):492-497. doi: 10.3928/01477447-20100526-15.
11. Weber S.C., Abrams J.S., Nottage W.M. Complications associated with arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy*. 2002;18(suppl):88-95.
12. Yeraniosian M.G., Arshi A., Terrell R.D., Wang J.C., McAllister D.R., Petrigliano F.A. Incidence of acute postoperative infections requiring reoperation after arthroscopic shoulder surgery. *Am J Sports Med*. 2014;42(2):437-41. doi: 10.1177/0363546513510686.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Доклин Сергей Юрьевич – канд. мед. наук научный сотрудник отделения спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Артюх Василий Алексеевич – канд. мед. наук заведующий отделением гнойной хирургии № 4 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Кузьмина Владислава Игоревна – канд. мед. наук младший научный сотрудник отделения спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Ливентцов Виталий Николаевич – врач отделения гнойной хирургии № 4 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

CLINICAL CASE OF INFECTION TREATMENT AFTER ARTHROSCOPIC REPAIR OF ROTATOR CUFF

S. Yu. Dokolin, V.A. Artyukh, V.I. Kuzmina, V.N. Liventsov

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

Abstract

Actual principles of implant associated infection treatment require determined approach already in early symptoms stage. The paper describes a clinical case of infectious complication treatment after bone-tendon repair of supra- and infraspinous muscles with anchors. Following conservative treatment with no positive dynamics the authors performed two stage surgical treatment of implant associated shoulder infection. First stage included radical debridement, removal of implants and filling the defect in left humeral head with antibacterial spacer. Following infection eradication, the second stage included arthroscopy of the left shoulder, spacer removal, grafting of defect and revision left rotator cuff repair using anchors.

The present clinical case demonstrates a lack of alertness in respect of possible postoperative infection, insufficient treatment experience of general orthopaedic surgeons and overall complexity of radical surgical procedure for treatment of such patients.

Keywords: rotator cuff rupture, infection after arthroscopic procedure, implant associated infection.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-110-116

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

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

Cite as: Dokolin SYu, Artyukh VA, Kuzmina VI, Liventsov VN. [Clinical case of infection treatment after arthroscopic repair of rotator cuff]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):110-116 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-110-116.

✉ *Dokolin Sergey Yu.* Ul. Akad. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: sdokolin@gmail.com

1 Received: 19.07.2016; Accepted for publication: 25.07.2016

References

1. Dokolin SYu, Karasev EA, Karaseva TYu, Bazarov IC. [Technical features of arthroscopic shoulder rotator cuff repair]. *Genij Ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2012;(3):20-24. [in Russ.]
2. Dokolin SYu, Kislitsyn MA, Bazarov IS. [Arthroscopic technique of bone autografting of glenoid cavity defects in patients with recurrent anterior instability of the shoulder]. *Traumatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012;(3):77-82. [in Russ.]
3. Tikhilov RM, Dokolin SYu, Vorobjev SL, Dubovik VV, Bazarov IS. [Primary synovial chondromatosis of the shoulder (case report)]. *Traumatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012;(1):104-108. [in Russ.]
4. Tikhilov RM, Dokolin SYu, Kuznetsov IA, Trachuk AP, Burulev AL, Mikhailova AM, Zakharov KI. [Long-term results of arthroscopic treatment for instability at recurrent shoulder joint, causes of failure]. *Traumatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2011;(1): 5-13. [in Russ.]
5. Tikhilov RM, Dokolin SYu, Kuznetsov IA, Trachuk AP, Zaitsev RV, Zabolotsky DV, Artyukh VA, Bazarov IS, Trukhin KS. [Arthroscopy possibilities in treatment of injuries of the shoulder rotator cuff]. *Traumatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2011;(2):7-15. [in Russ.]
6. Brislin KJ, Field LD, Savoie FH. Complications after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy*. 2007;23(2):124-128.
7. Curtis AS, Snyder SJ, Del Pizzo W. Complications of shoulder arthroscopy. *Arthroscopy*. 1992;8:395.
8. Kommareddy A, Zaroukian MH, Hassouna HI. Upper extremity deep venousthrombosis. *Semin Thromb Hemost*. 2002;28:89-99.
9. Kuremsky MA, Cain ELJr, Fleischli JE. Fleischli thromboembolic phenomena after arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy*. 2011;27(12):1614-1619.
10. Marecek GS, Saltzman MD. Complications in shoulder arthroscopy. *Orthopedics*. 2010;33(7):492-497. doi: 10.3928/01477447-20100526-15.
11. Weber SC, Abrams JS, Nottage WM. Complications associated with arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy*. 2002;18(suppl):88-95.
12. Yerosian MG, Arshi A, Terrell RD, Wang JC, McAllister DR, Petrigliano FA. Incidence of acute postoperative infections requiring reoperation after arthroscopic shoulder surgery. *Am J Sports Med*. 2014;42(2):437-41. doi: 10.1177/0363546513510686.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dokolin Sergey Yu. – senior researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Artyukh Vasily A. – head of department N 4, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Kuzmuna Vladislava I. – assistant researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Liventsov Vitalii N. – orthopedic surgeon at of department N 4, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

СЛУЧАЙ ДИРОФИЛЯРИОЗА РАЗГИБАТЕЛЯ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ, ИМИТИРУЮЩИЙ СУХОЖИЛЬНЫЙ ГАНГЛИЙ

Д.Ю. Соснин¹, В.Г. Козюков¹, И.В. Кадынцев¹, А.Л. Таскаев², А.П. Щекотова¹, Н.В. Каримова², А.А. Галимова²

¹ ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России Ул. Петропавловская, д. 26, г. Пермь, Россия, 614990

² ГБУЗ Пермского края «МСЧ № 9 им. М.А. Тверье» Ул. Братьев Игнатовых, д. 2, Пермь, Россия, 614990

Реферат

Своевременная диагностика паразитарных заболеваний опорно-двигательного аппарата представляет определенные сложности, обусловленные редкостью данной патологии. В статье представлено клиническое наблюдение – случай дирофиляриоза влагалища разгибателя пальца кисти у 49-летней женщины, госпитализированной с диагнозом «гигрома тыльной поверхности кисти». Правильный диагноз заболевания был поставлен только после извлечения паразита во время операции. Обсуждены проблемы дифференциальной диагностики данного заболевания и гигромы тыла кисти. Для уточнения диагноза предложено использовать предоперационное УЗИ мягких тканей кисти.

Ключевые слова: дирофиляриоз, сухожильный ганглий, гигрома.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-117-121

Дирофиляриоз – трансмиссивное паразитарное заболевание человека и животных, возбудителями которых являются круглые черви (нематоды) – *Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis*. Длина взрослых особей достигает 20 см, а диаметр – 1,3 мм. Обычно гельминты паразитируют в сосудистом русле собак и других представителей семейства псовых [9]. Помимо них заражению могут быть подвержены другие млекопитающие: домашние и дикие кошки, хорьки, ондатры, а также человек. Промежуточный хозяин – комары (род *Aedes*, *Culex*, *Anopheles*). Инфицирование окончательного хозяина происходит при укусе зараженного комара. Во время кровососания личинки паразита проникают в кровь окончательного хозяина, где через несколько стадий превращаются во взрослых паразитов. В организме окончательного хозяина происходит спаривание взрослых особей гельминта с отрождением самками большого количества живых личинок, способных при кровососании проникнуть в организм комара.

У человека диагностика дирофиляриоза основана на обнаружении гельминта. Как правило, поражения человека регистрируются случайно при поражении гельминтом органов

зрения [3, 4] или при подкожной локализации паразита [8, 10]. Поражения других органов регистрируются значительно реже, и паразит выявляется, как правило, случайно. Так, в доступной литературе описаны клинические случаи острого орхитидимита [5], интраларингеальной инвазии [7], локализации в щечной области [2]. Документированных случаев обнаружения данных гельминтов как причины патологии опорно-двигательной системы в доступной литературе нами не обнаружено. В связи с этим определенный интерес представляет клинический случай дирофиляриоза сухожилия разгибателя пальцев кисти, который мы представляем.

Больная Н., 49 лет, поступила для планового стационарного лечения в ортопедическое отделение ГБУЗ ПК «МСЧ № 9 им. М.А. Тверье» (г. Пермь) в январе 2016 г. с жалобами на болезненное образование, локализованное на тыльной поверхности правой кисти. В последнее время отмечала появление зуда, который усиливался в вечернее время.

Считает себя больной в течение двух лет, когда обнаружила опухолевидное образование на тыльной поверхности правой кисти.

Соснин Д.Ю., Козюков В.Г., Кадынцев И.В., Таскаев А.Л., Щекотова А.П., Каримова Н.В., Галимова А.А. Случай дирофиляриоза разгибателя пальцев кисти, имитирующий сухожильный ганглий *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):117-121. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-117-121.

Соснин Дмитрий Юрьевич. Ул. Петропавловская, д. 26, г. Пермь, Россия, 614990; e-mail: sosnin_dm@mail.ru

Рукопись поступила: 18.04.2016; принята в печать: 07.07.2016

За медицинской помощью не обращалась, лечения не получала. Свое обращение связывает с увеличением опухоли и появившимися болезненными ощущениями и зудом. Профессиональный анамнез не отягощен, работает продавцом одежды, травму кисти отрицает. Проживает в двухэтажном доме, где также находятся собака и кошка, в южные страны не выезжала. На момент госпитализации состояние пациентки удовлетворительное, со стороны внутренних органов патологии не выявлено.

Локальные изменения: по тыльной поверхности правой кисти в области диафиза третьей пястной кости имеется округлое, умеренно подвижное опухолевидное образование (размеры 2,5×1,5 см, высотой 0,5 см), не спаянное с кожей, связанное с сухожилием разгибателя пальца. Образование мягко-эластической консистенции, болезненное при пальпации, кожа над ним не изменена. Движения в суставах третьего пальца не ограничены. Сосудистых и чувствительных расстройств на кисти не выявлено.

Результаты лабораторных исследований: группа крови АВ (IV)Rh⁺ (положительная), HBsAg не обнаружен, антитела к ВИЧ, ВГС, *Treponema pallidum* – не обнаружены. В общем анализе крови отклонений от нормы не обнаружено. В лейкоцитарной формуле также не выявлено признаков, которые могли бы указывать на паразитарное заболевание (содержание эозинофилов 2%) или острый воспалительный процесс (палочкоядерные нейтрофилы 1%, сегментоядерные нейтрофилы 57%). СОЭ незначительно ускорена – 19 мм/ч. При исследовании кала яйца гельминтов и цисты простейших не обнаружены. Общий анализ мочи без особенностей. Отклонений в результатах биохимического исследования крови (глюкоза, холестерин, билирубин, АлАТ, АсАТ, креатинин) и исследованиях показателей гемостаза (ПТВ, АПТВ, ТВ, фибриноген, АДФ – агрегация тромбоцитов, этаноловый тест) не выявлено.

На основании жалоб, анамнеза, клинических и инструментальных данных установлен диагноз – сухожильный ганглий тыла правой кисти. Рекомендовано оперативное лечение в плановом порядке.

Протокол операции: под местной анестезией раствором новокаина 0,5% – 50,0 выполнен линейный разрез кожи над опухолевидным образованием в проекции диафиза третьей пястной кости. В подкожно-жировой клетчатке обнаружено жидкостное образование округлой формы размерами 2,5×1,5×0,5 см с четкой капсулой беловатого цвета, плотно спаянное с паратенонием сухожилия разгибателя пальцев кисти. После рассечения спаек и мобили-

зации опухолевидного образования последнее удалено вместе с частью наружной оболочки сухожилия. Сухожилие разгибателя пальцев (пучок к третьему пальцу) на протяжении 2,5 см увеличено в диаметре на 2–3 мм, имеет желтоватый цвет, отсутствует характерный блеск (дегенеративные изменения). После вскрытия капсулы опухолевидного образования из полости выделилось до 0,5 мл серозно-гноеподобной жидкости желто-зеленого цвета без запаха. При дальнейшей ревизии был обнаружен живой паразит белого цвета, подвижный при извлечении (рис.).

Послеоперационная рана промыта раствором антисептика (хлоргексидин). Выполнен контроль гемостаза. Кожная рана ушита отдельными узловыми капроновыми швами с оставлением трубчатого латексного (диаметр 3 мм) дренажа. Наложена асептическая повязка. Экссудат и макропрепарат отправлены на бактериологическое исследование. Послеоперационный период протекал без осложнений.

Бактериологическое исследование экссудата роста микрофлоры не выявило. Препарат: извлеченный паразит представлял собой живую подвижную нематоду серо-белого цвета. Тело гельминта – нитевидное, снаружи покрыто плотной кутикулой. Размеры извлеченного паразита: длина – 5,6 см, толщина – около 1 мм. При макроскопическом исследовании гельминта сотрудник лаборатории предположительно идентифицировал его как *Dirofilaria repens*.



Рис. 1. Паразит *Dirofilaria* spp., извлеченный из сухожильной оболочки (паратеноний) общего разгибателя пальцев кисти

Однако, учитывая отсутствие четких морфологических признаков, позволяющих различить особи *Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis* при макроскопическом осмотре, по нашему мнению, корректнее идентифицировать извлеченного паразита как *Dirofilaria spp.* [6].

Диагноз после операции: дирофиляриоз сухожилия разгибателя пальцев правой кисти. При выписке из стационара пациентке было рекомендовано обратиться к инфекционисту или паразитологу для дальнейшего лечения.

Обсуждение

Данный клинический случай представляет определенный интерес из-за необычной локализации относительно редкого для человека паразита и является первым описанием *Dirofilaria spp.*, выявленным в паратенонии сухожилия разгибателя пальцев кисти. Первоначальный диагноз был затруднен из-за сходства клинической картины с проявлениями сухожильного ганглия и отсутствия специфических симптомов, описанных для дирофиляриоза. Следует указать, что при предоперационном обследовании никаких признаков паразитарного заболевания выявлено не было. Результаты всех стандартных исследований, приведенных выше, были в пределах нормы. Такой неспецифический признак паразитарных заболеваний, как эозинофилия, часто наблюдающийся при миграции личинок нематод в тканях организма, в представленном случае отсутствовал. Однако при сборе анамнеза и по данным осмотра часть жалоб и признаков не совсем укладывались в клиническую картину, характерную для относительно небольших размеров и мягко-эластичного сухожильного ганглия тыла кисти, а именно – болезненность и ощущения зуда разной интенсивности.

Рациональным в таком случае явилось бы предварительное выполнение перед операцией ультразвукового исследования мягких тканей тыла кисти. Тем более что данный метод диагностики при локализации паразита в мягких тканях уже продемонстрировал свою эффективность [2].

Таким образом, в подобных случаях следует рекомендовать более широкое выполнение ультразвуковых методов исследования мягких тканей в диагностических целях, в том числе и при сухожильных ганглиях различных локали-

заций. Кроме того, в последние годы доказано, что *Dirofilaria spp.* могут размножаться в организме человека, продуцируя микрофилярий [1]. Поэтому после извлечения самого паразита пациенту следует обязательно провести дальнейшую медикаментозную терапию, направленную на уничтожение паразита на всех стадиях его развития.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Бронштейн А.М., Малышев Н.А., Жаров С.Н., Федянина Л.В., Фролова А.А., Супруга В.Г., Лучшев В.И. Первый в России аутохтонный случай выявления длительной микрофиляриемии *Dirofilaria repens* и первый опыт комбинированной терапии *Dirofilaria repens*. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2013;(3):47-52.
2. Будаев А.П., Гребеник Л.А., Громов А.Л., Москалев В.Г. Клинический случай выявления *Dirofilaria repens* у человека с локализацией в щечной области с использованием ультразвукового исследования. *Курский научно-практический вестник «Человек и здоровье»*. 2014;(4):46-48.
3. Гаврилова Т.В. Редкие случаи дирофиляриоза органа зрения в Перми. *Офтальмохирургия*. 2012;(4):4.
4. Корхов А.П., Темиров Н.Э., Нагорный С.А., Ермакова Л.А., Думбадзе О.С., Бескровная Ю.Г., Черникова Е.А. Случай редкой внутриглазной локализации *Dirofilaria spp.* у человека. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2009;(1):59.
5. Кочеров А.А., Лобанов А.В., Чупрынин А.В. Случай острого орхоэпидимита, вызванного гельминтом (*Dirofilaria repens*). *Урологические ведомости*. 2015;5(1):104-105.
6. Кравченко В.М., Итин Г. С. Морфологическая характеристика *Dirofilaria immitis* и *Dirofilaria repens*. *Теория и практика паразитарных болезней животных*. 2012;13:197-200.
7. Свистушкин В.М., Завойкин В.Д., Пряников П.Д., Федякина Л.В., Чучаева Н.Д., Будейкина Л.С., Ракунова Е.Б. Впервые описанный случай интраларингеальной инвазии *Dirofilaria repens*. *Русский медицинский журнал*. 2014;22(26):1943-1944.
8. Супруга В.Г., Цыбина Т.Н., Денисова Т.Н., Морозов Е.Н., Романенко Н.А., Старкова Т.В. Первый случай диагностики дирофиляриоза по микрофиляриям, обнаруженным в пунктате подкожной опухоли человека. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2004;(4):6-8.
9. Ястреб В.Б. Клинические признаки дирофиляриоза собак, вызванного *Dirofilaria immitis* и *D. repens*. *Российский паразитологический журнал*. 2009;(2):86-91.
10. Permi H.S., Kishan Prasad H.L., Kumar Y.S., Shetty K.J., Veena S., Mohan R. Subcutaneous human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens*: report of two cases. *J Global Infect Dis*. 2011;(2):199-201.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Соснин Дмитрий Юрьевич – д-р мед. наук, доцент кафедры клинической лабораторной диагностики факультета дополнительного профессионального образования ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Козюков Владимир Григорьевич – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Кадынцева Игорь Валерьевич – канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии № 1 ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Щекотова Алевтина Павловна – д-р мед. наук, доцент, заведующая кафедрой клинической лабораторной диагностики факультета дополнительного профессионального образования ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Таскаев Алексей Леонидович – врач травматолог-ортопед, ГБУЗ Пермского края «МСЧ № 9 им. М.А. Тверье»

Каримова Нина Вячеславовна – врач клинической лабораторной диагностики ГБУЗ Пермского края «МСЧ № 9 им. М.А. Тверье»

Галимова Альфина Акрамовна – врач-клинической лабораторной диагностики ГБУЗ Пермского края «МСЧ № 9 им. М.А. Тверье»

DIROFILARIASIS OF TENDINOUS SHEATH OF EXTENSOR POLLICIS LONGUS IMITATING DORSAL HAND GANGLION CYST: A CASE REPORT

D.Yu. Sosnin¹, V.G. Kozyukov¹, I.V. Kadyntsev¹, A.L. Taskaev², A.P. Shchekotova¹, N.V. Karimova², A.A. Galimova²

¹Perm State Medical University named for acad. E.A. Wagner
Ul. Petropavlovskaya, 26, Perm, Russia, 614990

²Tverje Hospital N 9
Ul. Brat'yev Ignatovykh, 2, Perm, Russia, 614990

Abstract

Early diagnostics for parasitic diseases of musculoskeletal system is rather challenging due to rare occurrence of described pathology.

The authors review a clinical case of a female patient, 49 years old, with dirofilariasis of tendinous sheath of extensor pollicis longus. The patient was admitted to hospital with a diagnosis of dorsal hand ganglion cyst. Correct diagnosis was made only after parasite extraction during surgical procedure. The authors discuss issues of differential diagnosis of such disease as well as dorsal hand ganglion. Diagnosis can be confirmed by preoperative ultrasound scans of hand soft tissues.

Keywords: dirofilariasis, ganglion cyst, hygroma

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-117-121

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

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

References

1. Bronshtejn AM, Malyshev NA, Zharov SN, Fedjanina LV, Frolova AA, Suprjaga VG, Luchshev VI. [Russia's first autochthonous case of identifying the long microfilariae *Dirofilaria repens* and the first experience of combination therapy *Dirofilaria repens*]. *Jepidemiologija i infektionnye bolezni* [Epidemiology and Infectious Diseases]. 2013;(3):47-52. [in Russ.]
2. Budaev AP, Grebenik LA, Gromov AL, Moskalev VG. [Case detection of *Dirofilaria repens* in humans localized in the cheek area using ultrasound]. *Kurskii nauchno-prakticheskii vestnik «Chelovek i zdorov'e»* [Kursk scientific-practical herald «Man and health»]. 2014;(4):46-48. [in Russ.]
3. Gavrilova TV. [Rare cases of dirofilariasis of eyes in Perm]. *Oftal'mokhirurgiya* [Ophthalmosurgery]. 2012;(4):4. [in Russ.]

Cite as: Sosnin DYu, Kozyukov VG, Kadyntsev IV, AL Taskaev, Shchekotova AP, Karimova NV, Galimova AA. [Dirofilariasis of tendinous sheath of extensor pollicis longus imitating dorsal hand ganglion cyst: A case report]. *Traumatalogia i ortopedia Rossii*. 2016; 22(3):117-121 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-117-121.

✉ Sosnin Dmitry Yu. Ul. Petropavlovskaya, 26, Perm, Russia, 614990; e-mail: sosnin_dm@mail.ru

1 Received: 18.04.2016; Accepted for publication: 07.07.2016

4. Korkhov AP, Temirov NE, Nagornyi SA, Ermakova LA, Dumbadze OS, Beskrovnaya YuG, Chernikova EA. [The case of a rare intraocular localization *Dirofilaria* spp. in humans]. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni* [Medical Parasitology and Parasitic Diseases]. 2009;(1):59. [in Russ.]
5. Kocherov AA, Lobanov AV, Chuprynin AV. [The case of acute orchiepididymitis caused by helminth (*Dirofilaria repens*)]. *Urologicheskie vedomosti* [Urological Bulletin]. 2015;5(1):104-105. [in Russ.]
6. Kravchenko BM, Itin GS. [Morfologicheskaja karakteristika *Dirofilaria immitis* i *Dirofilaria repens*]. *Teoriya i praktika parazitarnyh boleznej zhivotnyh* [Theory and practice of parasitic diseases of animals]. 2012;13:197-200. [in Russ.]
7. Svistushkin VM, Zavoikin VD, Pryanikov PD, Fedyakina LV, Chuchaeva ND, Budeikina LS, Rakunova EB. [The first reported case of invasive endolaryngeal *Dirofilaria repens*]. *Russkii meditsinskii zhurnal* [Russian Medical Journal]. 2014;22(26):1943-1944. (in Russ.)
8. Supryaga VG, Tsybina TN, Denisova TN, Morozov EN, Romanenko NA, Starkova TV. [The first case of diagnosis of heartworm on the microfilaria found in punctate subcutaneous human tumor]. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni* [Medical Parasitology and Parasitic Diseases]. 2004;(4):6-8. [in Russ.]
9. Jastrebnik VB. [Clinical signs of heartworm dogs caused by *Dirofilaria immitis* and *D. repens*]. *Rossiiskij parazitologicheskij zhurnal*. [Russian Parasitological Magazine]. 2009;(2):86-91. [in Russ.]
10. Permi HS, Kishan Prasad HL, Kumar YS, Shetty KJ, Veena S, Mohan R. Subcutaneous human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens*: report of two cases. *Journal of Global Infectious Diseases*. 2011;3(2):199-201.

 INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sosnin Dmitry Yu. – associate professor of the chair of clinical laboratory diagnostics, faculty of continuing professional education, Perm State Medical University named after acad. E.A. Wagner

Kozyukov Vladimir G. – professor the chair of traumatology, orthopedics and field surgery, Perm State Medical University named after acad. E.A. Wagner

Kadyntsev Igor V. – associate professor, department of general surgery N 1, Perm State Medical University named after acad. E.A. Wagner

Shchekotova Alevtina P. – head of Department of the chair of clinical laboratory diagnostics, faculty of continuing professional education, Perm State Medical University named after acad. E.A. Wagner

Taskaev Alexey L. – trauma and orthopedic surgeon, Tverje Hospital N 9

Karimova Nina V. – doctor of clinical laboratory diagnostics, Tverje Hospital N 9

Galimova Al'fina A. – doctor of clinical laboratory diagnostics, Tverje Hospital N 9

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КЛЕТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННОГО СУСТАВНОГО ХРЯЩА (аналитический обзор литературы)

М.С. Божокин, С.А. Божкова, Г.И. Нетылько

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

Реферат

Несмотря на внедрение в клиническую практику широкого спектра хирургических методик лечения поврежденных суставного хряща, на современном этапе развития медицины и биотехнологий поиск методов восстановления суставных поверхностей остается очень актуальной и нерешенной задачей. В последние годы все больше надежд связывают с разработкой клеточных методов восстановления гиалинового хряща, таких как аутологичная имплантация хондроцитов, имплантация клеточной культуры мезенхимальных стволовых клеток (МСК), в том числе с технологиями генной модификации клеток. Целью настоящего обзора было обобщение опубликованной в научной литературе информации о полученных на современном этапе результатах при разработке перспективных клеточных технологий восстановления суставного хряща.

Первой клинически применяемой методикой для восстановления гиалинового хряща с использованием клеточных технологий считается аутологичная трансплантация хондроцитов, впервые осуществленная группой шведских ученых в 1987 г. Однако пересаженная культура клеток характеризуется низким пролиферативным потенциалом и неспособностью сформировать устойчивый к повышенным физическим нагрузкам регенерат. Следующее поколение методик, появившееся на рубеже веков, использует вместо аутологичных хондроцитов мезенхимальные стволовые клетки, заготовка которых является менее инвазивной процедурой по сравнению с получением хондроцитов, а сама культура обладает повышенным пролиферативным потенциалом. Для надежной фиксации клеток исследователи используют различные биодеградируемые носители (матрицы). Несмотря на хорошие клинические результаты, полученные в среднесрочной перспективе, с течением времени в результате клеточной де-дифференцировки имплантированная тканеинженерная конструкция деградирует. Следующим поколением методов, находящихся в стадии доклинических исследований, является предварительная хондрогенная модификация имплантированной клеточной культуры. Использование различных факторов роста, модифицированного клеточного продукта и гено-активирующих матриц, позволяет достичь стабильного синтеза регуляторных и ключевых белков, точно повлиять на пролиферацию регенерата в хондрогенном направлении и, как следствие, сформировать полноценный гиалиновый хрящ, устойчивый во времени к большим физическим нагрузкам.

Таким образом, разработка путей восстановления суставного хряща давно вышла за рамки интересов врачей клинических специальностей, и только тесное междисциплинарное взаимодействие клиницистов со специалистами в области клеточной биологии, молекулярной генетики, и, возможно, вирусологии позволит восстановить на месте дефекта полноценный гиалиновый хрящ.

Ключевые слова: регенерация суставного хряща, хондроциты, ММСК.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-122-134

Введение

Ещё в 1743 г. Вильям Хантер впервые отметил, что повреждённый хрящ уже никогда не восстановится, а в 1853 г. Джеймс Рагет написал: «Неизвестно ни единого случая, когда потерянная часть хряща восстанавливалась новым или хорошо сформированным хрящом» [11]. Заболеваниями суставного хряща в современном мире страдают миллионы людей.

Несмотря на относительную простоту биохимической и клеточной структуры, способности суставного хряща к регенерации весьма ограничены [7], и поиск методов восстановления суставных поверхностей является актуальной и нерешенной задачей [21]. К настоящему времени разработан и внедрен в клиническую практику широкий спектр хирургических методик по лечению повреждений суставного хряща:

Божокин М.С., Божкова С.А., Нетылько Г.И. Возможности современных клеточных технологий для восстановления поврежденного суставного хряща (аналитический обзор литературы) *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):122-134. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-122-134.

Божокин Михаил Сергеевич. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: writeback@mail.ru

Рукопись поступила: 22.08.2016; принята в печать: 01.09.2016

артроскопическая туннелизация, микрофрактурирование, мозаичная аутохондропластика, пересадка собственной культуры хондроцитов [2, 25]. Кроме того, идут разработки гидрогелевых имплантатов для восполнения дефектов хряща [1, 51]. Известные экспериментальные методики тканевой инженерии хряща с дермальными фибробластами не получили широкого распространения в связи со сложной процедурой селекции клеток, склонных к индукции хондрального фенотипа [5].

В последнее десятилетие активно разрабатываются клеточные методы восстановления гиалинового хряща: аутологичная трансплантация хондроцитов, трансплантация клеточной культуры мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток (ММСК), в том числе, с технологиями генной модификации клеток.

Целью настоящего обзора является обобщение опубликованной в научной литературе информации о полученных на современном этапе результатах разработки перспективных клеточных технологий восстановления суставного хряща.

Технологии с применением хондроцитов

В 1987 г. группой шведских учёных во главе с М. Brittberg [10] для восстановления повреждённой хрящевой поверхности впервые была опробована принципиально новая технология, заключающаяся в аутотрансплантации хондроцитов (далее АТХ, в англ. АСІ – autological chondrocyte implantation). Данная методика представляет собой двухэтапный процесс, в котором на первом этапе артроскопически из ненагружаемой зоны суставной поверхности забирают участок неповрежденного хряща, после чего в стерильных условиях с помощью различных ферментов (например, коллагеназы) выделяют хондроциты и культивируют их до достижения необходимого количества (12–48 млн клеток). На втором этапе выполняют трансплантацию культуры клеток в область повреждения [17]. В 1994 г. появился первый коммерческий клеточный продукт CartiCel(R), разработанный в США, а в 1996 г. была впервые предложена логическая модификация методики АТХ – матрикс-индуцированная имплантация хондроцитов (МАТХ – matrix associated chondrocyte implantation), при которой культивирование клеточной культуры проводят внутри 3D-структуры (матрица, гель), выступающей в качестве носителя клеток и способствующей образованию гиалиноподобной ткани [59] с последующим внесением всей конструкции в зону дефекта. Таким

образом, трансплантация хондроцитов может происходить как в сочетании с биодеградируемым носителем, так и без него. Однако в последнем случае возможна миграция клеточного продукта, что, на наш взгляд, делает применение тканеинженерных конструкций (матрица-носитель с культурой клеток) более перспективным методом.

Лабораторные исследования показали, что успешное восстановление хрящевой ткани зависит не только от способности хондроцитов к пролиферации, но и от направления их дифференцировки внутри тканеинженерной 3D-матрицы [18]. В качестве матрицы широкое распространение получили биоматериалы на основе коллагена, агарозы, альгината, хитозана и гиалуриновой кислоты (ГК), а также различные полимолочные кислоты (полилактиды) [42]. Существует ряд коммерческих продуктов для фиксации клеточной культуры (например, ChondroGyde® и др.). Доказано, что трехмерная структура матрицы положительно влияет на дифференцировку клеточной культуры в хондрогенном направлении, в результате чего происходит формирование характерного для гиалинового хряща внеклеточного матрикса и повышается синтез ключевых белков, таких как коллаген II типа, аггрекан [35].

На данный момент не существует «золотого стандарта» совмещения клеточной культуры и биодеградируемого носителя, поэтому исследователи используют различные методы и протоколы, которые можно разделить на две основные группы: статическую – когда клетки проникают внутрь носителя под действием диффузии, и динамическую – когда на клеточную культуру воздействуют вакуумом, электромагнитной или центробежной силой, кроме того, возможно использование циркуляционного насоса [4]. Одновременно с трансплантацией тканеинженерной конструкции (ТИК) для внесения клеток и регуляторных факторов в область дефекта для стимуляции регенеративных процессов в повреждённой области хряща могут применять микрофрактурирование, субхондральную туннелизацию [33] или оставляют область дефекта интактной [28]. В ряде случаев при остеохондральных дефектах в комбинации с клеточными технологиями выполняют дебридмент [15]. Возможно, что для многослойных ТИК важное значение имеет различная структура слоёв, к примеру, слой, обращённый в полость сустава, должен создавать минимальное трение с противоположной суставной поверхностью, а слой, обращённый к субхондральной кости, – обладать специфической адгезивной способностью [58].

В клинической практике для фиксации ТИК применяют различные способы. При размере матрицы от 1,0 см² применяют металлические скобы или швы [53], но в основном исследователи для предотвращения миграции имплантированной культуры клеток используют коллагеновые, фибриновые клеи, в том числе, обогащённые тромбоцитами, а также лоскуты надкостницы [2, 24, 27, 57, 61].

Данные научной литературы свидетельствуют о сопоставимой эффективности применения технологий АТХ и МАТХ. К основным достоинствам обоих методов можно отнести отсутствие риска развития иммунных осложнений, включающих реакцию «трансплантат против хозяина» (РТПХ), а также большой риск заражения пациента вирусными инфекциями, что возможно при пересадке аллогенных клеток. К достоинствам указанных методик можно отнести и малый объем хирургического вмешательства на первом этапе, в отличие от аутологичной костно-хрящевой трансплантации [33]. Результаты лечения даже больших (>4 см²) повреждений хряща коленного сустава можно расценить как хорошие, поскольку они приводят к увеличению качества жизни пациентов, несмотря на выявляемую артроскопически неравномерность регенерации в области повреждения [40]. Аналогичные результаты демонстрируют L. Peterson и соавторы, применившие сочетание корригирующей остеотомии и технологии АТХ [53].

Несмотря на значимое уменьшение болевого синдрома у пациентов после трансплантации аутологичных хондроцитов [59], применение данной технологии не получило всеобщего распространения. Одной из причин этого является высокая стоимость применения АТХ, которая существенно превышает стоимость выполнения микрофрактурирования при схожих результатах лечения дефектов менее 3 см² при сроке наблюдения 10 лет [40]. При этом в одних исследованиях при сравнении результатов применения данных методик не выполняли анализ гистологических и рентгенографических изменений в регенерате, в других же – внутренняя структура регенерата при использовании технологии АТХ соответствовала неповреждённому гиалиновому хрящу в большей степени [48]. Последнее, по-видимому, свидетельствует о большом количестве неучтённых факторов, влияющих на развитие регенерата после оперативного вмешательства. Сравнение технологий АТХ и МАТХ показало отсутствие существенных различий между ними по шкале IKDC (International Knee Documentation Committee) через 24 месяца после выполнения процедуры. Однако применение технологии

МАТХ представляется более предпочтительным, так как трёхмерное микроокружение способствует дифференцировке культуры клеток в хондрогенном направлении и существенно уменьшает риск миграции из ТИК в полость сустава [69].

Помимо высокой стоимости, технология аутологичной трансплантации хондроцитов имеет и другие недостатки. Во-первых, это процесс, требующий двух полноценных оперативных вмешательств. Во-вторых, для формирования и интеграции вновь образованной ткани в неповреждённую область требуется длительный, иногда до полугода, процесс реабилитации. В-третьих, при использовании надкостничного лоскута возможно развитие гипертрофии хряща [13]. Однако, на наш взгляд, главным и самым существенным недостатком данной технологии является де-дифференцировка хондроцитов. При культивировании в монослое клетки перестают синтезировать ключевые белки суставного хряща, коллаген II типа и агрекан, гипергидратированное взаимодействие которых между собой и придаёт гиалиновому хрящу уникальные биомеханические свойства, например, способность к обратной микродеформации. Вместо этого начинается синтез коллагена I типа и неспецифических протеогликанов, что приводит к образованию волокнистого хряща с кардинально другими механическими свойствами, неспособного выдерживать значительные физические нагрузки и впоследствии деградирующего [6, 36]. Несмотря на то, что культивирование хондроцитов в трёхмерной среде на ранней стадии препятствует де-дифференцировке клеток и способствует синтезу основных белков суставного хряща, это не является достаточным условием для гарантированного образования гиалиноподобного регенерата в долгосрочной перспективе, что свидетельствует о недостаточной изученности процесса регуляции формирования гиалиновой ткани.

Известны всего несколько методик, которые достаточно активно применяют в клинической практике врачи США: это микрофрактурирование, которое мы подробно не рассматриваем в рамках данной работы, остеохондральная аутологичная трансплантация и трансплантация аутологичных хондроцитов. Как правило, при выборе методики для конкретного пациента учитывают размер, вид и локализацию дефекта (рис.). Методика МАТХ до сих пор не получила широкого распространения в клинической практике, что связано, вероятно, с этапом накопления отдаленных результатов и совершенствования методик культивирования хондроцитов.

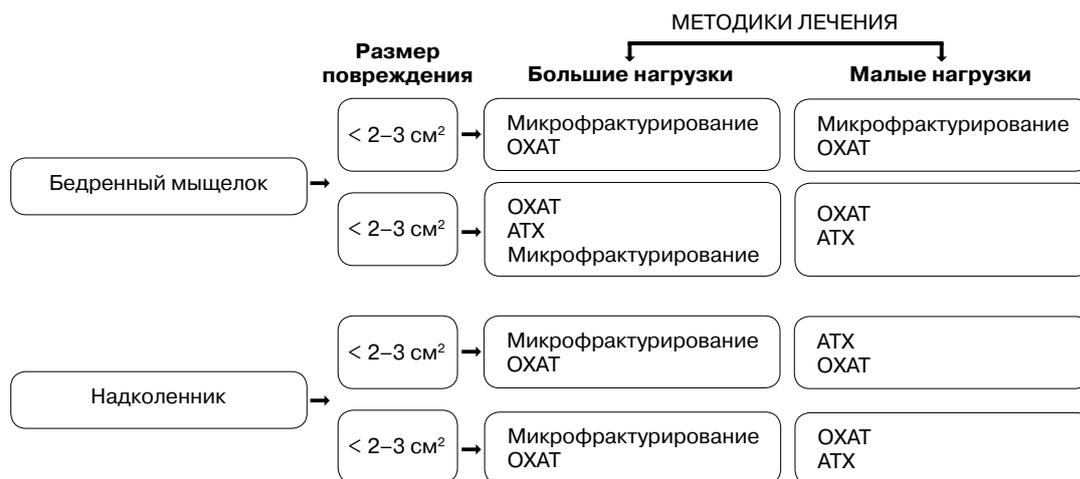


Рис. Схема выбора методики лечения дефекта хряща в зависимости от локализации и размера (по данным научной литературы): ОХАТ – остеохондральная аутологичная трансплантация; АТХ – аутологичная трансплантация хондроцитов

По-видимому, дальнейшее усовершенствование методик АТХ и МАТХ должно быть направлено на усиление интеграции полученного тканеинженерного продукта в область неповреждённого хряща, увеличение скорости формирования регенерата и предупреждение де-дифференцировки хондроцитов, что должно привести к образованию устойчивой к механическому воздействию гиалиноподобной хрящевой ткани.

Технологии с применением ММСК

Параллельно с технологией АТХ в 1994 г. S. Wakitani предложил новую методику, где в качестве клеток для последующей трансплантации использовали не хондроциты, а ММСК [60]. Получение данного вида клеток, находящихся в костном мозге, ткани синовиальной оболочки, крови, жировой ткани (в том числе, жировой ткани из коленного сустава [2]) и надкостнице [45], в отличие от метода получения хондроцитов, не приводит к дополнительной травматизации интактного суставного хряща. При этом применение различных ростовых факторов, таких как TGF-beta-3 и дексаметазон, способно направить дифференцировку клеточной культуры в хондрогенном направлении [20]. Культивирование и трансплантацию клеточной культуры ММСК чаще всего проводят в составе ТИК, используя биodeградируемые матрицы различной структуры. Данный метод считается одной из наиболее перспективных клеточных технологий для лечения травматических хондральных и остеохондральных дефектов коленного и голеностопно-

го суставов. При этом трансплантация ММСК в область повреждения в целом аналогична трансплантации хондроцитов, а различия в основном связаны с получением и культивированием клеточной культуры.

Как уже упоминалось выше, источником ММСК могут служить различные ткани, но чаще всего для получения ММСК у человека при лечении остеохондральных повреждений суставного хряща используют игольную аспирацию костного мозга [15] или выделение ММСК из жировой ткани [51]. В качестве альтернативного источника получения данных клеток у животных используют ткань синовиальной оболочки [51]. K. Saw и соавторы предложили способ выделения ММСК из периферической крови, но в настоящее время, в том числе, из-за высокой стоимости, он не получил широкого распространения [49]. Известно, что ММСК, выделенные из разных источников, обладают способностью к дифференцировке в различных направлениях [47]. Для детального анализа полученной культуры на возможность дальнейшей дифференцировки в определенном направлении необходимо предварительно тестировать клетки на наличие или отсутствие у них специфических маркеров. К примеру, хондрогенная дифференцировка возможна у клеток, положительных по CD90 и отрицательных по CD45 [47].

По мнению Y. Sakaguchi и соавторов (2005), синовиальные ММСК в сравнении с клетками, выделенными из костного мозга и надкостницы, характеризуются большей способностью к хондрогенной дифференцировке [47]. В других экспериментальных исследованиях этот тезис не

подтвердился [30]. Несмотря на то, что ММСК жировой ткани обладают меньшим хондрогенным потенциалом в сравнении с ММСК надкостницы, синовиальной оболочки и костного мозга, они легко могут быть выделены в количестве, необходимом для последующей трансплантации. Надо отметить, что ММСК из костного мозга и надкостницы характеризуются выраженным остеогенным потенциалом [47] и способны к спонтанной дифференцировке в данном направлении. Данное свойство не является положительным для хрящевой инженерии, но может быть использовано при лечении дефектов костной ткани.

Оценка хондрогенного потенциала ММСК, выделенных из разных источников, является актуальной задачей. Разработанные протоколы выделения и культивирования клеток (в том числе, 3D) и обработка их различными комбинациями факторов роста способствуют усилению хондрогенного потенциала исходной клеточной культуры [47]. Сформулированные разными исследователями количественные и качественные его характеристики способствуют анализу и систематизации полученных данных. Несмотря на большое количество работ в данном направлении, критерии выбора клеточной культуры для восстановления повреждений суставного хряща являются темой дискуссий, и подробное обсуждение данного вопроса выходит за рамки данной работы.

Помимо трансплантации аутологичных ММСК, существует возможность применения ММСК из клеточных банков или заготовленных заранее стволовых клеток пупочного канатика, что может в будущем создать альтернативное направление данной методике. Однако необходимы дальнейшие исследования, направленные на доказательство безопасности применения аллогенной трансплантации из-за возможного иммунного ответа [41].

В настоящее время известно значительное количество факторов (физических, химических, биологических), влияющих на направление дифференцировки ММСК в культуре. Например, экспрессия генов *col2a1* и *sox9*, также как и снижение парциального давления O_2 в 7 раз с 21 до 3%, значительно увеличивает синтез гликозаминогликанов (ГАГ) [8]. Аналогично действует низкоинтенсивное (200 мВ на 1 см²) ультразвуковое (1 МГц) воздействие на культуру клеток [12]. Большое влияние на хондрогенную дифференцировку имеет также наличие в культуральной среде серы, которая должна входить в состав сульфатированных ГАГ [34]. Известно, что прямое действие на дифференцировку ММСК в

хондрогенном направлении оказывают факторы роста фибробластов: bFGF, TGF-beta3, FGF-2, последний из которых увеличивает синтез коллагена II типа и специфических протеогликанов [23]. Кроме того, аналогичное действие проявляют дексаметазон, костные морфогенетические белки (BMP-2,4,6), инсулиноподобный фактор роста (IGF-1) [39, 47], Sox9 [55]. В результате большинство протоколов культивирования ММСК включает в себя добавление тех или иных регуляторов роста [33, 43, 67]. Применение во время культивирования паратиреоидного гормона позволяет подавить остеогенную дифференцировку ММСК [29]. Таким образом, у исследователей есть широкий набор методов для придания дифференцировке ММСК необходимого направления и некоторому увеличению синтеза ключевых белков, таких как коллаген II типа и агрекан.

Актуальной задачей большинства доклинических исследований является применение различных трёхмерных тканеинженерных конструкций, содержащих дифференцированные ММСК [52, 63]. Y. Zhao и соавторами культивировали ММСК собаки внутри выделенного и очищенного хрящевого внеклеточного матрикса. В результате после 3 недель культивирования *in vitro* биохимический анализ показал наличие вновь синтезированных молекул коллагена II типа и ГАГ вокруг равномерно распределённых клеток [67]. Аналогично, в остехондральных эксплантатах на 4-й неделе культивирования ММСК в агарозном геле M.L. Murphy с соавторами выявили экспрессию гена коллагена II типа, при этом уровень синтеза ГАГ соответствовал неповреждённому гиалиновому хрящу [37]. В экспериментах A. Wataru с соавторами через 6 месяцев после имплантации ТИК в область остехондрального дефекта коленного сустава свиньи было показано формирование в зоне имплантации интегрированного и структурно совпадающего с окружающей поверхностью гиалиноподобного регенерата [63]. В некоторых работах матрицу с культурой клеток трансплантировали в область дефекта после предварительного культивирования *in vitro* в течение 2–3 недель, что способствовало лучшему распределению клеток внутри биодеградируемого носителя и синтезу большего количества внеклеточного матрикса [64]. К примеру, В. Marquass и соавторы получили в эксперименте через год после трансплантации гиалиноподобный регенерат, который отличался наличием коллагена II типа, интеграцией регенерата в неповреждённую область и отсутствием признаков даже частичной дегградации [38]. J. Bekkers и соавторы проводили эксперимент

с одновременной трансплантацией хондроцитов и ММСК в фибриновом геле в область хондрального дефекта мышечка бедренной кости половозрелой мыши. Несмотря на маленький размер экспериментального животного, через 6 месяцев после оперативного вмешательства им удалось установить формирование гиалиноподобного регенерата. При этом гистологические и биомеханические исследования показали более полное заполнение дефекта и большее содержание ГАГ по сравнению с применением методики микрофрактурирования [9]. Однако ряд исследователей считает, что необходимы поиск новых экспериментальных моделей и проведение дополнительных исследований для дальнейшей объективной оценки эффективности данной технологии [3].

S. Giannini и соавторы, используя ММСК при лечении остеохондральных повреждений ($>1,5 \text{ см}^2$), добились хорошей степени заполнения дефекта гиалиноподобным регенератом с его интеграцией в область неповрежденной поверхности на 76% при средних сроках наблюдения около 5 лет [16]. В работе K. Saw и соавторов показано заполнение области повреждения и хорошие результаты по шкале ICRS II (International Cartilage Repair Society) через 24 месяца после проведения оперативного вмешательства [49]. A. Gigante с соавторами также через 24 месяца после оперативного вмешательства показали полное заполнение области повреждения, отсутствие воспалительной реакции и болевых ощущений у пациентов с травматическим дефектом хрящевой поверхности (3 см^2) [14].

Безусловно, применение ММСК для восстановления хрящевых и остеохондральных дефектов является перспективной для клинического использования методикой. Однако в связи с небольшим периодом применения к настоящему моменту отдаленных результатов накоплено недостаточно. Согласно международному реестру клинических исследований Национального института здоровья США (<http://clinicaltrials.gov>), на текущий момент из 55 зарегистрированных в нем исследований по изучению трансплантации ММСК в область коленного сустава (mesenchymal stem cell knee) завершено 21, однако результаты опубликованы только по двум со сроками наблюдения 6 месяцев и 2 года, что является явно недостаточным для широкого клинического применения данной технологии.

В отличие от трансплантации хондроцитов [59], использование ММСК подразумевает менее инвазивную процедуру получения клеток и сохранение целостности интактного суставного

хряща [28, 62], что в совокупности с меньшими финансовыми затратами в сравнении с МАТХ и АТХ [16] делает применение ММСК более предпочтительной методикой.

Методы модификации клеточной культуры

При использовании культуры хондроцитов или ММСК формируется регенерат, не полностью соответствующий структуре гиалинового хряща, следовательно, неспособный выдерживать значительные механические нагрузки в течение длительного времени, и, как следствие, деградирующий. Один из путей решения данной проблемы включает в себя использование различных факторов роста для воздействия на направление дифференцировки клеток, о чем говорилось выше. Были получены первые положительные результаты, но оказалось, что требуется разработка эффективной системы доставки белковых регуляторов в область повреждения для получения долгосрочного воздействия на клетку в составе ТИК [19].

Другой путь предполагает использование генно-модифицированного клеточного продукта, который позволяет достичь стабильного синтеза необходимых регуляторных белков в имплантированных клетках, направляя тем самым дифференцировку по хондрогенному пути [66]. Для получения генно-модифицированных клеток применяют адено-, ретро-, лентовирусы и аденоассоциированные вирусы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки [56, 66].

В недавних исследованиях на кроликах было показано, что генно-модифицированные бакуловирусом стромальные клетки, полученные из жировой ткани и костного мозга, стабильно экспрессирующие ростовой фактор BMP-6 суперсемейства TGF-beta3, способны усиливать хондрогенез, подавлять оссификацию и гипертрофию формирующегося регенерата [66]. Тканеинженерную конструкцию создавали *in vitro*, затем имплантировали в область созданного дефекта. Через 6 месяцев была установлена интеграция сформированного регенерата в неповрежденную область суставного хряща и синтез специфического внеклеточного матрикса гиалинового хряща. Полученные результаты свидетельствуют о возможности трансплантации в область хрящевого дефекта ТИК с измененной экспрессией некоторых собственных генов, влияющими на синтез ключевых белков или ростовых факторов, что открывает исследователям принципиально новый метод восстановления гиалинового хряща.

Одной из последних разработок в области регенерации суставного хряща является ис-

пользование микроРНК, которое позволяет предельно точно регулировать синтез тех или иных белков, влияющих на пролиферацию хрящевой ткани [19]. На сегодняшний день известно, что экспрессия микроРНК изменяется также на этапах хрящевой пролиферации [54], де-дифференцировки хондроцитов [22] и хондрогенеза ММСК [65]. Также было показано, что микроРНК miR-148b участвует в регуляции остеогенной дифференцировки и формировании костной ткани [31], а miR-199a, miR-675, miR-145, miR-140 стимулируют хондрогенез [56].

На наш взгляд, большой интерес представляет предложенная S. Raisin с соавторами технология геноактивирующей матрицы (GAM) [46], когда в биодеградирующий носитель помещают плазмиды ДНК, которые после имплантации GAM в область повреждения проникают в клетки организма пациента и на определенное время изменяют экспрессию нужных генов, вследствие чего происходит синтез молекул необходимых белков и восстановление хрящевой ткани. Данные технологии дают исследователям обширные возможности для дифференцировки имплантируемой клеточной культуры именно в хондрогенном направлении с образованием гиалинового хряща требуемой структуры.

Заключение

Регенеративная биомедицина суставов является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей науки. Большинство методик и технологий в настоящее время тестируется в экспериментах и клинических исследованиях. Наиболее широко применяемой в клинической практике ряда стран (ЕС, США) методикой, представленной в нашем обзоре, является трансплантация аутологичных хондроцитов. Однако уже очевидно, что именно методы тканевой инженерии позволяют исследователям замещать область повреждения суставной поверхности регенератом, наиболее близким по структуре и свойствам к гиалиновому хрящу. Перспективно использование тканеинженерных конструкций, содержащих ММСК, некоторые из которых уже проходят клинические исследования. Кроме того, развитие методов генной модификации клеток, высокоэффективно регулирующих хондрогенную клеточную дифференцировку, может в значительной степени способствовать повышению эффективности применения ММСК для лечения дефектов суставного хряща. Таким образом, разработка путей восстановления суставного хряща давно вышла за рамки интересов клинических специалистов, и только тесное междисциплинарное взаимодействие в области

клеточной биологии, молекулярной генетики, и, возможно, вирусологии позволит восстановить на месте дефекта полноценный гиалиновый хрящ.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Божкова С.А., Буянов А.Л., Кочиш А.Ю., Румакин В.П., Хрипунов А.К., Нетьлько Г.И., Смыслов Р.Ю., Афанасьев А.В., Панарин Е.Ф. Перифокальные тканевые реакции на имплантацию образцов гидрогелевого материала на основе полиакриламида с добавлением целлюлозы (экспериментальное исследование). *Морфология*. 2016;149(2):47-53.
2. Брянская А.И., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Румакин В.П., Горностаев В.С. Артропластика с использованием аутологичных мультипотентных мезенхимальных клеток и коллагеновой мембраны ChondroGyde®. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2014;1: 62-66.
3. Деев Р.В., Григорян А.С., Кругляков П.В., Билибина А.А., Соколова И.Б., Павличенко Н.Н., Полинцев Д.Г. Применение трансплантатов, содержащих мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки, для восстановления поврежденных суставных поверхностей в эксперименте. *Гены и клетки*. 2010;5(2):44-55.
4. Нащекина Ю.А., Никонов П.О., Михайлов В.М., Пинаев Г.П. Зависимость заполнения стромальными клетками костного мозга трёхмерной матрицы от способа посева клеток и типа модификации поверхности матрицы. *Цитология*. 2014;56(4):283-290.
5. Новочадов В.В. Проблема управления клеточным заселением и ремоделированием тканеинженерных матриц для восстановления суставного хряща (обзор литературы). *Вестник Волгоградского государственного университета. Естественные науки*. 2013;(1):19-28.
6. Омеляненко Н.П. Слуцкий Л.И. Соединительная ткань Т.2. М.: Известия; 2009. 378 с.
7. Советников Н.Н., Кальсин В.А., Конопляников М.А., Муханов В.В. Клеточные технологии и тканевая инженерия в лечении дефектов суставной поверхности. *Клиническая практика*. 2013;(1):52-66.
8. Adesida A.B., Mulet-Sierra A., Jomha N.M. Hypoxia mediated isolation and expansion enhances the chondrogenic capacity of bone marrow mesenchymal stromal cells. *Stem Cell Res Ther*. 2012;3:9. doi.org/10.1186/scrt100
9. Bekkers J.E., Tsuchida A.I., van Rijen M.H., Vonk L.A., Dhert W.J., Creemers L.B., Saris D.B. Single-stage cell-based cartilage regeneration using a combination of chondrons and mesenchymal stromal cells: comparison with microfracture. *Am J Sports Med*. 2013;41(9):2158-2166. doi.org/10.1177/0363546513494181
10. Brittberg M., Lindahl A., Nilsson A., Ohlsson C., Isaksson O., Peterson L. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Eng J Med*. 1994; (331): 889-895. doi.org/10.1056/nejm199410063311401
11. Capeci C.M., Turchiano M., Strauss E.J., Youm T. Osteochondral allografts: applications in treating

- articular cartilage defects in the knee. *Bull Hosp J Dis*. 2013;71(1):60-67.
12. Choi J., Choi B., Park S., Pai K., Li T., Min B., Park S. Mechanical stimulation by ultrasound enhances chondrogenic differentiation of mesenchymal stem cells in a fibrin-hyaluronic acid hydrogel. *Artif Organs*. 2013; 37(7):648-655. doi:10.1111/aor.12041.
 13. Darling E., Athanasiou K. Rapid phenotypic changes in passaged articular chondrocyte subpopulations. *J Orthop Res*. 2005;23(2):425-432. doi.org/10.1016/j.jorthres.2004.08.008
 14. Gigante A., Cecconi S., Calcagno S., Busilacchi A., Enea D. Arthroscopic knee cartilage repair with covered microfracture and bone marrow concentrate. *Arthrosc Tech*. 2012;1:175-180. doi.org/10.1016/j.eats.2012.07.001
 15. Giannini S., Buda R., Vannini F., Cavallo M., Grigolo B. One-step bone marrow-derived cell transplantation in talar osteochondral lesions. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467:3307-3320. doi.org/10.1007/s11999-009-0885-8
 16. Giannini S., Buda R., Cavallo M., Ruffilli A., Cenacchi A., Cavallo C., Vannini F. Cartilage repair evolution in post-traumatic osteochondral lesions of the talus: from open field autologous chondrocyte to bone-marrow-derived cells transplantation. *Injury*. 2010;41:1196-1203. doi.org/10.1016/j.injury.2010.09.028
 17. Gille J., Schuseil E., Wimmer J., Gellissen J., Schulz AP., Behrens P. Mid-term results of Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis for treatment of focal cartilage defects in the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010; 18(11):1456-1465. doi.org/10.1007/s00167-010-1042-3
 18. Grigolo B., Lisignoli G., Piacentini A., Fiorini M., Gobbi P., Mazzotti G., Duca M., Pavesio A., Facchini A. Evidence for redifferentiation of human chondrocytes grown on a hyaluronan-based biomaterial (HYAff 11): molecular, immunohistochemical and ultrastructural analysis. *Biomaterials*. 2002;23(4):1187-1195. doi.org/10.1016/s0142-9612(01)00236-8
 19. Im G.I. Gene transfer strategies to promote chondrogenesis and cartilage regeneration. *Tissue Eng Part B Rev*. 2016;22(2):136-148. doi.org/10.1089/ten.teb.2015.0347
 20. Johnstone B., Hering M., Caplan I., Goldberg M., Yoo U. In vitro chondrogenesis of bone marrow-derived mesenchymal progenitor cells. *Exp Cell Res*. 1998;238: 265-272.
 21. Jomha NM, Adesida AB, Bornes TD. Mesenchymal stem cells in the treatment of traumatic articular cartilage defects: a comprehensive review. *Arthritis Res Ther*. 2014;16:432-451. doi.org/10.1186/s13075-014-0432-1
 22. Karlsen T.A., Shahdadfar A., Brinckmann J.E. Human primary articular chondrocytes, chondroblasts-like cells, and dedifferentiated chondrocytes: differences in gene, microRNA, and protein expression and phenotype. *Tissue Eng Part C Methods*. 2011;17(2):219-227. doi: 10.1089/ten.TEC.2010.0200
 23. Khan W.S., Tew S.R., Adesida A.B., Hardingham T.E. Human infrapatellar fat pad-derived stem cells express the pericyte marker 3G5 and show enhanced chondrogenesis after expansion in fibroblast growth factor-2. *Arthritis Res Ther*. 2008;10(4):10-17. doi.org/10.1186/ar2448
 24. Kon E., Vannini F., Buda R., Filardo G., Cavallo M., Ruffilli A., Nanni M., Di Martino A., Marcacci M., Giannini S. How to treat osteochondritis dissecans of the knee: surgical techniques and new trends: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:1-8. doi.org/10.2106/jbjs.k.00748
 25. Koh Y.G., Kwon O.R., Kim Y.S., Choi Y.J., Tak D.H. Adipose-derived mesenchymal stem cells with microfracture versus microfracture alone: 2-year follow-up of a prospective randomized trial. *Arthroscopy*. 2016;32(1):97-109.
 26. Kon E., Filardo G., Berruto M., Benazzo F., Zanon G., Della Villa S., Marcacci M. Articular cartilage treatment in high-level male soccer players: a prospective comparative study of arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation versus microfracture. *Am J Sports Med*. 2011; 39:2549-2557. doi.org/10.1177/0363546511420688
 27. Kuroda R., Ishida K., Matsumoto T., Akisue T., Fujioka H., Mizuno K., Ohgushi H., Wakitani S., Kurosaka M. Treatment of a full-thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007;15: 226-231. doi.org/10.1016/j.joca.2006.08.008
 28. Kuroda R., Ishida K., Matsumoto T., Akisue T., Fujioka H., Mizuno K., Ohgushi H., Wakitani S., Kurosaka M. Treatment of a full-thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;17(2): 219-227. doi.org/10.1089/ten.tec.2010.0200
 29. Kafienah W., Mistry S., Dickinson SC., Sims TJ., Learmonth I., Hollander A.P. Three-dimensional cartilage tissue engineering using adult stem cells from osteoarthritis patients. *Arthritis Rheum*. 2007;56:177-187. doi.org/10.1016/s1063-4584(07)61356-9
 30. Li Q., Tang J., Wang R., Bei C., Xin L., Zeng Y., Tang X. Comparing the chondrogenic potential in vivo of autogeneic mesenchymal stem cells derived from different tissues. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol*. 2010; 39:31-38. doi.org/10.3109/10731191003776769
 31. Liao Y.H., Chang Y.H., Sung L.Y., Li K.C., Yeh C.L., Yen T.C., Hwang S.M., Lin K.J., Hu Y.C. Osteogenic differentiation of adipose-derived stem cells and calvarial defect repair using baculovirus-mediated co-expression of BMP-2 and miR-148b. *Biomaterials*. 2014;35(18):4901-4910. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2014.02.055
 32. Makris E.A., Gomoll A.H., Malizos K.N., Hu J.C., Athanasiou K.A. Repair and tissue engineering techniques for articular cartilage. *Nat Rev Rheumatol*. 2014;11(1):21-34. doi.org/10.1038/nrrheum.2014.157
 33. Madry H., Orth P., Kaul G., Zurakowski D., Menger M.D., Kohn D., Cucchiari M. Acceleration of articular cartilage repair by combined gene transfer of human insulin-like growth factor I and fibroblast growth factor-2 in vivo. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(10):1311-1322. doi.org/10.1007/s00402-010-1130-3
 34. Martin I., Muraglia A., Campanile G., Cancedda R., Quarto R. Fibroblast growth factor-2 supports ex vivo expansion and maintenance of osteogenic precursors from human bone marrow. *Endocrinology*. 1997;138:4456-4462. doi: 10.1210/endo.138.10.5425
 35. Martinez I., Elvenes J., Olsen R., Bertheussen K., Johansen O. Redifferentiation of in vitro expanded adult articular chondrocytes by combining the hanging-drop cultivation method with hypoxic environment. *Cell Transplant*. 2008;17:987-996. doi.org/10.3727/096368908786576499
 36. Marlovits S., Hombauer M., Truppe M., Vecsei V., Schlegel W. Changes in the ratio of type-I and type-II collagen expression during monolayer culture of human chondrocytes. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(2):286-295. doi.org/10.1302/0301-620x.86b2.14918
 37. Murphy J.M., Marloes L., de Vries-van Melle M.L., Narcisi R., Kops N., Koevoet W.J., Bos P.K., Verhaar J.A., van der Kraan P.M., van Osch G.J. Chondrogenesis of mesenchymal stem cells in an osteochondral environment

- is mediated by the subchondral bone. *Tissue Eng Part A*. 2014;20(1-2):23-33. doi.org/10.1089/ten.tea.2013.0080
38. Marquass B., Schulz R., Hepp P., Zscharnack M., Aigner T., Schmidt S., Stein F., Richter R., Osterhoff G., Aust G., Josten C., Bader A. Matrix-associated implantation of predifferentiated mesenchymal stem cells versus articular chondrocytes: in vivo results of cartilage repair after 1 year. *Am J Sports Med*. 2011;39:1401-1412. doi.org/10.1177/0363546511398646
 39. Matsuda C., Takagi M., Hattori T., Wakitani S., Yoshida T. Differentiation of human bone marrow mesenchymal stem cells to chondrocytes for construction of three-dimensional cartilage tissue. *Cytotechnology*. 2005;47:11-17. doi.org/10.1007/s10616-005-3751-x
 40. Mobasheri A., Kalamegam G., Musumeci G., Batt M.E. Chondrocyte and mesenchymal stem cell-based therapies for cartilage repair in osteoarthritis and related orthopaedic conditions. *Maturitas*. 2014;78(3):188-198. doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.04.017
 41. Mukonoweshuro B., Brown C.J., Fisher J., Ingham E. Immunogenicity of undifferentiated and differentiated allogeneic mouse mesenchymal stem cells. *J Tissue Eng*. 2014;5:1-15. doi.org/10.1177/2041731414534255
 42. Naderi-Meshkin H., Andreas K., Matin M.M., Sittlinger M., Bidkhorji H.R., Ahmadiankia N., Bahrami A.R., Ringe J. Chitosan-based injectable hydrogel as a promising in situ forming scaffold for cartilage tissue engineering. *Cell Biol Int*. 2013;38(1):72-84. doi.org/10.1002/cbin.10181
 43. Neumann A.J., Alini M., Archer C.W., Stoddart M.J. Chondrogenesis of human bone marrow-derived mesenchymal stem cells is modulated by complex mechanical stimulation and adenoviral-mediated overexpression of bone morphogenetic protein 2. *Tissue Eng Part A*. 2013;11-19. doi.org/10.1089/ten.tea.2012.0411
 44. Ochi M., Uchio Y., Tobita M., Kuriwaka M. Current concepts in tissue engineering technique for repair of cartilage defect. *Artificial Organs*. 2001;25(3):172-179. doi.org/10.1046/j.1525-1594.2001.025003172.x
 45. Pittenger MF, Mackay AM, Beck SC, Jaiswal RK, Douglas R, Mosca JD, Moorman MA, Simonetti DW, Craig S, Marshak DR. Multilineage potential of adult human mesenchymal stem cells. *Science*. 1999;284:143-147. doi.org/10.1126/science.284.5411.143
 46. Raisin S., Belamie E., Morille M. Non-viral gene activated matrices for mesenchymal stem cells based tissue engineering of bone and cartilage. *Biomaterials*. 2016(21);104:223-237. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2016.07.017
 47. Sakaguchi Y., Sekiya I., Yagishita K., Muneta T. Comparison of human stem cells derived from various mesenchymal tissues: superiority of synovium as a cell source. *Arthritis Rheum*. 2005;52(8):2521-2529. doi.org/10.1002/art.21212
 48. Saris D.B. et al. Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized controlled trial versus microfracture. *Am J Sports Med*. 2008;36:235-246. doi.org/10.1177/0363546507311095
 49. Saw K.Y., Anz A., Merican S., Tay Y., Ragavanaidu K., Jee C., McGuire D. Articular cartilage regeneration with autologous peripheral blood progenitor cells and hyaluronic acid after arthroscopic subchondral drilling: a report of 5 cases with histology. *Arthroscopy*. 2011;27:493-506. doi.org/10.1016/j.arthro.2010.11.054
 50. Saw K.Y., Anz A., Siew-Yoke Jee C., Merican S., Ching-Soong R., Roohi S.A., Ragavanaidu K. Articular cartilage regeneration with autologous peripheral blood stem cells versus hyaluronic acid: a randomized controlled trial. *Arthroscopy*. 2013;29:684-694. doi.org/10.1016/j.arthro.2012.12.008
 51. Sciarretta F.V. 5 to 8 years follow-up of knee chondral defects treated by PVA-H hydrogel implants. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013;(17):3031-3038.
 52. Shimomura K., Ando W., Tateishi K., Nansai R., Fujie H., Hart D.A., Kohda H., Kita K., Kanamoto T., Mae T., Nakata K., Shino K., Yoshikawa H., Nakamura N. The influence of skeletal maturity on allogenic synovial mesenchymal stem cell-based repair of cartilage in a large animal model. *Biomaterials*. 2010;31:8004-8011. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.07.017
 53. Steinwachs M., Peterson L., Bobic V., Verdonk P., Niemeyer P. Cell-seeded collagen matrix-supported autologous chondrocyte transplantation (ACT-CS): a consensus statement on surgical technique. *Cartilage*. 2012;3(1):5-12. doi.org/10.1177/1947603511415839
 54. Sun J., Zhong N., Li Q., Min Z., Zhao W., Sun Q., Tian L., Yu H., Shi Q., Zhang F., Lu S. MicroRNAs of rat articular cartilage at different developmental stages identified by Solexa sequencing. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(10):1237-1245. doi.org/10.1016/j.joca.2011.07.002
 55. Stokes D.G., Liu G., Dharmavaram R., Hawkins D., Piera-Velazquez S., Jimenez S.A. Regulation of type-II collagen gene expression during human chondrocyte de-differentiation and recovery of chondrocyte-specific phenotype in culture involves Sry-type high-mobility-group box (SOX) transcription factors. *Biochem J*. 2001;360(Pt2):461-470. doi.org/10.1042/bj3600461
 56. Strappe P., Gurusinghe S. Gene modification of mesenchymal stem cells and articular chondrocytes to enhance chondrogenesis. *Biomed Res Int*. 2014; 369528: doi:10.1155/2014/369528
 57. Teo B.J., Buhary K., Tai B.C., Hui J.H. Cell-based therapy improves function in adolescents and young adults with patellar osteochondritis dissecans. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;471(4):1152-1158. doi.org/10.1007/s11999-012-2338-z
 58. Uematsu K., Hattori K., Ishimoto Y., Yamauchi J., Habata T., Takakura Y., Ohgushi H., Fukuchi T., Sato M. Cartilage regeneration using mesenchymal stem cells and a three-dimensional poly-lactic-glycolic acid (PLGA) scaffold. *Biomaterials*. 2005;26:4273-4279. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.10.037
 59. Vasiliadis H.S., Danielson B., Ljungberg M., McKeon B., Lindahl A., Peterson L. Implantation of autologous chondrocytes for cartilaginous lesions in young patients. *Am J Sports Med*. 2010;38(5):943-949.
 60. Wakitani S., Goto T., Pineda S.J., Young R.G., Mansour J.M., Caplan A.I., Goldberg V.M. Mesenchymal cell-based repair of large, full-thickness defects of articular cartilage. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(4):579-592.
 61. Wakitani S., Imoto K., Yamamoto T., Saito M., Murata N., Yoneda M. Human autologous culture expanded bone marrow mesenchymal cell transplantation for repair of cartilage defects in osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage*. 2002;10:199-206. doi.org/10.1053/joca.2001.0504
 62. Wakitani S., Nawata M., Tensho K., Okabe T., Machida H., Ohgushi H. Repair of articular cartilage defects in the patello-femoral joint with autologous bone marrow mesenchymal cell transplantation: three case reports involving nine defects in five knees. *J Tissue Eng Regen Med*. 2007;1:74-79. doi.org/10.1002/term.8
 63. Wataru Ando, Hiromichi Fujie, Yu Moriguchi, Ryosuke Nansai, Kazunori Shimomura, David A. Hart,

- Hideki Yoshikawa, Norimasa Nakamura. Detection of abnormalities in the superficial zone of cartilage repaired using a tissue engineered construct derived from synovial stem cells. *Eur Cell Mater.* 2012;24:292-307. doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.10.015
64. Wayne J.S., McDowell C.L., Shields K.J., Tuan R.S. In vivo response of polylactic acid-alginate scaffolds and bone marrow-derived cells for cartilage tissue engineering. *Tissue Eng.* 2005;11:953-963. doi.org/10.1089/ten.2005.11.953
65. Yan C., Wang Y., Shen XY., Yang G., Jian J., Wang HS., Chen GQ., Wu Q. MicroRNA regulation associated chondrogenesis of mouse MSCs grown on polyhydroxyalkanoates. *Biomaterials.* 2011;32(27):6435-6444. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2011.05.031
66. Yu-Chen Hu. Therapy for cartilage and bone tissue engineering. Heidelberg : Springer; 2014. 89 p. doi.org/10.1007/978-3-642-53923-7
67. Zhao Y.H., Yang Q., Xia Q., Peng J., Lu S.B., Guo Q.Y., Ma X.L., Xu B.S., Hu Y.C., Zhao B., Zhang L., Wang A.Y., Xu W.J., Miao J., Liu Y. In vitro cartilage production using an extracellular matrix-derived scaffold and bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Chin Med J (Engl).* 2013; 126:3130-3137. doi.org/10.1007/s12015-013-9456-1
68. Zeifang F., Oberle D., Nierhoff C., Richter W., Moradi B., Schmitt H. Autologous chondrocyte implantation using the original periosteum-cover technique versus matrix-associated autologous chondrocyte implantation: a randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2009; 38(5): 924-933. doi.org/10.1177/0363546509351499

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Божокин Михаил Сергеевич – лаборант-исследователь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Божкова Светлана Анатольевна – канд. мед. наук руководитель научного направления профилактики и лечения раневой инфекции, заведующая отделением клинической фармакологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Нетьлко Георгий Иванович – д-р мед. наук заведующий экспериментально-морфологическим отделением, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

POSSIBILITIES OF CURRENT CELLULAR TECHNOLOGIES FOR ARTICULAR CARTILAGE REPAIR (analytical review)

M.S. Bozhokin, S.A. Bozhkova, G.I. Netylko

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

Abstract

Despite a wide variety of surgical procedures utilized in clinical practice for treatment of articular cartilage lesions, the search for other options of articular reconstruction remains a relevant and open issue at the current stage of medicine and biotechnologies development. The recent years demonstrated a strong belief in cellular methods of hyaline cartilage repair such as implantation of autologous chondrocytes (ACI) or cultures of mesenchymal stem cells (MSC) including techniques for genetic modification of cells.

The purpose of presented review is to summarize the published scientific data on up to date results of perspective cellular technologies for articular cartilage repair that are being developed. Autologous chondrocyte transplantation originally performed by Swedish researchers in 1987 is considered the first clinically applied technique for restoration of hyaline cartilage using cellular technologies. However, the transplanted cell culture featured low proliferative capacity and inability to form a regenerate resistant to high physical activity. Another generation of methods originated at the turn of the century utilized mesenchymal stem cells instead of autologous chondrocytes. Preparation of MSCs is a less invasive procedure compared to chondrocytes harvesting and the culture is featured by a higher proliferative ability. Researchers use various biodegradable carriers (matrices) to secure cell fixation. Despite good clinical mid-term outcomes the transplanted tissue-engineering structures deteriorate with time due to cellular de-differentiation. Next generation of techniques being currently under pre-clinical studies is featured by the preliminary chondrogenic modification of transplanted cell culture. Usage of various growth factors, modified cell product and gene-activated matrices allow to gain a stable regulatory and key proteins synthesis and achieve a focused influence on regenerate's chondrogenic proliferation and in result to form a good hyaline cartilage resistant to high physical load in long term period.

Cite as: Bozhokin MS, Bozhkova SA, Netylko GI. [Possibilities of current cellular technologies for articular cartilage repair (analytical review)]. *Traumatologia i ortopedia Rossii.* 2016;22(3):122-134 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-122-134.

✉ *Bozhokin Mikhail S.* Ul. Akad. Baykova, 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: writeback@mail.ru

1 Received: 22.08.2016; Accepted for publication: 01.09.2016

Thus, development of methods for articular cartilage repair has long ago went beyond the interests of clinical physicians, and only the close interdisciplinary cooperation of clinicians and specialists for cytology, molecular genetics and, probably, virology would enable replacement of a defect with a rigorous hyaline cartilage.

Keywords: cartilage regeneration, chondrocytes, MSC.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-122-134

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

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

References

- Bozhkova SA, Bujanov AL, Kochish AJu, Rumakin VP, Hripunov AK, Netyl'ko GI, Smyslov RJu, Afanas'ev AV, Panarin EF. [Perifocal tissue reaction to the implantation of hydrogel materials samples based on cellulose addition (pilot study)]. *Morfologija*. [Morphology]. 2016;149(2): 47-53. [in Russ.]
- Brjanskaja AI, Kuljaba TA, Kornilov NN, Rumakin VP, Gornostaev VS. [Arthroplasty using autologous multipotent mesenchymal cells and collagen membrane Chondro-Gide®]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2014;1:62-66. [in Russ.]
- Deev RV, Grigorjan AS, Krugljakov PV, Bilibina A.A., Sokolova I.B., Pavlichenko N.N., Polyncev D.G. [The use of transplants containing multipotent mesenchymal stromal cells for the repair of the articular surface in experiment]. *Geny i kletki* [Gene and Cells]. 2010;5(2):44-55. [in Russ.]
- Nashhekina JuA, Nikonov PO, Mihajlov VM, Pinaev GP. [The Dependence of the filling BMSC on the three-dimensional matrix from method of seeding and type of surface matrix modification]. *Citologija* [Cytology]. 2014; 56(4):283-290. [in Russ.]
- Novochadov VV. [The control of the cell settlement and scaffold remodeling in cartilage tissue engineering: a review]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennyye nauki*. [Science journal of Volgograd state university. Natural Science]. 2013. №1(5): 19-28. [in Russ.]
- Omel'janenko NP, Sluckij LI. Soedinitel'naja tkan' T. 2. [Connective tissue]. M.: Izvestija; 2009. 378 c. [in Russ.]
- Sovetnikov NN, Kal'sin VA, Konopljannikov MA, Muhanov VV. [Cell technologies and tissue engineering in treatment of articular chondral defects]. *Klinicheskaja praktika* [Clinical practice]. 2013;(1):52-66. [in Russ.]
- Bekkers JE, Tsuchida AI, van Rijen MH, Vonk LA, Dhert WJ, Creemers LB, Saris DB. Single-stage cell-based cartilage regeneration using a combination of chondrons and mesenchymal stromal cells: comparison with microfracture. *Am J Sports Med*. 2013;41(9):2158-2166. doi.org/10.1177/0363546513494181
- Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, Ohlsson C, Isaksson O, Peterson L. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Eng J Med*. 1994; (331): 889-895. doi.org/10.1056/nejm199410063311401
- Capeci C.M., Turchiano M., Strauss E.J., Youm T. Osteochondral allografts: applications in treating articular cartilage defects in the knee. *Bull Hosp J Dis*. 2013;71(1):60-67.
- Choi J, Choi B, Park S, Pai K, Li T, Min B, Park S. Mechanical stimulation by ultrasound enhances chondrogenic differentiation of mesenchymal stem cells in a fibrin-hyaluronic acid hydrogel. *Artif Organs*. 2013; 37(7):648-655. doi:10.1111/aor.12041.
- Darling E, Athanasiou K. Rapid phenotypic changes in passaged articular chondrocyte subpopulations. *J Orthop Res*. 2005;23(2):425-432. doi.org/10.1016/j.orthres.2004.08.008
- Gigante A, Cecconi S, Calcagno S, Busilacchi A, Enea D. Arthroscopic knee cartilage repair with covered microfracture and bone marrow concentrate. *Arthrosc Tech*. 2012;1:175-180. doi.org/10.1016/j.eats.2012.07.001
- Giannini S, Buda R, Vannini F, Cavallo M, Grigolo B. One-step bone marrow-derived cell transplantation in talar osteochondral lesions. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467:3307-3320. doi.org/10.1007/s11999-009-0885-8
- Giannini S, Buda R, Cavallo M, Ruffilli A, Cenacchi A, Cavallo C, Vannini F. Cartilage repair evolution in post-traumatic osteochondral lesions of the talus: from open field autologous chondrocyte to bone-marrow-derived cells transplantation. *Injury*. 2010;41:1196-1203. doi.org/10.1016/j.injury.2010.09.028
- Gille J, Schuseil E, Wimmer J, Gellissen J, Schulz AP, Behrens P. Mid-term results of autologous matrix-induced chondrogenesis for treatment of focal cartilage defects in the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010; 18(11):1456-1465. doi.org/10.1007/s00167-010-1042-3
- Grigolo B, Lisignoli G, Piacentini A, Fiorini M, Gobbi P, Mazzotti G, Duca M, Pavesio A, Facchini A. Evidence for redifferentiation of human chondrocytes grown on a hyaluronan-based biomaterial (HYAff 11): molecular, immunohistochemical and ultrastructural analysis. *Biomaterials*. 2002;23(4):1187-1195. doi.org/10.1016/s0142-9612(01)00236-8
- Im GI. Gene transfer strategies to promote chondrogenesis and cartilage regeneration. *Tissue Eng Part B Rev*. 2016;22(2):136-148. doi.org/10.1089/ten.teb.2015.0347
- Johnstone B, Hering M, Caplan I, Goldberg M, Yoo U. In vitro chondrogenesis of bone marrow-derived mesenchymal progenitor cells. *Exp Cell Res*. 1998;238: 265-272.
- Jomha NM, Adesida AB, Bornes TD. Mesenchymal stem cells in the treatment of traumatic articular cartilage defects: a comprehensive review. *Arthritis Res Ther*. 2014;16:432-451. doi.org/10.1186/s13075-014-0432-1
- Karlsen TA, Shahdadfar A, Brinchmann JE. Human primary articular chondrocytes, chondroblasts-like cells, and dedifferentiated chondrocytes: differences in gene, microRNA, and protein expression and phenotype. *Tissue Eng Part C Methods*. 2011;17(2):219-227. doi: 10.1089/ten.TEC.2010.0200
- Khan WS, Tew SR, Adesida AB, Hardingham TE. Human infrapatellar fat pad-derived stem cells express the pericyte marker 3G5 and show enhanced chondrogenesis after expansion in fibroblast growth factor-2. *Arthritis Res Ther*. 2008;10(4):10-17. doi.org/10.1186/ar2448
- Kon E, Vannini F, Buda R, Filardo G, Cavallo M, Ruffilli A, Nanni M, Di Martino A, Marcacci M, Giannini S. How to treat osteochondritis dissecans of the knee: surgical techniques and new trends: AAOS

- exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:1-8. doi.org/10.2106/jbjs.k.00748
25. Koh YG, Kwon OR, Kim YS, Choi YJ, Tak DH. Adipose-derived mesenchymal stem cells with microfracture versus microfracture alone: 2-year follow-up of a prospective randomized trial. *Arthroscopy.* 2016;32(1):97-109.
 26. Kon E, Filardo G, Berruto M, Benazzo F, Zanon G, Della Villa S, Marcacci M. Articular cartilage treatment in high-level male soccer players: a prospective comparative study of arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation versus microfracture. *Am J Sports Med.* 2011; 39:2549-2557. doi.org/10.1177/0363546511420688
 27. Kuroda R, Ishida K, Matsumoto T, Akisue T, Fujioka H, Mizuno K, Ohgushi H, Wakitani S, Kurosaka M. Treatment of a full-thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15: 226-231. doi.org/10.1016/j.joca.2006.08.008
 28. Kuroda R, Ishida K, Matsumoto T, Akisue T, Fujioka H, Mizuno K, Ohgushi H, Wakitani S, Kurosaka M. Treatment of a full-thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011;17(2): 219-227. doi.org/10.1089/ten.tec.2010.0200
 29. Kafienah W, Mistry S, Dickinson SC, Sims TJ, Learmonth I, Hollander AP. Three-dimensional cartilage tissue engineering using adult stem cells from osteoarthritis patients. *Arthritis Rheum.* 2007;56:177-187. doi.org/10.1016/s1063-4584(07)61356-9
 30. Li Q, Tang J, Wang R, Bei C, Xin L, Zeng Y, Tang X. Comparing the chondrogenic potential in vivo of autogenic mesenchymal stem cells derived from different tissues. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol.* 2010; 39:31-38. doi.org/10.3109/10731191003776769
 31. Liao YH, Chang YH, Sung LY, Li KC, Yeh CL, Yen TC, Hwang SM, Lin KJ, Hu YC. Osteogenic differentiation of adipose-derived stem cells and calvarial defect repair using baculovirus-mediated co-expression of BMP-2 and miR-148b. *Biomaterials.* 2014;35(18):4901-4910. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2014.02.055
 32. Makris EA, Gomoll AH, Malizos KN, Hu JC, Athanasiou KA. Repair and tissue engineering techniques for articular cartilage. *Nat Rev Rheumatol.* 2014;11(1):21-34. doi.org/10.1038/nrrheum.2014.157
 33. Madry H, Orth P, Kaul G, Zurakowski D, Menger MD, Kohn D, Cucchiaroni M. Acceleration of articular cartilage repair by combined gene transfer of human insulin-like growth factor I and fibroblast growth factor-2 in vivo. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(10):1311-1322. doi.org/10.1007/s00402-010-1130-3
 34. Martin I, Muraglia A, Campanile G, Cancedda R, Quarto R. Fibroblast growth factor-2 supports ex vivo expansion and maintenance of osteogenic precursors from human bone marrow. *Endocrinology.* 1997;138:4456-4462. doi: 10.1210/endo.138.10.5425
 35. Martinez I, Elvenes J, Olsen R, Bertheussen K, Johansen O. Redifferentiation of in vitro expanded adult articular chondrocytes by combining the hanging-drop cultivation method with hypoxic environment. *Cell Transplant.* 2008;17:987-996. doi.org/10.3727/096368908786576499
 36. Marlovits S, Hombauer M, Truppe M, Vècsei V, Schlegel W. Changes in the ratio of type-I and type-II collagen expression during monolayer culture of human chondrocytes. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(2):286-295. doi.org/10.1302/0301-620x.86b2.14918
 37. Murphy J.M, Marloes L, de Vries-van Melle ML, Narcisi R, Kops N, Koevoet WJ, Bos PK, Verhaar JA, van der Kraan PM, van Osch GJ. Chondrogenesis of mesenchymal stem cells in an osteochondral environment is mediated by the subchondral bone. *Tissue Eng Part A.* 2014;20(1-2):23-33. doi.org/10.1089/ten.tea.2013.0080
 38. Marquass B, Schulz R, Hepp P, Zscharnack M, Aigner T, Schmidt S, Stein F, Richter R, Osterhoff G, Aust G, Josten C, Bader A. Matrix-associated implantation of predifferentiated mesenchymal stem cells versus articular chondrocytes: in vivo results of cartilage repair after 1 year. *Am J Sports Med.* 2011;39:1401-1412. doi.org/10.1177/0363546511398646
 39. Matsuda C, Takagi M, Hattori T, Wakitani S, Yoshida T. Differentiation of human bone marrow mesenchymal stem cells to chondrocytes for construction of three-dimensional cartilage tissue. *Cytotechnology.* 2005;47: 11-17. doi.org/10.1007/s10616-005-3751-x
 40. Mobasheri A, Kalamegam G, Musumeci G, Batt ME. Chondrocyte and mesenchymal stem cell-based therapies for cartilage repair in osteoarthritis and related orthopaedic conditions. *Maturitas.* 2014;78(3):188-198. doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.04.017
 41. Mukonoweshuro B, Brown C.J, Fisher J, Ingham E. Immunogenicity of undifferentiated and differentiated allogeneic mouse mesenchymal stem cells. *J Tissue Eng.* 2014;5:1-15. doi.org/10.1177/2041731414534255
 42. Naderi-Meshkin H, Andreas K, Matin MM, Sittlinger M, Bidkhorri HR, Ahmadiankia N, Bahrami AR, Ringe J. Chitosan-based injectable hydrogel as a promising in situ forming scaffold for cartilage tissue engineering. *Cell Biol Int.* 2013;38(1):72-84. doi.org/10.1002/cbin.10181
 43. Neumann AJ, Alini M, Archer CW, Stoddart MJ. Chondrogenesis of human bone marrow-derived mesenchymal stem cells is modulated by complex mechanical stimulation and adenoviral-mediated overexpression of bone morphogenetic protein 2. *Tissue Eng Part A.* 2013;11-19. doi.org/10.1089/ten.tea.2012.0411
 44. Ochi M, Uchio Y, Tobita M, Kuriwaka M. Current concepts in tissue engineering technique for repair of cartilage defect. *Artificial Organs.* 2001;25(3):172-179. doi.org/10.1046/j.1525-1594.2001.025003172.x
 45. Pittenger MF, Mackay AM, Beck SC, Jaiswal RK, Douglas R, Mosca JD, Moorman MA, Simonetti DW, Craig S, Marshak DR. Multilineage potential of adult human mesenchymal stem cells. *Science.* 1999;284: 143-147. doi.org/10.1126/science.284.5411.143
 46. Raisz S, Belamie E, Morille M. Non-viral gene activated matrices for mesenchymal stem cell based tissue engineering of bone and cartilage. *Biomaterials.* 2016(21);104:223-237. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2016.07.017
 47. Sakaguchi Y, Sekiya I, Yagishita K, Muneta T. Comparison of human stem cells derived from various mesenchymal tissues: superiority of synovium as a cell source. *Arthritis Rheum.* 2005;52(8):2521-2529. doi.org/10.1002/art.21212
 48. Saris DB. et al. Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized controlled trial versus microfracture. *Am J Sports Med.* 2008;36:235-246. doi.org/10.1177/0363546507311095
 49. Saw K.Y, Anz A, Merican S, Tay Y, Ragavanaidu K, Jee C, McGuire D. Articular cartilage regeneration with autologous peripheral blood progenitor cells and hyaluronic acid after arthroscopic subchondral drilling: a report of 5 cases with histology. *Arthroscopy.* 2011;27: 493-506. doi.org/10.1016/j.arthro.2010.11.054

50. Saw KY, Anz A, Siew-Yoke Jee C, Merican S, Ching-Soong R, Roohi SA, Ragavanaidu K. Articular cartilage regeneration with autologous peripheral blood stem cells versus hyaluronic acid: a randomized controlled trial. *Arthroscopy*. 2013;29:684-694. doi.org/10.1016/j.arthro.2012.12.008
51. Sciaretta FV. 5 to 8 years follow-up of knee chondral defects treated by PVA-H hydrogel implants. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013;(17):3031-3038.
52. Shimomura K, Ando W, Tateishi K, Nansai R, Fujie H, Hart DA, Kohda H, Kita K, Kanamoto T, Mae T, Nakata K, Shino K, Yoshikawa H, Nakamura N. The influence of skeletal maturity on allogenic synovial mesenchymal stem cell-based repair of cartilage in a large animal model. *Biomaterials*. 2010;31:8004-8011. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.07.017
53. Steinwachs M, Peterson L, Bobic V, Verdonk P, Niemeyer P. Cell-seeded collagen matrix-supported autologous chondrocyte transplantation (ACT-CS): a consensus statement on surgical technique. *Cartilage*. 2012;3(1):5-12. doi.org/10.1177/1947603511415839
54. Sun J, Zhong N, Li Q, Min Z, Zhao W, Sun Q, Tian L, Yu H, Shi Q, Zhang F, Lu S. MicroRNAs of rat articular cartilage at different developmental stages identified by Solexa sequencing. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(10): 1237-1245. doi.org/10.1016/j.joca.2011.07.002
55. Stokes DG, Liu G, Dharmavaram R, Hawkins D, Piera-Velazquez S, Jimenez SA. Regulation of type-II collagen gene expression during human chondrocyte de-differentiation and recovery of chondrocyte-specific phenotype in culture involves Sry-type high-mobility-group box (SOX) transcription factors. *Biochem J*. 2001; 360(Pt2):461-470. doi.org/10.1042/bj3600461
56. Strappe P, Gurusinghe S. Gene modification of mesenchymal stem cells and articular chondrocytes to enhance chondrogenesis. *Biomed Res Int*. 2014; 369528: doi:10.1155/2014/369528
57. Teo BJ, Buhary K, Tai BC, Hui JH. Cell-based therapy improves function in adolescents and young adults with patellar osteochondritis dissecans. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;471(4):1152-1158. doi.org/10.1007/s11999-012-2338-z
58. Uematsu K, Hattori K, Ishimoto Y, Yamauchi J, Habata T, Takakura Y, Ohgushi H, Fukuchi T, Sato M. Cartilage regeneration using mesenchymal stem cells and a three-dimensional poly-lactic-glycolic acid (PLGA) scaffold. *Biomaterials*. 2005;26:4273-4279. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.10.037
59. Vasiliadis HS, Danielson B, Ljungberg M, McKeon B, Lindahl A, Peterson L. Implantation of autologous chondrocytes for cartilagenous lesions in young patients. *Am J Sports Med*. 2010;38(5): 943-949.
60. Wakitani S, Goto T, Pineda SJ, Young RG, Mansour JM, Caplan AI, Goldberg VM. Mesenchymal cell-based repair of large, full-thickness defects of articular cartilage. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(4): 579-592.
61. Wakitani S, Imoto K, Yamamoto T, Saito M, Murata N, Yoneda M. Human autologous culture expanded bone marrow mesenchymal cell transplantation for repair of cartilage defects in osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage*. 2002;10:199-206. doi.org/10.1053/joca.2001.0504
62. Wakitani S, Nawata M, Tensho K, Okabe T, Machida H, Ohgushi H. Repair of articular cartilage defects in the patello-femoral joint with autologous bone marrow mesenchymal cell transplantation: three case reports involving nine defects in five knees. *J Tissue Eng Regen Med*. 2007;1:74-79. doi.org/10.1002/term.8
63. Wataru Ando, Hiromichi Fujie, Yu Moriguchi, Ryosuke Nansai, Kazunori Shimomura, David A. Hart, Hideki Yoshikawa, Norimasa Nakamura. Detection of abnormalities in the superficial zone of cartilage repaired using a tissue engineered construct derived from synovial stem cells. *Eur Cell Mater*. 2012;24:292-307. doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.10.015
64. Wayne JS, McDowell CL, Shields KJ, Tuan RS. In vivo response of polylactic acid-alginate scaffolds and bone marrow-derived cells for cartilage tissue engineering. *Tissue Eng*. 2005;11:953-963. doi.org/10.1089/ten.2005.11.953
65. Yan C, Wang Y, Shen XY, Yang G, Jian J, Wang HS, Chen GQ, Wu Q. MicroRNA regulation associated chondrogenesis of mouse MSCs grown on polyhydroxyalkanoates. *Biomaterials*. 2011;32(27):6435-6444. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2011.05.031
66. Yu-Chen Hu. Therapy for cartilage and bone tissue engineering. Heidelberg : Springer; 2014. 89 p. doi.org/10.1007/978-3-642-53923-7
67. Zhao YH, Yang Q, Xia Q, Peng KJ, Lu SB, Guo QY, Ma XL, Xu BS, Hu YC, Zhao B, Zhang L, Wang AY, Xu WJ, Miao J, Liu Y. In vitro cartilage production using an extracellular matrix-derived scaffold and bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Chin Med J (Engl)*. 2013; 126:3130-3137. doi.org/10.1007/s12015-013-9456-1
68. Zeifang F, Oberle D, Nierhoff C, Richter W, Moradi B, Schmitt H. Autologous chondrocyte implantation using the original periosteum-cover technique versus matrix-associated autologous chondrocyte implantation: a randomized clinical trial. *Am J Sports Med*. 2009; 38(5): 924-933. doi.org/10.1177/0363546509351499

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Bozhokin Mikhail S. – assistant researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Bozhkova Svetlana A. – head of the research Department of prevention and treatment of wound infection and Department of clinical pharmacology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Netylko Georgy I. – head of the research Department of experimental morphology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ КОНТРАКТУР И ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП (обзор литературы)

А.В. Андреев, Д.В. Рыжиков, Е.В. Губина

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, Россия, 630091

Реферат

Специфическое поражение верхней конечности при спастических формах ДЦП в значительной степени ограничивает возможности самообслуживания, обучение письму, затрудняет передвижение с помощью дополнительных средств опоры и снижает возможности трудовой деятельности. Спастическое поражение верхней конечности является сложным многоуровневым пороком, прогрессирующим с возрастом и приводящим к ещё большим страданиям. Слабый интерес к коррекции спастических деформаций верхних конечностей и недостаточная информированность о возможностях хирургической реабилитации оставляет значительную часть нуждающихся пациентов без лечения. Описаны успехи и сложности хирургической ортопедической коррекции «спастической руки» при ДЦП, основные рабочие классификации и результаты лечения, основанные на анализе научной литературы.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, «спастическая рука».

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145

В одном из первых трудов, посвящённых проблемам ДЦП, написанном W.J. Little в 1843 г., говорилось, что, несмотря на всю тяжесть ограничений функций нижних конечностей, потеря функции рук расценивается пациентами как гораздо больший недуг [28].

Специфическое поражение верхней конечности в значительной степени ограничивает возможности самообслуживания, обучение письму, затрудняет передвижение с помощью дополнительных средств опоры и снижает возможности трудовой деятельности таких больных.

Весь симптомокомплекс поражения верхней конечности при спастических формах ДЦП укладывается в понятие «спастическая рука». Паттерн включает в себя аддукционную и пронационную контрактуру плечевого сустава, флексионную контрактуру локтевого сустава, пронационную контрактуру предплечья, флексионную контрактуру лучезапястного сустава и пальцев (реже деформации пальцев по типу «лебединой шеи»), аддукционную либо флексионно-аддукционную контрактуру первого пальца [42].

S. Keats считает, что целями хирургического лечения являются [25]:

- восстановление функции хвата (в первую очередь, сферического, цилиндрического и щипкового) и расслабления кисти;
- коррекция контрактур суставов;
- восстановление баланса мышц-антагонистов;
- общее улучшение функции верхней конечности и степени её участия в повседневной деятельности;
- улучшение внешнего вида, положения руки (косметический фактор).

В ряде тяжёлых случаев достижениями хирургического лечения могут быть только улучшение внешнего вида верхней конечности (косметический эффект) и упрощение гигиенического ухода за пациентом [11].

Симптомокомплекс спастической деформации верхней конечности состоит из следующих наиболее значимых компонентов: флексионная контрактура локтевого сустава, пронационная контрактура предплечья; флексионная контрактура кистевого сустава, деформации

Андреев А.В., Рыжиков Д.В., Губина Е.В. Хирургическое лечение контрактур и двигательных установок верхней конечности у детей со спастическими формами ДЦП (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):135-145. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145.

Андреев Антон Вадимович. Ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, Россия, 630091; e-mail: doctor_andreev@icloud.com

Рукопись поступила: 29.07.2016; принята в печать: 18.08.2016

пальцев кисти. Поэтому в данной статье будет представлен взгляд на хирургическую коррекцию каждого компонента спастической деформации верхней конечности от локтевого сустава до пальцев кисти.

Критерии отбора пациентов для оперативного вмешательства

Возраст. Единого взгляда на оптимальный возраст для реконструктивной хирургии верхней конечности при спастических формах ДЦП на данный момент не существует. Рядом авторов высказывается мнение, что начинать коррекцию спастической деформации верхней конечности можно уже в возрасте 4–6 лет, считая этот возраст достаточным для сознательного участия пациентов в реабилитационных мероприятиях [38, 49]. Следует учитывать, что при скачке роста скелета на фоне второго гормонального спурга формируются контрактуры и деформации, зачастую даже на фоне проводимого консервативного лечения. По мнению J.M. Patterson с соавторами [41], основанному на оценке отдалённых результатов спастической флексионной контрактуры кистевого сустава у детей с ДЦП, перераспределение баланса сил мышц-антагонистов до пубертатного возраста может привести к потере коррекции в подростковом периоде.

Уровень интеллектуального развития. Считается, что реконструктивные вмешательства с целью улучшения функции конечности не должны выполняться у пациентов с умственной отсталостью. Это объясняется невозможностью сотрудничества с такими пациентами на реабилитационном этапе. В противовес этому мнению M.G. Carlson считает, что лёгкая умственная отсталость не является противопоказанием к реконструктивной хирургии. При операциях, не требующих активной реабилитации, таких как стабилизирующие вмешательства на суставах и паллиативные операции, не имеет значения уровень интеллектуального развития пациента [5].

Волевой контроль конечности. Считается, что имеет смысл улучшать функцию конечности, если пациент может совершать целенаправленные действия поражённой рукой. Отсутствие склонности к использованию конечности является предиктором плохого функционального результата после реконструктивной хирургии. По данным ретроспективного анализа отдалённых результатов оперативного лечения спастического поражения верхней конечности у 134 пациентов с ДЦП, проведённого A.E. Van Heest с соавторами, больные с лучшим

волевым контролем «спастической руки» доказательно имели более значительное улучшение функции [52].

Чувствительность. Пациенты с плохой чувствительностью поражённой конечности получают худшие функциональные результаты после реконструктивной хирургии. Наиболее доказательным параметром состояния чувствительности является стереогноз. В исследовании E. Kinnucan с соавторами [26] было установлено, что до 97% пациентов с поражением верхних конечностей при ДЦП имеют нарушения стереогноза. По мнению M.G. Carlson и C. Brooks, стереогноз зависит от пространственного положения поражённой конечности и может несколько улучшиться после хирургической коррекции [6].

Мотивация и окружение. Мотивация и поддержка окружающих, их участие в реабилитации пациента крайне важны для конечного функционального результата лечения. Идеальный пациент для улучшения функции конечности – заинтересованный, мотивированный кандидат в возрасте 6 лет со стабильной поддержкой членами семьи, недоминантной поражённой конечностью с хорошей афферентной иннервацией, с геми- или моноплегией без сопутствующих когнитивных нарушений [47].

Особенности неврологического статуса. Пациенты со спастическими формами ДЦП могут быть хорошими кандидатами для улучшения функции конечности. В то же время, сопутствующие нарушения контроля мышц конечности не позволяют надеяться на хороший функциональный результат при реконструктивной хирургии. По мнению E.A. Zancolli, наибольшей ошибкой является применение мягкотканых вмешательств с целью улучшения функции конечности у пациентов с гиперкинетической и астено-атакической формами ДЦП. Результаты таких вмешательств расцениваются как непредсказуемые и часто неудовлетворительные [56].

Флексионная контрактура локтевого сустава

Наиболее заинтересованными в патогенезе структурами являются плечевая, плечелучевая и двуглавая мышцы плеча. Следует учитывать, что и общая группа мышц-сгибателей, крепящихся к медиальному надмыщелку плеча, может провоцировать контрактуру локтевого сустава. Согласно данным исследования В.Ф. Моргеу с соавторами [35], большинство повседневных действий верхней конечности выполняется при сгибании в локтевом суставе в

пределах 30–130°. Флексионная контрактура свыше 30° считается значительным косметическим дефектом и провоцирует функциональный дефицит [1].

Каких-либо классификаций контрактур локтевого сустава при ДЦП в доступной литературе не найдено. Показания к оперативному лечению определяются исключительно исходя из клинической картины. Таковыми являются: флексионная контрактура свыше 30°, значимый косметический дефект, функциональный дефицит конечности, сложности в гигиеническом уходе за пациентом.

Из используемых на данный момент оперативных вмешательств можно выделить способ М.А. Митал [4, 33]. Вмешательство заключается в иссечении фиброзного растяжения двуглавой мышцы плеча, Z-образном удлинении сухожилия двуглавой мышцы плеча, парциальной миотомии плечевой мышцы. Автором определяются следующие показания к операции: флексионная контрактура свыше 45° либо рабочее положение руки со сгибанием в локтевом суставе свыше 100°. В среднем удалось достичь 40° коррекции контрактуры. При этом ухудшения со стороны активной супинации предплечья и разгибания в локтевом суставе операцией не провоцируются.

M.G. Carlson с соавторами опубликовали результаты лечения 86 пациентов в возрасте от 3 до 20 лет с проведением различных вмешательств, исходя из степени контрактуры локтевого сустава [7]. Так, в первой группе при вынужденном угле в локтевом суставе менее 45° выполнялись парциальная миотомия двуглавой мышцы плеча, плечевой мышцы и проксимальный релиз плечелучевой мышцы. При дефиците разгибания от 45° и выше во второй группе к первоначальному объёму вмешательства вместо парциального удлинения двуглавой мышцы плеча выполняли её Z-образное удлинение. Срок послеоперационного наблюдения составил до 22 месяцев в группе парциального удлинения и до 18 месяцев в группе Z-пластики двуглавой мышцы плеча. По результатам лечения в первой группе активное разгибание превзошло дооперационные значения на 17°, активное разгибание ухудшилось на 4°. Во второй группе разгибание улучшилось на 38° при потере активного разгибания на 19°. В 2013 г. С.Дж. Ду с соавторами опубликовали статью по отдалённым результатам коррекции контрактур в первой группе пациентов [13]. Авторами отмечалось дополнительное улучшение активного разгибания в локтевом суставе в среднем на 12°, а также уменьшение активного сгибания на 8°.

Аналогичных результатов достигли Н.С. Гонг с соавторами [18]. Результаты лечения 29 пациентов показали, что парциальное удлинение мышц-сгибателей предплечья оказывает меньшее влияние на разрешение флексионной контрактуры локтевого сустава, чем Z-удлинение двуглавой мышцы плеча. Однако парциальное удлинение, в отличие от Z-пластики, не сказывается на возможностях пациентов при активном сгибании предплечья.

В исследовании Р.Р. Манске с соавторами сообщается о 42 оперативных вмешательствах у 40 пациентов с минимальным сроком наблюдения в течение года. Вмешательство включало в себя иссечение фиброзного растяжения двуглавой мышцы плеча и отсепаровки перитенона сухожилия двуглавой мышцы плеча с целью нарушения афферентной иннервации. Были произведены предоперационная и послеоперационная оценка угла активного сгибания, разгибания локтевого сустава, заполнение опросника (родителями). Активное разгибание улучшилось в среднем на 18°. Значительных изменений активного сгибания локтевого сустава после оперативного лечения не последовало [29].

В своей работе Н.С. Ел-Сайд отмечал некоторое улучшение разгибания в локтевом суставе во всех случаях после релиза общего сухожилия флексоров-пронаторов [14].

Пронационная контрактура предплечий

Пронационная контрактура предплечий провоцируется спастичностью обеих пронаторов: круглого и квадратного.

В своей работе С. Гшвинд и М. Тонкин выделили 4 типа пронационной контрактуры предплечья [20]:

- тип 1 – активная супинация, превышающая среднефизиологическое положение;
- тип 2 – активная супинация, позволяющая достичь среднего положения либо менее;
- тип 3 – отсутствие активной супинации при свободной пассивной;
- тип 4 – отсутствие активной супинации, тяжело поддающаяся пассивная супинация.

Авторы предложили тактику ведения для каждого типа и рекомендовали отказаться от хирургической агрессии при первом типе, когда возможна супинация сверх среднего положения. При возможностях активной супинации лишь до среднего положения (2 тип) авторы рекомендовали выполнять миотомии квадратного пронатора в сочетании с релизом апоневроза сгибателей, включающим в себя 2 см поперечное иссечение фасции предплечья на 6 см дистальнее медиального надмыщелка плечевой кости.

Для пациентов с сохранной пассивной супинацией предплечья (при отсутствии активной супинации – 3 тип) рекомендовано выполнение транспозиции круглого пронатора в положение супинатора. При типе 4 (отсутствие активной и пассивной супинации) рекомендовалась миотомия квадратного пронатора в сочетании с релизом апоневроза сгибателей.

В наиболее тяжёлых случаях при неэффективности сухожильно-мышечных пластик выполняются различные варианты деротационных остеотомий костей предплечий с выведением сегмента в функционально выгодное положение [15, 34].

Транспозиция круглого пронатора в положение супинатора была впервые описана Н.Т. Sakellarides с соавторами [44]. Авторы докладывали о 22 пациентах, которым была выполнена транспозиция круглого пронатора в положение супинатора. Было отмечено 82% хороших и отличных результатов с получением в послеоперационном периоде до 46° активной супинации в сравнении с предоперационным состоянием. В дальнейшем W.B. Strecker с соавторами доказали эффективность операции в сравнении с миотомией круглого пронатора. Они сравнивали результаты лечения 41 пациента, которым выполнялась транспозиция круглого пронатора по поводу пронационной контрактуры предплечья, и результаты лечения 16 пациентов с проведённой миотомией круглого пронатора. Среднее улучшение супинации в группе транспозиций достигало 78° по сравнению с 54° в группе миотомий [45].

R.E. Bunata [4] представил результаты выполнения транспозиции круглого пронатора по поводу пронационной контрактуры предплечья со средним сроком наблюдения 39 месяцев. Средняя активная супинация улучшилась на 65°, и среднее динамическое позиционирование предплечья изменилось с 26° до 7° пронации от среднего положения; 30 из 31 пациентов приобрели возможность удерживать чашку воды в нейтральном положении в больной руке. У 9 детей в послеоперационном периоде отмечалась умеренная гиперкоррекция: они удерживали руку в супинации при захвате.

В 2015 г. J.J. Но опубликовал сообщение о 46-месячном клиническом наблюдении пациентов после транспозиции круглого пронатора по поводу пронационной контрактуры. Достигнутые результаты: улучшение активной супинации в среднем на 80,9° при потере активной пронации в 22° [22].

В 2004 г. Т. Ozkan с соавторами описали выполнение пересадки плечелучевой мышцы в сочетании с релизом круглого и квадратного

пронаторов с целью восстановления супинации. Выполнялось продольное рассечение сухожилия плечелучевой мышцы с проведением дистальной порции через межкостную мембрану с тыльной поверхности на ладонную с последующим подшиванием к проксимальной порции сухожилия. Авторы сообщили о достижении 81° активной супинации в сравнении с предоперационными показателями [37]. В дальнейшем Т. Ozkan предложил выполнение транспозиции плечелучевой мышцы как альтернативу транспозиции круглого пронатора, позволяющую сохранять в большей мере возможности активной супинации предплечья при сохранении обеих мышц-пронаторов [38].

При невозможности использования круглого пронатора или плечелучевой мышцы для усиления супинации и в случаях необходимости дополнительного сгибания локтевого сустава Т. Ozkan с соавторами предложили выполнять супинаторопластику плечевой мышцы [39]. В их работе было доложено о результате лечения 4 пациентов с достижением супинации 60° и 50°, у одного пациента – 5° и отсутствии положительного эффекта у одного пациента.

N.S. El-Said при пронационной контрактуре выполнил проксимальный релиз круглого пронатора с транспозицией локтевого сгибателя запястья на короткий лучевой разгибатель запястья 35 пациентам в возрасте от 6 до 19 лет [14].

T.A. Sheema с соавторами провели на кадаверном материале биомеханические исследования эффективности транспозиций круглого пронатора, локтевого сгибателя запястья и плечелучевой мышц для улучшения супинации предплечья. По результатам эксперимента было доказано, что наиболее эффективным вмешательством является транспозиция локтевого сгибателя кисти на лучевой разгибатель кисти, несколько менее эффективной оказалась транспозиция плечелучевой мышцы, наименее эффективна транспозиция круглого пронатора [8].

G. Šobeljić с соавторами провели ретроспективный обзор результатов лечения пронационной контрактуры предплечья за период с 1971 по 2001 г. Средний срок наблюдения пациентов составил 17,5 лет. Проводилось сравнение результатов лечения следующих объёмов оперативного вмешательства: транспозиция круглого пронатора на короткий лучевой разгибатель кисти; реинсерция круглого пронатора в положение супинатора; миотомия квадратного пронатора в сочетании с реинсерцией круглого пронатора. Отдалённые результаты лечения показали среднюю активную супинацию пред-

плеча 85° по сравнению с 10° на дооперационном этапе. Анализ результатов исследования не выявил статистически значимой разницы в эффективности хирургического лечения тем или иным методом. Авторы заключили, что изолированная реинсерция круглого пронатора является наиболее простым и наименее травматичным из представленных методов и, следовательно, наиболее предпочтительным [9].

Флексионная контрактура лучезапястного сустава и пальцев кисти

Основной причиной флексионной контрактуры лучезапястного сустава является спастическое натяжение локтевого сгибателя запястья и сгибателей пальцев кисти. Значительно реже в процесс могут быть вовлечены лучевой сгибатель запястья и длинная ладонная мышца. В ряде случаев сгибание в кисти определяется преимущественно натяжением сгибателей пальцев кисти. При согнутом лучезапястном суставе становится невозможным выполнение основных видов кистевого хвата, а в сочетании со флексионной контрактурой пальцев кисти практически полностью исключается функция верхней конечности.

Наиболее распространённая классификация флексионной контрактуры лучезапястного сустава и пальцев была описана E.A. Zancolli и E.R. Zancolli-младшим в 1981 г. [54]. Авторы выделили 3 группы:

- 1) активное разгибание пальцев при сгибании в лучезапястном суставе до 20°;
- 2) активное разгибание пальцев при сгибании в лучезапястном суставе свыше 20°: 2a – активное разгибание кисти при согнутых пальцах; 2b – невозможность разгибания кисти при согнутых пальцах;
- 3) невозможность совершения разгибательных движений в пальцах даже при максимальном сгибательном положении в лучезапястном суставе.

При невыраженных флексионных контрактурах (группы 1, 2 а – по Zancolli) рекомендуется выполнение Z-образной пластики с целью удлинения локтевого сгибателя запястья и иных сухожилий при их выраженном натяжении. При сильном натяжении сухожилия длинной ладонной мышцы рекомендуется его отсечение от места прикрепления и использование как донора при усилении других мышц [27, 48].

С целью улучшения активного разгибания запястья у пациентов группы 2b выполняются транспозиции сухожилий. В частности, операция W.T. Green [17] позволяет достичь, помимо

супинирующего усилия на предплечье, разгибательного усилия на лучезапястный сустав [17].

W.R. Beach с соавторами сообщают о 17-летнем опыте применения операции Green в клинической практике. Вмешательство проводилось пациентам в возрасте от 3 лет 5 месяцев до 16 лет 5 месяцев. Авторы отмечают достижение в 88% косметического эффекта и в 79% – хорошего функционального результата. Вместе с тем, было отмечено, что у детей в возрасте старше 12 лет были получены более низкие функциональные результаты [2].

При невозможности использования сухожилия локтевого сгибателя запястья (например, при его задействованности в иных пластиках, слабой тяги мышцы у конкретного пациента) описываются транспозиции плечелучевой мышцы, круглого пронатора на короткий лучевой разгибатель запястья. Так, T. Ozkan с соавторами описали транспозицию плечевой мышцы на лучевой разгибатель запястья у пятерых пациентов по поводу флексионной контрактуры лучезапястного сустава с достижением активного разгибания до 65° [39]. C.L. Colton с соавторами сообщили о результатах транспозиции сухожилия круглого пронатора на короткий лучевой разгибатель кисти у 9 пациентов [10].

В третьей группе при отсутствии активного разгибания в пальцах кисти после разрешения флексионных контрактур необходимо усиление разгибателей пальцев. В частности, описывается применение транспозиции локтевого сгибателя запястья на общий разгибатель пальцев [39].

При наиболее ригидных флексионных контрактурах пальцев кистей выполняется операция транспозиции сухожилий глубокого разгибателя пальцев на поверхностный – STP-пластика [3]. Вмешательство значительно ослабляет сгибание пальцев кисти, лишая возможности совершать хватательные движения, и рекомендуется исключительно при наличии нефункциональной кисти для облегчения гигиенического ухода за пациентом [16]. С целью ослабления влияния сгибателей используется также низведение проксимальной точки прикрепления мышц-сгибателей [14]. При необходимости достичь большей лучевой девиации кисти при транспозициях рекомендуется усиливать длинный лучевой разгибатель запястья, для достижения большей супинации – короткий лучевой разгибатель [38].

Костно-пластические оперативные вмешательства применяются при грубых флексионных контрактурах в тех случаях, когда сухожильно-мышечные пластики не эффективны. Наиболее

перспективным среди таких вмешательств является артродез лучезапястного сустава в положении коррекции с резекцией проксимального ряда костей запястья. Вмешательство помимо стабилизации сустава позволяет уменьшить натяжение мягких тканей за счёт укорочения сегмента [19, 36, 43, 46, 53]. Так, укорочение конечности на 1 см позволяет достичь до 25° пассивного разгибания в лучезапястном суставе [38].

Исследуя отдалённые результаты выполнения операции Грина J.M. Patterson с соавторами отметили, что в подавляющем большинстве случаев причиной неудовлетворительных результатов была гиперкоррекция. Так, в исследовании из 25 выполненных транспозиций в 12 случаях развились поздние деформации в период от 10 до 105 месяцев после операции: у 8 больных – гиперэкстензионные деформации кистевого сустава, у одного пациента – супинационная деформация предплечья и в 3 случаях – рецидив сгибательной деформации кисти. В 9 случаях потребовалось повторное вмешательство. Девять пациентов с неудовлетворительными результатами на период вмешательства были в возрасте до 13 лет [41].

Флексионно-аддукционная контрактура суставов первого пальца

Специфическая флексионно-аддукционная контрактура суставов первых пальцев кистей при спастических формах ДЦП является наиболее значимой деформацией пальцев, определяющей невозможность осуществления основных видов хвата кисти.

Гипертонус приводящих первый палец мышц в сочетании со спастичностью первой тыльной межкостной мышцы кисти в дальнейшем приводит к дерматогенной приводящей контрактуре первого пальца. А натяжение короткого сгибателя первого пальца в сочетании с приведением формирует характерный вид деформации [32]. К такому положению может привести и слабость мышц-антагонистов. В дополнение к этому при вовлечении длинного сгибателя первого пальца формируется флексионная контрактура первого межфалангового сустава. При сохранённой функции мышц-разгибателей первого пальца может формироваться рекурвация первого пястно-фалангового сустава с прогрессированием нестабильности, а в дальнейшем – подвывиха в суставе.

J.H. House с соавторами в 1981 г. предложили классификацию флексионно-аддукционных контрактур, включающую 4 типа:

- 1 тип – простое приведение за счёт спастичности или контракции приводящих мышц первого пальца и первой тыльной межкостной мышцы кисти;
- 2 тип – в дополнение к приведению формирование флексионной контрактуры в пястно-фаланговом суставе за счёт вовлечённости короткого сгибателя первого пальца;
- 3 тип – нестабильность и рекурвация в пястно-фаланговом суставе при спастичности разгибателей первого пальца и слабости длинного сгибателя первого пальца;
- 4 тип – тяжёлая деформация с вовлечённостью всех сгибателей и приводящих мышц первого пальца.

Авторами классификации были определены основные цели коррекции деформации. Они заключаются в релизе спастических и контрагированных мышц, усилении паретических и ослабленных мышц, устранении нестабильности суставов [23].

М.А. Tonkin с соавторами предложили классификацию с выделением трех типов [48]: 1) за счёт коротких мышц кисти, 2) длинных мышц кисти и 3) комбинированные деформации (смешанного генеза).

Наиболее распространённое оперативное вмешательство из используемых на данный момент было предложено I. Matev в 1963 г. [30]. Двухэтапное вмешательство заключалось в релизе коротких мышц: короткой приводящей, короткого сгибателя первого пальца, первой тыльной межкостной мышцы и дистальных 2/3 короткой отводящей мышцы. Автор отмечал, что отсепаровывание приводящей мышцы от сесамовидной кости основания первого пальца значительно уменьшает силу сгибания проксимальной фаланги первого пальца, что, в свою очередь, неизбежно приведёт к гиперэкстензии в пястно-фаланговом суставе. Вторым этапом в зависимости от клинической картины выполнялись: укорочение длинной отводящей, короткого разгибателя первого пальца, транспозиция длинного лучевого разгибателя на короткий разгибатель первого пальца либо его пересадка на первую пястную кость. При длительном вынужденном положении первого пальца формируется вторичная дерматогенная контрактура, требующая кожной пластики. В 1991 г. автор доложил о результатах своего 20-летнего опыта выполнения коррекции деформации первого пальца [31]. Вмешательства были выполнены 56 пациентам в возрасте от 2 до 15 лет со средним сроком наблюдения 4 года 11 месяцев. Хорошие и удовлетворительные отдалённые клинические результаты были достигнуты в 82% наблюдений.

В настоящее время с целью усиления отведения многими авторами рекомендуется использовать в первую очередь транспозицию части сухожилия длинной ладонной мышцы на сухожилие длинной отводящей мышцы [27, 48]. Возможно также использование сухожилия плечелучевой мышцы и лучевого сгибателя кисти [31, 49]. При отсутствии перспективных мышц для транспозиции сухожилие длинной отводящей мышцы подшивают под натяжением к сухожилию лучевого разгибателя кисти, что позволяет удерживать первый палец в функционально выгодном положении.

Вследствие нарушения баланса мышца-антагонистов нередко формируется нестабильность суставов первого пальца и первого пястно-запястного сустава. В первую очередь это касается пястно-фалангового сустава. Рекурвация пястно-фалангового сустава более 20° в сочетании с проведением транспозиций с целью усиления функции длинного разгибателя первого пальца неминуемо приведёт к прогрессированию нестабильности. В таких случаях рекомендуется его стабилизация путём выполнения сесамодеза, капсулодеза в положении 30° сгибания, а при недостаточной фиксации – выполнение артрорезирующего вмешательства в функционально выгодном положении [21, 24, 49, 50]. При нестабильности межфалангового сустава выполняется его тенодез или артрорез в положении 10–15° сгибания, а при нестабильности первого запястно-пястного сустава – трапециопястный артрорез в функционально выгодном положении.

Так, М. Tonkin с соавторами сообщают о результатах лечения 32 пациентов с применением костных вмешательств. Средний срок наблюдения составил 32 месяца после оперативного вмешательства. Удержание коррекции отмечалось у 29 пациентов, 26 кистей из 33 оперированных смогли выполнить «ключевой» хват [48].

При отсутствии перспектив функционирования первого пальца выполняется невротомия возвратного двигательного нерва тенара, при необходимости – стабилизирующие вмешательства на суставах. Авторами отмечается хороший клинический эффект на бесперспективной конечности в отношении облегчения гигиенического ухода за пациентом [40].

Деформация пальцев по типу «лебединой шеи»

У детей с ДЦП гиперэкстензия в проксимальном межфаланговом суставе и сгибание в дистальном провоцируются спастическим натяжением общего разгибателя пальцев, тыльных межкостных мышц кисти в сочетании с флекси-

онной контрактурой кисти. Деформация довольно распространена при спастических деформациях верхней конечности, но относительно редко влияет на функциональные возможности кисти и обычно не требует хирургической коррекции. Тем не менее, при выраженном натяжении сухожильных структур формируется эффект тенодеза суставов пальцев, провоцирующий выраженное ограничение в движении пальцев.

Описаны следующие виды хирургической коррекции деформации [38]:

- с целью уменьшения натяжения центральной ножки общего разгибателя пальцев отсечение от неё сухожилий тыльных межкостных мышц кисти;
- придание более ладонного положения латеральным ножкам общего разгибателя пальцев путём укорочения поперечных ретинакулярных связок;
- реинсерция центральной ножки общего разгибателя пальцев на проксимальную фалангу;
- тенодез или артрорез проксимального межфалангового сустава;
- невротомия двигательных ветвей локтевого нерва;
- сгибательные остеотомии пястных костей.

Наиболее перспективным представляется вмешательство, предложенное E. Zancolli, заключающееся в транслокации боковых ножек общего разгибателя кисти на ладонную поверхность без отсечения от места прикрепления, что, в свою очередь, продуцирует сгибательное усилие на проксимальный межфаланговый сустав [55].

Метод в дальнейшем развили М.А. Tonkin с соавторами [51], которые опубликовали результаты коррекции деформации пальцев по типу «лебединой шеи» описанным методом. Но срок послеоперационного наблюдения пациентов был менее года.

В дальнейшем М. de Bruin с соавторами описали результаты лечения деформации 62 пальцев с минимальным сроком наблюдения 5 лет. Он показал, что к концу первого года хорошие результаты коррекции сохранялись у 84% пациентов, спустя 5 лет после операции – у 60% [12].

Заключение

За почти двухвековую историю оперативного лечения контрактур и деформаций конечностей у детей вследствие спастических церебральных параличей остаётся ещё множество нерешённых задач. Об этом свидетельствуют не всегда удовлетворительные результаты лечения с исходом в рецидивы, гиперкоррекцию, вторичные ятрогенные контрактуры [41]. Недостаточная

информированность ортопедов о возможностях хирургической коррекции спастических деформаций верхних конечностей оставляет значительную часть нуждающихся пациентов без лечения. Результаты успешной коррекции контрактур верхней конечности у детей с ДЦП стимулируют рост когнитивных навыков, улучшают самообслуживание, повышают качество жизни пациентов с таким недугом. В этой связи необходимо продолжать исследования по изучению показаний к оперативному лечению, планированию объема оперативного вмешательства, развитие хирургической техники и вопросов послеоперационного ведения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

- Умнов В.В., Новиков В.А., Звозиль А.В. Диагностика и лечение спастической руки у детей с детским церебральным параличом: обзор литературы. Часть 2. Консервативное и хирургическое лечение верхней конечности. *Травматология и ортопедия России*. 2011;3(61):137-145.
- Beach W.R., Strecker W.B., Coe J., Manske P.R., Schoenecker P.L., Dailey L. Use of the Green transfer in treatment of patients with spastic cerebral palsy: 17-year experience. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(6):731-736.
- Braun R.M., Vise G.T., Roper B. Preliminary experience with superficialis-to-profundus tendon transfer in the hemiplegic upper extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(3):466-472.
- Bunata R.E. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy. *Hand Surg Am*. 2006;31(3):474-482.
- Carlson M.G. Green's operative hand surgery. In: Green D.P., Hotchkiss R.N., Pederson W.C., Wolfe S.W., editors. *Cerebral palsy*. Philadelphia: Churchill Livingstone. 2005. p. 1197-1234.
- Carlson M.G., Brooks C. The effect of altered hand position and motor skills on Stereognosis. *J Hand Surg Am*. 2009;34(5):896-899. doi: 10.1016/j.jhssa.2009.01.029
- Carlson M.G., Hearn K.A., Inkelis E., Leach M.E. Early results of surgical intervention for elbow deformity in cerebral palsy based on degree of contracture. *J Hand Surg Am*. 2012;37(8):1665-1671. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.05.013.
- Cheema T.A., Firozabakhsh K., De Carvalho A.F., Mercer D. Biomechanical comparison of 3 tendon transfers for supination of the forearm. *J Hand Surg Am*. 2006;31(10):1640-1644.
- Čobeljić G., Rajković S., Bajin Z., Lešić A., Bumbaširević M., Aleksić M., Atkinson H.D. The results of surgical treatment for pronation deformities of the forearm in cerebral palsy after a mean follow-up of 17.5 years. *J Orthop Surg Res*. 2015;8(10):106. doi: 10.1186/s13018-015-0251-3
- Colton C.L., Ransford A.O., Lloyd-Roberts G.C. Transposition of the tendon of pronator teres in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 1976;58(2):220-223.
- Crenshaw A.H. *Campbell's operative orthopaedics*, 8th edition. St. Louis: Mosby Year Book. 1992. p. 3281-3298.
- de Bruin M., van Vliet D.C., Smeulders M.J., Kreulen M. Long-term results of lateral band translocation for the correction of swan neck deformity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(1):67-70. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181c6c363
- Dy C.J., Pean C.A., Hearn K.A., Swanstrom M.M., Janowski L.C., Carlson M.G. Long-term results following surgical treatment of elbow deformity in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2013;38(12):2432-2436. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.09.028
- El-Said N.S. Selective release of the flexor origin with transfer of flexor carpi ulnaris in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83-B:259-262.
- Ezaki M., Oishi S.N. Technique of forearm osteotomy for pediatric problems. *J Hand Surg Am*. 2012;37(11):2400-2403. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.08.033
- Facca S., Louis P., Isner M.E., Gault D., Allieu Y., Liverneaux P. Braun's flexor tendons transfer in disabled hands by central nervous system lesions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(6):656-661. doi: 10.1016/j.otsr.2010.03.023
- Green W.T. Tendon transplantation of the flexor carpi ulnaris for pronation-flexion deformity of the wrist. *Surg Gynecol Obstet*. 1942;75:337.
- Gong H.S., Cho H.E., Chung C.Y., Park M.S., Lee H.J., Baek G.H. Early results of anterior elbow release with and without biceps lengthening in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2014;39(5):902-909. doi: 10.1016/j.jhssa.2014.02.012
- Gong H.S., Kang J.Y., Lee J.O., Chung M.S., Baek G.H. Wrist arthrodesis with volar plate fixation in cerebral palsy. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2010;14(2):69-72. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181c6c363
- Gschwind C., Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J Hand Surg Br*. 1992;17(4):391-395.
- Gwilym S., Swan M.C., Giele H.P. Sesamoid arthrodesis of the thumb: a technique using a Mitek anchor and wire suture. *Ann R Coll Surg Engl*. 2005;87(2):139.
- Ho J.J. Pronator teres transfer for forearm and wrist deformity in cerebral palsy children. *J Pediatr Orthop*. 2015;35(4):412-418. doi: 10.1097/BPO.0000000000000276
- House J.H., Gwathmey F.W., Fidler M.O. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(2):216-225.
- Hunt T.R., Wiesel S.W. *Operative techniques in hand, wrist, and forearm surgery*. London: Lippincott Williams & Wilkins. 2010. p. 952-959.
- Keats S. Surgical treatment of the hand in cerebral palsy: correction of thumb-in-palm and other deformities. Report of nineteen cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1965;47:274-284.
- Kinnucan E., Van Heest A., Tomhave W. Correlation of motor function and stereognosis impairment in upper limb cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2010;35(8):1317-1322. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.04.019
- Lawson R.D., Tonkin M.A. Surgical management of the thumb in cerebral palsy. *Hand Clin*. 2003;19(4):667-677.
- Little W.J. *Hospital for the Cure of Deformities: course of lectures on the deformities of the human frame*. Lancet. 1843;350-354.
- Manske P.R., Langewisch K.R., Strecker W.B., Albrecht M.M. Anterior elbow release of spastic elbow flexion deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(6):772-777.
- Matev I. Surgical treatment of spastic "thumb-in-palm" deformity. *J Bone Joint Surg Br*. 1963;45(4):703-708.

31. Matev I. Surgery of the spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Br.* 1991;16(2):127-132.
32. Miller F. Cerebral palsy. N.Y.: Springer; 2005. 418 p.
33. Mital M.A. Lengthening of the elbow flexors in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(4):515-522.
34. Moon E.S., Howlett J., Wiater B.P., Trumble T.E. Treatment of plastic deformation of the forearm in young adults with double-level osteotomies: case reports. *J Hand Surg Am.* 2011;36(4):639-646. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.11.042
35. Morrey B.F., Askew L.J., Chao E.Y. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):872-877.
36. Omer G.E., Capen D.A. Proximal row carpectomy with muscle transfers for spastic paralysis. *J Hand Surg Am.* 1976;1(3):197-204.
37. Ozkan T., Tuncer S., Aydin A., Hosbay Z., Gulgonen A. Brachioradialis re-routing for the restoration of active supination and correction of forearm pronation deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Br.* 2004;29(3):265-270.
38. Ozkan T., Tuncer S. Upper extremity surgery in cerebral palsy. *JAREM.* 2012;2:43-54.
39. Ozkan T., Bicer A., Aydin H.U., Tuncer S., Aydin A., Hosbay Z.Y. Brachialis muscle transfer to the forearm for the treatment of deformities in spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2013;38(1):14-21.
40. Pappas N., Baldwin K., Keenan M.A. Efficacy of median nerve recurrent branch neurectomy as an adjunct to ulnar motor nerve neurectomy and wrist arthrodesis at the time of superficialis to profundus transfer in prevention of intrinsic spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Am.* 2010;35(8):1310-1316. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.05.007
41. Patterson J.M., Wang A.A., Hutchinson D.T. Late deformities following the transfer of the flexor carpi ulnaris to the extensor carpi radialis brevis in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(11):1774-1778. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.07.014
42. Tavade P.N., Athani M.S., Rege P.V. Pre and post surgical functional analysis of spastic hand. *Ind J Occup Ther.* 2003;35(2) <http://medind.nic.in/iba/t03/i2/ibat03i2p7.pdf>.
43. Rayan G.M., Young B.T. Arthrodesis of the spastic wrist. *J Hand Surg Am.* 1999;24(5):944-952.
44. Sakellarides H.T., Mital M.A., Lenzi W.D. Treatment of pronation contractures of the forearm in cerebral palsy by changing the insertion of the pronator radii teres. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(4):645-52.
45. Strecker W.B., Emanuel J.P., Daily L., Manske P.R. Comparison of pronator tenotomy and pronator re-routing in children with spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1988;13:540-543.
46. Thabet A.M., Kowtharapu D.N., Miller F., Dabney K.W., Shah S.A., Rogers K., Holmes L.Jr. Wrist fusion in patients with severe quadriplegic cerebral palsy. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(3):199-204. doi: 10.1007/s12306-012-0217-0
47. Tonkin M. The upper limb in cerebral palsy. *Curr Orthop.* 1995;9:149-55.
48. Tonkin M.A., Hatrick N.C., Eckersley J.R., Couzens G. Surgery for cerebral palsy part 3: classification and operative procedures for thumb deformity. *J Hand Surg Br.* 2001;26(5):465-470.
49. Tonkin M., Freitas A., Koman A., Leclercq C., Van Heest A. The surgical management of thumb deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2008;33(1):77-80. doi: 10.1177/1753193407087891
50. Tonkin M.A., Beard A.J., Kemp S.J., Eakins D.F. Sesamoid arthrodesis for hyperextension of the thumb metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg Am.* 1995;20(2):334-338.
51. Tonkin M.A., Hughes J., Smith K.L. Lateral band translocation for swan-neck deformity. *J Hand Surg Am.* 1992;17(2):260-267.
52. Van Heest A.E., House J.H., Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1999;24(2):223-230.
53. Van Heest A.E., Strothman D. Wrist arthrodesis in cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2009;34(7):1216-1224. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.03.006
54. Zancolli E.A., Zancolli E.R.Jr. Surgical management of the hemiplegic spastic hand in cerebral palsy. *Surg Clin North Am.* 1981;61(2):395-406.
55. Zancolli E.A. Structural and dynamic bases of hand surgery, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1979.
56. Zancolli E.A. Surgical management of the hand in infantile spastic hemiplegia. *Hand Clin.* 2003;19(4):609-629.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Андреев Антон Владимович* – аспирант, врач травматолог-ортопед отделения детской ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
- Рыжиков Дмитрий Владимирович* – канд. мед. наук заведующий отделением детской ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
- Губина Елена Владимировна* – канд. мед. наук врач травматолог-ортопед отделения детской ортопедии № 2 ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России

SURGICAL TREATMENT OF STIFFNESS AND MOTION DISORDERS OF UPPER LIMB IN CHILDREN WITH SPASTIC CEREBRAL PALSY (review)

A.A. Andreev, D.V. Ryzhikov, E.V. Gubina

*Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan
Ul. Frunze, 17, Novosibirsk, Russia, 630091*

Abstract

Specific upper limb disorders accompanying spastic cerebral palsy substantially restrict self-care, writing abilities, hinder movements with external support aids and limit work capability. Spastic upper limb represents a complex multilevel abnormality progressing with age and leading to increased suffering of the patient. Little interest towards surgical correction of spastic upper limb along with insufficient awareness on surgical rehabilitation options leaves considerable number of patients without relevant treatment.

The present paper describes advances and complexities of orthopaedic correction for spastic arm in ICP, key classifications used and treatment outcomes based on scientific literature analysis.

Keywords: infantile spastic cerebral palsy, upper limb disorders.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145

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

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

References

- Umnov VV, Novikov VA, Zvozil AV. [Diagnostic and treatment of spastic hand in children with cerebral palsy: Review. Part 2. Conservative and surgical treatment of upper limb.] *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2011;3(61):137-145.
- Beach WR, Strecker WB, Coe J, Manske PR, Schoe necker PL, Dailey L. Use of the Green transfer in treatment of patients with spastic cerebral palsy: 17-year experience. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(6):731-736.
- Braun RM, Vise GT, Roper B. Preliminary experience with superficialis-to-profundus tendon transfer in the hemiplegic upper extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(3):466-472.
- Bunata RE. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy. *Hand Surg Am*. 2006;31(3):474-482.
- Carlson MG. Green's operative hand surgery. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW, editors. *Cerebral palsy*. Philadelphia: Churchill Livingstone. 2005. p. 1197-1234.
- Carlson MG, Brooks C. The effect of altered hand position and motor skills on Stereognosis. *J Hand Surg Am*. 2009;34(5):896-899. doi: 10.1016/j.jhssa.2009.01.029
- Carlson MG, Hearn KA, Inkellis E, Leach ME. Early results of surgical intervention for elbow deformity in cerebral palsy based on degree of contracture. *J Hand Surg Am*. 2012;37(8):1665-1671. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.05.013.
- Cheema TA, Firoozbakhsh K, De Carvalho AF, Mercer D. Biomechanic comparison of 3 tendon transfers for supination of the forearm. *J Hand Surg Am*. 2006;31(10):1640-1644.
- Čobeljić G, Rajković S, Bajin Z, Lešić A, Bumbaširević M, Aleksić M, Atkinson HD. The results of surgical treatment for pronation deformities of the forearm in cerebral palsy after a mean follow-up of 17.5 years. *J Orthop Surg Res*. 2015;8(10):106. doi: 10.1186/s13018-015-0251-3
- Colton CL, Ransford AO, Lloyd-Roberts GC. Transposition of the tendon of pronator teres in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 1976;58(2):220-223.
- Crenshaw AH. *Campbell's operative orthopaedics*, 8th edition. St. Louis: Mosby Year Book. 1992. p. 3281-3298.
- de Bruin M, van Vliet DC, Smeulders MJ, Kreulen M. Long-term results of lateral band translocation for the correction of swan neck deformity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(1):67-70. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181c6c363
- Dy CJ, Pean CA, Hearn KA, Swanstrom MM, Janowski LC, Carlson MG. Long-term results following surgical treatment of elbow deformity in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2013;38(12):2432-2436. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.09.028
- El-Said NS. Selective release of the flexor origin with transfer of flexor carpi ulnaris in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83-B:259-262.
- Ezaki M, Oishi SN. Technique of forearm osteotomy for pediatric problems. *J Hand Surg Am*. 2012;37(11):2400-2403. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.08.033
- Facca S, Louis P, Isner ME, Gault D, Allieu Y, Liverneaux P. Braun's flexor tendons transfer in disabled hands by central nervous system lesions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(6):656-661. doi: 10.1016/j.otsr.2010.03.023
- Green WT. Tendon transplantation of the flexor carpi ulnaris for pronation-flexion deformity of the wrist. *Surg Gynecol Obstet*. 1942;75:337.
- Gong HS, Cho HE, Chung CY, Park MS, Lee HJ, Baek GH. Early results of anterior elbow release with and without biceps lengthening in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am*. 2014;39(5):902-909. doi: 10.1016/j.jhssa.2014.02.012
- Gong HS, Kang JY, Lee JO, Chung MS, Baek GH. Wrist arthrodesis with volar plate fixation in cerebral palsy. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2010;14(2):69-72. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181c6c363

Cite as: Andreev AA, Ryzhikov DV, Gubina EV. [Surgical treatment of stiffness and motion disorders of upper limb in children with spastic cerebral palsy (literature review)]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):135-145 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-135-145.

✉ *Andreev Anton A.* Ul. Frunze, 17, Novosibirsk, Russia, 630091; e-mail: doctor_andreev@icloud.com

1 Received: 29.07.2016; Accepted for publication: 18.08.2016

20. Gschwind C, Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J Hand Surg Br.* 1992;17(4):391-395.
21. Gwilym S, Swan MC., Giele HP. Sesamoid arthrodesis of the thumb: a technique using a Mitek anchor and wire suture. *Ann R Coll Surg Engl.* 2005;87(2):139.
22. Ho JJ. Pronator teres transfer for forearm and wrist deformity in cerebral palsy children. *J Pediatr Orthop.* 2015;35(4):412-418. doi: 10.1097/BPO.0000000000000276
23. House JH, Gwathmey FW, Fidler MO. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(2):216-225.
24. Hunt TR, Wiesel SW. Operative techniques in hand, wrist, and forearm surgery. London: Lippincott Williams & Wilkins. 2010. p. 952-959.
25. Keats S. Surgical treatment of the hand in cerebral palsy: correction of thumb-in-palm and other deformities. Report of nineteen cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47:274-284.
26. Kinnucan E, Van Heest A, Tomhave W. Correlation of motor function and stereognosis impairment in upper limb cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(8):1317-1322. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.04.019
27. Lawson RD, Tonkin MA. Surgical management of the thumb in cerebral palsy. *Hand Clin.* 2003;19(4):667-677.
28. Little WJ. Hospital for the Cure of Deformities: course of lectures on the deformities of the human frame. *Lancet.* 1843;350-354.
29. Manske PR, Langewisch KR, Strecker WB, Albrecht MM. Anterior elbow release of spastic elbow flexion deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(6):772-777.
30. Matev I. Surgical treatment of spastic "thumb-in-palm" deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 1963;45(4):703-708.
31. Matev I. Surgery of the spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Br.* 1991;16(2):127-132.
32. Miller F. Cerebral palsy. N.Y.: Springer; 2005. 418 p.
33. Mital MA. Lengthening of the elbow flexors in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(4):515-522.
34. Moon ES, Howlett J., Wiater B.P., Trumble T.E. Treatment of plastic deformation of the forearm in young adults with double-level osteotomies: case reports. *J Hand Surg Am.* 2011;36(4):639-646. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.11.042
35. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):872-877.
36. Omer GE, Capen DA. Proximal row carpectomy with muscle transfers for spastic paralysis. *J Hand Surg Am.* 1976;1(3):197-204.
37. Ozkan T, Tuncer S, Aydin A, Hosbay Z, Gulgonen A. Brachioradialis re-routing for the restoration of active supination and correction of forearm pronation deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Br.* 2004;29(3):265-270.
38. Ozkan T, Tuncer S. Upper extremity surgery in cerebral palsy. *JAREM.* 2012;2:43-54.
39. Ozkan T, Bicer A, Aydin HU, Tuncer S, Aydin A, Hosbay ZY. Brachialis muscle transfer to the forearm for the treatment of deformities in spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2013;38(1):14-21.
40. Pappas N, Baldwin K, Keenan MA. Efficacy of median nerve recurrent branch neurectomy as an adjunct to ulnar motor nerve neurectomy and wrist arthrodesis at the time of superficialis to profundus transfer in prevention of intrinsic spastic thumb-in-palm deformity. *J Hand Surg Am.* 2010;35(8):1310-1316. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.05.007
41. Patterson JM, Wang AA, Hutchinson DT. Late deformities following the transfer of the flexor carpi ulnaris to the extensor carpi radialis brevis in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(11):1774-1778. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.07.014
42. Tavade PN, Athani MS, Rege PV. Pre and post surgical functional analysis of spastic hand. *Ind J Occup Ther.* 2003;35(2) <http://medind.nic.in/iba/t03/i2/ibat03i2p7.pdf>.
43. Rayan GM, Young BT. Arthrodesis of the spastic wrist. *J Hand Surg Am.* 1999;24(5):944-952.
44. Sakellarides HT, Mital MA, Lenzi WD. Treatment of pronation contractures of the forearm in cerebral palsy by changing the insertion of the pronator radii teres. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(4):645-52.
45. Strecker WB, Emanuel JP, Daily L, Manske PR. Comparison of pronator tenotomy and pronator re-routing in children with spastic cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1988;13:540-543.
46. Thabet AM, Kowtharapu DN, Miller F, Dabney KW, Shah SA, Rogers K, Holmes L Jr. Wrist fusion in patients with severe quadriplegic cerebral palsy. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(3):199-204. doi: 10.1007/s12306-012-0217-0
47. Tonkin M. The upper limb in cerebral palsy. *Curr Orthop.* 1995;9:149-55.
48. Tonkin MA, Hatrick NC, Eckersley JR, Couzens G. Surgery for cerebral palsy part 3: classification and operative procedures for thumb deformity. *J Hand Surg Br.* 2001;26(5):465-470.
49. Tonkin MA, Freitas A, Koman A, Leclercq C, Van Heest A. The surgical management of thumb deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Eur.* 2008;33(1):77-80. doi: 10.1177/1753193407087891
50. Tonkin MA, Beard AJ, Kemp SJ, Eakins DF. Sesamoid arthrodesis for hyperextension of the thumb metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg Am.* 1995;20(2):334-338.
51. Tonkin MA, Hughes J., Smith K.L. Lateral band translocation for swan-neck deformity. *J Hand Surg Am.* 1992;17(2):260-267.
52. Van Heest AE, House JH, Cariello C. Upper extremity surgical treatment of cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 1999;24(2):223-230.
53. Van Heest AE, Strothman D. Wrist arthrodesis in cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2009;34(7):1216-1224. doi: 10.1016/j.jhssa.2009.03.006
54. Zancolli EA, Zancolli ER Jr. Surgical management of the hemiplegic spastic hand in cerebral palsy. *Surg Clin North Am.* 1981;61(2):395-406.
55. Zancolli EA. Structural and dynamic bases of hand surgery, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott. 1979.
56. Zancolli EA. Surgical management of the hand in infantile spastic hemiplegia. *Hand Clin.* 2003;19(4):609-629.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Andreev Anton A. – the orthopaedic surgeon of the department of child orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsvivan

Ryzhikov Dmitry V. – the head of the department of child orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsvivan

Gubina Elena V. – the orthopaedic surgeon of the department of child orthopedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsvivan

СОГЛАСОВАННАЯ РЕЗОЛЮЦИЯ ФОРУМА ЭКСПЕРТОВ ПО ПРОБЛЕМЕ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕВОГО СИНДРОМА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРИТОМ ДО И ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО ИЛИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

21 мая 2016 г., Санкт-Петербург

21 мая 2016 г. в Санкт-Петербурге состоялся форум экспертов, обсудивших вопросы купирования болевого синдрома у пациентов до и после операций эндопротезирования тазобедренного или коленного сустава, выполненных по поводу остеоартрита. В работе форума приняли участие врачи разных специальностей: травматологи-ортопеды, терапевты, ревматологи, клинические фармакологи, реабилитологи, анестезиологи-реаниматологи. Целью их совместной работы была разработка согласованных позиций по рациональной тактике борьбы с болевым синдромом у пациентов указанного профиля.

Сопредседатели форума экспертов: *Кочиш А.Ю.* – д.м.н., профессор заместитель директора по научной и учебной работе РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Лиля А.М.* – д.м.н., профессор проректор по учебной работе СЗГМУ им. И.И. Мечникова; *Неверов В.А.* – д.м.н., профессор заведующий кафедрой травматологии и ортопедии СЗГМУ им. И.И. Мечникова.

Участники:

Соболев И.П. – к.м.н. доцент кафедры травматологии и ортопедии СЗГМУ им. И.И. Мечникова; *Дадалов М.И.* – к.м.н. доцент кафедры травматологии и ортопедии СЗГМУ им. И.И. Мечникова; *Серб С.К.* – к.м.н. доцент кафедры травматологии и ортопедии СЗГМУ им. И.И. Мечникова; *Божкова С.А.* – к.м.н. заведующая научным отделением профилактики и лечения раневой инфекции, клинический фармаколог РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Красавина Д.А.* – д.м.н. профессор, заведующая учебной частью кафедры хирургических болезней детского возраста СПб ГПМУ; *Василькин А.К.* – к.м.н. заместитель главного врача по медицинской реабилитации РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Денисов А.О.* – к.м.н. заведующий научным отделением патологии тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Иванов С.Н.* – к.м.н. старший научный сотрудник РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Вебер Е.В.* – ассистент кафедры травматологии и ортопедии РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Сивков В.С.* – к.м.н. заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 13 РНИИТО им. Р.Р. Вредена; *Тропезников А.В.* – к.м.н. директор – главный врач санатория «Дюны»; *Кудяшев А.Л.* – к.м.н. заместитель начальника кафедры военной травматологии и ортопедии ВМедА им. С.М. Кирова; *Волоховский Н.Н.* – к.м.н. заведующий хирургическим отделением поликлиники Петербургского метрополитена; *Метленко П.А.* – к.м.н. начальник отделения эндопротезирования крупных суставов конечностей ВМедА им. С.М. Кирова.

Введение

У большинства пациентов с поздними стадиями остеоартрита тазобедренного и коленного суставов наблюдаются выраженный болевой синдром и нарушение двигательных функций. При этом консервативное лечение, как правило, неэффективно, и имеются обоснованные показания к оперативному лечению, чаще всего – к эндопротезированию указанных суставов [6].

Следует особо отметить, что период ожидания до оперативного лечения у пациентов рассматриваемого профиля по различным причинам может затягиваться на несколько месяцев и даже лет. Кроме того, результаты таких вмешательств не полностью удовлетворяют примерно каждого пятого пациента, а у каждого второго среди них ведущим компонентом указанной неудовлетворенности является сохранение значимого уровня болевого синдрома. Поэтому купирование болей на протяжении достаточно длительного времени ожидания оперативного лечения, а также и в послеоперационном периоде является важной клинической и социальной задачей [3, 5]. От ее решения в нашей стране за-

висят качество жизни нескольких сотен тысяч пациентов с остеоартритом, их физическая и трудовая активность, степень инвалидизации и необходимый уровень социальной поддержки. О нерешенности указанной проблемы свидетельствует отсутствие согласованных подходов и противоречивые мнения различных специалистов в отношении купирования болевого синдрома в периоды до и после эндопротезирования тазобедренного или коленного сустава [1–3]. Острота этой проблемы ежегодно усугубляется вследствие устойчивой тенденции к старению населения Российской Федерации и, соответственно, роста количества выполняемых операций рассматриваемого типа.

Участники форума экспертов отмечают, что ведущую роль в лечении больных обсуждаемого профиля играют травматологи-ортопеды, к которым такие пациенты приходят для оперативного лечения и обращаются в дальнейшем в случае сохранения болевого синдрома, несмотря на выполненную операцию. При этом, несмотря на большое многообразие нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП), зарегистрированных в Российской Федерации [4],

лечащему врачу, которым чаще всего является травматолог-ортопед, зачастую бывает сложно подобрать рациональную терапию для купирования боли и назначить пациенту не только эффективный, но и безопасный препарат.

С учетом сказанного экспертами были выработаны на основе консенсуса согласованные рекомендации по оптимизации лечебной тактики в отношении купирования болевого синдрома в периоды, предшествующие и последующие за эндопротезированием тазобедренного или коленного сустава. При этом отдельные предложения, не нашедшие поддержки у большинства экспертов, не были включены в данные рекомендации. Далее представлены основные согласованные экспертами позиции и таблица, облегчающая выбор оптимального препарата из группы НПВП у пациентов с имеющимися рисками осложнений со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) или сердечно-сосудистой системы (ССС).

Согласованные рекомендации форума экспертов

1. Значительная часть пациентов с поздними стадиями развития остеоартрита тазобедренного или коленного сустава нуждается в купировании болевого синдрома в периоперационном периоде до и после операций эндопротезирования указанных суставов.

2. Купирование болевого синдрома у пациентов рассматриваемого профиля приводит к улучшению качества жизни и к повышению двигательной активности, что существенно облегчает их состояние в период ожидания оперативного лечения и положительно влияет на его результаты.

3. Для купирования болевого синдрома у пациентов до и после эндопротезирования тазобедренного или коленного сустава следует проводить комплексное лечение, включающее физиотерапию, лечебную физкультуру, специальные методики разработки движений в суставах после установки имплантатов, а также специфическую фармакотерапию.

4. Для фармакотерапии болевого синдрома у профильных больных могут быть использованы препараты различных групп: парацетамол, традиционные пероральные НПВП, местные формы НПВП, ингибиторы циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2). При этом выбор схемы лечения должен проводиться индивидуально с учетом сопутствующей патологии в дозах, рекоменду-

емых инструкцией по применению лекарственных препаратов.

5. При лечении отдельных групп профильных пациентов с имеющимися рисками осложнений со стороны ЖКТ и ССС следует отдавать предпочтение селективным ингибиторам ЦОГ-2, имеющим доказанные преимущества при проведении анальгетической и противовоспалительной терапии у таких больных. Тактика выбора оптимального препарата у больных из указанных выше групп представлена в таблице.

6. Селективные ингибиторы ЦОГ-2, в отличие от традиционных НПВП, не нарушают агрегацию тромбоцитов, что позволяет использовать их в предоперационном периоде вплоть до дня операции.

7. При отсутствии значимого анальгетического эффекта от приема НПВП профильным пациентам может быть рекомендовано применение опиоидных препаратов и/или антидепрессантов.

8. Внутрисуставные инъекции глюкокортикостероидов могут быть показаны только в отдельных случаях пациентам с выраженным болевым синдромом и наличием внутрисуставного выпота, не поддающимся купированию другими препаратами.

9. Нет убедительных данных о целесообразности и эффективности внутрисуставного введения различных препаратов хондроитинсульфата, глюкозамина и гиалуроновой кислоты у пациентов с поздними стадиями развития остеоартрита, особенно с целью купирования болевого синдрома. Однако их назначение может осуществляться в отдельных случаях по решению врачей-специалистов в соответствии с зарегистрированными показаниями.

10. Через 2–4 недели лечения профильных пациентов целесообразно провести оценку ответа на назначенную терапию НПВП и при необходимости выполнить ее коррекцию. При этом в ходе контрольного визита необходимо оценить эффективность терапии, приверженность пациента к лечению и развитие нежелательных лекарственных реакций.

Эксперты надеются, что представленные согласованные рекомендации помогут практикующим врачам в назначении наиболее эффективной и безопасной периоперационной обезболивающей терапии у больных, готовящихся к оперативному лечению, а также перенесших эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава.

Таблица

Тактика выбора НПВП у пациентов с рисками развития нежелательных эффектов

Факторы риска и препараты	Риск развития нежелательных эффектов		
	низкий	умеренный	высокий
Со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ)			
Факторы риска	Нет	<ul style="list-style-type: none"> пожилой возраст, язвенная болезнь; редкие рецидивы; инфицированность <i>H. pylori</i>; прием стероидных гормонов; курение и прием алкоголя 	<ul style="list-style-type: none"> сочетание двух и более факторов риска; язвенный анамнез; частые рецидивы, осложненные кровотечением и/или перфорацией; прием антиагрегантов и/или антикоагулянтов
Препараты выбора	Любые НПВП	<ul style="list-style-type: none"> с-НПВП н-НПВП + ИПП 	<ul style="list-style-type: none"> с-НПВП + ИПП
Со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС)			
Факторы риска	Нет или SCORE <1%	<ul style="list-style-type: none"> SCORE 1–4%; компенсированная АГ и СН; неосложненная ИБС; 	<ul style="list-style-type: none"> SCORE ≥5%; осложненное течение ИБС: в анамнезе инфаркт миокарда, операции на сердце (АКШ, эндоваскулярное стентирование и др.); ишемический инсульт
Препараты выбора	<ul style="list-style-type: none"> н-НПВП + ИПП; с-НПВП 	<ul style="list-style-type: none"> с-НПВП + низкие дозы АСК; н-НПВП + ИПП + низкие дозы АСК 	<ul style="list-style-type: none"> НПВП не рекомендованы

Шкала риска SCORE оценивает риск смерти от заболеваний сердечно-сосудистой системы; АГ – артериальная гипертензия; СН – сердечная недостаточность; ИБС – ишемическая болезнь сердца; АКШ – аорто-коронарное шунтирование; с-НПВП – селективный НПВП; н-НПВП – неселективный НПВП; ИПП – ингибитор протонной помпы; АСК – ацетилсалициловая кислота.

Литература

1. Барабаш Ю.А., Летов А.С., Барабаш А.П., Коршунова Г.А. Восстановление функции конечности после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава при его анкилозе. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016;(4):690-693.
2. Комкин В.А., Бабушкин В.Н., Жирова Т.А., Руднов В.А. Местная однократная инфльтрационная анальгезия послеоперационной раны у пациентов после эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов. *Фундаментальные исследования*. 2014;(3-4): 524-529.
3. Мукуца И.Г., Царенко С.В., Лядов К.В., Конева Е.С., Волошин А.Г. Мультиmodalное обезболивание после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава *Травматология и ортопедия России*. 2012;66(4):72-75.
4. Протокол совета экспертов Северо-Западного федерального округа Российской Федерации по вопросам рационального подхода в лечении болевого синдрома и воспаления в неврологии. *Медицинский Совет*. 2015;(7):51-53. DOI:10.21518/2079-701X-2015-7-51-53.
5. Шильников В.А., Денисов А.О. Алгоритмы дифференциальной диагностики болевого синдрома после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Хирургия. Приложение к журналу Consilium Medicum*. 2013;(2):20-24.
6. Шильников В.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О. Болевой синдром после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2008; 48(2):106-109.

КРУГЛЫЙ СТОЛ **«ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА** **ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ»**

8–9 июля 2016 г., Санкт-Петербург

В июле 2016 г. в Санкт-Петербурге состоялся круглый стол «Диагностика, лечение и профилактика перипротезной инфекции». В мероприятии приняли участие около 100 врачей из Санкт-Петербурга, Москвы, Барнаула, Нижнего Новгорода, Чебоксар, Самары, Смоленска, Ростова-на Дону, Воронежа, Мурманска, Екатеринбургa, Уфы, Бузулука, Иваново, а также Минска и Киева. В первый день участники прослушали доклады, посвященные широкому кругу вопросов, связанных с инфекцией протезированных суставов. Список докладчиков включал специалистов в области ортопедической хирургии, лабораторной диагностики и антимикробной терапии перипротезной инфекции из РНИИТО им. Р.Р. Вредена и клиники Шарите (Берлин, Германия).

Директор РНИИТО им. Р.Р. Вредена профессор Р.М. Тихилов представил данные российского и зарубежных регистров эндопротезирования, которые свидетельствуют о возрастающей проблеме перипротезной инфекции, связанной с повсеместным увеличением количества выполняемых первичных эндопротезирований и высоким процентом хронизации инфекционного процесса при его развитии. Руководитель центра септической хирургии клиники Шарите доктор медицины А. Трампущ (Andrej Trampuz) посвятил свой доклад современным принципам лечения перипротезной инфекции, основанным на ее патогенезе. В докладе заведующей научным отделением профилактики и лечения раневой инфекции РНИИТО им. Р.Р. Вредена к.м.н. С.А. Божковой на большом клиническом материале было показано значительное

влияние этиологии инфекционного процесса на эффективность хирургического лечения, что требует тщательного подбора препаратов для антибактериальной терапии. Логическим продолжением данного доклада была презентация руководителя консультативной службы по лечению инфекционных болезней клиники Шарите доктора медицины Н. Ренц (Nora Renz) о проблемах, с которыми сталкиваются врачи и их пациенты при длительных курсах антибактериальной терапии. Представитель компании «СерамТес» Ф. Атцродт (Volker Atzrodt) в своей презентации осветил вопросы применения керамических эндопротезов при выполнении ревизионных операций. Заведующий отделением гнойной хирургии РНИИТО им. Р.Р. Вредена к.м.н. В.А. Артюх представил слушателям доклад о возможных способах локальной антибактериальной терапии, после чего врач травматолог-ортопед этого отделения В.Н. Ливенцов осветил возможную хирургическую тактику в случаях тяжелого течения хронической рецидивирующей инфекции.

Все доклады вызвали большой интерес у слушателей, которые не только задавали много вопросов докладчикам, но и активно участвовали в дискуссии. Среди слушателей были врачи различных специальностей: травматологи-ортопеды, хирурги, клинические фармакологи, клинические микробиологи, врачи клинической лабораторной диагностики, организаторы здравоохранения и эпидемиологи, что свидетельствует о большой практической значимости проблемы перипротезной инфекции, рассматриваемой в рамках круглого стола.

ПОПКОВ АРНОЛЬД ВАСИЛЬЕВИЧ К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

14 октября 2016 года исполняется 70 лет главному научному сотруднику Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова», доктору медицинских наук, профессору Арнольду Васильевичу Попкову.

Успешная учеба в Челябинском государственном медицинском институте, увлечение прикладными науками стали причиной заинтересованности новым направлением в травматологии и ортопедии, которое развивал будущий академик РАН Гавриил Абрамович Илизаров. Под его руководством Арнольд Васильевич начал работу еще в Курганском филиале Ленинградского НИИТО, затем – в знаменитом Курганском НИИ экспериментальной и клинической ортопедии и травматологии, где прошел путь от младшего научного сотрудника до заместителя генерального директора по научной работе (1998–2008). В 1979 г. он защитил кандидатскую, а 1992 г. – докторскую диссертацию. В 2002 г. ВАК РФ присвоил Арнольду Васильевичу звание профессора.

В сферу научных и клинических интересов профессора А.В. Попкова всегда входили проблемы удлинения верхних и нижних конечностей, исправление деформаций, лечение системных заболеваний скелета. Врач-травматолог-ортопед высшей квалификационной категории, сегодня он продолжает успешно лечить пациентов со сложной патологией – несовершенный остеогенез, врожденные ложные суставы костей, болезнь Олье, ахондроплазия, фиброзная дисплазия скелета, последствия витамин-D резистентного рахита, полиомиелита и остеомиелита. Под его руководством в 2008–2012 гг. успешно работал Ортопедический центр ФМБА МЗ РФ на базе клинической больницы №81 в г. Северск Томской области, а также филиалы Центра имени Г.А. Илизарова в Пакистане (Карачи и Навабшах).

А.В. Попков продолжает славный путь коллектива единомышленников профессора Илизарова, которые благодаря кропотливому труду и критичному научному мышлению заложили фундамент нового научно-практического направления в травматологии и ортопедии под названием «управляемый остеосинтез по Илизарову».



Фундаментальные исследования профессора А.В. Попкова показали перспективность нового направления в травматологии, основанного на концепции стимуляции репаративной регенерации и биологической фиксации костных имплантатов с активным ростом кости на их поверхности. Развитие подобных технологий использования скаффолд-систем с новым уровнем биофункциональности, которые воссоздают наномасштабные топографические и биофакторные стимулы из внеклеточного окружения, обеспечивают оптимальные условия для адгезии, дифференцировки и функционирования остеогенных клеток, позволило создать множество потенциальных клинических приложений для лечения несрастающихся переломов, ложных суставов, обширных дефектов костной ткани, исправления деформаций различной этиологии, удлинения конечностей. Другим актуальным направлением исследований индуцирования остеогенеза, проводимых А.В. Попковым, является создание наноструктурированных материалов в системах «биополимер – фосфаты кальция».

Клинические работы А.В. Попкова доказывают реальность стимуляции гистогенеза кости при врожденных аномалиях развития скелета, когда наблюдается реальность выхода за пределы генетических алгоритмов остеогенных клеток и их предшественников. Без сомнения, такие исследования требуют значительных междисциплинарных усилий с участием биологов, генетиков, инженеров, врачей-клиницистов.

Успешность такого творческого объединения доказывает и эффективное сотрудничество А.В. Попкова с учеными Томска, Екатеринбурга, Москвы, Санкт-Петербурга, Республики Беларусь, Франции, США. Плодотворное использование творческого потенциала специалистов различных областей науки позволяет найти новые высокоэффективные методики лечения различных повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы человека.

Сегодня профессор А.В. Попков разрабатывает и проводит клинично-экспериментальное обоснование новых технологий ускорения регенераторных процессов в поврежденных или патологически измененных тканях.

Профессор А.В. Попков – автор 13 монографий, 5 из которых были изданы в США, Германии и Франции, имеет более 400 научных публикаций, 36 патентов на изобретения и полезные модели. Шестнадцать учеников защитили диссертации под его руководством.

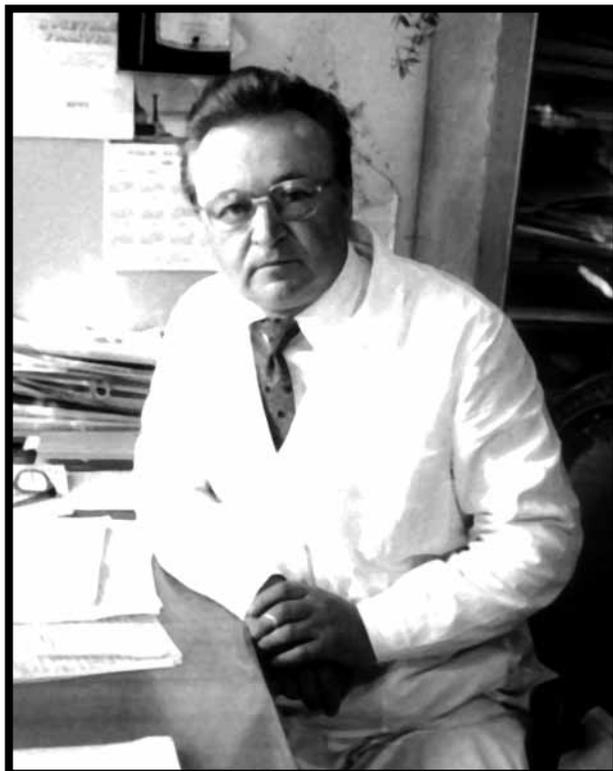
Арнольд Васильевич – лауреат премии «Ленинского комсомола» за научные исследования (1979). Он является действительным членом Российской академии естествознания, Македонского общества травматологов-ортопедов, Российской и Международной ассоциации по изучению и распространению метода Илизарова (ASAMI), Ассоциации франкоязычных ортопедов (AOLF).

Его труд отмечен государственными и ведомственными наградами: медалью ордена «За заслуги перед Отечеством», знаком «Отличник здравоохранения», «Заслуженный деятель науки и образования», международным орденом «Labore et Scientie».

Арнольд Васильевич – Почетный профессор Центра Илизарова – продолжает активную научную и клиническую деятельность в стенах родного Центра.

Сотрудники Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова, многочисленные ученики сердечно поздравляют Юбиляра и желают крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов.

Редакция журнала присоединяется к поздравлениям и желает юбиляру долгих лет творческой жизни на благо науки и крепкого здоровья!

**САВЕЛЬЕВ ВЛАДИМИР ИЛЬИЧ****05.05.1930 – 14.08.2016**

14 августа 2016 года на 87-м году жизни ушел из жизни доктор медицинских наук профессор Владимир Ильич Савельев.

Владимир Ильич в 1955 году закончил Ярославский медицинский институт. В 1959 г. он защитил кандидатскую, а в 1967 г. – докторскую диссертации. В 1959 г. он был избран по конкурсу на должность ассистента кафедры общей хирургии Кемеровского медицинского института, а в 1961 г. начал руководить лабораторией консервации и трансплантации органов и тканей Новосибирского НИИТО. В 1973 г. он был приглашен на должность руководителя аналогичной лаборатории Ленинградского института травматологии и ортопедии.

Он осуществлял руководство комплексными исследованиями, проводимыми в НИИ травматологии и ортопедии Российской Федерации по разработке новых способов получения, стерилизации, консервации и трансплантации биологических тканей. Профессор В.И. Савельев всегда уделял большое внимание проблеме обеспечения лечебных учреждений консервированными био-препаратами, способствовал укреплению научных связей между аналогичными службами в нашей стране и за рубежом.

Профессор В.И. Савельев является автором более 400 научных публикаций, 8 монографий, более 40 изобретений. Под его руководством были защищены 20 диссертаций, в том числе 3 докторские. Владимир Ильич являлся Почетным профессором РНИИТО им. Р.Р. Вредена.

За достижения в научной работе Владимир Ильич награжден знаком «Отличник здравоохранения», медалями «Ветеран труда», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» и «Ветеран Великой Отечественной войны».

Ушел из жизни светлый, отзывчивый, доброжелательный человек, пользовавшийся большим авторитетом и уважением среди сотрудников института. Светлая память о Владимире Ильиче Савельеве навсегда сохранится в наших сердцах.

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»** 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.

Порядок подачи и оформления рукописей

Редакция принимает на рассмотрение рукописи, присланные по электронной почте в форме присоединенных файлов на адрес редакции: journal@niiito.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

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.

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 г. 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 г., 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 обобщении данных следует представлять числовые результаты не только в виде производных (например, процентов), но и в виде абсолютных значений, на основании которых были рассчитаны эти производные.

В разделе **«Обсуждение»**, который является обязательным, проводится 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 кон-

фликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи. Необходимо также указать источник финансирования научной работы (фонд, коммерческая или государственная организация, частное лицо и др.). Если вышеперечисленные аспекты работы проводились без участия спонсоров, авторы должны это также указать.

Иллюстрации следует вставить в текст статьи, а также представить отдельными файлами в формате TIFF или JPEG с реальным разрешением 300–600 dpi. Иллюстрации должны быть четкими и контрастными, их общее количество не должно превышать 15 (учитываются все рентгенограммы, фотографии в сгруппированных иллюстрациях). Не допускается тройная нумерация, например рис. 1 а-1, 2 б-2 и т.д. Все рисунки (фотографии, рентгенограммы, графики, диаграммы, схемы) должны иметь последовательную нумерацию, а нумерация цифровых файлов должна соответствовать их номеру в тексте статьи. Диаграммы и графики следует представлять в файлах Excel, 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) 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 медицинской 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>

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):15-19.
3. Родманова 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.

Образцы библиографического описания

Статья из журнала

Бландинский В.Ф., Вавилов М.А., Торно Т.Э., Донской А.В. Лечение атипичной врожденной ко-солапости 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]. *Travmatologia i ortopedia 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.]

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]. *Travmatologia i ortopedia 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.