

304.17

gmc

ISSN 0869-8678

В Е С Т Н И К

ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

ИМЕНИ Н.Н.ПРИОРОВА



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ

4
октябрь-декабрь
2016

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ
им. Н.Н. ПРИОРОВА



В Е С Т Н И К ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА

Ежеквартальный научно-практический журнал

Главный редактор С.П. МИРОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.Г. БАИНДУРАШВИЛИ, А.В. БАЛБЕРКИН, В.П. ВОЛОШИН,
Н.А. ЕСЬКИН (зам. главного редактора), И.О. ГОЛУБЕВ, Н.В. ЗАГОРОДНИЙ,
П.А. ИВАНОВ, Г.М. КАВАЛЕРСКИЙ, В.В. КЛЮЧЕВСКИЙ, И.С. КОСОВ,
Г.П. КОТЕЛЬНИКОВ, В.Н. МЕРКУЛОВ, Л.К. МИХАЙЛОВА, А.К. МОРОЗОВ,
Г.И. НАЗАРЕНКО, А.А. ОЧКУРЕНКО, С.С. РОДИОНОВА, А.С. САМКОВ,
А.В. СКОРОГЛЯДОВ, А.И. СЧЕТКОВ, Р.М. ТИХИЛОВ,
М.Б. ЦЫКУНОВ (отв. секретарь), М.В. ЧЕЛЮКАНОВА, Н.А. ШЕСТЕРНЯ

4
октябрь-декабрь
2016

ФГБУ "ЦИТО им. Н.Н. Приорова"
Медицинская
библиотека

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.В. ГУБИН (Курган), С.А. ДЖУМАБЕКОВ (Бишкек),
В.И. ЗОРЯ (Москва), Г.А. КЕСЯН (Москва),
О.В. КОЖЕВНИКОВ (Москва), Н.А. КОРЖ (Харьков),
А.И. КРУПАТКИН (Москва), А.Ф. ЛАЗАРЕВ (Москва),
А.Н. МАХСОН (Москва), М.М. ПОПОВА (Москва),
М.А. САДОВОЙ (Новосибирск)

«Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
включен в следующие зарубежные каталоги:
«*Biological Abstracts*», «*Index to Dental Literature*»,
«*Excerpta Medica*», «*Index Medicus*»,
«*Ulrich's International Periodicals Directory*»
Журнал входит в перечень рецензируемых
научных изданий ВАК, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук

Адрес редакции журнала:

127299, Москва
ул. Приорова, 10, ЦИТО
Тел. 8-495-450-24-24, 8-903-679-74-71
E-mail: vto-priorov@mail.ru
www.cito-vestnik.ru

Зав. редакцией М.В. Челюканова

Редактор М.В. Челюканова

Операторы компьютерного набора и верстки И.С. Косов

Компьютерная графика И.С. Косов

Подписано в печать 27.12.16 Формат 60x88 1/8. Печать офсетная. Печ. л. 11,00 Усл. печ. л. 10,78
Уч.-изд. л. 11,95 Заказ № 34 Тираж 350

ООО «Издательство «Репроцентр М»»
125252, Москва, ул. Куусинена, дом 19А.

Отпечатано в ООО «Печатный салон ШАНС»
125412, Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2»

*Все права защищены. Ни одна часть этого издания не может быть занесена
в память компьютера либо воспроизведена любым способом без предварительного
письменного разрешения издателя*

ISSN 0869-8678



© ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова», 2016



V E S T N I K

travmatologii i ortopedii

IM. N.N. PRIOROVA

Quarterly Scientific-Practical Journal

Editor-in-chief S.P. MIRONOV

EDITORIAL BOARD:

A.G. BAUNDURASHVILI, A.V. BALBERKIN, V.P. VOLOSHIN,
N.A. ES'KIN (deputy editor), I.O. GOLUBEV, N.V. ZAGORODNIY, P.A. IVANOV,
G.M. KAVALERSKIY, V.V. KLYUCHEVSKIY, I.S. KOSOV, G.P. KOTEL'NIKOV,
V.N. MERKULOV, L.K. MIKHAILOVA, A.K. MOROZOV, G.I. NAZARENKO,
A.A. OCHKURENKO, S.S. RODIONOVA, A.S. SAMKOV, A.V. SKOROGLYADOV,
A.I. SNETKOV, R.M. TIKHILOV, M.B. TSYKUNOV (resp. secretary),
M.V. CHELYUKANOVA, N.A. SHESTERNYA

4

October-December

2016

PUBLICATIONS COUNCIL:

A.V. Gubin (Kurgan), S.A. Djumabekov (Bishkek),
V.I. Zorya (Moscow), G.A. Kesyan (Moscow),
O.V. Kozhevnikov (Moscow), N.A. Korzh (Khar'kov),
A.I. Krupatkin (Moscow), A.F. Lazarev (Moscow),
A.N. Makhson (Moscow), M.M. Popova (Moscow),
M.A. Sadovoy (Novosibirsk)

Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova
is indexed in

«*Biological Abstracts*», «*Index to Dental Literature*»,
«*Excerpta Medica*», «*Index Medicus*»,
«*Ulrich's International Periodicals Directory*»

Editorial office:

CITO, 10 Priorov Street,
127299, Moscow, Russia
Tel.: +7-495-450-24-24, +7-903-679-74-71
E-mail: vto-priorov@mail.ru
www.cito-vestnik.ru

ООО «Издательство "Репротсентр М"»
Moscow, Russia

Reliability of advertisement information is the responsibility of advertiser

ISSN 0869-8678



Copyright© All Rights Reserved, 2016

© Коллектив авторов, 2016

ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕРОТАЦИОННОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

В.Э. Дубров, А.В. Юдин, И.М. Щербаков, А.О. Рагозин,
А.Л. Матвеев, Д.А. Зюзин, К.А. Сапрыкина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Переломы шейки бедренной кости являются распространенным повреждением скелета. Однако высокая частота послеоперационных осложнений заставляет продолжать поиски оптимального метода остеосинтеза. Проанализированы результаты лечения 259 пациентов (182 женщины, 77 мужчин, средний возраст 72 года) с переломами шейки бедренной кости. В группе исследования (n=114) использовали динамический деротационный остеосинтез, в группе сравнения (n=145) — DHS, пучок V-образно изогнутых спиц, канюлированные винты. Кроме того, было проведено математическое моделирование системы «кость—имплантат» при различных вариантах расположения винтов деротационного фиксатора под нагрузкой. Использование динамических деротационных конструкций при переломах шейки бедренной кости типа Garden 1 и Garden 2 обеспечило сращение переломов во всех клинических наблюдениях, при переломах типа Garden 3 — в 46,4%. Ранняя дозированная нагрузка до 60% от массы тела не приводила к смещению отломков или увеличению частоты развития аваскулярного некроза головки бедренной кости. У пациентов моложе 60 лет предпочтительно использование динамических деротационных конструкций с четырьмя винтами, расположенными в шейке бедренной кости.

Ключевые слова: ротационная стабильность, металлофиксатор, миграция фиксатора.

Surgical Treatment of Femoral Neck Fractures with Dynamic Derotation Osteosynthesis

V.E. Dubrov, A.V. Yudin, I.M. Shcherbakov, A.O. Ragozin,
A.L. Matveev, D.A. Zyuzin, K.A. Saprykina

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Fracture of the femoral neck is a common injury of the human skeleton. High rate of postoperative complications induces to the search of optimum osteosynthesis technique. Treatment results for 259 patients (182 females, 77 males, mean age 72 years) with femoral neck fractures were analyzed. In study group (n=114) a dynamic derotation osteosynthesis and in control group (n=145) — DHS, a bundle of V-shaped curved pins, cannulated screws were used. Mathematic modelling of bone-implant system in different variants of derotation fixator screws position under load was performed. Use of dynamic derotation constructions in Garden 1 and Garden 2 femoral neck fractures ensured a consolidation of fractures in all clinical observations, in Garden 3 fractures — in 46.4%. Early dosage weight bearing not exceeding 60% of the body weight did not result in either fragments displacement or raise of the rate of femoral head avascular necrosis development. In patients under 60 years it is preferably to use dynamic derotation constructions with 4 screws placed in the femoral neck.

Key words: rotation stability, metal fixator, fixator migration.

Введение. Переломы шейки бедренной кости (ШБК) представляют собой одно из наиболее распространенных повреждений скелета. Если в 2004 г. в России частота переломов проксимального отдела бедренной кости у пациентов в возрасте 50 лет и старше составила в среднем 105,9 на 100 тыс. населения (причем для женщин этот показатель был почти вдвое выше, чем для мужчин), то в 2025 г. число пострадавших в мире должно увеличиться в 2 раза, а к 2050 г. приблизиться к 4,5 млн [1]. Э.В. Руденко и соавт. [2] показали, что средний возраст пациентов с переломами ШБК составляет 69 лет.

По одним данным [3], среди пожилых людей с переломами ШБК смертность в течение первого

года, вне зависимости от вида лечения, варьируется от 14 до 36%, а 20–50% пострадавших становятся инвалидами; по другим — раннее хирургическое лечение переломов ШБК с использованием различных систем металлофиксаторов статистически значимо ($p < 0,05$) снижает смертность пациентов, причем летальность уменьшается значительно [4].

Неудовлетворительные результаты оперативного лечения переломов ШБК констатируют в 23–57% наблюдений, их причинами становятся аваскулярный некроз головки бедренной кости (АНГБК) или ложный сустав ШБК [4, 5]. По данным С.И. Гильфанова и соавт. [6], осложнения после

оперативного лечения ШБК встречаются в 41,8% случаев, из них в 23,6% отсутствует консолидация костных отломков, а в 18,2% развивается АНГБК, поэтому частые неудовлетворительные результаты остеосинтеза ШБК заставляют исследователей искать новые способы решения этой проблемы.

С конца 80-х годов широкое распространение получил остеосинтез фрагментов ШБК динамическим бедренным винтом (DHS) с дополнительной фиксацией винтом-деротатором, однако доля неудовлетворительных исходов при использовании таких фиксаторов достигала 33% [7].

Ряд авторов [4, 8] рекомендует метод металлоостеосинтеза фрагментов ШБК пучком из трех V-образно изогнутых спиц, обеспечивающих, по их мнению, стабильную фиксацию отломков в проксимальном отделе бедренной кости даже при выраженном остеопорозе. Однако по данным других исследователей [8, 9] при этом способе остеосинтеза неудовлетворительные результаты встречаются в 64,7% наблюдений.

В последние десятилетия остеосинтезом выбора при переломах ШБК стали спонгиозные канюлированные винты, однако в результате таких операций также довольно часто (от 20 до 70%) происходит миграция металлоконструкций и вторичное смещение отломков [8–14].

Таким образом, оказалось, что остеосинтез фрагментов ШБК динамическим бедренным винтом (DHS) не обеспечивает ротационную стабильность фиксации; канюлированные винты, DHS в сочетании с деротационным винтом не обеспечивают динамическую фиксацию перелома. Остеосинтез фрагментов ШБК посредством V-спиц характеризуется как некоторой динамической, так и умеренной деротационной стабильностью, однако ввиду отсутствия прочной фиксации в кортикальной части бедренной кости сопряжен с высоким риском миграции фиксаторов кнаружи. Все это позволяет заключить, что в настоящее время отсутствует единый подход к оперативному лечению переломов ШБК, а проблема хирургического лечения переломов ШБК остается нерешенной и более чем актуальной [15–18].

Цель исследования: оценить эффективность использования динамического деротационного остеосинтеза в лечении переломов ШБК.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов оперативного лечения 259 пациентов с переломами ШБК, находив-

Табл. 1. Распределение пациентов по типу перелома в соответствии с классификацией Garden

Тип перелома	Группа исследования	Группа сравнения
Garden 1	17 (14,9%)	10 (6,9%)
Garden 2	52 (45,6%)	31 (21,4%)
Garden 3	28 (24,6%)	66 (45,5%)
Garden 4	17 (14,9%)	38 (26,2%)
Всего ...	114 (100%)	145 (100%)

шихся на лечении с 2008 по 2015 г. на клинических базах кафедры общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова. Средний возраст пациентов (182 (70,2%) женщины, 77 (29,8%) мужчин) составил 72 года (от 29 до 91). Тип перелома определяли в соответствии с классификацией Garden (1961) (табл. 1).

При лечении 114 (44%) пострадавших (группа исследования) был применен титановый фиксатор Targon FN («Aesculap B.Braun», Германия), представляющий собой титановую пластину с возможностью установки в ШБК под углом 130° к пластине до четырех параллельных блокируемых телескопических винтов диаметром 6,5 мм. В дистальной ее части пластину фиксируют к кости двумя разнонаправленными блокирующимися в пластине кортикальными винтами диаметром 4,5 мм, обеспечивающими высокую стабильность пластины за счет непараллельной установки винтов относительно друг друга. Телескопические винты обеспечивают пассивно контролируемое перемещение до 20 мм вдоль оси ШБК без миграции металлоконструкций и травматизации мягких тканей, а так как скольжение винта происходит внутри его гильзы, блокированной в пластине, то миграция компонента исключается. Блокирование проксимальных и дистальных винтов в пластине повышает ротационную стабильность системы «кость–металлофиксатор» (рис. 1).

В группу сравнения вошли 145 (56%) пациентов, при лечении которых были использованы наkostный остеосинтез пластинами DHS («Synthes») изолированно — 40 (27,6%) человек или с деротационным винтом — 5 (3,4%), остеосинтез напряженными V-спицами — 60 (41,4%) или тремя канюлированными винтами по АО — 40 (27,6%).

Техника закрытой репозиции в группах ничем не отличалась. В группе исследования в качестве хирургического доступа использовали линейный разрез в подвертельной области длиной 5 см. Направляющую (технологическую) спицу проводили через задненаружную поверхность бедренной кости вдоль оси ШБК, после рассверливания каналов сверлом заходили 3–4 блокируемых телескопических винта диаметром 6,5 мм в ШБК с возможностью скольжения до 20 мм. Окончательную фиксацию пластины проводили двумя 4,5 мм кортикальными винтами в диафизарной части бедренной кости.

При остеосинтезе с помощью фиксатора Targon FN у 100 пациентов в ШБК было установлено 3 телескопических винта, у 14 — 4 винта. У 90 пациентов 2 дистальных винта располагали в одной плоскости параллельно дуге Адамса и 1 винт — проксимально, у 10 пациентов расположение винтов в ШБК было иным: 1 винт дистально и 2 винта проксимально в одной плоскости, что было связано с субъективной оценкой хирургом качества костной ткани головки бедренной кости при заведении направляющей спицы.

Кроме того, для определения наиболее рационального способа фиксации отломков и расположения компонентов фиксатора нами, с использованием программного пакета ANSYS 5.3. («ANSYS Theory Reference», США), было проведено математическое моделирование системы «кость–металлофиксатор» при трех вариантах расположения блокирующих винтов в шейке и головке бедренной кости и изучена деформация системы под воздействием на головку бедренной кости виртуальной силовой нагрузки, равной усредненной массе тела (80 кг; рис. 2).

Принципиальным моментом при разработке математической модели является выбор численного метода, на базе которого будет строиться эта модель; с этой целью был выбран метод конечных элементов (МКЭ). В МКЭ реализована идея исследования поведения конструкции на основе известной информации о законах поведения ее отдельных частей, называемых конечными элементами. С математической точки зрения МКЭ следует классифицировать как вариационно-сеточный метод, сочетающий в себе преимущества вариационных подходов построения решения с идеей дискретизации, присущей сеточным методам.

В ходе исследования было рассмотрено 3 варианта размещения телескопических винтов в пластине: а) установлены все 4 винта (заполнены все 4 отверстия); б) три винта (2 дистальных, 1 проксимальный); в) три винта (2 проксимальных, 1 дистальный).

В послеоперационном периоде пациентам группы исследования назначали обязательную дозированную нагрузку на поврежденную конечность 25% от массы тела в течение первых 3 нед с последующим увеличением нагрузки от 60–80% от массы тела к 8-й неделе с момента операции и до 100% — к 12-й. Пациентам группы сравнения, прооперированным с использованием V-спиц и канюлированных винтов, нагрузку на конечность не разрешали до появления рентгенологических признаков сращения перелома ввиду высокого риска миграции фиксаторов и вторичного смещения отломков. При использовании пластины DHS с 5–6-х суток и до консолидации перелома, подтвержденной рентгенологическими данными, разрешали нагрузку на поврежденную конечность, составляющую до 15% от массы тела.

Оценку результатов лечения проводили через 1 год после операции, основываясь на данных рентгенографии тазобедренного сустава в двух проекциях с оценкой анатомических соотношений элементов бедренной кости; функциональные результаты исследовали по шкале Харриса (Harris Hip Score www.orthopaedicscores.com).

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программного пакета STATISTICA 10.0 (STATISTICA Base 10.0, StatSoft) с определением *t*-критерия. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

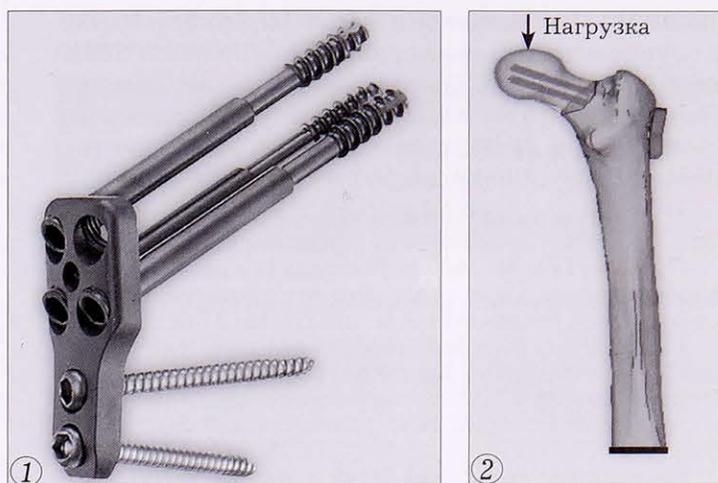


Рис. 1. Фиксатор Targon FN (фото с сайта фирмы-производителя www.aesculap.de).

Рис. 2. Графическое изображение математической модели системы «кость–металлофиксатор».

РЕЗУЛЬТАТЫ

У 140 (96%) пациентов группы сравнения и 112 (98%) — группы исследования оперативное вмешательство было проведено в течение первых 3 сут с момента поступления в стационар, у оставшихся 7 пациентов остеосинтез выполняли в первые 5 сут пребывания в стационаре, что было обусловлено необходимостью подготовки к операции пациентов с декомпенсацией сопутствующих заболеваний. У 49 (34%) пациентов группы сравнения и у 28 (25%) — группы исследования срок с момента получения травмы до госпитализации в клинику превышал 5 сут в связи с поздней обращаемостью.

Клинические исходы лечения в течение 1 года после операции были оценены у 110 пациентов группы исследования и 135 пациентов группы сравнения, так как остальные прооперированные выбыли из-под контроля ввиду смены места жительства, смерти и других причин.

Данные о частоте сращения переломов в зависимости от типа перелома представлены в табл. 2.

При переломах типа Garden 4 ни в группе сравнения, ни в группе исследования сращения достигнуто не удалось ни в одном наблюдении.

Если при распределении пациентов по гендерному признаку статистически значимой разницы в частоте сращения переломов ШБК (вне зависимости от типа по Garden) не получено, то при распределении по возрасту оказалось, что в возрастной подгруппе до 60 лет группы сравнения частота сращения переломов ШБК была выше, чем у пациентов старше 60 лет этой же груп-

Табл. 2. Частота сращения переломов

Фиксатор	Тип перелома	
	Garden 1 и 2	Garden 3
Targon FN	69 (100%)	13 (46,4%)
DHS	8 (80,0%)	4 (20,0%)
V-спицы	10 (58,9%)	5 (21,7%)
Канюлированные винты	11 (78,6%)	4 (33,3%)

пы на 12,2% (Garden 2) и 7,4% (Garden 3; $p < 0,05$). В группе исследования сращение переломов ШБК типа Garden 3 у пациентов моложе 60 лет констатировали на 17,9% чаще, чем в группе сравнения ($p < 0,05$), при переломах остальных типов статистически значимой разницы не получено ($p > 0,05$).

Приводим клиническое наблюдение.

Пациентка Н., 49 лет, пострадала в результате падения на правый бок на улице. Диагноз: закрытый перелом шейки правой бедренной кости типа Garden 3 (рис. 3, а).

На 2-е сутки после получения травмы выполнен закрытый остеосинтез шейки правой бедренной кости системой Targon FN (рис. 3, б). В 1-е сутки после операции пациентка активизирована с нагрузкой на конечность до 35% от массы тела.

На контрольных снимках через 3 мес после операции (рис. 3, в) стояние отломков правильное. Клиническое сращение перелома. Пациентка ходит без дополнительной опоры. Укорочение ШБК по рентгенограммам до 2 мм.

В 8 (7%) наблюдениях группы исследования при остеосинтезе с помощью Targon FN была допущена техническая ошибка при расположении пластины относительно диафиза бедренной кости, что привело к «отстоянию» пластины от кости (рис. 4). Послеоперационный ортопедический режим у таких пациентов не отличался от такового у других прооперированных группы исследования.

У больных исследуемой группы оценка по шкале Харриса находилась в пределах от 68 до 88 баллов, что расценивается как хороший функциональный результат (табл. 3).

Осложнения хирургического лечения переломов ШБК были обнаружены у 10 (9%) пациентов группы исследования с переломами типа Garden 3 и 4 и у 41 (30,3%) пациента группы сравнения при переломах типа Garden 1–4, что заставило провести анализ осложнений.

Наибольшая частота развития АНГБК была зарегистрирована при остеосинтезе переломов V-спицами и канюлированными винтами (табл. 4), при использовании в качестве фиксаторов Targon FN (по 2 наблюдения с переломами типа Garden и Garden 4) и DHS частота АНГБК была значительно меньше, составив 3,6 и 11% соответственно.

В группе исследования по прошествии 2–4 мес после операции в 2 (7,1%) наблюдениях при переломах типа Garden 3 и в 4 (23,5%) — типа Garden 4 констатировали миграцию металлофиксатора («прорезание» проксимальных телескопических винтов через головку бедренной кости) без возникновения болевого синдрома (консолидация перелома наступила у 2 пациентов). У 68 пациентов группы сравнения (50,3% от общего числа) была отмечена миграция фиксаторов с появлением выраженного болевого синдрома, причем консолидация перелома не наступила ни в одном наблюдении. После удаления фиксаторов у больных группы сравнения болевой синдром регрессировал, однако сохранялись функциональные нарушения конечности, в связи с чем было рекомендовано проведение эндопротезирования сустава. Пациенты группы исследования с выявленной миграцией фиксатора от повторных



Рис. 3. Рентгенограммы пациентки Н. при поступлении (а), в 1-е сутки (б) и через 3 мес (в) после операции.

Рис. 4. Рентгенограммы пациента с переломом ШБК типа Garden 2 с «отстоянием» пластины от диафиза бедренной кости.



Табл. 3. Результаты лечения пациентов по модифицированной шкале Харриса

Тип фиксатора	Баллы по шкале Харриса
Targon FN	68–88 (78)
DHS	58–80 (64)
V-спицы	20–44 (25)
Канюлированные винты	34–60 (44)

Примечание. В скобках указана плотность вероятности.

оперативных вмешательств отказались ввиду отсутствия болевого синдрома и функциональных нарушений.

При анализе результатов остеосинтеза фрагментов ШБК системой Targon FN в 28 (25,5%) наблюдениях спустя 1 год после выполненной операции была выявлена рентгенологическая картина несращения перелома ШБК. Три (2,7%) пациента старше 75 лет самостоятельно передвигались при помощи трости, более в области тазобедренного сустава у пациентов не было, субъективно результат операции они оценивали как хороший (на удаление металлоконструкции с последующим эндопротезированием тазобедренного сустава никто из пациентов не согласился). Двум пациентам с классической клинической картиной несращения перелома, сопровождающейся болью и резким ограничением функции конечности, было проведено эндопротезирование тазобедренного сустава. Помимо этого, за время наблюдения 3 (2,7%) пациента группы исследования умерло от острой сосудистой патологии (инфаркт миокарда — 2, ОНМК — 1). При аутопсии было отмечено рентгенологически не диагностированное несращение переломов ШБК с образованием тугоподвижного ложного сустава; при этом, со слов родственников умерших пациентов, боли в области операции в послеоперационном периоде пострадавших не беспокоили. Таким образом, в группе исследования сформировалась подгруппа из 6 пациентов, у которых отсутствовали характерные для несращения клиничко-функциональные нарушения.

В целом в группе сравнения в течение 1 года после операции различного рода осложнения были отмечены у 83 прооперированных, что составило 57% от количества пациентов этой группы (табл. 5).

Целью математического моделирования было определить, насколько значимой или незначимой (безусловно, в рамках математической модели) является установка дополнительного 4-го винта в ШБК. Результаты расчетов (табл. 6) показали, что при использовании четырех телескопических винтов величина «раскрытия» перелома (рис. 5) была на 26,5% меньше по сравнению с таковым при использовании трех телескопических винтов. При этом представляется весьма важным отметить, что при использовании трех винтов суммарные перемещения и раскрытие перелома практически не зависят от расположения винтов.

Табл. 4. Частота АНГБК и миграции фиксатора, диагностированных рентгенологически

Фиксатор	АНГБК	Миграция фиксатора
Targon FN	4 (3,6%)	6 (5,5%)
Пластина DHS	5 (11%)	4 (8,8%)
V-спицы	20 (33%)	40 (66,6%)
Канюлированные винты	16 (40%)	24 (60%)

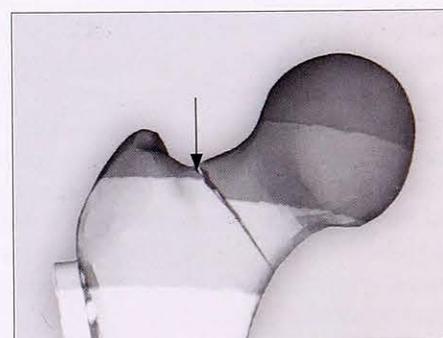
Табл. 5. Частота осложнений у пациентов группы сравнения

Вид фиксатора	Тип перелома по Garden	Развитие АНГБК	Миграция фиксатора	Несращение
Пластина DHS	Garden 1	0	0	0
	Garden 2	0	1	1
	Garden 3	2	1	16
	Garden 4	3	2	14
V-спицы	Garden 1	0	1	1
	Garden 2	0	3	1
	Garden 3	8	17	18
	Garden 4	12	19	19
Канюлированные винты	Garden 1	0	1	2
	Garden 2	1	2	4
	Garden 3	7	9	8
	Garden 4	8	12	10
Всего ...		41	68	94

Табл. 6. Результаты математического моделирования деформации системы «кость–металлофиксатор Targon FN» под виртуальной нагрузкой 80 кг

Вариант	Величина раскрытия, мм
Четыре телескопических винта	1,83
Три телескопических винта:	
2 дистальных, 1 проксимальный	2,36
1 дистальный, 2 проксимальных	2,49

Рис. 5. «Раскрытие» перелома ШБК при воздействии виртуальной осевой нагрузки 80 кг.



ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные клиничко-экспериментальные результаты позволяют заключить, что деротационный динамический остеосинтез переломов ШБК является высокоэффективным методом лечения переломов ШБК. Он позволяет, не выполняя широкий хирургический доступ, добиться хорошей фиксации репонированных отломков и обеспечивать ротационную стабильность с возможностью компрессии перелома, что реализуется за счет телескопических винтов. Результатом использо-

© Коллектив авторов, 2016

ВЛИЯНИЕ ДРЕНИРОВАНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ РАНЫ НА ЧАСТОТУ ТРАНСФУЗИЙ ЭРИТРОЦИТОВ ПОСЛЕ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Н.Д. Гречанюк, А.В. Зверьков, А.В. Овсянкин, Е.Б. Жибурт

ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России, Смоленск;
ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, РФ

Целью работы было оценить влияние дренирования послеоперационной раны на частоту трансфузий эритроцитов у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава. Проведено проспективное сравнительное клиническое исследование с участием 632 пациентов, разделенных на 2 группы в зависимости от того, проводилось ли им дренирование после операции (1-я группа) или нет (2-я группа). Оценивали длительность операции, объем интраоперационной кровопотери, объем отделяемого по дренажу в течение первых суток после операции, уровень гемоглобина перед операцией и в 1-е сутки после операции, частоту и объем трансфузий эритроцитов за весь период стационарного лечения. Трансфузия донорских эритроцитов в 1-й группе потребовалась в 1,3% наблюдений, во 2-й — в 0,8% ($p > 0,05$). В ходе настоящего исследования не получено данных о влиянии дренирования послеоперационной раны при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава на частоту трансфузий эритроцитов.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, дренирование послеоперационной раны, трансфузионная терапия.

Effect of Postoperative Wound Drainage on the Frequency of Red Blood Cells Transfusion after Primary Hip Arthroplasty

N.D. Grechanyuk, A.V. Zver'kov, A.V. Ovsyankin, E.B. Zhiburt

Federal Center of Traumatology, Orthopaedics and Endoprosthesis, Smolensk;
N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia

The effect of postoperative wound drainage on the frequency of red blood cells transfusion after primary hip arthroplasty was assessed. Prospective comparative study included 632 patients. The patients were divided into 2 groups depending on whether the postoperative drainage was performed (1st group) or not (2nd group). Duration of surgery, volume of intraoperative blood loss, the level of hemoglobin before surgery and during the first postoperative day, frequency and volume of red blood cells transfusion during the whole period of hospital treatment was evaluated. In group 1 donor red blood cells transfusion was required in 1.3%, in group 2 — in 0.8% of cases ($p > 0.05$). No data on the effect of postoperative wound drainage upon the frequency of red blood cells transfusion after primary hip arthroplasty was obtained.

Key words: total hip arthroplasty, postoperative wound drainage, transfusion therapy.

Введение. Дренирование послеоперационной раны — один из возможных вариантов завершения операции эндопротезирования тазобедренного сустава, проводится с целью уменьшения частоты развития различных осложнений (гнойно-септических, функциональных), сокращения сроков госпитализации и реабилитации пациентов.

В проведенных ранее исследованиях отмечено увеличение частоты трансфузионной терапии вследствие дренирования послеоперационной раны у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава [1–4].

Частота трансфузионной терапии после эндопротезирования тазобедренного сустава варьирует в довольно широких пределах — от 3,1 до 90% [5–10]. Однако в последнее время, как по данным литературы [11, 12], так и по нашим наблюдениям [13, 14], отмечается уменьшение частоты трансфузий компонентов крови у пациентов при данном

виде оперативного вмешательства. Это связано с несколькими факторами, такими как улучшение хирургической техники, использование более эффективных гемостатических препаратов (транексамовая кислота), увеличение частоты применения регионарных методов анестезии. Определенное влияние на снижение частоты трансфузий оказывает приверженность врачей, ответственных за проведение трансфузионной терапии, к следованию «рестриктивной» тактике, применению различных кровесберегающих технологий и соблюдению принципов «менеджмента крови пациента» [15–17].

Таким образом, изменяется потребность в трансфузиях эритроцитсодержащих компонентов крови у пациентов после эндопротезирования крупных суставов, а значит и зависимость между дренированием послеоперационной раны и трансфузией эритроцитов после эндопротези-

рования тазобедренного сустава также может меняться.

Целью нашей работы было оценить влияние дренирования послеоперационной раны на частоту трансфузий эритроцитов у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на современном этапе. Получение такого рода сведений является необходимым как для планирования запасов трансфузионных сред для лечения пациентов в послеоперационном периоде, так и для хирургов-ортопедов при принятии решения о дренировании послеоперационной раны.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В течение 2014 г. было проведено проспективное наблюдательное сравнительное клиническое исследование, в которое вошли 632 пациента, которым выполнялось плановое первичное эндопротезирование тазобедренного сустава и которые наблюдались в течение первых суток после операции в отделении анестезиологии-реанимации.

В случайном порядке все пациенты были разделены на 2 группы: в 1-ю группу ($n=385$) вошли пациенты, которым проводилось дренирование послеоперационной раны, во 2-ю группу ($n=247$) — пациенты, которым дренирование послеоперационной раны не проводилось. По принятой в клинике тактике, вопрос дренирования послеоперационной раны определяется предпочтениями оперирующих хирургов. Врачи одного из отделений никогда не проводили дренирование послеоперационной раны, врачи двух других отделений использовали дренирование послеоперационной раны во всех случаях. Распределение пациентов по отделениям осуществляли в случайном порядке в процессе госпитализации в приемном отделении.

В предоперационном периоде всем пациентам проводилось исследование системы гемостаза с определением международного нормализованного отношения, протромбинового времени, протромбинового индекса, активированного частичного тромбопластинового времени. У пациентов, включенных в исследование, патологических изменений в коагулограмме выявлено не было. В случае приема пациентом препаратов, влияющих на систему гемостаза, их отменяли до нормализации показателей коагулограммы.

В большинстве случаев операцию выполняли под спинальной или спиноэпидуральной анестезией, в редких случаях — под наркозом.

При проведении оперативного вмешательства в обеих группах использовали преимущественно малоинвазивный передненаружный доступ, проводили электрокоагуляцию сосудов в операционной ране. Дренирование раны осуществлялось закрытой системой с постоянным отрицательным давлением.

Всем пациентам с гемостатической целью внутривенно вводили транексамовую кислоту в дозе 10–15 мг/кг за 30 мин до начала операции и повторно в той же дозе через 6 ч после операции.

Фармакологическую профилактику тромбозов глубоких вен нижних конечностей проводили в соответствии с Российскими клиническими рекомендациями [18]. Препараты назначали в послеоперационном периоде после достижения стойкого хирургического гемостаза по следующим схемам: эноксапарин натрия 40 мг подкожно через 12 ч после операции, надропарин кальция 38 МЕ/кг подкожно через 12 ч после операции, дабигатран этексилат 110 мг перорально через 4–6 ч после операции, ривароксабан 10 мг перорально через 6–10 ч после операции.

Показанием к трансфузии эритроцитосодержащих компонентов крови являлся уровень гемоглобина менее 80 г/л в сочетании с клиническими признаками анемии или декомпенсацией сопутствующей патологии.

В ходе исследования были собраны следующие клинические и лабораторные данные: возраст, пол, длительность операции, объем интраоперационной кровопотери, объем отделяемого по дренажу в течение первых суток после операции, уровень гемоглобина перед операцией и в 1-е сутки после операции, частота и объем трансфузий эритроцитов за весь период стационарного лечения.

Все полученные в ходе исследования данные были обработаны и проанализированы при помощи пакетов компьютерных программ Excel и Statistica 6.0. Для количественных величин был определен характер распределения. Величины с нормальным распределением представлены в виде среднего (M) и стандартного отклонения (SD). Величины с распределением, отличным от нормального, представлены в виде медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей. Качественные величины представлены в виде «абсолютное число (%)». Сравнение групп по количественным признакам с нормальным распределением проведено с применением t -критерия Стьюдента, с распределением, отличным от нормального, — с помощью U -теста Манна-Уитни. Для сравнения групп по гендерному признаку вычисляли критерий χ^2 . Отличия в группах считали значимыми при значении $p < 0,05$.

Для сравнения групп по качественным признакам применяли точный двусторонний критерий Фишера (ϕ), отличия в группах считали статистически значимыми при $p < 0,05$, и расчет относительного риска (ОР, relative risk, RR) с построением 95% доверительного интервала (ДИ). Интерпретация границ доверительного интервала проводилась следующим образом: если ДИ для ОР включал в себя единицу, то различие между группами по изучаемому бинарному признаку считали статистически незначимыми [19].

Для количественной оценки вероятности трансфузии эритроцитов у пациентов с дренированием послеоперационной раны было вычислено «число пациентов, подвергаемых лечению, на один предотвращенный неблагоприятный исход» (NNT — Number Needed to Treat).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, длительности операций, объему интраоперационной кровопотери, уровню гемоглобина до операции ($p > 0,05$; см. таблицу).

В 1-е сутки после операции уровень гемоглобина в 1-й группе составил 119 (111–128) г/л, во 2-й — 125 (115–133) г/л ($p = 0,00027$).

Трансфузии донорских эритроцитов в 1-й группе проведены у 5 (1,3%) пациентов, во 2-й — у 2 (0,8%; $\phi = 0,613$, $p > 0,05$). Переливание эритроцитов осуществляли с 1-х по 8-е сутки после операции.

Показатель отношения рисков трансфузий эритроцитов в группах с дренированием послеоперационной раны и без дренирования составил 1,6 при 95% ДИ от 0,3 до 8,2, т. е. риск проведения трансфузий эритроцитов в группах статистически значимо не отличался.

Для количественной оценки вероятности трансфузии эритроцитов у пациентов с дренированием послеоперационной раны было вычислено «количество пациентов, подвергаемых лечению, на один предотвращенный неблагоприятный исход» (NNT – Number Needed to Treat). В нашем исследовании «пациенты, подвергаемые лечению» — группа пациентов без дренирования, «неблагоприятный исход» — потребность в трансфузии эритроцитов. Количество пациентов, подвергаемых лечению, на один предотвращенный неблагоприятный исход в нашем исследовании составило 204 505 пациентов, что также свидетельствует о практическом отсутствии влияния дренирования послеоперационной раны на частоту трансфузий эритроцитов у пациентов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава.

Характеристика групп пациентов

Характеристика	1-я группа	2-я группа
Количество женщин	249 (64,7%)	157 (63,6%)
Возраст, годы	63 (56–70)	63 (57–71)
Продолжительность операции, мин	55 (45–65)	55 (45–65)
Объем кровопотери, мл	150 (100–200)	150 (100–200)
Объем отделяемого по дренажу, мл	250 (150–300)	–
Уровень гемоглобина до операции, г/л	138±14,2	137,7±14,5

ОБСУЖДЕНИЕ

Вопрос о необходимости установки дренажных систем после эндопротезирования тазобедренного сустава до сих пор дискутируется и однозначно не решен. Наряду с влиянием на послеоперационную кровопотерю и потребность в трансфузионной терапии исследователи оценивали такие параметры, как наличие гематомы, отека в области послеоперационной раны, развитие гнойно-септических осложнений, сроки госпитализации и реабилитации. Проведены рандомизированные клинические исследования [2, 3], мета-анализы [1], обзоры данной литературы [4], посвященные сравнению результатов лечения и частоты различных осложнений по-

сле эндопротезирования тазобедренного сустава с дренированием послеоперационной раны и без него.

По данным некоторых авторов, дренирование послеоперационной раны увеличивает частоту трансфузий аллогенных эритроцитов в послеоперационном периоде. Так, в обзоре литературы [20], касающемся различных аспектов периоперационной терапии у пациентов после эндопротезирования крупных суставов, отмечено, что дренирование послеоперационной раны может способствовать увеличению кровопотери и росту потребности пациентов в трансфузионной терапии. Одновременно авторы отмечают отсутствие влияния дренажа на такие осложнения послеоперационного периода, как стойкий болевой синдром, лихорадка, функциональные нарушения в оперированной конечности и частота инфекционных осложнений. Авторы сообщают об отказе от дренирования после операции в их клинике именно по причине увеличения частоты трансфузионной терапии у пациентов с наличием дренажа [20]. Эти данные подтверждаются сведениями, изложенными в мета-анализе Z. Chen и соавт. [1]. В работе были проанализированы результаты 16 исследований (1633 пациента). Отмечено увеличение частоты трансфузий аллогенных эритроцитов у пациентов с дренированием раны в послеоперационном периоде по сравнению с пациентами без дренирования, при этом не было выявлено статистически значимых различий в частоте образования гематом, развития гнойно-септических осложнений и тромбоза глубоких вен. Авторы не рекомендуют применять дренирование раны после эндопротезирования тазобедренного сустава в рутинной практике, в то же время отмечая ограниченность сведений, доступных для анализа [1]. Аналогичная точка зрения представлена в обзоре литературы M. Nanni и соавт. [4], где также оценивалось влияние дренажа на течение послеоперационного периода. Полученные данные не позволили однозначно исключить влияние дренирования послеоперационной раны на увеличение потребности пациентов в трансфузионной терапии.

В то же время другие авторы отрицают влияние дренирования послеоперационной раны на частоту трансфузий эритроцитов в послеоперационном периоде. Так, в проспективном рандомизированном исследовании B. Mengal и соавт. [2], в которое вошли 152 пациента после первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, не выявлено существенной разницы между группой с дренированием послеоперационной раны и без дренирования по таким параметрам, как отек, функциональное восстановление, заживление раны, а также по расчетной кровопотере и потребности в трансфузионной терапии. По мнению авторов, в ряде случаев можно смело отказаться от дренирования послеоперационной раны [2]. В исследование [3] было включено 168 пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. В случайном порядке пациенты были распределены в две группы — без дренирования и с дрениро-

ванием послеоперационной раны. Отмечено более значительное снижение уровня гемоглобина в послеоперационном периоде у пациентов с дренированием послеоперационной раны, что, однако, не привело к увеличению частоты трансфузионной терапии. Потребность в трансфузиях возникла у 9,6% пациентов без дренирования послеоперационной раны и у 8,2% — с дренированием. По результатам работы не выявлено статистически значимой разницы между группами по частоте трансфузионной терапии ($p=0,1$), объему перелитых эритроцитов (3,8 ед. против 2,9 ед. соответственно, $p=0,089$). На основании проведенного исследования авторы делают вывод, что, несмотря на уменьшение кровопотери в послеоперационном периоде у пациентов без дренирования послеоперационной раны, наличие дренажа не влияет на потребность пациентов в трансфузиях эритроцитов и рекомендуют использовать дренирование послеоперационной раны в клинической практике [3].

ВЫВОДЫ

1. В ходе настоящего исследования не получено данных о влиянии дренирования послеоперационной раны при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава на частоту трансфузий эритроцитов.

2. Обнаруженное статистически значимое различие в уровне гемоглобина 1-е сутки после операции в исследованных группах пациентов, на наш взгляд, не имело клинического значения.

3. Одной из причин отсутствия влияния дренирования на частоту трансфузий эритроцитов после операции эндопротезирования тазобедренного сустава мы считаем небольшой объем отделяемого по дренажу.

4. В случае принятия решения о необходимости дренирования раны после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава нужно учитывать не потенциальную потребность пациентов в трансфузионной терапии, а риск развития других осложнений течения послеоперационного периода.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Chen Z.Y., Gao Y., Chen W., Li X., Zhang Y.Z. Is wound drainage necessary in hip arthroplasty? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2014; 24 (6): 939–46.
2. Mengal B., Aebi J., Rodriguez A., Lemaire R. A prospective randomized study of wound drainage versus non-drainage in primary total hip or knee arthroplasty. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 2001; 87 (1): 29–39.
3. Zeng W.N., Zhou K., Zhou Z.K., Shen B., Yang J., Kang P.D. et al. Comparison between drainage and non-drainage after total hip arthroplasty in Chinese subjects. *Orthop. Surg.* 2014; 6 (1): 28–32.
4. Nanni M., Perna F., Calamelli C., Donati D., Ferrara O., Parlato A. et al. Wound drainages in total hip arthroplasty: to use or not to use? Review of the literature on current practice. *Musculoskelet. Surg.* 2013; 97 (2): 101–7.
5. Загреков В.И., Таранюк А.В., Максимов Г.А., Гомозова М.И., Амбарян А.Х. Анестезиологическое обеспечение операций эндопротезирования тазобедренного сустава. *Вопросы травматологии и ортопедии.* 2011; 1:

- 16–21 [Zagrekov V.I., Taranyuk A.V., Maksimov G.A., Gomozova M.I., Ambarian A.H. Anesthetic management of hip replacement surgery. *Voprosy travmatologii i ortopedii.* 2011; 1: 16–21 (in Russian)].
6. Danninger T., Rasul R., Poeran J., Stundner O., Mazumdar M., Fleischut P.M. et al. Blood transfusions in total hip and knee arthroplasty: an analysis of outcomes. *ScientificWorld Journal.* 2014; 2014: 623460. doi: 10.1155/2014/623460.
7. So-Osman C., Nelissen R., Brand R., Faber F., Slaa R.T., Stiggelbout A. et al. The impact of a restrictive transfusion trigger on post-operative complication rate and well-being following elective orthopaedic surgery: a post-hoc analysis of a randomised study. *Blood Transfus.* 2013; 11 (2): 289–95.
8. Hart A., Khalil J.A., Carli A. Blood transfusion in primary total hip and knee arthroplasty. Incidence, risk factors, and thirty-day complication rates. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2014; 96 (23): 1945–51. doi: 10.2106/JBJS.N.00077.
9. Lasocki S., Krauspe R., von Heymann C., Mezzacasa A., Chainey S., Spahn D.R. PREPARE: the prevalence of perioperative anaemia and need for patient blood management in elective orthopaedic surgery: a multicentre, observational study. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2015; 32 (3): 160–7.
10. Carling M.S., Jeppsson A., Eriksson B.I., Brisby H. Transfusions and blood loss in total hip and knee arthroplasty: a prospective observational study. *J. Orthop. Surg. Res.* 2015; 10: 48. doi:10.1186/s13018-015-0188-6.
11. Rajkumar A., Rossi S., King J., Marlow R., Gilmour I., George M. et al. Postoperative red cell transfusion in elective unilateral primary total hip replacement: an audit cycle over 8 years. *Vox Sanguinis.* 2015; 109 (Suppl. 1): 97.
12. Ежов Ю.И., Загреков В.И., Щетинин С.Б., Короткин А.А., Шебашев А.В. Эффективность профилактики осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Медицинский альманах.* 2010; 2 (11): 212–4 [Ezhov Yu.I., Zagrekov V.I., Shchetinin S.B., Korytkin A.A., Shebashhev A.V. The effectiveness of prophylaxis of complications at femoral endoprosthesis. *Meditsinskyi al'manakh.* 2010; 2 (11): 212–4 (in Russian)].
13. Овсянкин А.В., Гречанюк Н.Д., Зверьков А.В. Клинико-лабораторная характеристика дренажного отделяемого как возможного объекта реинфузии после тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов. *Трансфузиология.* 2014; 15 (4): 58–67 [Ovsyankin A.V., Grechanyuk N.D., Zver'kov A.V. The clinical and laboratory characteristics of postoperative drainage blood as a potential object for reinfusion in patients undergoing total hip or knee arthroplasty. *Transfuziologiya.* 2014; 15 (4): 58–67 (in Russian)].
14. Гречанюк Н.Д., Зверьков А.В., Овсянкин А.В., Жибурт Е.Б. Трансфузионная терапия при эндопротезировании крупных суставов. *Гематология и трансфузиология.* 2015; 60 (4): 35–8 [Grechanyuk N.D., Zver'kov A.V., Ovsyankin A.V., Zhiburt E.B. Blood transfusion in total joint arthroplasty. *Gematologiya i transfuziologiya.* 2015; 60 (4) 35–8 (in Russian)].
15. Practice guidelines for perioperative blood management: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Blood Management. *Anesthesiology.* 2015; 122 (2): 241–75.
16. Shander A., Van Alphen H., Pollock M.J., Gombotz H., Hofmann A., Krauspe R. et al. Patient blood management in Europe. *Br. J. Anaesth.* 2012; 109 (1): 55–68.
17. Жибурт Е.Б. Менеджмент крови пациента при критическом кровотечении и массивной трансфузии. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Приорова.* 2013; 8 (4): 71–7 [Zhiburt E.B. Management of patient's blood at critical bleeding and massive transfusion. *Vestnik natsional'nogo medico-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova.* 2013; 8 (4): 71–7 (in Russian)].

18. Профилактика венозных тромбозомболических осложнений в травматологии и ортопедии. Российские клинические рекомендации. Травматология и ортопедия России. 2012; 1 (63): 1–24 [Prevention of venous thromboembolic complications in traumatology and orthopedics. Russian clinical recommendations. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2012; 1 (63): 1–24 (in Russian)].
19. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: Медиасфера; 2012 [Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Use of applied programs package STATISTICA. Moscow: Mediasfera; 2012 (in Russian)].
20. Gutowski C.J., Parvizi J., Purtill J.J. Protocol-based arthroplasty: less is more. *Orthopedics*. 2015; 38 (10): 631–8.

Сведения об авторах: Гречанюк Н.Д. — зав. трансфузиологическим кабинетом ФЦТОЭ, аспирант кафедры трансфузиологии и проблем переливания крови Пироговского Центра; Зверьков А.В. — канд. мед. наук, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации ФЦТОЭ; Овсянкин А.В. — канд. мед. наук, доцент, зав. кафедрой травматологии и ортопедии с ВПХ СГМУ, главный врач ФЦТОЭ; Жибурт Е.Б. — доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой трансфузиологии и проблем переливания крови Пироговского Центра.

Для контактов: Гречанюк Наталья Дмитриевна. 214031, Смоленск, проспект Строителей, д. 29, ФЦТОЭ. Тел. +7 (960) 586–80–12. E-mail: dr.natalya@mail.ru.

© Коллектив авторов, 2016

ОСОБЕННОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Г.М. Кавалерский, С.М. Сметанин, А.Д. Ченский, А.А. Грицюк, А.В. Лычагин

ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России, Москва, Россия

В статье проанализированы результаты лечения 65 пациентов в зависимости от подхода к дренированию коленного сустава после артропластики. Активное дренирование осуществляли с использованием двух толстых трубок (1-я группа, n=16), одной толстой трубки (2-я группа, n=20), одной тонкой трубки (3-я группа, n=15). В 4-й группе (n=14) дренирование не проводилось. Оценивали уровень гемоглобина, окружность коленного сустава на уровне верхнего полюса надколенника, количество отделяемого по дренажу и число дней экссудации через контрапертуру после удаления дренажной трубки (в 1–3-й группе), выраженность боли по визуальной аналоговой шкале, сроки склеивания раны, время снятия швов и частоту гемотрансфузий. Статистически значимо доказана целесообразность применения активного дренирования одной толстой трубкой и гармошкой. При отсутствии дренирования имело место статистически значимо меньшее снижение уровня гемоглобина на 3-и и 5-е сутки после операции, однако отмечалось увеличение сроков склеивания раны и периода отека коленного сустава.

Ключевые слова: дренирование, тотальное эндопротезирование коленного сустава.

Peculiarities of Drainage after Total Knee Arthroplasty

G.M. Kavalerskiy, S.M. Smetanin, A.D. Chenskiy, A.A. Gritsyuk, A.V. Lychagin

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Treatment results for 65 patients were analyzed depending on the approach to the knee joint drainage after arthroplasty. Active drainage was performed using two large-diameter tubes (group 1, n=16), one large-diameter tube (group 2, n=20), one small-diameter tube (group 3, n=15). In group 4 (n=14), no drainage was performed. Hemoglobin level, knee joint circumference at the level upper patellar pole, volume of drainage discharge and the number of days for exudation via contraperture after drainage tube removal (groups 1–3), pain intensity by visual analog scale, terms of wound gluing and sutures removal, frequency of hemotransfusion were assessed. Statistically significant expediency of active drainage with 1 large-diameter tube and pleats was proved. Without drainage a statistically significant lower decline in hemoglobin levels on 3rd and 5th postoperative days was observed but the terms for wound edges adhesion and the period of knee edema increased.

Key words: drainage, total knee arthroplasty.

Введение. Первичная артропластика коленного сустава нередко сопровождается значительной потерей крови [1]. Единого мнения по вопросу дренирования после данного вида оперативного вмешательства в настоящее время нет. В литера-

туре описаны возможные варианты дренирования и представлены результаты их сравнения между собой [2]. Дренирование коленного сустава может быть пассивным, однако при эндопротезировании такая система не применяется, поскольку при этом

не обеспечивается адекватный линейный ток крови из полости сустава и отсутствуют механизмы, препятствующие обратному забросу. «Золотым стандартом» в дренировании коленного сустава является активное дренирование, благодаря которому создается постоянное отрицательное давление в системе. Однако такая система имеет ряд недостатков, главным из которых является наполнение гармошки кровью и, как следствие, снижение отрицательного давления. Кроме того, из-за отсутствия клапанного механизма в трубке после наполнения гармошки при ее компрессии, которая может возникнуть во время опустошения гармошки медперсоналом или при смене положения тела пациента, неминуемо возникает обратный ток крови из гармошки в полость коленного сустава, что увеличивает риск инфекционных осложнений [1]. При этом используются трубки разного диаметра, однако публикаций, посвященных сравнению применения трубок с разным диаметром при активном дренировании, в доступной литературе мы не встретили [3].

Многие ортопеды применяют трансфузионные дренажи, которые позволяют выполнять аутогемотрансфузию из дренажной системы, однако такая система не продемонстрировала значимых преимуществ по сравнению с активным дренированием [1, 4, 6, 7]. В последнее время стали появляться публикации, в которых представлен вариант ведения пациентов, перенесших артропластику коленного сустава, и вовсе без применения дренажной системы, причем авторы, как правило, не описывают возможных осложнений или трудностей, с которыми они сталкиваются в случае использования подобной тактики послеоперационного ведения [1, 5].

В нашей стране также нет единого подхода к вопросу дренирования после артропластики коленного сустава. Зачастую решение о дренировании ложится на плечи оперирующего хирурга или определяется устоявшимися традициями конкретной хирургической школы. Данные факты побудили авторов сравнить ближайшие результаты лечения при применении активного дренирования различными видами трубок и при ведении пациента без дренирования.

Цель исследования: оценить различные подходы к дренированию у пациентов, перенесших артропластику коленного сустава.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В основу настоящего исследования легли данные 65 пациентов в возрасте от 49 до 86 лет, перенесших в 2015 г. артропластику коленного сустава в клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. Критерием включения в исследование явились случаи первичной односторонней артропластики коленного сустава, выполненные двумя хирургами, обладающими одинаковыми навыками и умениями в эндопротезировании. Показанием к эндопротезированию коленного сустава был деформирующий остеоартроз коленного сустава II и III стадии с вы-

Табл. 1. Распределение пациентов по группам в зависимости от варианта дренирования после артропластики коленного сустава

Группа	Количество пациентов	
	абс.	%
1-я группа — дренирование коленного сустава двумя толстыми трубками	16	24,6
2-я группа — дренирование коленного сустава 1 толстой трубкой	20	30,8
3-я группа — дренирование коленного сустава 1 тонкой трубкой	15	23,1
4-я группа — без дренирования	14	21,5

раженным болевым синдромом, не поддающимся неоднократным курсам консервативной терапии.

В зависимости от использованного метода дренирования пациенты были разделены на 4 группы (табл. 1). Внешний диаметр толстых трубок составил 5,5 мм, внутренний — 3,4 мм, тонких трубок — 3 и 2,1 мм соответственно.

Всем пациентам артропластика коленного сустава была выполнена по каналу высокотехнологичной медицинской помощи. Послеоперационное ведение (применение трубок разного диаметра или ведение пациента без дренирования) определялось наличием дренажных систем, закупаемых из средств федерального бюджета.

Во всех группах преобладали женщины. Соотношение женщин и мужчин составило 1,7 в 1-й группе, 1,9 — во 2-й, 2,8 — в 3-й, 1,8 — в 4-й ($p=0,92$).

У всех пациентов операцию проводили под спинномозговой анестезией с применением пневматического турникета, наложенного на среднюю треть бедра. Накачивание пневматического турникета выполняли непосредственно перед разрезом кожи после эластической компрессии от дистального к проксимальному отделу при помощи стерильного резинового жгута. Турникет снимали после наложения стерильной повязки и эластичной компрессии оперированной нижней конечности.

Во всех случаях были использованы эндопротезы с сохранением задней крестообразной связки ($p=0,95$; рис. 1).

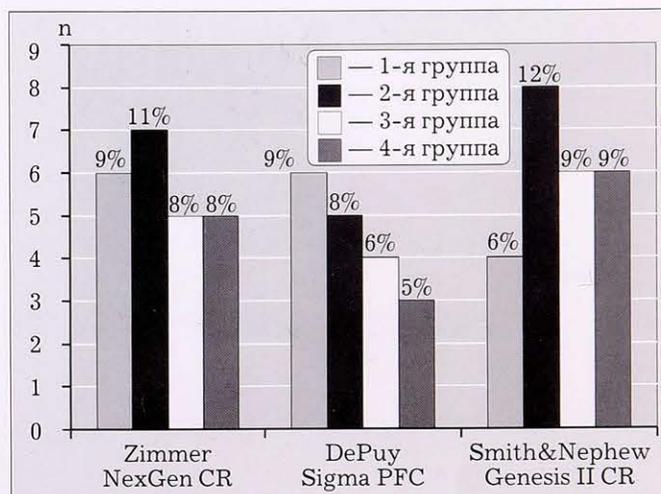


Рис. 1. Распределение типов эндопротезов в группах.

Эвакуацию содержимого осуществляли по всем правилам асептики и антисептики по мере наполнения гармошки с обязательным наложением зажима на трубку перед ее снятием. В дренажной системе постоянно создавалось отрицательное давление, что способствует линейному току отделяемого в гармошку без возможности ретроградного возврата в полость коленного сустава.

Удаление дренажной системы производили во время первой перевязки на следующий день после операции.

У всех пациентов применялась одинаковая послеоперационная фармакологическая терапия (фраксипарин 0,3 мл подкожно 2 раза в сутки 28 дней после операции, антибактериальная терапия 3 дня по схеме, симптоматическая терапия), ни у одного больного не использовались дополнительно гемостатики. Величиной скрытой кровопотери в нашем исследовании мы пренебрегли, поскольку ее практически невозможно определить, и мы условно считаем ее одинаковой у всех пациентов, так как группы не различались по степени разрушения коленного сустава, длительности операции и другим параметрам, которые могли бы повлиять на величину скрытой кровопотери.

В ходе настоящего исследования мы оценивали ближайшие результаты лечения. Это уровень гемоглобина до и на 1-е, 3-и и 5-е сутки после операции, окружность коленного сустава на уровне верхнего полюса надколенника до операции и на 1, 3, 5 и 10-е сутки после эндопротезирования. В 1-3-й группах определяли количество отделяемого по дренажу и число дней экссудации через контрапертуру после удаления дренажной трубки. Помимо этого, оценивали выраженность боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) на 1, 2, 3, 5, 10, 30-е сутки после операции. Также мы проводили сравнение сроков склеивания раны, времени снятия швов и частоты гемотрансфузий.

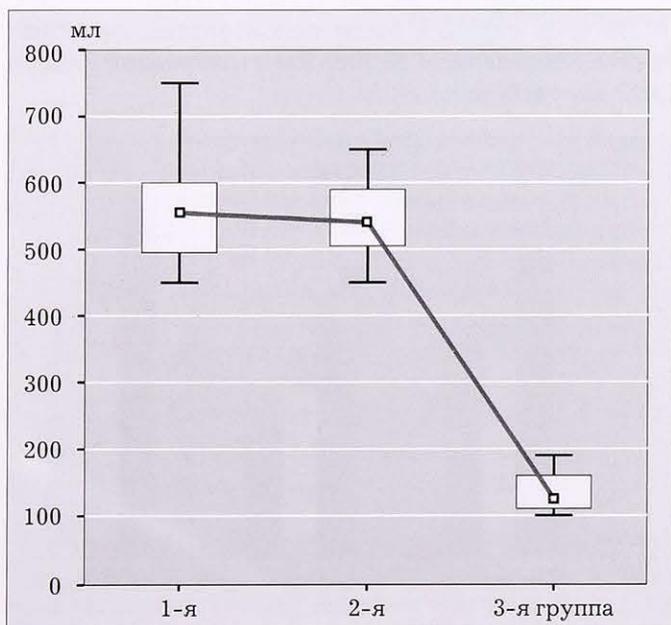


Рис. 2. Количество отделяемого по дренажу в группах.

Распределение пациентов в группах по уровню гемоглобина до операции имело нормальный характер ($W=0,97$, $p=0,09$, $r=0,13$, доверительный интервал 0,95), а по величине окружности коленного сустава — ненормальный характер ($W=0,95$, $p=0,006$).

Сравнение результатов исследования проводили в программе «Статистика». Определяли нормальность распределения входящих данных. При оценке значимости различий в случае нормального распределения показателей использовали критерий Стьюдента, а при ненормальном — критерий знаков или U -критерий. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ни у одного пациента групп исследования не было зарегистрировано осложнений со стороны послеоперационной раны, тромбоза глубоких вен и других ситуаций, которые могли бы повлиять на результаты оценки.

Количество отделяемого по дренажу у пациентов 1-й группы составило $550 \pm 78,7$ мл, 2-й группы — $543 \pm 57,1$ мл, 3-й группы — $133 \pm 30,2$ мл. Сравнение групп по данному параметру проводили при нормальном распределении показателей ($p > 0,05$). Первая и 2-я группы между собой статистически значимо не отличались ($p=0,75$), тогда как 1-я и 3-я группы различались значительно — в 4,14 раза, а 2-я и 3-я группы — в 4,08 раза ($p < 0,05$; рис. 2).

После удаления дренажа отделяемое из контрапертуры у пациентов 1-й группы констатировали в течение $1,5 \pm 0,52$ дня, 2-й группы — $1,35 \pm 0,49$ дня, 3-й группы — $2,27 \pm 0,96$ дня. Последующий анализ показал, что по данному показателю статистически значимо различались 1-я и 3-я, 2-я и 3-я группы ($p=0,028$ и $p=0,004$ соответственно), а между 1-й и 2-й группой статистически значимых различий не получено ($p=0,45$).

В 1-й и 2-й группах гемартроз не отмечалось, и дренажная система функционировала нормально, а в 3-й и 4-й группах скопление крови в коленном суставе наблюдалось у 86,7 и 50% прооперированных соответственно. Гемартроз определялся клинически и у всех пациентов потребовал однократной пункции коленного сустава, объем эвакуированной крови при этом составил в среднем 250 мл.

В 1-й и 2-й группах дренажная система функционировала до момента снятия дренажа, а в 3-й группе дренажная система работала только в течение примерно 2 ч, что мы связываем с закупоркой стужком трубки или ее перегибом в мягких тканях.

В течение всего наблюдения меньше всего болевой синдром был выражен у пациентов 1-й и 2-й групп, тогда как в 3-й и 4-й группах, напротив, пациенты отмечали более выраженную боль, особенно в 1-е и 30-е сутки в 4-й группе. Максимально выраженной динамика регресса выраженности боли с 1-х по 30-е сутки была во 2-й группе — в 8,05 раза. В 1-й группе интенсивность боль снизилась в 7,96 раза, в 3-й — в 3,94, в 4-й — в 3,25 раза.

Табл. 2. Результаты сравнения групп по выраженности боли (p-уровень)

Сравниваемые группы	1-е сутки	2-е сутки	3-и сутки	5-е сутки	10-е сутки	30-е сутки
1-я и 2-я	0,030401	0,272060	0,555888	0,936564	0,286200	0,621692
1-я и 3-я	0,172653	0,000036	0,000002	0,000002	0,000004	0,000002
1-я и 4-я	0,037662	0,000020	0,000004	0,000004	0,000006	0,000004
2-я и 3-я	0,000596	0,000005	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
2-я и 4-я	0,000944	0,000004	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
3-я и 4-я	0,382734	0,394742	0,121299	0,600472	0,662521	0,000480

По показателю выраженности боли по ВАШ статистически значимые различия с 1-х суток до 30-го дня были между 1-й и 4-й, 2-й и 3-й, 2-й и 4-й группами ($p < 0,05$). Между 1-й и 3-й группой статистически значимые различия по характеру боли отмечены со 2-х по 30-е сутки, тогда как в 1-е сутки разница, напротив, была статистически не значимой (U -критерий, $p > 0,05$; табл. 2). Мы не обнаружили статистически значимой разницы по уровню боли между 1-й и 2-й, 3-й и 4-й группами практически в течение всего периода наблюдения ($p > 0,05$), за исключением 1-х и 30-х суток (см. табл. 2).

Анализируя уровень гемоглобина в послеоперационном периоде, мы не выявили статистически значимых различий ($p > 0,05$) между 1-й и 2-й группой, за исключением снижения содержания гемоглобина на 5-е сутки, а в 4-й группе содержание гемоглобина было статистически значимо ($p < 0,05$) выше, чем в 3-й группе в течение всего срока наблюдения (табл. 3).

Между 1-й и 3-й, 2-й и 3-й группами статистически значимая разница по уровню гемоглобина и

динамике изменения была только на 3-и и 5-е сутки, а между 1-й и 4-й, 2-й и 4-й группой — в 1-е, 3-и и 5-е сутки после операции ($p < 0,05$).

Динамика выраженности отека коленного сустава в 1-й и 2-й группах статистически значимо не отличалась ($p > 0,05$). Установлено, что в 1-е сутки максимально выраженная отечность коленного сустава имела место у пациентов 3-й и 4-й групп, кроме того, окружность коленного сустава увеличивалась вплоть до 10-х суток после операции и к этому сроку составила 2,33 см в 3-й группе и 2,79 см — в 4-й ($p < 0,05$).

Сроки склеивания раны у пациентов 1-й группы составили в среднем $1,38 \pm 0,5$ дня, 2-й группы — $1,35 \pm 0,49$ дня, 3-й группы — $2,87 \pm 0,92$ дня, 4-й группы — $2,57 \pm 0,65$ дня, сроки снятия швов — $14,38 \pm 0,72$, $14,3 \pm 0,66$, $18,4 \pm 2,16$ и $17,36 \pm 1,55$ дня соответственно. По сроку склеивания раны и времени снятия швов статистически значимо ($p < 0,05$) различались 1-я и 3-я, 1-я и 4-я, 2-я и 3-я, 2-я и 4-я группы, тогда как 1-я и 2-я, 3-я и 4-я по этим параметрам статистически значимо не различались ($p > 0,05$; табл. 4).

Табл. 3. Показатели уровня гемоглобина (в г/л) в динамике наблюдения

Сравниваемые группы	До операции	В 1-е сутки	На 3-и сутки	На 5-е сутки
		снижение в 1-е сутки	снижение на 3-и сутки	снижение на 5-е сутки
1-я и 2-я	140,4/143,7 $p = 0,239190$	108,2/111,6 $p = 0,110081$	103,6/103,4 $p = 0,923856$	128,6/123,7 $p = 0,118754$
		32,19/32,15 $p = 0,986830$	36,81/40,30 $p = 0,096068$	11,75/20,00 $p = 0,000179$
1-я и 3-я	140,4/137 $p = 0,383045$	108,2/109,1 $p = 0,812524$	103,6/111,9 $p = 0,006626$	128,6/116,7 $p = 0,002346$
		32,18/27,87 $p = 0,132783$	36,81/25,13 $p = 0,000031$	11,75/20,33 $p = 0,000372$
1-я и 4-я	140,4/147,3 $p = 0,096075$	108,2/133,2 $p = 0,000008$	103,6/132,4 $p = 0,000000$	128,6/146,8 $p = 0,000060$
		32,18/14,07 $p = 0,000000$	36,81/14,93 $p = 0,000000$	11,75/0,50 $p = 0,000004$
2-я и 3-я	143,7/137 $p = 0,089132$	111,6/109,1 $p = 0,593803$	103,4/111,9 $p = 0,003538$	123,7/116,7 $p = 0,019141$
		32,15/27,87 $p = 0,081241$	40,30/25,13 $p = 0,000000$	20,00/20,33 $p = 0,872912$
2-я и 4-я	143,7/147,3 $p = 0,290661$	111,6/133,2 $p = 0,000011$	103,4/132,4 $p = 0,000001$	123,7/146,8 $p = 0,000000$
		32,15/14,07 $p = 0,000000$	40,30/14,93 $p = 0,000000$	20,00/0,50 $p = 0,000000$
3-я и 4-я	137/147,3 $p = 0,018436$	109,1/133,2 $p = 0,000011$	111,9/132,4 $p = 0,000001$	116,7/146,8 $p = 0,000000$
		27,87/14,07 $p = 0,000017$	25,13/14,93 $p = 0,000241$	20,33/0,50 $p = 0,000000$

Табл. 4. Сравнение групп по сроку склеивания раны и времени снятия швов

Сравниваемые группы	Сроки склеивания раны	Время снятия швов
1-я и 2-я	$p=0,911279$	$p=0,811286$
1-я и 3-я	$p=0,000099$	$p=0,000004$
1-я и 4-я	$p=0,000168$	$p=0,000010$
2-я и 3-я	$p=0,000031$	$p=0,000001$
2-я и 4-я	$p=0,000057$	$p=0,000003$
3-я и 4-я	$p=0,471452$	$p=0,162537$

Гемотрансфузий ни в одной из групп не потребовалось.

ОБСУЖДЕНИЕ

Дренирование коленного сустава после эндопротезирования на протяжении многих лет является «золотым стандартом» послеоперационного ведения пациентов. В нашей стране дренирование коленного сустава после артропластики применяется в большинстве случаев, однако публикаций по этому вопросу в отечественной литературе нам обнаружить не удалось. Все больше зарубежных хирургов отказывается от дренирования ввиду отсутствия каких-либо преимуществ, при том что многие авторы не отмечают различий в зависимости от использованной дренажной системы.

Так, G. Adalberth и соавт. [8] проанализировали 90 наблюдений, выделив три группы: без дренирования, применение аутогемотрансфузионных дренажей и активного дренирования гармошкой. Авторы не выявили различий в использовании того или иного вида дренирования, хотя данных о результатах операций и частоте гемотрансфузий они не представили.

Ряд исследований был посвящен сравнению активного закрытого и трансфузионного дренажа [1, 4, 6, 7]. J. Kirkos и соавт. [6] обнаружили, что при использовании трансфузионных дренажей после операции регистрируются более высокий уровень гемоглобина и низкая частота гемотрансфузий. Однако другие авторы указывают на отсутствие подобных различий в группах [1, 7]. В работе [4] уровень гемоглобина в группах был одинаков, но потребность в проведении гемотрансфузий при использовании трансфузионных дренажей оказалась ниже. При этом исследователи не делали акцент на использованных при активной системе дренирования дренажных трубках. В нашем исследовании применение активного дренажа показало наилучшие результаты по сравнению с пациентами без дренирования по выраженности боли, отека коленного сустава и срокам склеивания раны. Однако уровень гемоглобина в группах был сопоставим.

Нам удалось обнаружить две работы, сравнивающие ведение пациента без дренирования и с использованием закрытого активного дренажа [10, 11]. Ни в одном, ни в другом исследовании авторам не удалось выявить различий в этих группах по уровню гемоглобина и частоте гемотрансфузий.

Авторы не оценивали результаты в зависимости от диаметра трубок. Мы в своей работе при активной системе дренирования применяли толстые и тонкие трубки. Причем толстые трубки показали неоспоримые преимущества, что, по нашему мнению, связано с закупоркой или перегибом тонкой трубки в мягких тканях.

По данным A. Jones и соавт. [5], проанализировавших результаты лечения в двух группах пациентов (без дренирования, с использованием трансфузионного дренажа), трансфузионный дренаж не обеспечивал статистически значимых преимуществ с точки зрения потребности в аллогенных трансфузиях крови. T. Tai и соавт. [12] сравнили два способа дренирования активным закрытым дренажем у пациентов, перенесших артропластику коленного сустава. В одной группе была использована стандартная методика, во второй применяли временное наложение зажима на дренажную трубку. Ученые указали на отсутствие существенной разницы между группами, однако отметили целесообразность наложения зажима на дренажную трубку не менее чем на 4 ч, что способствует уменьшению кровопотери в послеоперационном периоде [12].

Таким образом, наши данные разнятся с многими зарубежными публикациями последних лет.

ВЫВОДЫ

1. По результатам проведенного исследования обнаружено статистически значимое преимущество применения активной системы дренирования после артропластики коленного сустава одной толстой трубкой и гармошкой.

2. Применение одной тонкой трубки или ведение пациента без дренирования не оправдано ввиду более длительного болевого синдрома, нарастания отека коленного сустава вплоть до 10 сут после операции, а также больших сроков склеивания раны. По нашему мнению, все это может повысить риск инфекционных осложнений.

3. Применение двух толстых трубок для дренирования нецелесообразно ввиду отсутствия статистически значимых преимуществ по сравнению с использованием одной толстой трубки.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Al-Zahid S., Davies A. Closed suction drains, reinfusion drains or no drains in primary total knee replacement? *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* 2012; 94 (5): 347–50.
2. Pornrattanamaneewong C., Narkbunnam R., Siriwat-tanasakul P., Chareancholvanich K. Three-hour interval drain clamping reduces postoperative bleeding in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *Arch Orthop. Trauma Surg.* 2012; 132 (7): 1059–63.
3. Xie H., Pan J.-K., Hong K.-H., Guo D., Fang J., Yang W.Y., Liu J. Postoperative autotransfusion drain after total hip arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci. Rep.* 2016; 6: 27461.
4. Jones H.W., Savage L., White C., Goddard R., Lumley H., Kashif F., Gurusany K. Postoperative autologous blood

salvage drains – are they useful in primary uncemented hip and knee arthroplasty? A prospective study of 186 cases. Acta Orthop. Belg. 2004; 70: 466–73.

5. Jones A.P., Harrison M., Hui A. Comparison of autologous transfusion drains versus no drain in total knee arthroplasty. Acta Orthop. Belg. 2007; 73: 377–85.
6. Kirkos J.M., Krystallis C.T., Konstantinidis P.A., Papavasiliou K.A., Kyrkos M.J., Ikonomidis L.G. Postoperative re-perfusion of drained blood in patients undergoing total knee arthroplasty: is it effective and cost-efficient? Acta Orthop. Belg. 2006; 72: 18–23.
7. Lakshmanan P., Purushothaman B., Sharma A. How beneficial are re-infusion drains in total knee arthroplasty. Transfus. Med. 2008; 18: 74–5.
8. Adalberth G., Byström S., Kolstad K., Mallmin H., Milbrink J. Postoperative drainage of knee arthroplasty

is not necessary: a randomized study of 90 patients. Acta Orthop. Scand. 1998; 69: 475–8.

9. Abuzakuk T., Senthil Kumar V., Shenava Y., Bulstrode C., Skinner J.A., Cannon S.R., Briggs T.W. Autotransfusion drains in total knee replacement. Are they alternatives to homologous transfusion? Int. Orthop. 2007; 31: 235–9.
10. Kumar S., Penematsa S., Parekh S. Are drains required following a routine primary total joint arthroplasty? Int. Orthop. 2007; 31: 593–596.
11. Sundaram R.O., Parkinson R.W. Closed suction drains do not increase the blood transfusion rates in patients undergoing total knee arthroplasty. Int. Orthop. 2007; 31: 613–6.
12. Tai T.W., Yang C.Y., Jou I.M., Lai K.A., Chen C.H. Temporary drainage clamping after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. J. Arthroplasty. 2010; 25 (8): 124–5.

Сведения об авторах: Кавалерский Г.М. — доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф; Сметанин С.М. — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов; Ченский А.Д. — доктор мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф; Грицюк А.А. — доктор мед. наук, зав. травматолого-ортопедическим отделением №2 клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов; Лычагин А.В. — канд. мед. наук, директор клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов.

Для контактов: Сметанин Сергей Михайлович. 119991, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6, стр. 1. Тел.: +7 (916) 626–67–81. E-mail: dr.smetaninsm@gmail.com.

ИНФОРМАЦИЯ

Форум травматологов-ортопедов Северного Кавказа

15–16 мая 2017 г., Владикавказ

Организаторы:

Министерство здравоохранения республики Северная Осетия — Алания, Ассоциация травматологов-ортопедов России, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Северо-Осетинская государственная медицинская академия

ТЕМАТИКА:

- Эндопротезирование крупных суставов
- Артроскопическая хирургия
- Оказание экстренной помощи при сочетанной травме
- Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии
- Современные методы костно-пластической хирургии
- Малоинвазивные технологии в травматологии и ортопедии
- Современные аспекты костной онкологии
- Реабилитация при повреждениях и заболеваниях костно-мышечной системы
- Современные принципы стабилизации при травмах и заболеваниях позвоночника

Контакты: www.ator-rf.ru.

Информацию также можно получить по адресу: 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10, ЦИТО, организационно-методический отдел, профессор А.А. Очкуренко, ответственный секретарь АТОР В.А. Перминов.
Тел.: 8 (495) 708–80–12; 8 (495) 450–45–11.
E-mail: cito-omo@mail.ru, perminov_va@mail.ru



Если Вы хотите разместить Вашу рекламу

в «Вестнике травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»,
обращайтесь в редакцию журнала

127299, Москва, ул. Приорова, 10, ЦИТО.

Тел.: 8(495)450–24–24, 8(968)897–37–91

© Б.Г. Зиятдинов, И.Ф. Ахтямов, 2016

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЗОВ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Б.Г. Зиятдинов, И.Ф. Ахтямов

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ГАОУЗ «Республиканская клиническая больница Минздрава Республики Татарстан», Казань, РФ

Целью исследования было выявить факторы, провоцирующие развитие тромбоза глубоких вен (ТГВ) нижних конечностей у пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости и коксартрозом, перенесших операцию эндопротезирования тазобедренного сустава в условиях нейроаксиальной блокады. Комплексное клиничко-лабораторное обследование проведено 56 пациентам в возрасте от 26 до 85 лет (в среднем $59,11 \pm 2,42$ года). На стационарном этапе послеоперационного периода зарегистрировано 11 (19,64%) случаев развития ТГВ нижней конечности. Установлено, что тромбоз чаще возникал на фоне имеющейся патологии вен нижних конечностей (варикозное расширение большой подкожной вены, изменения глубоких вен после перенесенного ранее тромбофлебита). В подгруппе лиц с ТГВ статистически значимо чаще определялись маркеры воспалительной реакции (лейкоцитоз и ускорение СОЭ), тромбоцитоз, а также сокращение АЧТВ и повышение концентрации фибриногена. Кроме того, для пациентов с ТГВ были характерны большая продолжительность операции, более выраженная кровопотеря и более частое применение цемента. Очевидно, перечисленные особенности могут играть роль в развитии тромбогеморрагических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава и, соответственно, должны учитываться как факторы риска развития венозных тромбозов при данном виде оперативного вмешательства.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, венозный тромбоз, факторы риска.

Risk Factors of Venous Thrombosis Development at Primary Hip Arthroplasty

B.G. Ziatdinov, I.F. Akhtyamov

Kazan State Medical University, Republican Clinical Hospital, Kazan', Russia

The purpose of the work was to determine the factors responsible for the development of lower extremity deep vein thrombosis (DVT) after total hip arthroplasty in patients with aseptic femoral head necrosis and coxarthrosis. Complex clinical laboratory examination was performed in 56 patients aged 26 – 85 years (mean 59.11 ± 2.42). At hospitalization stage 11 (19.64%) cases of DVT development were recorded. It was stated that more often thrombosis developed on the background of the lower limb veins pathology (varicose great saphenous vein, changes in deep veins after great saphenous vein thrombophlebitis). In group of patients with DVT statistically significantly more often the inflammatory reaction markers (leukocytosis and ESR), thrombocytosis as well as shortened APTT and increased fibrinogen levels. Besides, for DVT patients the more prolonged surgery, more marked blood loss and more often use of cement were typical. Such peculiarities may play a certain role in the development of thrombohemorrhagic complications after total hip arthroplasty and should be taken into consideration as a risk factor of venous thrombosis development at this type of surgical intervention.

Key words: total hip arthroplasty, venous thrombosis, risk factors.

Введение. Число публикаций, посвященных тромбоэмболическим осложнениям, не сокращается, несмотря на активное внедрение тромбопрофилактики в ежедневную практику ортопедических клиник [1–4]. Частота тромбоза глубоких вен (ТГВ) при выполнении эндопротезирования крупных суставов, в том числе тазобедренного, без профилактических мер достигает 42–57%, а тромбоэмболии легочной артерии — 28% [5, 6].

Необходимость медикаментозной профилактики, использование тех или иных видов антикоагулянтов, возможные последствия их использования

и эффективность — каждый из этих вопросов требует тщательного изучения и анализа. Один лишь тезис не вызывает сомнения: проблема тромбоэмболических осложнений существует [7].

Казалось бы, следование стандартным рекомендациям должно решить эту проблему [8]. Однако исследование отечественных и зарубежных коллег о причинах и провоцирующих факторах столь коварного осложнения кажутся убедительными до тех пор, пока очередной случай лечения не закончится летальным исходом [9, 10]. Все это диктует необходимость использования индивидуального,

дифференцированного подхода к профилактике в каждом конкретном случае.

Мы задались целью выявить факторы, провоцирующие развитие ТГВ нижних конечностей у пациентов с выраженной патологией тазобедренного сустава и перенесших операцию тотального эндопротезирования тазобедренного сустава.

Это исследование является продолжением начатой ранее работы [11, 12]. Особенностью его является расширенный круг лабораторных исследований крови, оценка факторов риска развития тромбозов, в том числе и наличие дооперационной патологии вен нижних конечностей. Выборка пациентов основывалась и на варианте анестезиологического пособия в ходе артропластики — нейроаксиальной блокаде.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на 56 пациентах с терминальными стадиями асептического некроза головки бедра и коксартроза, которым проведено плановое оперативное лечение методом тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. В их числе было 15 (26,78%) мужчин и 41 (73,21%) женщина в возрасте от 26 до 85 лет (средний возраст $59,11 \pm 2,42$ года).

В 50 (89,3%) случаях в ходе операции был установлен эндопротез бесцементной фиксации, в 6 (10,7%) — цементной. В качестве метода анестезии во всех наблюдениях использована нейроаксиальная блокада. Операцию проводили из заднего доступа к тазобедренному суставу; техника вмешательства минимально варьировала в зависимости от модели эндопротеза.

В послеоперационном периоде каждому пациенту проведена профилактика тромбозомболических осложнений в сочетании вариантов эластической компрессии и инъекций эноксапарина натрия согласно инструкции по его применению.

Оценке подлежали данные лабораторных исследований крови пациентов до и через 10 дней после вмешательства; результаты дуплексного сканирования вен нижних конечностей пациентов, проведенного на тех же сроках (исследования выполнены на аппарате экспертного класса Samsung с линейным датчиком 13 МГц и соответствующей программой для исследования сосудов); особенности оперативного вмешательства (вид фиксации эндопротеза, продолжительность вмешательства, итоговая кровопотеря, складывавшаяся из объема крови, потерянной в ходе операции и отошедшей по дренажам).

Лабораторные методы исследования включали общеклинический анализ крови, биохимический анализ крови (общий билирубин и его фракции, глюкоза, активность аспартат- и аланинаминотрансферазы (АсАТ и АлАТ), общий белок, мочевины, креатинин, С-реактивный белок, липидограмма), гемостатический профиль (фибриноген, активность антитромбина III, активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), протромбиновое

время (ПВ), международное нормализованное отношение (МНО), тромбиновое время, растворимые комплексы фибрин-мономера (РКФМ; определяли о-фенантролиновым методом), D-димер (использовали латексный реагент фирмы «Instrumentation Laboratory»)).

Полученные в ходе исследования данные подвергли статистической обработке с использованием пакета программ SPSS (v.13.0). Количественные параметры представлены в виде среднего арифметического значения (M) и стандартной ошибки среднего (m). Оценку нормальности распределения показателей проводили с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Для сравнения количественных показателей двух групп применяли критерий Стьюдента. При сравнении показателей трех и более групп осуществляли дисперсионный анализ. С целью выявления различий качественных показателей использовали критерий χ^2 и точный метод Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние свертывающей системы крови. В целом пациенты с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями тазобедренного сустава характеризовались нормальными средними значениями коагулограммы накануне вмешательства. Эти пациенты прошли соответствующий доклинический отбор, что практически исключало наличие выраженных отклонений в свертывающей системе крови. В то же время детальный анализ индивидуальных показателей пациентов выявил у определенной части из них признаки гиперкоагуляции (рис. 1). Остальные отклонения от нормы выявлялись в единичных случаях.

Таким образом, анализ состояния свертывающей системы крови позволил установить, что у пациентов с выраженной патологией тазобедренного

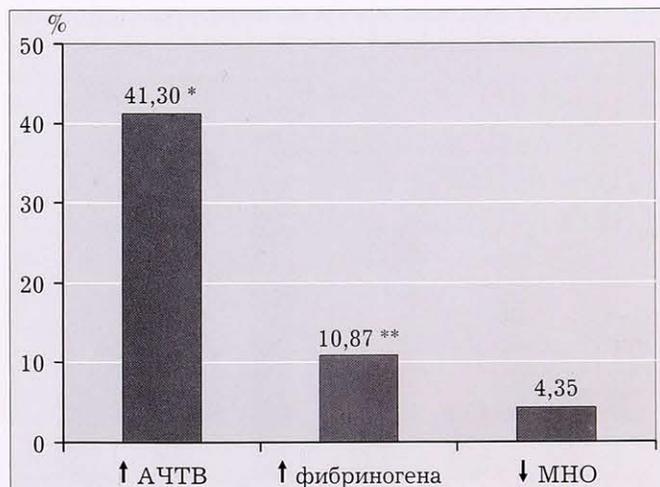


Рис. 1. Частота выявления отклонений от нормы показателей коагулограммы у пациентов с патологией тазобедренного сустава.

Статистическая значимость различий: * — с частотой отклонений от нормы остальных показателей коагулограммы ($p < 0,01$); ** — с частотой отклонений от нормы уровня фибриногена ($p < 0,05$).

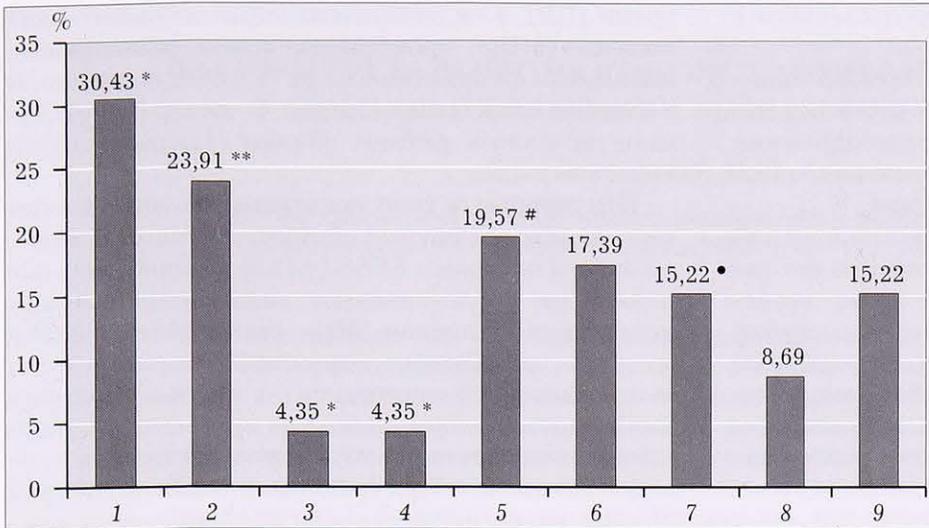


Рис. 2. Частота отклонений показателей общего анализа крови от нормы у пациентов с патологией тазобедренного сустава.

Статистически значимые различия ($p < 0,05$): * — с частотой отклонений от нормы остальных параметров; ** — с частотой выявления повышенного процентного содержания лимфоцитов и моноцитов, повышения МСНС и ускорения СОЭ; # — с частотой выявления повышения МСНС и ускорения СОЭ; • — с частотой выявления повышенного процентного содержания лимфоцитов, повышения МСНС и ускорения СОЭ.

1 — анемия, 2 — низкий гематокрит, 3 — тромбоцитопения, 4 — тромбоцитоз, 5 — лейкоцитоз, 6 — лимфоцитоз, 7 — моноцитоз, 8 — повышение МСНС, 9 — ускорение СОЭ.

сустава наблюдается тенденция к гиперкоагуляции, а значит повышению риска развития венозного тромбоза.

Практически все показатели общего анализа крови в группе обследованных находились в пределах референсных значений. Незначительные изменения касались только показателя СОЭ, составившего $17,62 \pm 3,03$ мм/ч. Одним из возможных объяснений этому может быть наличие воспалительной реакции в пораженных суставах.

В то же время при анализе индивидуальных параметров пациентов было установлено, что у части из них не только СОЭ, но и другие параметры общего анализа крови выходили за пределы

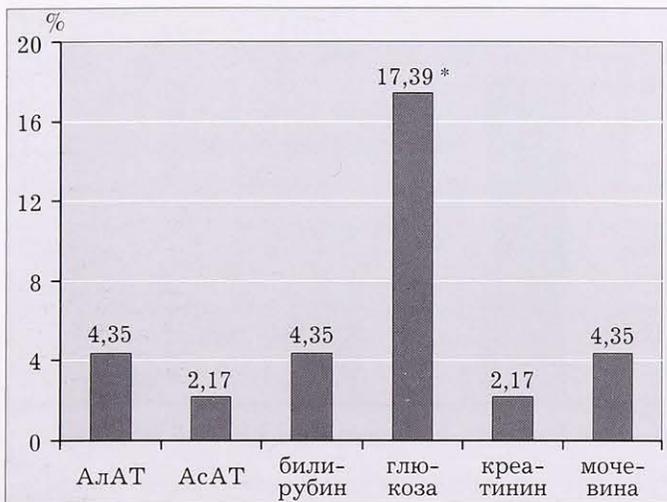


Рис. 3. Частота превышения показателей биохимического анализа крови у пациентов с патологией тазобедренного сустава до операции.

* — статистически значимые различия с частотой превышения остальных показателей ($p < 0,05$).

нормы (рис. 2). Чаще выявлялась анемия и снижение гематокрита. Достоверно реже фиксировались такие признаки воспалительной реакции, как лейкоцитоз лимфоцитарного характера. Отклонения от нормы средней концентрации гемоглобина в эритроците (МСНС) и количества тромбоцитов констатированы в единичных наблюдениях.

Средние по группе показатели биохимического анализа крови у пациентов с патологией тазобедренного сустава также соответствовали норме. Между тем у части пациентов все же регистрировали определенные отклонения (рис. 3). Наиболее часто имела место гипергликемия, тогда как превышение остальных показателей биохимического анализа крови отмечалось в единичных случаях. Поскольку отклонения в параметрах находились в пределах 10–15%, они не послужили противопоказанием к проведению планового оперативного вмешательства.

Определенный интерес представляло изучение показателей липидограммы, так как имеются отдельные высказывания о возможном влиянии нарушения липидного обмена на формирование тромбов [13, 14]. Установлено, что средние значения

Определенный интерес представляло изучение показателей липидограммы, так как имеются отдельные высказывания о возможном влиянии нарушения липидного обмена на формирование тромбов [13, 14]. Установлено, что средние значения

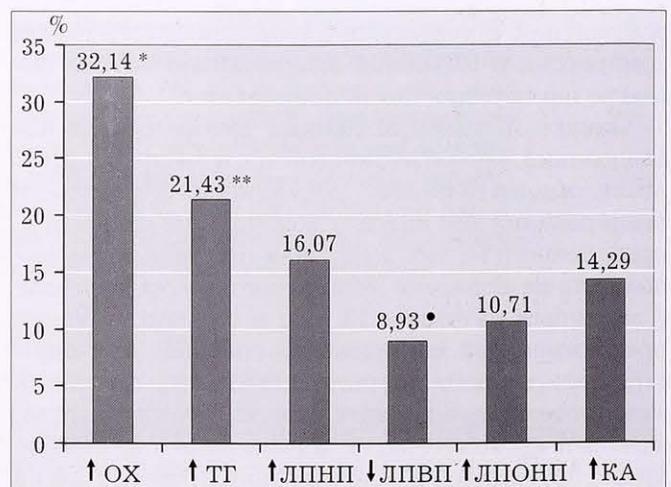


Рис. 4. Частота выявления отклонений от нормы параметров липидограммы у пациентов с патологией тазобедренного сустава до операции.

ОХ — общий холестерин, ТГ — триглицериды, ЛПНП — липопротеиды низкой плотности, ЛПВП — липопротеиды высокой плотности, ЛПОНП — липопротеиды очень низкой плотности, КА — коэффициент атерогенности.

Статистически значимые различия ($p < 0,05$): * — с частотой отклонений от нормы остальных показателей липидограммы, ** — с частотой отклонений от нормы ЛПВП, ЛПОНП и КА, • — с частотой отклонений от нормы ЛПНП.

всех показателей липидного спектра у обследованных пациентов были в пределах нормы.

При этом все же имелись пациенты с гиперхолестеринемией, реже — гипертриглицеридемией, а также высоким уровнем липопротеидов низкой плотности (рис. 4). Остальные отклонения липидограммы выявлялись в единичных наблюдениях. В целом у 32% пациентов анализируемой группы имелись изменения липидограммы.

После проведенного тотального эндопротезирования на фоне профилактики было зарегистрировано 11 (19,64%) случаев развития ТГВ нижних конечностей. Тромбозомболия легочной артерии не была выявлена ни у одного пациента.

При анализе клинической картины ТГВ было установлено, что жалобы предъявляли лишь 6 пациентов из 11, т.е. чуть более половины (54,55%). Они сводились к болевым ощущениям и наличию отеков нижних конечностей, а также на болезненность при пальпации задней части голени. Поскольку эти признаки не являются специфичными, а также учитывая возможность бессимптомного течения данного осложнения, ультразвуковое дуплексное ангиосканирование вен нижних конечностей было проведено всем пациентам, что позволило установить истинную частоту развития венозного тромбоза.

Для последующего анализа все пациенты были разделены на две подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия ТГВ нижних конечностей. Сопоставление результатов сонографии вен нижних конечностей в выделенных подгруппах показало, что среди пациентов без ТГВ до операции статистически значимо ($p < 0,05$) чаще регистрировали отсутствие изменений вен нижних конечностей. Среди выявленных нарушений статистически значимо ($p < 0,05$) чаще регистрировали варикозное расширение большой подкожной вены и изменения в глубоких венах после перенесенного ранее тромбоза. Остальные изменения выявлялись в анализируемых подгруппах с сопоставимой частотой (табл. 1).

Сравнительная оценка средних показателей результатов лабораторного обследования пациентов статистически значимых различий в подгруппах не выявила. Однако при индивидуальной оценке данных пациентов были установлены некоторые различия (рис. 5, а).

Среди пациентов с ТГВ статистически значимо чаще регистрировали повышение процентного содержания лейкоцитов и ускорение СОЭ, тогда как в подгруппе больных без тромбоза чаще выявлялись анемия, снижение гематокрита. Обращает на себя внимание, что в подгруппе с тромбозом вен реги-

Табл. 1. Сопоставление тяжести исходной венозной патологии у пациентов анализируемых подгрупп

Характер изменений вен	Количество пациентов		p
	с ТГВ	без ТГВ	
Отсутствие изменений	4 (36,36%)	23 (51,11%)	<0,05
Изменение перфорантных вен	2 (18,18%)	8 (17,78%)	>0,05
Умеренное расширение подкожных вен	0	6 (13,33%)	-
Варикозное расширение большой подкожной вены	3 (27,27%)	4 (8,89%)	<0,01
Варикозное расширение большой и малой подкожных вен	1 (9,09)	3 (6,67)	>0,05
Изменения в глубоких венах после перенесенного тромбоза	1 (9,09)	1 (2,22)	<0,05

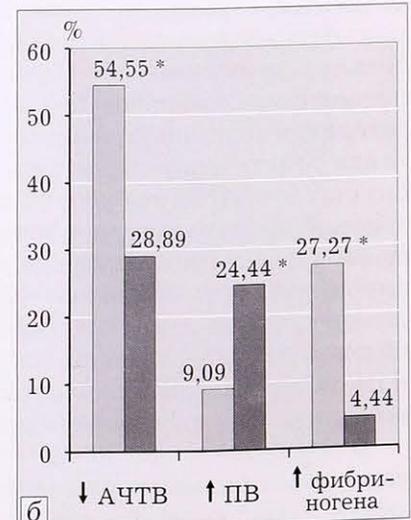
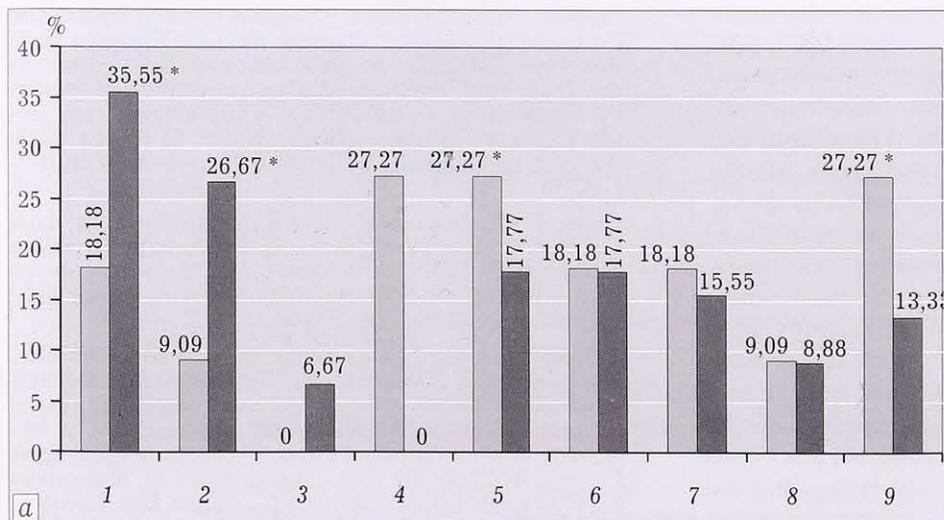


Рис. 5. Сопоставление частоты отклонений от нормы показателей клинического анализа крови (а) и коагулограммы (б) у пациентов анализируемых подгрупп.

■ — пациенты с ТГВ, ■ — пациенты без ТГВ.

1 — анемия, 2 — низкий гематокрит, 3 — тромбоцитопения, 4 — тромбоцитоз, 5 — лейкоцитоз, 6 — лимфоцитоз, 7 — моноцитоз, 8 — повышение МСНС, 9 — ускорение СОЭ.

* — статистически значимые различия между подгруппами ($p < 0,05$).

Табл. 2. Сопоставление особенностей проведения эндопротезирования у пациентов с патологией тазобедренного сустава

Показатель	Пациенты с ТГВ	Пациенты без ТГВ
Длительность операции, мин	60,4±9,3	53,2±10,8*
Кровопотеря, мл	771,1±95,4	749,4±98,6*
Частота применения цемента, %	27,27	6,67*

* — $p < 0,05$.

стрировались случаи тромбоцитоза, тогда как для сравниваемой подгруппы, напротив, типичны случаи тромбоцитопении.

Сравнение средних значений биохимических показателей, параметров коагулограммы крови пациентов в подгруппах не выявило статистически значимых различий. Однако в подгруппе пациентов с ТГВ статистически значимо чаще имели место сокращение АЧТВ, а также повышение концентрации фибриногена (рис. 5, б), т.е. отклонения, которые характеризуют склонность к тромбообразованию. В то же время среди прооперированных без ТГВ чаще регистрировали увеличение ПВ, свойственное состоянию гипокоагуляции.

С целью выявления факторов, способствующих развитию тромбоэмболических осложнений, были сопоставлены характеристики вмешательства в подгруппах исследования (табл. 2). Установлено, что среди пациентов, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава, все факторы, способствующие развитию тромбоэмболических осложнений, статистически значимо чаще выявлялись в подгруппе лиц с развившимся впоследствии ТГВ нижних конечностей.

Заключение. Таким образом, после операции первичного эндопротезирования тромбоэмболические осложнения были выявлены у пятой части пациентов с патологией тазобедренного сустава, причем практически в половине случаев они протекали бессимптомно. Это произошло несмотря на проводимую профилактику низкомолекулярным гепарином в стандартных дозировках и использование эластичного трикотажа. Кроме того, тромбоз статистически значимо чаще возникал на фоне имеющейся патологии вен нижних конечностей, в связи с чем считаем проведение дуплексного сканирования сосудов нижней конечности на этапах лечения обязательной процедурой, что значительно повысит эффективность диагностики тромбозов и позволит выделить пациентов группы повышенного риска развития данного осложнения.

В подгруппе лиц с ТГВ статистически значимо чаще выявлялись маркеры воспалительной реакции (повышение процентного содержания лейкоцитов и ускорение СОЭ), а также тромбоцитоз, сокращение АЧТВ и повышение концентрации фибриногена. Среди характеристик вмешательства значимые различия были зафиксированы в отношении большей продолжительности операции, значительной кровопотери, применения цемента у

лиц с ТГВ. Очевидно, перечисленные особенности играют значительную роль в развитии тромбогеморрагических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава и, соответственно, также должны учитываться как факторы риска развития венозных тромбозов.

Несмотря на то что в целом у 32% пациентов анализируемой группы зарегистрированы отклонения липидограммы от нормы, мы не получили статистически значимых данных за влияние гиперлипидемии на повышение риска ТГВ.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Божкова С.А. Особенности выбора антикоагулянтов для профилактики венозных тромбозов и эмболий после крупных ортопедических операций: взгляд клинического фармаколога. Травматология и ортопедия России. 2011; 1: 138–43 [Bozhkova S.A. Specificity of anticoagulant choice for vte prophylaxes after major orthopedic surgery- the view of clinical pharmacologists. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2011; (1): 138-43 (in Russian)]. DOI:10.21823/2311-2905-2011-0-1-138-143.
2. Гарифуллов Г.Г. Профилактика ранних послеоперационных осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава: Автореф. дис... канд. мед. наук. Н. Новгород; 2009 [Garifullov G.G. Prevention of early postoperative complications in total hip arthroplasty. Cand. med. sci. Diss. N. Novgorod; 2009 (in Russian)].
3. Копенкин С.С., Моисеев С.В. Профилактика венозных тромбоэмболических осложнений при эндопротезировании суставов. Хирургия. 2006; 1: 36–9 [Kopenkin S.S., Moiseev S.V. Prevention of thromboembolic complications in total arthroplasty. Khirurgiya. 2006; 1: 36-9 (in Russian)].
4. Cohen A.T., Tapson V.F., Bergmann J.F., Goldhaber S.Z., Kakkar A.K., Deslandes B. et al. Venous thromboembolism risk and prophylaxis in the acute hospital care setting (ENDORSE study): a multinational cross-sectional study. Lancet. 2008; 371 (9610): 387–94.
5. Бочанова Е.Н., Белоусов М.А., Божкова С.А., Веселова О.Ф., Головина Н.И., Здзитовецкий Д.Э. и др. Анализ медикаментозной профилактики венозных тромбоэмболических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2015; (3): 70–5 [Bochanova E.N., Belousov M.A., Bozhkova S.A., Veselova O.F., Golovina N.I., Zdzitovetsky D.E., et al. Analysis of drug prevention of venous thromboembolic complications in hip arthroplasty (review). Traumatology and Orthopedics of Russia. 2015; (3): 70-5 (in Russian)]. DOI:10.21823/2311-2905-2015-0-3-70-75.
6. Geerts W.H., Pineo G.F., Heit J.A., Bergqvist D., Lassen M.R., Colwell C.W., Ray J.G. Prevention of venous thromboembolism: the Seventh ACCP Conference on Antithrombotic and Thrombolytic Therapy. Chest. 2004; 126 (3 Suppl): 338S–400S.
7. Ахтямов И.Ф., Колесников М.А., Шигаев Е.С., Зиятдинов Б.Г., Гатина Э.Б., Короткова О.С. Первый опыт сочетанной тромбопрофилактики при артропластике нижних конечностей: перспективы и варианты использования. Травматология и ортопедия России. 2012; (1): 98–103 [Akhtyamov I.P., Kolesnikov M.A., Shigaev E.S., Ziatdinov B.G., Gatina E.B., Korotkova O.S. A primary test of combined thromboprophylaxis at lower extremities arthroplasty: aspects and variants of usage. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2012; (1): 98-103 (in Russian)]. DOI:10.21823/2311-2905-2012-1-98-103.
8. Butchart E.G. Antithrombotic management in patients with prosthetic valves: a comparison of American and European guidelines. Heart. 2009; 95: 430–6.

9. Профилактика венозных тромбозов и тромбоэмболических осложнений в травматологии и ортопедии. Травматология и ортопедия России. Приложение. 2012; (1): 1-24 [Prevention of venous thromboembolic complications in traumatology and orthopedics. Russian clinical recommendations. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*. 2012; 1 (63): 1-24 (in Russian)].
10. Geerts W., Bergqvist D., Pineo G., Heit J.A., Samama C.M., Lassen M.R., Colwell C.W.; American College of Chest Physicians. Prevention of venous thromboembolism. *Chest*. 2008; 133 (6 Suppl): 381S-453S.
11. Короткова А.С., Анисимов О.Г., Ахтямов И.Ф., Шигаев Е.С., Зиятдинов Б.Г. Роль методов анестезиологического обеспечения в профилактике тромбозов и тромбоэмболических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава. Современное искусство медицины. 2011; 1: 16-22 [Korotkova A.S., Anisimov O.G., Akhtyamov I.F., Shigaev E.S., Ziatdinov B.G. A role of anesthesia techniques in prevention of thromboembolic episodes during the hip replacement. *Sovremennoe iskusstvo meditsiny*. 2011; 1: 16-22 (in Russian)].
12. Ахтямов И.Ф., Набережнова И.Г., Колесников М.А., Шигаев Е.С., Зиятдинов Б.Г. Многофакторная профилактика венозных тромбозов при эндопротезировании суставов нижних конечностей. Эволюция хирургии крупных суставов. В кн.: Сборник науч. трудов НГМА. Н. Новгород; 2011: 26-9 [Akhtyamov I.F., Naberezhnova I.G. Kolesnikov M.A., Shigaev E.S., Ziatdinov B.G. Multifactorial prevention of venous thromboses in lower extremity joint replacement. Evolution of large joints surgery. In: Collected scientific articles NGMA. N. Novgorod; 2011: 26-9 (in Russian)].
13. Зубаиров Д.М. Молекулярные основы свертывания крови и тромбообразования. Казань: ФЭН; 2000 [Zubairov D.M. Molecular basis of blood coagulation and thrombogenesis. Kazan': FEN; 2002 (in Russian)].
14. Кузьмин И.И., Климов В.С. Тромбозы при эндопротезировании тазобедренного сустава. Казань: Мастер Лайн; 2008 [Kuz'min I.I., Klimov V.S. Thromboembolism in total hip arthroplasty. Kazan': Master Lain; 2008 (in Russian)].

Сведения об авторах: Зиятдинов Б.Г. — ассистент кафедры травматологии и ортопедии КГМУ; Ахтямов И.Ф. — доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой травматологии и ортопедии КГМУ, главный науч. сотр. РКБ МЗ РТ.

Для контактов: Ахтямов Ильдар Фуатович. 420012, Казань, ул. Бутлерова, д. 49. Тел.: +7 (905) 315-01-50. E-mail: yalta60@mail.ru.

ИНФОРМАЦИЯ

VIII съезд межрегиональной ассоциации хирургов-вертебрологов России с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты поражений и повреждений позвоночника»

25–27 мая 2017 г., Иркутск

Организаторы:

Межрегиональная общественная организация «Ассоциация хирургов-вертебрологов» России (RASS), Министерство здравоохранения Иркутской области, ФБГНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутский государственный медицинский университет, Департамент здравоохранения ОАО «РЖД»

ТЕМАТИКА:

- Новое в диагностике заболеваний и травм позвоночника
- Актуальные проблемы современной вертебрологии:
 - роль и функция дискового комплекса (оперированных и смежных сегментов)
 - роль и функция позвоночно-двигательных сегментов (ранние и отдаленные результаты) при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника, врожденных и приобретенных деформациях позвоночника, позвоночных и позвоночно-спинномозговых травмах
 - технологии лечения боли
 - технологии профилактики рубцово-спаечного процесса
 - разработка новых синтетических и природных материалов для применения в вертебрологии

Основное внимание будет уделено клиническим рекомендациям, алгоритмам и стандартам оказания специализированной хирургической помощи пациентам с дегенеративно-дистрофическими поражениями позвоночника

Официальный сайт: <http://iscst.ru/>

© Коллектив авторов, 2016

КЛИНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНОКСАПАРИНА, РИВАРОКСАБАНА И ДАБИГАТРАНА ЭТЕКСИЛАТА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЭМБОЛИЙ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ БОЛЬШИХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Н.А. Еськин, Е.В. Деркач, Е.А. Пядушкина

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Институт прикладных экономических исследований
Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Москва, РФ

Проведен клинико-экономический анализ применения эноксапарина, ривароксабана и дабигатрана этексилата для профилактики венозных тромбозов (ВТЭ) у пациентов после больших ортопедических операций в условиях здравоохранения РФ. Для расчета затрат использовали моделирование путем построения дерева решений, в котором исходами служили наличие/отсутствие клинически значимых кровотечений как показателя безопасности антикоагулянтов и развитие ВТЭ как показателя эффективности. Модель основывалась на результатах мета-анализа опубликованных рандомизированных клинических исследований и выполненного с их использованием непрямого сравнения. Учитывались только прямые медицинские затраты. Затраты на антикоагулянтную терапию рассчитывали для режимов дозирования препаратов, соответствующих их инструкциям по применению, зарегистрированным в РФ. Временной горизонт модели соответствовал средней длительности тромбопрофилактики после ортопедических операций: 21 день для эноксапарина и дабигатрана и 25 дней для ривароксабана. Осуществляли детерминированный анализ чувствительности, в рамках которого анализировали клинико-экономическую эффективность препаратов после операций на тазобедренном и коленном суставах по-отдельности. Суммарные затраты на 1 больного при использовании эноксапарина составили 11 486,99 руб., дабигатрана — 9 035,07 руб., ривароксабана — 6 172,63 руб. В ходе анализа чувствительности ривароксабан сохранял свое преимущество при всех сценариях. Ривароксабан является предпочтительным препаратом для профилактики ВТЭ после больших ортопедических операций, так как при большей клинической эффективности требует меньших затрат.

Ключевые слова: клинико-экономический анализ, ортопедические операции, тромбоз, тромбозопротекция, тромбозопротекция, эноксапарин, ривароксабан, дабигатран.

Clinical Economic Analysis of the Use of Enoxaparin, Rivaroxaban and Dabigatran Etexilate for Venous Thromboembolism Prophylaxis (VTP) in Patients after Vast Orthopaedic Operations

N.A. Es'kin, E.V. Dergach, E.A. Pyadushkina

*N.N. Priorov Central Institute of Traumatology and Orthopaedics;
Institute of Applied Economic Research, Moscow, Russia*

Clinical economic analysis of the use of enoxaparin, rivaroxaban and dabigatran etexilate for venous thromboembolism prophylaxis (VTP) in patients after vast orthopaedic operations within the RF public health system was performed. For cost calculation the modelling of decision tree where the presence/absence of clinically significant hemorrhages as the index of anticoagulant safety and VTP incidence as efficacy index were considered. The model was based on the meta-analysis of the published randomized studies results and indirect comparison performed using those data. Only direct medical costs were taken into account. Anticoagulant therapy costs were calculated for the drug dosing regimen according to the use instructions registered in RF. The time horizon of the model was in line with the average duration of thromboprophylaxis after orthopaedic operations: 21 day for enoxaparin and dabigatran, and 25 days for rivaroxaban. Determinate analysis of sensitivity including the evaluation of clinical and economic efficacy of drugs after either total hip or knee arthroplasty was performed. Total costs per patient made up 11 486.99 rub for enoxaparin, 9 035.07 rub for dabigatran and 6 172.63 rub for rivaroxaban use. During sensitivity analysis rivaroxaban preserved its advantage in all scenarios. Rivaroxaban is a preferable drug for VTP prophylaxis after vast orthopaedic interventions as with higher clinical efficacy it requires lower costs.

Key words: clinical economic analysis, orthopaedic operations, thromboembolism, enoxaparin, rivaroxaban, dabigatran.

Введение. Пациенты, подвергающиеся большим ортопедическим операциям (БО), таким как опера-

ции на тазобедренном суставе (ОТС) и операции на коленном суставе (ОКС), имеют повышенный риск

венозных тромбозов (ВТЭ), занимающих значительную долю в послеоперационной заболеваемости и являющихся потенциально летальными [1]. В связи с этим стандартной практикой является проведение тромбопрофилактики в послеоперационном периоде. Минимальная ее продолжительность составляет 10 дней, а после ОТС оправдано назначение и на более длительный срок — 35 дней [2, 3].

Долгое время выбор препаратов для тромбопрофилактики после БО был ограничен. Стандартом являются низкомолекулярные гепарины, в частности эноксапарин, однако парентеральный путь введения затрудняет их применение в амбулаторных условиях. Применение антагонистов витамина К, например варфарина, еще более затруднительно из-за непредсказуемой фармакокинетики, большого количества лекарственных и пищевых взаимодействий, а также необходимости частого лабораторного мониторинга.

Появление новых оральных антикоагулянтов (НОАК), обладающих целым рядом преимуществ по сравнению с традиционными подходами, значительно расширило возможности послеоперационной тромбопрофилактики и сделало ее более удобной. Препараты данного класса подразделяются на прямые ингибиторы тромбина, представителем которых является дабигатран этексилат, и прямые ингибиторы фактора Ха, наиболее хорошо изученным представителем которых является ривароксабан.

Целью настоящего исследования было провести экономический анализ применения эноксапарина, ривароксабана и дабигатрана у пациентов после БО в условиях здравоохранения РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Описание исследования. Исследование представляло собой анализ затрат на профилактику ВТЭ у одного пациента, перенесшего БО. Расчет затрат осуществляли в модели «дерево решений», которая строилась на основании имеющихся данных сравнительной эффективности и безопасности рассматриваемых препаратов при использовании их для профилактики ВТЭ у пациентов после БО. При построении модели исходили из того, что факторами, определяющими затраты, являются частота ВТЭ и частота клинически значимых кровотечений, соответственно, эти исходы были включены в модель для расчета затрат.

Моделирование осуществляли в приложении Microsoft Office Excel 2010 для Windows.

Клиническая эффективность и безопасность. Сравнение клинической эффективности и безопасности рассматриваемых препаратов основывалось на результатах рандомизированных клинических исследований (РКИ). На данный момент опубликованы результаты РКИ, в которых проводилось прямое сравнение ривароксабана и эноксапарина при ОТС (RECORD-1, RECORD-2) и ОКС (RECORD-3, RECORD-4), а также сравнение дабигатрана и энок-

сапарина при ОТС (RE-NOVATE, RE-NOVATE II) и ОКС (RE-MODEL, RE-MOBILIZE). Наряду с этим отсутствуют опубликованные результаты РКИ, напрямую сравнивавших ривароксабан и дабигатран при БО. По этой причине для сравнения эффективности и безопасности этих препаратов использовали результаты непрямого сравнения, выполненного на основании перечисленных выше РКИ J. Cui и соавт. [7]. В этой публикации содержатся результаты мета-анализа РКИ, сравнивавших ривароксабан с эноксапарином и дабигатран с эноксапарином, а также основанного на них непрямого сравнения ривароксабана и дабигатрана.

Мета-анализ РКИ, сравнивавших ривароксабан и эноксапарин, показал, что ривароксабан статистически значимо снижает риск ВТЭ по сравнению с эноксапарином у пациентов после БО (отношение рисков (ОР) 0,40 (95% доверительный интервал (ДИ) 0,25; 0,64). В противоположность этому по результатам мета-анализа дабигатран не имеет статистически значимых отличий от эноксапарина по риску ВТЭ (ОР=1,09 (95% ДИ 0,93; 1,27)). Выполненное с использованием этих данных не прямое сравнение ривароксабана и дабигатрана свидетельствует о статистически значимом меньшем риске ВТЭ в случае применения ривароксабана как среди всех пациентов после БО (ОР=0,39 (95% ДИ 0,24; 0,64)), так и среди пациентов после ОТС и ОКС по-отдельности (ОР=0,25 (95% ДИ 0,16; 0,39) и 0,51 (95% ДИ 0,35; 0,74) соответственно). Не было выявлено статистически значимых отличий по риску кровотечений при сравнении ривароксабана и эноксапарина и дабигатрана и эноксапарина, а также по риску кровотечений при непрямом сравнении ривароксабана и дабигатрана (ОР=1,19 (95% ДИ 0,96; 1,92)).

Структура модели. Модель в исследовании представляла собой «дерево решений». С его помощью моделировались исходы профилактики тромбозомболических осложнений у пациентов, перенесших БО (см. схему).

В модели учитывался риск ВТЭ, являвшийся показателем клинической эффективности препаратов, и риск массивных и клинически значимых кровотечений, служивших показателем клинической безопасности.

Для каждого варианта ведения больного рассчитывали затраты на лечение ВТЭ и кровотечений с учетом вероятностей их развития. Ожидаемые значения затрат для альтернативных вариантов профилактики ВТЭ у пациентов, подвергшихся ОТС или ОКС, рассчитывали путем последовательного перемножения значения вероятностей по каждой ветви древа справа налево и последующего умножения полученного итогового значения вероятности на величину затрат, соответствующей данной ветви. Полученные значения для ветвей древа, исходящих из одного узла, складывались.

Модель не учитывала риск смерти пациента. Было сделано допущение, что за время наблюдения



Структура дерева решений.
Цифрами обозначены риски ВТЭ и кровотечений.

в модели этого события не произойдет. Это оправдано коротким периодом наблюдения и подтверждается данными РКИ, согласно которым риск смерти в течение периода наблюдения был низким. Это, в частности, не позволило сделать выводов о сравнительной эффективности препаратов по данному исходу ни в рамках РКИ, ни при мета-анализе их результатов [7]. Временной горизонт моделирования равнялся средней продолжительности лечения в рамках профилактики ВТЭ после БО: 21 день для эноксапарина и дабигатрана и 25 дней для ривароксабана.

Абсолютные вероятности событий в модели были рассчитаны на основании результатов РКИ, представленных в исследовании J. Cui и соавт. [7]. Было сделано допущение, что результаты РКИ соответствуют эффективности в реальной практике, а выборки участвовавших в них больных сопоставимы с таковыми пациентов в РФ. Вероятности событий для эноксапарина были рассчитаны на основании мета-анализа результатов, полученных в соответствующих группах исследований RECORD-1, RECORD-2, RECORD-3 и RECORD-4

(табл. 1). Вероятности событий для ривароксабана рассчитывали как вероятности аналогичных событий при использовании эноксапарина, умноженные на ОР, полученные в результате мета-анализа РКИ, сравнивавших ривароксабан и эноксапарин. Вероятности событий для дабигатрана рассчитывали, исходя из вероятностей событий для ривароксабана с использованием ОР, полученных в ходе непрямого сравнения ривароксабана и дабигатрана.

Затраты, источники информации о стоимостных показателях. В связи с тем что финансовое бремя несут разные отрасли экономики, а некоторые расходы являются личными расходами пациентов и его семьи, считаем необходимым ясно обозначить нашу позицию при расчете затрат, обусловленных заболеванием [8]. В настоящем исследовании мы рассчитывали затраты с позиции системы здравоохранения, а значит учитывали только медицинские затраты, оплачиваемые за счет бюджетных средств или средств ОМС.

Затраты включали в себя стоимость назначения препаратов, стоимость лечения ВТЭ и кровотечений в стационаре. Предполагалось, что рассматриваемые клинические события происходят вне стационара, поэтому в структуре затрат также учитывали стоимость вызова бригады скорой медицинской помощи (БСМП). Дисконтирования затрат не производилось из-за короткого временного горизонта.

Затраты на назначение препаратов рассчитывали, исходя из стоимости их дневной дозы (табл. 2). Доза определялась на основании официально зарегистрированных в РФ инструкций по применению препаратов: эноксапарин 40 мг 1 раз в сутки подкожно в течение 3 нед, первая инъекция за 12 ч до операции; ривароксабан 10 мг 1 раз в сутки в течение 5 нед после ОТС и 2 нед после ОКС, прием первой таблетки через 6–10 ч после операции; дабигатран 110 мг 2 раза в сутки в течение 28–35 дней после ОТС и 10 дней после ОКС, прием первой таблетки (110 мг) через 1–4 ч после операции [4–6].

Для расчета затрат на суточную дозу использовали данные о средней стоимости упаковок соответствующих дозировок препаратов по результатам опубликованных тендеров за первое полугодие 2016 г. [9]. В случае эноксапарина рассматривали только оригинальный препарат (табл. 2).

Источником информации о стоимости лечения ВТЭ, кровотечений и вызова БСМП являлось генеральное тарифное соглашение ОМС г. Москвы на 2016 г. [10, 11]. Стоимость лечения ВТЭ складывалась из среднего значения стоимости лечения тром-

Табл. 1. Риски событий, учитываемых в модели

Рассматриваемый препарат	Препарат сравнения	Показатели ОР для исходов		Абсолютный риск для исходов, %	
		ВТЭ	кровотечение	ВТЭ	кровотечение
Эноксапарин	–	–	–	9,0	3,0
Ривароксабан	Эноксапарин	0,40	1,00	3,6	3,0
Дабигатран	Ривароксабан	2,56	1,00	9,2	3,0

боза глубоких вен бедра и тромбоэмболии легочной артерии и составила 47 457,58 руб. Стоимость лечения кровотечения рассчитывалась как среднее значение стоимости лечения желудочно-кишечного, субдурального, арахноидального и внутричерепного кровоизлияний и составила 60 861,30 руб. Стоимость вызова БСМП была принята равной 4 489,65 руб.

Анализ чувствительности. Проводили детерминированный анализ чувствительности, в рамках которого моделировались затраты на профилактику тромбоэмболических осложнений у пациентов после ОТС и ОКС по-отдельности.

Переменными в анализе чувствительности являлись длительность приема препаратов и вероятности клинических событий на их фоне. Длительность приема изменялась согласно инструкции по применению. После ОТС она составляла 21 день для эноксапарина, 35 дней для ривароксабана и 32 дня для дабигатрана, после ОКС — 21, 14 и 10 дней соответственно. Дополнительно анализировалось влияние уменьшения срока приема эноксапарина до 10 дней, что допускается инструкцией. Методика расчета вероятностей клинических событий не менялась, но использовались данные исследований при ОТС и ОКС по-отдельности [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты расчета затрат на профилактику ВТЭ у 1 пациента после БО представлены в табл. 3. Наибольшими были затраты в случае использования эноксапарина, составив 11 486,99 руб., наименьшими — при использовании ривароксабана — 6 172,63 руб. Затраты на профилактику ВТЭ с использованием дабигатрана составили 9 035,07 руб. Таким образом, применение ривароксабана экономит 5 314,36 и 2 862,44 руб. по сравнению с эноксапарином и дабигатраном соответственно. Разница в расходах складывается из затрат как на препараты, так и на лечение ВТЭ и кровотечений.

Структура затрат между препаратами различалась. В случае эноксапарина на препарат пришлось 42% от суммарных затрат, в случае ривароксабана и дабигатрана — 38 и 23% соответственно. Это обусловлено различиями в рисках клинических событий на фоне приема препаратов. Структура затрат на лечение клинических событий на препаратах также была различной. При использовании эноксапарина затраты на лечение ВТЭ составили 72% от всех медицинских затрат, а при использовании ривароксабана и дабигатрана — 52 и 71% соответ-

Табл. 2. Затраты на исследуемые препараты

Препарат	Дозировка в сутки, мг	Стоимость суточной дозы, руб.
Эноксапарин	40	231,01
Ривароксабан	10	93,68
Дабигатран	220	99,65

ственно, что также связано с различиями в рисках событий.

В ходе анализа чувствительности затраты на тромбопрофилактику у 1 пациента после ОТС составили 10 515,06 руб. для эноксапарина, 6 410,23 руб. для ривароксабана и 9 008,58 руб. для дабигатрана, после ОКС — 14 119,56, 7 263,56 и 11 589,46 руб. соответственно (см. табл. 3).

Уменьшение длительности назначения эноксапарина до 10 дней снизило суммарные затраты при его применении до 8 945,88 руб. после любой БО, до 7 973,95 руб. после ОТС и 11 578,45 руб. после ОКС.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты нашего сравнительного исследования показали, что для профилактики ВТЭ после БО наибольших затрат при сравнении низкомолекулярного гепарина эноксапарина и двух пероральных антикоагулянтов ривароксабана и дабигатрана требует эноксапарин. Преимущества как с точки зрения риска развития ВТЭ, так и применительно к суммарным затратам, которые были в 1,9 и 1,5 раза ниже, чем для эноксапарина и дабигатрана соответственно, продемонстрировал ривароксабан. Причем преимущество ривароксабана сохранялось в анализе чувствительности, где отдельно изучалось влияние на общие затраты уменьшения длительности назначения эноксапарина до 10 дней. Это часто встречается в реальной практике в отделениях, где имеется тенденция к более быстрой выписке пациентов. В этом случае суммарные затраты на эноксапарин становились меньше, чем на дабигатран, однако наименьшими они по-прежнему были при использовании ривароксабана.

К сильным сторонам исследования следует отнести использование результатов мета-анализа РКИ и выполненного на их основе непрямого сравнения [7], поскольку они являются наиболее достоверными из имеющихся. Вдобавок к этому в оценке безопасности в этом мета-анализе учитывались не только массивные, но и клинически значимые кровотечения, не попадающие под критерии массивных. Следует отметить то, что анализ был проведен как среди пациентов после БО в целом, так и среди

Табл. 3. Общие затраты (в руб.) на профилактику ВТЭ, связанные с приемом эноксапарина, ривароксабана и дабигатрана в базовом сценарии и в анализе чувствительности

	Эноксапарин	Ривароксабан	Дабигатран
Базовый сценарий			
Затраты на препарат	4851,21	2342,00	2098,45
Затраты на лечение осложнений	6635,78	3830,63	6936,63
Анализ чувствительности			
Операции на тазобедренном суставе	10515,06	6410,23	9008,58
Операции на коленном суставе	14119,56	7263,56	11589,46

пациентов после ОТС и ОКС по-отдельности, а также при краткосрочном назначении эноксапарина, что позволяет оценить экономическую эффективность препаратов в разных клинических ситуациях, в которых ривароксабан показал статистически значимое снижение риска ВТЭ по сравнению с эноксапарином и дабигатраном.

К ограничениям исследования относится короткий период моделирования. Он не охватывает отдаленные последствия применения препаратов, что, прежде всего, относится, к оценке смертности. В значительной мере это вызвано недостатком достоверных данных о сравнительной эффективности препаратов в долгосрочной перспективе, а также по их влиянию на летальные исходы. Другим ограничением является использование данных о стоимости лечения клинических событий в Москве для расчета затрат. Однако, учитывая величину разницы в затратах, полученную по результатам моделирования, это ограничение маловероятно способно значительно исказить результаты. Также в исследовании учитывались только прямые медицинские затраты, что связано с отсутствием данных о косвенных затратах после БО в РФ и сложностью их оценки.

Наше исследование является первым, посвященным оценке экономической целесообразности применения низкомолекулярного гепарина эноксапарина в сравнении с двумя пероральными антикоагулянтами ривароксабаном и дабигатраном для профилактики ВТЭ после БО в России. Ранее проводилось только сравнение дабигатрана с эноксапарином и другими препаратами для профилактики ВТЭ (гепарином, надропарином, далтепарином, варфарином, фондапарином), где было показано экономическое преимущество дабигатрана по сравнению с другими препаратами для профилактики ВТЭ, включая эноксапарин [12].

Также проводилось сравнение эноксапарина с ривароксабаном, где было показано, что ривароксабан является доминирующей альтернативой в сравнении с эноксапарином — более эффективной и менее затратной [13, 14]. Однако на тот период еще не были доступны результаты непрямого сравнения, кроме того, изменились и затраты, обусловленные применением разных препаратов, в абсолютном выражении. Тем не менее преимущество ривароксабана перед эноксапарином сохранилось и теперь подтверждено результатами непрямого сравнения и актуальными расчетами.

Заключение. Ривароксабан является предпочтительным препаратом для тромбопрофилактики после БО в сравнении как с эноксапарином, так и с другим пероральным антикоагулянтом дабигатраном, позволяя при большей клинической эффективности сэкономить 5314,36 и 2862,44 руб. на 1 больного соответственно.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. *Hirsh J.* American Academy of Orthopaedic Surgeons and American College of Chest Physicians guidelines

for venous thromboembolism prevention in hip and knee arthroplasty differ: what are the implications for clinicians and patients? *Chest.* 2009; 135 (2): 513–20.

2. *Geerts W.H., Pineo G.F., Heit J.A., Bergqvist D., Lassen M.R., Colwell C.W., Ray J.G.* Prevention of venous thromboembolism: the Seventh ACCP Conference on Antithrombotic and Thrombolytic Therapy. *Chest.* 2004; 126 (3 Suppl): 338S–400S.

3. *Bergqvist D., Benoni G., Björgell O., Fredin H., Hedlundh U., Nicolas S. et al.* Low-molecular-weight heparin (enoxaparin) as prophylaxis against venous thromboembolism after total hip replacement. *N. Engl. J. Med.* 1996; 335: 696–700.

4. Государственный реестр лекарственных средств. Инструкция по применению лекарственного препарата для медицинского применения Клексан [электронный ресурс]. URL: http://www.grls.rosminzdrav.ru/Grls_View_v2.aspx?idReg=8332&t=

5. Государственный реестр лекарственных средств. Инструкция по применению лекарственного препарата для медицинского применения Прадакса [электронный ресурс]. URL: http://www.grls.rosminzdrav.ru/Grls_View_v2.aspx?idReg=459270&t=

6. Государственный реестр лекарственных средств. Инструкция по применению лекарственного препарата для медицинского применения Ксарелто [электронный ресурс]. URL: http://www.grls.rosminzdrav.ru/Grls_View_v2.aspx?idReg=10873&t=

7. *Cui J., Wu B., Liu C., Li Z.* A systematic review and adjusted indirect comparison of oral anticoagulants. *Orthopedics.* 2014; 37 (11): 763–71.

8. *Воробьев П.А.*, ред. Клинико-экономический анализ. М.: Ньюдиамед; 2008 [Voroby'ov P.A., ed. Clinical economic analysis. Moscow: N'yudiyamed; 2008 (in Russian)].

9. Официальный сайт единой информационной системы в сфере закупок [электронный ресурс]. URL: <http://www.zakupki.gov.ru>

10. Московский городской фонд обязательного медицинского страхования. Приложение №8.1 к тарифному соглашению на 2016 г. [электронный ресурс]. URL: http://www.mgfoms.ru/system/files/prilozhenie_no_8.1_k_tarifnomu_soglasheniyu_na_2016_god.pdf

11. Московский городской фонд обязательного медицинского страхования. Приложение №11 к тарифному соглашению на 2016 г. [электронный ресурс]. URL: http://www.mgfoms.ru/system/files/prilozhenie_no_11_k_tarifnomu_soglasheniyu_na_2016_god.pdf

12. *Кулинчик Т.В., Реброва О.Ю., Маргиева А.В., Авксентьева М.В.* Сравнительный клинико-экономический анализ препаратов для первичной профилактики тромботических осложнений после ортопедических операций. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2013; 2: 46–53 [Kulinchik T.V., Rebrova O.Yu., Margieva A.V., Avksent'eva M.V. Comparative clinical and economical analysis of drugs for primary prevention of thrombotic complications after orthopaedic operations. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorov.* 2013; 2: 46–53 (in Russian)].

13. *Еськин Н.А., Лазарев А.Ф., Крысанов И.С.* Фармакоэкономическая оценка применения ривароксабана в сравнении с низкомолекулярными гепаринами для тромбопрофилактики после больших ортопедических операций. В кн.: Научный сборник «Практическая фармакоэкономика (2013). Том III. Ревматология, кардиология, травматология, эндокринология. М.: Фарм Медиа; 2013 [Es'kin N.A., Lazarev A.F., Krysanov I.S. Farmaco-economic evaluation of rivaroxaban use for thromboembolism prophylaxis after vast orthopaedic operations in comparison to low molecular weight heparins. In: Collected scientific articles "Practical pharmacokinetics". Vol. III. Rheumatology, cardiology, traumatology, endocrinology. Moscow: Farm Media; 2013 (in Russian)].

14. Омеляновский В.В., Крысанов И.С., Малыгина М.А., Ломтатидзе Е.Ш., Загородний Н.В., Маргиева А.В. Фармакоэкономический анализ тромбопрофилактики после тотального эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов. Клиническая фармакология и те-

рапия. 2010; 19 (2); 85–90 [Omelyanovsky V., Krysanov I., Malygina M., Lomtadidze E., Zagorodniy N., Margiyeva A. Pharmacoeconomic evaluation of thromboprophylaxis after total knee or hip replacement. Clinical pharmacology and therapy. 2010; 19 (2): 85–90 (in Russian)].

Сведения об авторах: Еськин Н.А. – доктор мед. наук, профессор, зам. директора по научной работе ЦИТО; Деркач Е.В. — канд. мед. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории оценки технологий в здравоохранении ИПЭИ РАНХиГС; Пядушкина Е.А. — науч. сотр. лаборатории оценки технологий в здравоохранении ИПЭИ РАНХиГС.

Для контактов: Деркач Елена Владимировна. 117335, Москва, а/я 90. Тел.: +7 (495) 545-09-27. E-mail: evd@hta-rus.ru.

ИНФОРМАЦИЯ

VII Всероссийский симпозиум с международным участием «Актуальные вопросы тканевой и клеточной трансплантологии»

27–28 апреля 2017 г., Астрахань

Организаторы:

Министерство здравоохранения Российской Федерации,
Министерство здравоохранения Астраханской области,
ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии
и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет»
Минздрава России, ФГБУН «Институт теоретической и экспериментальной
биофизики» РАН, ГБУЗ Астраханской области
«Александр-Мариинская областная клиническая больница»

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА:

1. Организация и деятельность тканевых и клеточных банков России.
2. Правовые и этические аспекты деятельности тканевых и клеточных банков.
3. Вопросы разработки, технологии изготовления и хранения биологических материалов.
4. Тканевая инженерия.
5. Клеточные технологии.
6. Экспериментальные исследования.
7. Клинические аспекты тканевых и клеточных технологий.

В рамках Симпозиума пройдет выставка медицинского оборудования
и медицинских изделий.

Оргкомитет: 414000, Астрахань, ул. Бакинская, 121,
профессору кафедры травматологии и ортопедии,
доктор мед. наук Тарасов Алексей Николаевич.

Контактные лица: Лекишвили Михаил Васильевич,
тел.: +7 (903) 196-52-84, e-mail: leki@mail.ru;

Тарасов Алексей Николаевич,
тел.: +7 (927) 560-08-38, e-mail: tarasov_an@mail.ru.

ВНИМАНИЕ !

Подписаться на «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
можно в любом почтовом отделении

Наши индексы в Каталоге «ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ» АО «Роспечать»:

для индивидуальных подписчиков **73064**
для предприятий и организаций **72153**

В розничную продажу «Вестник травматологии
и ортопедии им. Н.Н. Приорова» не поступает



© Коллектив авторов, 2016

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИСТРАКЦИИ КАК ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЭТАПА БИОАКТИВНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ МЕЖФАЛАНГОВОГО СУСТАВА КИСТИ ПРИ ФИБРОЗНОМ АНКИЛОЗЕ

С.Н. Бугров, Д.В. Давыденко, Н.Ю. Широкова, А.В. Новиков, С.В. Петров

ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр»
Минздрава России, Нижний Новгород, РФ

Работа посвящена изучению морфологических особенностей капсулы проксимального межфалангового сустава до и после distraction для обоснования применения метода distraction как подготовительного этапа биоактивной артропластики проксимальных межфаланговых суставов кисти при фиброзном анкилозе. Исследование выполнено на образцах мелких фрагментов капсулы проксимальных межфаланговых суставов кисти 11 пациентов до distraction и через 2 мес после снятия distractionного аппарата. Группу сравнения (условной нормы) составили 6 аутопсийных образцов. Проводили световую микроскопию с применением стандартных методов окрашивания и иммуногистохимическое исследование. После distraction отмечена активация процессов ангиогенеза — площадь сосудистого русла увеличилась в 3,5 раза, в 3,4 раза по сравнению с недистрагированной тканью и контрольной группой выросло число зрелых тучных клеток, как частично, так и максимально дегранулированных. Установлена прямая корреляционная зависимость между увеличением числа тучных клеток и фибробластов и количеством вновь образованных сосудов на единицу площади ткани. Метод distraction позволяет повысить жизнеспособность и устойчивость тканей патологически измененного сустава к действию повреждающих факторов (гипоксии), активизирует функциональное состояние окружающих сустав тканей и может рассматриваться в качестве подготовительного этапа биоактивной артропластики фиброзно анкилозированных межфаланговых суставов кисти.

Ключевые слова: проксимальный межфаланговый сустав, distraction, фиброзный анкилоз, тучные клетки, гипоксия, артропластика.

Morphologic Substantiation of Distraction as a Preparatory Step for Bioactive Interphalangeal Hand Joint Arthroplasty in Fibrous Ankylosis

S.N. Bugrov, D.V. Davydenko, N.Yu. Shirokova, A.V. Novikov, S.V. Petrov

Privolzhsky Federal Medical Research Centre, Nizhny Novgorod, Russia

The work is dedicated to the study of the morphologic peculiarities of proximal interphalangeal joint capsule before and after distraction in order to substantiate the use of distraction technique as a preparatory step for proximal interphalangeal hand joints bioactive arthroplasty in fibrous ankylosis. The study was conducted on the samples of small fragments of proximal interphalangeal hand joint capsule (11 patients) before distraction and 2 months after distraction apparatus removal. Control group (conventional norm) was presented by 6 autopsy samples. Light microscopy using standard staining methods and immunohistochemical examination were performed. Activation of angiogenesis processes, i.e. 3.5 times increase of vascular bed, 3.4 times growth of mature labrocytes number, both partially and maximum degranulated, as compared with the nondistracted tissue and control group. Direct correlation between the growth of mature labrocytes number and fibroblasts, and the quantity of newly formed vessels per unit of tissue area was detected. Distraction enables to raise the vitality and resistance of pathologically changed joint tissues to damaging factors (hypoxia), activates functional status of joint surrounding tissues and could be considered as a preparatory step for fibrotically ankylosed interphalangeal hand joints bioactive arthroplasty.

Key words: proximal interphalangeal joint, distraction, fibrous ankyloses, hypoxia, arthroplasty.

Введение. Механическая травма и ее последствия в настоящее время занимают одно из ведущих мест в структуре общего травматизма населения. Ее осложнения могут приводить как к стойкой утрате трудоспособности, так и к инвалидизации пострадавших. На долю травм мелких суставов кисти в общей структуре механических повреждений приходится до 25% [1]. Сама травма, а также дли-

тельная иммобилизация поврежденных суставов нередко становятся причиной патологических изменений в суставах кисти, обуславливающих развитие фиброзных анкилозов.

Несмотря на внедрение в широкую клиническую практику эндопротезирования мелких суставов кисти, разработка операций, направленных на восстановление суставных поверхностей

и мягких тканей, формирующих сустав, остается по-прежнему актуальной проблемой хирургии кисти [2].

Метод дистракции используется в лечении больных с травматическими повреждениями опорно-двигательного аппарата, а также при операциях на мелких суставах кисти [3]. Однако при выполнении таких операций возникают определенные трудности, связанные с небольшими размерами суставных концов, малым объемом суставной полости и незначительной толщиной жировой клетчатки, отделяющей кожу от капсулы сустава, что повышает риск развития осложнений в послеоперационном периоде [2]. Осуществить доступ к внутрисуставным патологическим образованиям в настоящее время возможно двумя способами: либо одномоментно, травматичным широким доступом через капсулу сустава с рассечением и иссечением внутрисуставных патологических структур, ограничивающих мобильность суставных концов; либо применить двухэтапную технологию артропластики: на первом этапе наложить чрескостный аппарат, с помощью которого осуществить постепенное расширение суставной щели до 10–12 мм, на втором — снять дистракционный аппарат и через разрез в дистрагированной капсуле по нейтральной линии и только в проекции расширенной суставной щели удалить дистрагированные внутрисуставные образования. Однако проведение резекционной артропластики с дозированной дистракцией и использованием аппарата внешней фиксации не сопровождается восстановлением структуры и функции капсулы сустава, а также суставных поверхностей, а по мнению ряда авторов, наоборот, сама дистракция способствует развитию рубцовых изменений околоуставных тканей, связочного аппарата, капсулы суставов [4]. Понимание морфологических изменений, происходящих в дистрагируемых мягких тканях, позволило бы во многом определиться с тактикой лечения посттравматических анкилозов и обосновать применение метода дистракции как подготовительного этапа биоактивной артропластики, предусматривающей использование мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток (ММСК) — биоактиваторов регенераторного процесса в условиях дистракции, направленного на восстановление как суставных поверхностей, так и измененной капсулы проксимальных межфаланговых суставов кисти при фиброзном анкилозе.

Цель исследования: изучить характер и степень выраженности морфологических изменений капсулы проксимального межфалангового сустава кисти при фиброзном анкилозе до и после дистракции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были изучены мелкие фрагменты капсулы анкилозированных проксимальных межфаланговых суставов кисти 11 пациентов после полученной механической травмы (7 женщин и 4 мужчин в возрасте 30–60 лет). После предварительного пре-

парирования стенки капсулы от коллатеральных связок интраоперационно по нейтральной линии с лучевой или локтевой стороны осуществляли забор 1 фрагмента капсулы. Образцы отбирали в момент установки (группа до дистракции) и через 2 мес после снятия дистракционного аппарата (группа после дистракции). Контрольную группу (условной нормы) составили 6 аутопсийных образцов мелких фрагментов капсул проксимальных межфаланговых суставов кисти пациентов, скончавшихся от сердечно-сосудистых заболеваний. Контрольная группа была сформирована для оценки вектора направленности количественных и качественных изменений клеточных структур и микрососудистого русла в опытных группах.

После предварительной фиксации материала в растворе нейтрального формалина изготавливали образцы ткани для гистологического исследования. Стандартную гистологическую проводку осуществляли на аппарате Excelsior ES («Thermo Scientific», США). После проводки готовили парафиновые блоки с использованием заливочной станции HistoStar («Thermo Scientific», США). Серийные срезы толщиной 4–6 мкм получали на микротоме Microm HM 325 («Thermo Scientific», США). Срезы окрашивались по Ван-Гизону, гематоксилином и эозином. Исследовали структуру капсулы и ее клеточный состав. Параллельно проводили количественную, качественную и функциональную оценку тучных клеток, используя окраску основным коричневым по М.Г. Шубичу. Морфометрический анализ микропрепаратов с выделением фибробластов и фиброцитов и тучных клеток проводили в 10 полях зрения при 400-кратном увеличении с последующей оценкой и анализом полученных данных методами непараметрической статистики.

Площадь сосудистого русла определяли как отношение площади сосудов к общей площади препарата, умноженное на 100%.

Иммуногистохимическое (ИГХ) исследование проводилось на депарафинированных и дегидратированных гистологических срезах толщиной 4 мкм. Для демаскировки антигенов исследуемых тканей срезы подвергали высокотемпературной обработке в PT modul («Thermo scientific», США) при температуре 98°C в течение 20 мин. Протокол окрашивания включал в себя инкубацию клеток с первичными антителами и визуализацию с использованием системы детекции UltraVision Quanto («Lab Vision Corporation», США). Были использованы моноклональные мышинные антитела к антигену CD117, clon T595 и CD68, clon 514H12 («Leyca Biosystems», Великобритания), к Mast cell tryptase, clon AA1 («Dako», Дания), к CD 31, clon JC/70A, CD 34, clon QBEnd/10, CD45, clon PD/26/16+2B11 CD3, clon SP7, CD20, clon L26 и Smooth muscle actin, clon 1A4, кроличьи моноклональные антитела Ki67, clon SP6 («Lab Vision Corporation», США).

Результаты представлены в виде медианы (*Me*) и интерквартильного размаха (25%; 75%). Для выявления различий по исследуемым параметрам

между независимыми группами был использован *U*-критерий Манна — Уитни, при сравнении двух зависимых групп — *T*-критерий Вилкоксона. Степень согласованности изменений исследуемых параметров определялась по ранговому коэффициенту корреляции Спирмена (*r*). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Гистологическая картина образцов мелких фрагментов капсулы проксимальных межфаланговых суставов кисти до дистракции характеризовалась наличием неравномерно клеточных участков плотной волокнистой соединительной ткани с разнонаправленным или более упорядоченным расположением коллагеновых волокон,

очагами гиалиноза, немногочисленными фиброцитами, фибробластами, тучными клетками и редко расположенными мелкими сосудами, просветы которых были выполнены уплощенными клетками — эндотелиоцитами (рис. 1, 2). Синовиальная выстилка практически полностью отсутствовала и была представлена лишь мелкими единичными синовиальными клетками, которые были расположены по краю рубцово измененной капсулы и находились в состоянии выраженных дистрофических изменений.

В микропрепаратах дистрагированной капсулы констатировали упорядоченное расположение коллагеновых волокон с заметным возрастанием клеток фибробластического ряда, местами образующих скопления по ходу коллагеновых волокон

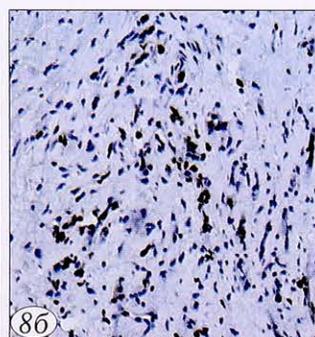
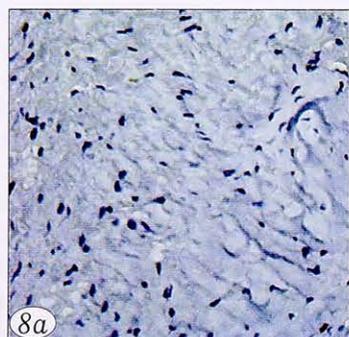
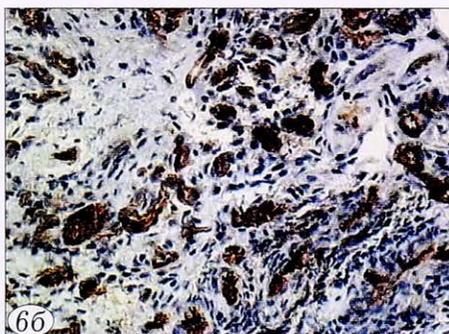
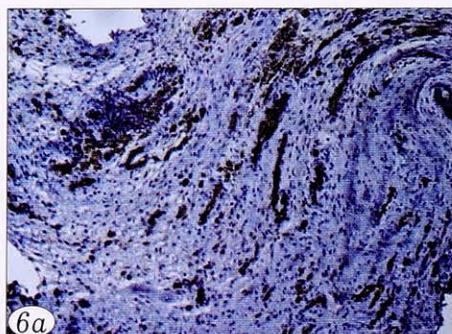
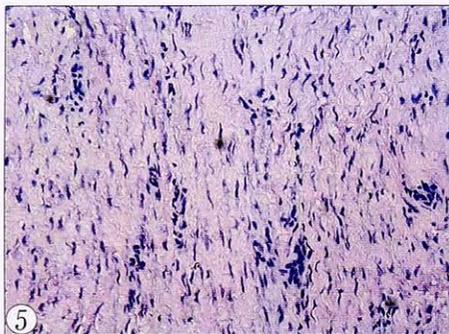
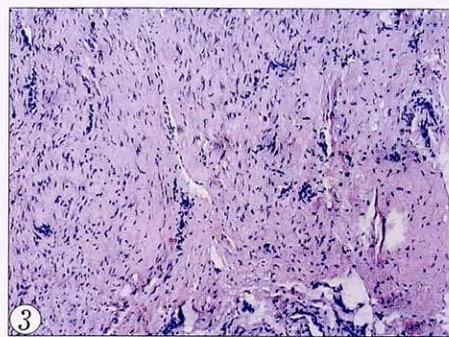
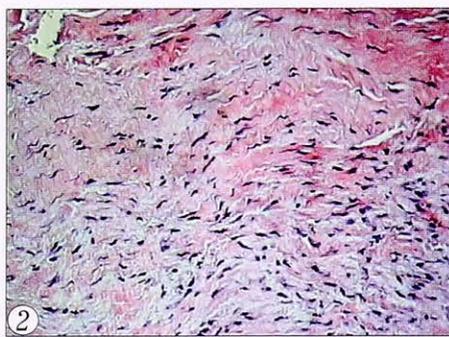
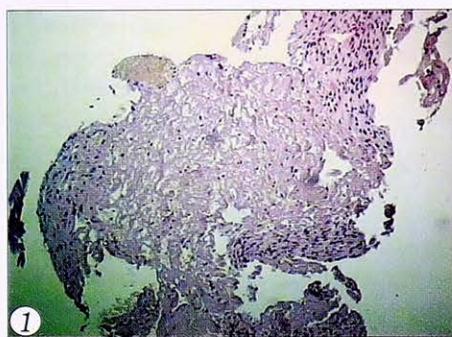


Рис. 1. Фрагмент рубцово-измененной капсулы межфалангового сустава. $\times 100$.

Здесь и на рис. 2–5 окраска гематоксилином и эозином.

Рис. 2. Очаговый гиалиноз среди коллагеновых волокон капсулы до дистракции. $\times 200$.

Рис. 3. Дистрагированная капсула. $\times 200$.

Рис. 4. Клеточные элементы внутренней поверхности дистрагированной капсулы. $\times 400$.

Рис. 5. Формирование сосудов в дистрагированной капсуле. $\times 400$.

Рис. 6. ИГХ-окрашивание CD31-положительных (а; $\times 200$) и CD34-положительных (б; $\times 400$) эндотелиоцитов новообразованных сосудов капсулы после дистракции.

Рис. 7. Тучные клетки в ткани дистрагированной капсулы межфалангового сустава. Окраска по Шубичу. $\times 1000$.

Рис. 8. ИГХ-окрашивание Ki67-положительных клеток в ткани капсулы до (а; $\times 400$) и после (б; $\times 100$) дистракции.

(рис. 3). Имело место заметное увеличение числа клеток, сходных с синовиоцитами, располагающихся по краю внутренней поверхности дистрагированной капсулы (рис. 4).

В то же время отмечалось возрастание количества новообразованных сосудов капиллярного типа, просветы которых были ограничены одним или двумя рядами овальных клеток — эндотелиоцитов. В зоне новообразованных сосудов имелись скопления довольно крупных клеток с овальными светлыми ядрами, имевших сходство с гистиоцитами, а также мелкие скопления округлых клеток с гиперхромными ядрами, базофильной цитоплазмой. Вновь образованные сосуды выстраивались в цепочки параллельно ходу коллагеновых волокон (рис. 5, 6).

Наряду с ростом количества ориентированных сосудов и клеток фибробластического ряда после дистракции отмечен также значительный рост числа тучных клеток (рис. 7).

В части препаратов после дистракции среди коллагеновых волокон определялись мелкие очаги некроза и кровоизлияний. Проведенные в дальнейшем морфометрические исследования позволили объективизировать в цифровом выражении полученные морфологические данные (см. таблицу).

Площадь сосудов в ткани капсулы фиброзно анкилозированного сустава после дистракции увеличилась почти в 3,5 раза ($p=0,0033$), не превышая значений в группе контроля. Подтверждением этому явилось максимальное увеличение индекса пролиферативной активности после дистракции в пуле клеток, принимающих участие в формировании сосудов (см. таблицу, рис. 8).

Общее количество клеточных элементов в дистрагированных тканях превышало таковое до дистракции в 1,35 раза ($p=0,0179$). Аналогичная тенденция определялась и при сравнении с контрольной группой, хотя различия были статистически не значимыми ($p>0,05$). Увеличение общего числа клеточных элементов во многом связано с возрастанием пула фибробластов, число кото-

рых превышало их уровень до дистракции в 4 раза ($p=0,0076$), а по сравнению с контрольной группой — в 2,5 раза ($p=0,0059$). В то же самое время количество фиброцитов после дистракции оставалось самым низким.

Известно, что фиброзирование суставов сопровождается повышением количества тучных клеток [5, 6]. В капсуле фиброзно анкилозированного сустава пациентов до проведения дистракции тучные клетки визуализировались в количестве 4–7 в поле зрения, что в 2,7 раза меньше, чем в контрольной группе ($p=0,0058$), при этом большая часть из них представляла собой максимально и частично дегранулированные формы, которые определялись как периваскулярно, так и среди волокон (рис. 9).

После дистракции, параллельно с активацией процессов ангиогенеза, происходило увеличение в 3,4 раза количества зрелых тучных клеток ($p=0,0058$). Клетки располагались скоплениями по ходу многочисленных цепочек вновь образованных сосудов. Зрелые тучные клетки были представлены частично и максимально дегранулированными формами клеток. После дистракции значительно увеличилось количество частично дегранулированных форм тучных клеток, превысив их уровень до дистракции в 6 раз ($p=0,0033$) и значения в контрольной группе в 2 раза ($p=0,0007$). Количество максимально дегранулированных форм клеток увеличилось в 3 раза ($p=0,0030$) по сравнению с недистрагированной фиброзной тканью капсулы сустава, превышая значения в группе контроля в 1,3 раза ($p=0,0011$; см. рис. 9). Следует отметить появление единичных распадающихся форм тучных клеток, представленных скоплением метаболитических гранул в дистрагированных тканях, которые отсутствовали в группе до дистракции и контрольной группе.

Таким образом, после дистракции отмечалось увеличение числа фибробластов и тучных клеток на фоне снижения числа фиброцитов (рис. 10). Увеличение содержания фибробластов и тучных клеток коррелировало с повышением количества

Количественная характеристика клеточных элементов капсулы проксимального межфалангового сустава

Показатель	До дистракции (1)	После дистракции (2)	Контроль (3)	<i>p</i>
Площадь сосудистого русла к общей площади ткани, %	2,27 (1,70; 3,61)	7,93 (5,01; 14,10)	11,46 (9,54; 13,11)	$p_{1-2}=0,0033$ $p_{1-3}=0,0009$ $p_{2-3}=0,2278$
Клеточность на 1 мм ²	142,00 (125,47; 170,05)	192,54 (181,24; 204,87)	181,50 (178,00; 185,60)	$p_{1-2}=0,0179$ $p_{1-3}=0,0158$ $p_{2-3}=0,1594$
Ki67, %	4	21	9	$p_{1-2}=0,0022$ $p_{1-3}=0,0010$ $p_{2-3}=0,0161$
Число фиброцитов на 1 мм ²	75,00 (60,00; 80,00)	22,50 (20,00; 50,00)	48,50 (47,00; 50,00)	$p_{1-2}=0,0076$ $p_{1-3}=0,0014$ $p_{2-3}=0,0086$
Число фибробластов на 1 мм ²	20,00 (20,00; 30,00)	80,00 (70,00; 80,00)	51,50 (50,00; 53,00)	$p_{1-2}=0,0076$ $p_{1-3}=0,0016$ $p_{2-3}=0,0059$
Число тучных клеток на 1 мм ²	7 (4,00; 9,00)	24 (20,00; 28,00)	14 (13,00; 15,00)	$p_{1-2}=0,0058$ $p_{1-3}=0,0008$ $p_{2-3}=0,1737$

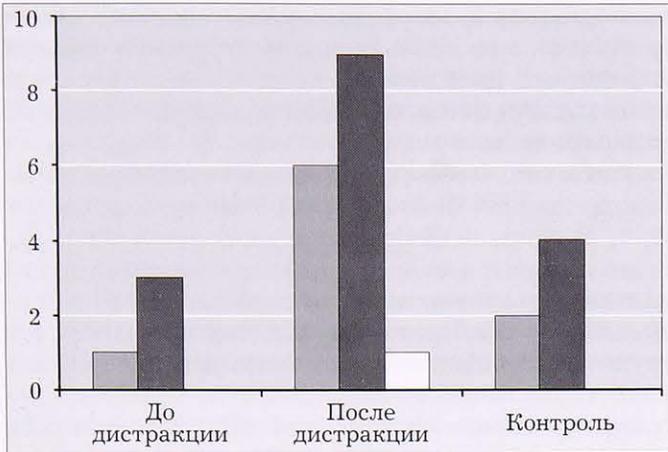


Рис. 9. Представленность различных форм тучных клеток капсулы (на 1 мм²) в группах сравнения.

■ — частично дегранулированные, ■ — максимально дегранулированные, □ — распадающиеся.

вновь образованных сосудов на единицу площади ткани (соответственно $r=0,82$, $p=0,0120$ и $r=0,73$, $p=0,0204$; см. таблицу).

ОБСУЖДЕНИЕ

При distraction distractionируемые мягкие ткани попадают в стрессовые условия за счет перерастяжения волокнистых структур [7, 8]. Механическое воздействие на мягкие ткани, в данном случае distractionируемую капсулу, преобразуется в каскад молекулярных сигналов, который активирует клеточные элементы и вызывает повышение их пролиферативной активности [9, 10]. Это мы и наблюдали на примере фибробластов, количество которых значительно увеличилось после distraction с одномоментным снижением содержания фиброцитов. Адаптационные механизмы, развивающиеся в ответ на distraction, сопровождаются выраженными проявлениями неоангиогенеза [11, 12], повышением уровня гликозаминогликанов [13–16]. Общая площадь сосудистого русла в distractionируемой соединительной ткани в 2,5 раза превышала площадь сосудистого русла до distraction. Особое внимание заслуживает изменение количества тучных клеток, наблюдаемое после distraction. Их число возросло почти в 3 раза по сравнению с показателем до distraction. Выросло число частично дегранулированных тучных клеток по сравнению с тканью без distraction и контролем, среди которых появились распадающиеся формы. Тучные клетки многофункциональны. В литературе достаточно широко представлены сведения об активном участии тучных клеток в воспалительном процессе, ангиогенезе, а также репаративных процессах [17, 18]. Наличие в тучных клетках, с одной стороны, протеолитических ферментов, биогенных аминов, цитокинов, т.е. факторов, поддерживающих воспаление и протеолиз, с другой — факторов, блокирующих воспаление и протеолиз, усиливающих регенераторные процессы, подчеркивает их широкие регуляторные возможности. Сульфатированные гликозами-

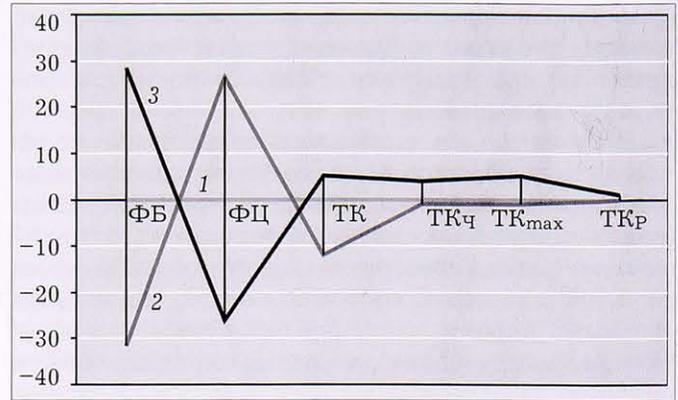


Рис. 10. Соотношение числа клеточных элементов в суставной капсуле до и после distraction и в контроле.

1 — контроль, 2 — до distraction, 3 — после distraction. ФБ — фибробласты, ФЦ — фиброциты, ТК — тучные клетки, ТКч — ТК частично дегранулированные, ТКmax — ТК максимально дегранулированные, ТКр — ТК распадающиеся.

ногликаны, входящие в состав тучных клеток, угнетают активность протеолитических ферментов, апоптоз клеток, индуцированный повреждающими факторами, а также снижают синтез липидов, препятствуя тем самым процессам деградации, эти соединения принимают непосредственное участие в построении самих коллагеновых волокон и межклеточного матрикса в целом [19]. Повышение содержания клеточных элементов после distraction — фибробластов, тучных клеток, эндотелиоцитов, а также числа новообразованных сосудов позволяет говорить о повышенной пролиферативной активности соединительной ткани в ответ на distraction, взаимном влиянии друг на друга различных типов клеток. Высокая биологическая активность тучных клеток дает основание предполагать возможность их непосредственного участия в дифференцировке клеточного микроокружения в ответ на возникающие в мягких тканях стрессовые ситуации. Как и тучные клетки, содержащие в своей цитоплазме гиалуроновую кислоту [20], синовиоциты, количество которых увеличилось после distraction, также содержат в своей цитоплазме гиалуроновую кислоту. Этот факт, возможно, связан с универсальностью тучных клеток.

Заключение. Таким образом, метод distraction способствует увеличению объема микроциркуляторного русла, упорядочению архитектоники соединительной ткани капсулы, повышению количества клеток типа фибробластов, тучноклеточной популяции, создавая тем самым структуру, в определенной мере приближающуюся к неизменной капсуле, обладающей высоким пролиферативным потенциалом, который может использоваться в качестве подготовительного этапа биоактивной артропластики фиброанкилозированных межфаланговых суставов кисти.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Обоснование и разработка инновационной технологии артропластики с использованием аутологичных ММСК»

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. *Матвеев Р.П., Петрушин А.Л.* Вопросы классификации и терминологии открытых повреждений кисти. Травматология и ортопедия России. 2011; 2 (60): 191–8 [Matveev R.P., Petrushin A.L. Problems of classification and terminology of open hand injuries (review). Traumatology and Orthopedics of Russia. 2011; (2): 191–8 (in Russian)].
2. *Науменко Л.Ю., Маметьев А.А.* Современные аспекты лечения больных с посттравматическими дефектами и деформациями суставов пальцев кисти. Травма. 2012; 13 (3): 109–12 [Naumenko L.Yu., Mametyev A.A. Modern aspects of treating patients with posttraumatic defects and deformities of knuckle. Trauma. 2012; 13 (3): 109–12 (in Ukraine)].
3. *Houshian S., Chikkamuniyappa C.* Distraction correction of chronic flexion contractures of PIP joint: comparison between two distraction rates. J. Hand Surg. 2007; 32A: 651–56.
4. *Ланцов Ю.А., Маланин Д.А.* Восстановление функции суставов пальцев кисти: реальность и перспективы. Волгоградский научно-медицинский журнал. 2007; 1: 49–51 [Lantsov Yu.A., Malanin D.A. Restoration of finger joints function: reality and perspectives. Volgogradskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal. 2007; 1: 49–51 (in Russian)].
5. *Heard B.E., Dewar A., Corrin B.* Apposition of fibroblasts to mast cells and lymphocytes in normal human lung and in cryptogenic fibrosing alveolitis. Ultrastructure and cell perimeter measurements. J. Pathol. 1992; 166: 303.
6. *Hildebrand K.A., Zhang M., Hart D.A.* High rate of joint capsule matrix turnover in chronic human elbow contractures. Clin. Orthop. Relat. Res. 2005; 439: 228–334.
7. *Ilizarov G.A.* The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin. Orthop. Relat. Res. 1989; (238): 249–81.
8. *Ilizarov G.A.* The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin. Orthop. Relat. Res. 1989; (239): 263–85.
9. *Jaalouk D.E., Lammerding J.* Mechanotransduction gone awry. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2009; 10: 63–73.
10. *Makhdom A.M., Nayef L., Tabrizian M., Hamdy R.C.* The potential roles of nanobiomaterials in distraction osteogenesis. Nanomedicine. 2015; 1 (11): 1–18.
11. *Шевцов В.И., Ирьянов Ю.М.* Влияние distraction на репаративный остеогенез. Гений ортопедии. 1998; 4: 12–24 [Shevtsov V.I., Ir'yanov Yu.M. Effect of distraction on reparative osteogenesis. Geniy ortopedii. 1998; 4: 12–24 (in Russian)].
12. *Makarov M., Birch J., Samchukov M.* The role of variable muscle adaptation to limb lengthening in the development of joint contractures: an experimental study in the goat. J. Pediatr. Orthop. 2009; 29: 175–81.
13. *Gillard G.C., Reilly H.C., Bell-Booth P.G., Flint M.H.* A comparison of the glycosaminoglycans of weight-bearing and non-weight-bearing human dermis. J. Invest. Dermatol. 1977; 69: 257–61.
14. *Gillard G.C., Merrilees M.J., Bell-Booth P.G., Reilly H.C., Flint M.H.* The proteoglycan content and the axial periodicity of collagen in tendon. Biochem. J. 1977; 163: 145–51.
15. *Parkkinen J.J., Lammi M.J., Helminen H.J., Tammi M.* Local stimulation of proteoglycan synthesis in articular cartilage explants by dynamic compression in vitro. J. Orthop. Res. 1992; 10: 610–20.
16. *Watanabe M., Nojima M., Shibata T., Hamada M.* Maturation-related biochemical changes in swine anterior cruciate ligament and tibialis posterior tendon. J. Orthop. Res. 1994; 12: 672–82.
17. *Надеин К.А.* Тучные клетки как фактор развития воспалительных процессов в соединительной ткани. Обзор по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2012; 10 (1): 22–7 [Nadein K.A. Mast cells as a factor in the development of inflammation in the connective tissue. Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoy terapii. 2012; 10 (1): 22–7 (in Russian)].
18. *Monument M.J., Hart D.A., Salo P.T., Befus A.D., Hildebrand K.A.* Neuroinflammatory mechanisms of connective tissue fibrosis: targeting neurogenic and mast cell contributions. Advances in wound care. 2013; 4 (3): 137–51.
19. *Тер-Асатуртов Г.П., Рябов А.Ю., Лекишвили М.В., Юрасова Ю.Б.* Экспериментальная сравнительная оценка некоторых биоматериалов, используемых в российской челюстно-лицевой хирургии. Российский стоматологический журнал. 2009; 4: 11–3 [Ter-Asaturtov G.P., Ryabov A.Yu., Lekishvili M.V., Yurasova Yu.B. Experimental comparative evaluation of several biomaterials used in Russian maxillofacial surgery. Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal. 2009; 4: 11–3 (in Russian)].
20. *Добрынина И.В., Тельцов Л.П., Музыка И.Г.* Полисахариды клеток соединительной ткани стенки двенадцатиперстной кишки эмбрионов человека. Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. 2014; 1: 138. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5046.pdf> (дата обращения: 25.12.2014) [Dobrynina I.V., Tel'tsov L.P., Musyka I.G. Polysaccharides of the connective tissue cells of the duodenum wall in human embryo. Vestnik novykh meditsinskikh tehnologiy. Elektronnyi zhurnal. 2014; 1: 138. Available at: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5046.pdf> (in Russian)].

Сведения об авторах: Бугров С.Н. — канд. мед. наук, ведущий науч. сотр. группы патологической анатомии; Давыденко Д.В. — канд. биол. наук, науч. сотр. группы патологической анатомии; Широкова Н.Ю. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. группы патологической анатомии; Новиков А.В. — доктор мед. наук, зам. директора по науке и инновационной политике; Петров С.В. — канд. мед. наук, главный науч. сотр. отделения микрохирургии кисти.

Для контактов: Бугров Сергей Николаевич. Н. Новгород, Верхневолжская наб., д. 18/1. Тел.: +7 (905) 010–59–78. E-mail: ser17619822009@yandex.ru.

© Коллектив авторов, 2016

СОСТОЯНИЕ СИНОВИАЛЬНОЙ СРЕДЫ У БОЛЬНЫХ С ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ КОЛЕННОГО СУСТАВА, СОПРОВОЖДАЮЩИМИСЯ ДЕФЕКТАМИ СУСТАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Е.Л. Матвеева, А.Г. Гасанова, О.К. Чегуров

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»
Минздрава России, Курган, РФ

Целью работы являлось определение концентраций минеральных элементов в субхондральной зоне кости и синовиальной жидкости больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленного сустава, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей. Материалом исследования служили субхондральная кость и синовиальная жидкость. Анализ показателей минерального состава включал определение концентраций кальция, фосфата, магния и хлоридов спектрофотометрическим методом. Показано, что показатели основных электролитов — кальция и фосфат-ионов — кости и синовиальной жидкости не коррелируют между собой и изменяются разнонаправлено. В кости снижается содержание кальция, а в синовиальной жидкости — фосфат-ионов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : синовиальная жидкость, субхондральная кость, кальций, фосфат, системный индекс электролитов, дегенеративно-дистрофические изменения, коленный сустав.

State of Synovial Medium in Patients with Degenerative Dystrophic Changes of Knee Joint Accompanied by Articular Surface Defects

E.L. Matveeva, A.G. Gasanova, O.K. Chegurov

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

The purpose of the work was to determine the concentrations of mineral elements in subchondral bone and synovial fluid of patients with degenerative dystrophic knee joint diseases accompanied by articular surface defects. Subchondral bone and synovial fluid were used as a study material. Analysis of mineral content indices included the determination of calcium, phosphate, magnesium and chlorides concentrations by spectrophotometry. It was shown that the indices of basic electrolytes, i.e. of calcium and phosphate ions, in bone and synovial fluid did not correlate with each other and changed in different directions. Calcium content decreased in the bone while phosphate ions — in synovial fluid.

Key words: synovial fluid, subchondral bone, calcium, phosphate, systemic electrolytes index, degenerative dystrophic changes, knee joint.

Введение. В процессе развития дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов формирование дефектов суставной поверхности происходит преимущественно на терминальных стадиях процесса. При этом в патологический процесс вовлекаются все составляющие сустава. Суставные концы костей остаются практически без хрящевой поверхности, что влечет за собой резкое сужение суставного пространства, уплотнение, склерозирование субхондральной зоны кости [1]. Данные изменения, очевидно, связаны в первую очередь с изменениями показателей минерального обмена, что находит отражение в результатах рентгенологических исследований [2, 3]. По составу синовиальной жидкости, который значительно меняется при наличии суставной патологии, можно судить о состоянии синовиальной среды [4].

Биохимический состав субхондральной кости хорошо изучен в норме [5], есть работы по его составу при развитии остеоартроза [6, 7], однако в литературе очень мало работ, посвященных элек-

тролитному составу нормальной синовиальной жидкости [8] и практически не исследованы его изменения при развитии патологического процесса. Отсутствие этих данных не позволяет изучить взаимосвязь изменений в составе синовиальной среды и субхондральной зоне кости при развитии остеоартрозного процесса.

Целью данной работы было определение показателей минерального состава субхондральной зоны кости и синовиальной жидкости больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленного сустава, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы 17 пациентов (8 мужчин и 9 женщин) с дегенеративно-дистрофическими поражениями коленных суставов, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей (III стадия по Н.С. Косинской, 1961), поступивших для плановой операции эндопротезирования коленного сустава.

Средний возраст больных составил $62,25 \pm 3,32$ года. Критерии исключения: ревматоидный артрит, остеоартроз травматической этиологии, а также соматические заболевания, являющиеся противопоказанием к оперативному лечению. Все пациенты, принявшие участие в исследовании, давали информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство и публикацию данных, полученных в результате исследования, в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (Сеул, 2008).

Материалом исследования являлись субхондральная кость и синовиальная жидкость коленных суставов.

Анализ показателей неорганического состава синовиальной жидкости включал определение концентраций кальция, фосфата, магния и хлоридов. Данный материал получали в условиях асептики и антисептики до оперативного вмешательства. Концентрацию электролитов определяли спектрофотометрическим методом на биохимическом анализаторе Stat Fax 1904 Plus с использованием наборов реагентов фирмы «Vital Diagnostics» (Россия).

Для того чтобы получить полную картину изменений неорганического состава синовиальной жидкости, рассчитывали интегральные показатели. Для расчета системного индекса электролитов (СИЭ) использовали формулу (Десятниченко К.С. и др., 1999):

$$\text{СИЭ} = (Ca \cdot Mg \cdot Cl) / PO_4,$$

где Ca , Mg , Cl и PO_4 — концентрация кальция, магния, хлоридов и фосфата соответственно (в ммоль/л).

Концентрацию ионизированного кальция рассчитывали по формуле (Назаренко Г.И., Кишкун А.А., 2002):

$$Ca^{2+} = (6 \cdot Ca - B / 3) / (B + 6) \cdot 0,2495,$$

где Ca^{2+} — ионизированный кальций, Ca — общий кальций (мг%), B — общий белок (г%), 0,2495 — коэффициент пересчета в ммоль/л. Общее количество белка определяли биуретовым методом.

Образцы субхондральной кости тех же больных получали в ходе операции первичного эндопротезирования коленного сустава. Исследование ее неорганического состава проводили после предварительной обработки образцов. Для этого кусочек костной ткани замораживали в пенициллиновом флаконе при -70°C , а затем лиофильно высушивали в течение 1 сут на низкотемпературной вакуумной сушилке Heto Lyolab-2000 (Дания). Для удаления жира пробу промывали раствором этилового спирта и хлороформа (1:1), через 8 ч сливали раствор и высушивали материал. Из высушенного материала брали навеску около 10 мг и проводили озоление в муфельной печи МП-2УМ при температуре 800°C в течение 5 ч. На следующий день растворяли пробу 1 мл концентрированной соляной кислотой в течение 10 мин, переносили полученный концентрат в мерные центрифужные пробирки, нейтрализовали

гидроксидом натрия до pH 6–7. Полученный объем доводили до 10 мл и брали пробы для определения концентраций электролитов (Накоскин А.Н., 2007) спектрофотометрическим методом на биохимическом анализаторе Stat Fax 1904 Plus с использованием наборов реагентов фирмы «Vital Diagnostics» (Россия).

Для определения референсных значений показателей неорганического состава синовиальной жидкости и субхондральной кости осуществляли забор материала у внезапно погибших людей при отсутствии зарегистрированной судебно-медицинским экспертом суставной патологии. Синовиальную жидкость получали от 65 трупов (34 мужчины, 31 женщина; средний возраст $54,3 \pm 0,9$ года), костный резекционный материал — от 46 трупов (35 мужчин, 11 женщин, средний возраст $51,2 \pm 0,5$ год) в максимально короткие сроки после наступления смерти в соответствии с приказом Минздрава РФ от 24.04.2003 №161 «Об утверждении Инструкции по организации и производству экспертных исследований в бюро судебно-медицинской экспертизы». Во всем полученном биологическом материале отмечали прозрачность и цвет синови, вязкость и наличие примесей. Из исследования исключали мутные опалесцирующие образцы с примесью крови.

Для каждой группы исследования рассчитывали медиану значений и интерквартильные размахи (0,25 и 0,75 перцентили). Для оценки достоверности различий полученных результатов использовали непараметрический критерий Вилкоксона, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$; корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента корреляции Пирсона, используя лицензионные программы: Microsoft Excel, версия 5.0 и интеграторный модуль Atte Stat 1.0, разработанный в ИВЦ ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России» И.П. Гайдышевым (2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дефекты, локализованные на поверхности сустава, безусловно, влияют на состояние суставного хряща. Гиалиновый хрящ имеет крайне ограниченный потенциал к спонтанной регенерации [9], и даже небольшие хондромалации способны индуцировать дальнейшее прогрессирующее повреждение окружающего дефект хряща и обуславливать раннюю манифестацию остеоартроза [10, 11]. Грубые изменения строения хряща не могут возникнуть независимо от нарушений состава субхондральной зоны кости. Проведя анализ содержания основных компонентов костной ткани, мы обнаружили ярко выраженные изменения показателей электролитного состава (табл. 1).

Изменения в показателях электролитного состава отмечены нами также в составе синовиальной жидкости больных (табл. 2).

В литературе имеются данные о том, что развитие дегенеративно-дистрофических процессов

Табл. 1. Показатели электролитного состава субхондральной зоны бедренной кости

Показатель	Норма (n=46)	Патология (n=17)
Ca, ммоль/л	21,87 (18,93; 34,39)	13,02 (12,34; 14,14)*
PO ₄ , ммоль/л	18,28 (17,07; 19,00)	26,36 (23,48; 55,62)*
Mg, ммоль/л	0,99 (0,86; 1,17)	1,33 (1,15; 1,41)
Ca/PO ₄	1,19 (0,99; 1,83)	0,50 (0,24; 0,55)*

Примечание. Здесь и табл. 2: * — статистическая значимость различий по сравнению с нормой при $p \leq 0,05$.

Табл. 2. Показатели электролитного состава синовиальной жидкости коленных суставов

Показатель	Норма (n=65)	Патология (n=17)
Ca, ммоль/л	1,89 (1,64; 2,31)	1,91 (1,75; 2,07)
PO ₄ , ммоль/л	2,01 (1,59; 2,43)	1,44 (1,26; 1,72)*
Mg, ммоль/л	0,79 (0,74; 0,88)	0,79 (0,76; 0,81)
Cl, ммоль/л	65,7 (53,9; 77,85)	89,3 (83,8; 94,6)*
Ca/PO ₄	0,99 (0,74; 1,20)	1,33 (1,20; 1,57)*
Ca ион, ммоль/л	1,77 (1,56; 2,16)	1,77 (1,63; 1,97)
СИЭ	50,99 (34,82; 72,60)	99,55 (77,50; 119,70)*

сопровождается изменением вязко-упругих свойства синовиальной среды [4, 12]. В свою очередь изменения электролитного состава синовиальной жидкости служат причиной нарушения суставного гомеостаза. Следует отметить, что у пациентов с конечными стадиями остеоартроза с дефектами суставных поверхностей макроскопически гиалиновый хрящ очень истончен [13], суставные концы на отдельных участках практически лишены хряща и транссиновиальный обмен во многом происходит напрямую — «кость-синовия».

В настоящей работе мы не выявили корреляционной связи между концентрацией электролитов синовиальной жидкости и параметрами неорганического состава субхондральной кости. Однако установлено, что показатели минерального обмена синовиальной жидкости и субхондральной кости больных изменяются разнонаправлено. Концентрация кальция в субхондральной кости снижается, а в синовиальной жидкости имеет тенденцию к повышению, содержание фосфат-ионов в кости возрастает, а в синовии — снижается, соотношение кальций/фосфат в кости снижается, в синовиальной жидкости — растет. Концентрация магния — электролита, способного заменить кальций в кристаллической решетке гидроксиапатита [14], ни в субхондральной кости, ни в синовиальной жидкости не изменялась. Возможно, что при развитии остеоартроза происходит вымывание кальция из патологически измененной кости в синовиальную жидкость параллельно с компенсаторным наполнением синовии кальцием из циркуляторного русла. Учитывая проницаемость гемосиновиального барьера, этот механизм представляется нам наиболее реальным. Изменения концентрации фосфат-ионов мы связываем в первую очередь с изменением активности метаболических процессов в субхондральной кости, что отражается в изменении активности ферментов

костного ремоделирования — кислой и щелочной фосфатаз [15].

Все вышесказанное является причиной структурных изменений в субхондральной зоне кости, таких как очаговый остеопороз или остеосклероз субхондральной зоны. При отсутствии амортизирующего действия суставного хряща и снижении лубрикационных свойств синовии субхондральная кортикальная кость также становится дегенеративно измененной составляющей суставной среды. В этом случае актуальным является вопрос о восстановлении не только хрящевой, но и костной ткани, или о необходимости учитывать состояние кости при проведении оперативных вмешательств на суставах. Возможно, при сохранности субхондральной кости и синовиальной среды имеются условия, позволяющие отложить операцию по тотальной замене коленного сустава на более поздние сроки, ограничившись оперативным вмешательством, позволяющим сохранить анатомо-функциональную целостность коленного сустава [16]. В случае недостаточности и неполноценности костной ткани, определенной по совокупности рентгенологических и биохимических методов, очевидно, можно прогнозировать вероятное развитие нестабильности компонентов эндопротеза [17]. Несмотря на то что показатели как общего, так и ионизированного кальция статистически значимо не отличались от нормальных значений, интегральные показатели — отношение Ca/P и СИЭ — были повышены на 30 и 50% соответственно. Это происходило за счет изменения концентраций других электролитов — снижения концентрации неорганического фосфата и возрастания содержания хлоридов.

Заключение. При развитии в суставе дегенеративно-дистрофического процесса, сопровождающегося дефектами суставных концов, имеют место изменения минерального состава субхондральной зоны кости и электролитного состава синовиальной жидкости. Можно утверждать, что эти нарушения влекут за собой изменения структуры костной ткани и физико-химических свойств синовии. При этом показатели основных электролитов — кальция и фосфат-ионов — кости и синовиальной жидкости не коррелируют между собой и изменяются разнонаправлено. В кости снижается содержание кальция, а в синовиальной жидкости — фосфат-ионов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Бадюкин В.В. Остеоартроз коленного сустава: клиника, диагностика, лечение. Современная ревматология. 2013; 3: 70–5 [Badokin V.V. Knee osteoarthritis: Clinical presentation, diagnosis, treatment. *Sovremennaya revmatologiya*. 2013; 3: 70–5 (in Russian)].
2. Алексеева Л.И., Зайцева Е.М. Роль субхондральной кости при остеоартрозе. Научно-практическая ревматология. 2009; 4: 41–8 [Alekseeva L.I., Zaitseva E.M. Role of subchondral bone in osteoarthritis. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2009; 4: 41–8 (in Russian)].
3. Зар В.В., Волошин В.П., Шатохина С.Н., Шабалин В.Н. Значение биоминерализации при дегенеративно-дистрофических заболеваниях суставов. Альманах клинической медицины. 2010; 22: 21–4 [Zar V.V., Volo-

- shin V.P., Shatokhina S.N., Shabalin V.N. Biomineralization significance in degenerative-and-dystrophic joint diseases. Al'manakh klinicheskoy meditsiny. 2010; 22: 21-4 (in Russian)].
4. Хонинов Б.В., Сергунин О.Н., Скорогляднов П.А., Бегалиев А.А. Применение внутрисуставных инъекций в лечении остеоартрозов и перспективы использования обогащенной тромбоцитами плазмы (обзор литературы). Вестник Российского государственного медицинского университета. 2014; 3: 36-40 [Khoninov B.V., Sergunin O.N., Skoroglyadov P.A., Begaliev A.A. Intra-articular injections use in the osteoarthritis treatment and platelet-rich plasma prospects: a literature review. Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta. 2013; 3: 36-40 (in Russian)].
 5. Павлова В.Н., Павлов Г.Г., Шостак Н.А., Слуцкий Л.И. Сустав: Морфология, клиника, диагностика, лечение. М.: Медицинское информационное агентство; 2011 [Pavlova V.N., Pavlov G.G., Shostak N.A., Slutskiy L.I. Joint: morphology, clinics, diagnosis, treatment. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2011 (in Russian)].
 6. Обьденков В.И., Тотров И.Н., Хетагурова З.В. Кальциевый гомеостаз у больных остеоартрозов. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2013; 3: 20-2 [Obydenkov V.I., Totrov I.N., Khetagurova Z.V. Calcium homeostasis in patients with osteoarthritis. Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza. 2013; 3: 20-2 (in Russian)].
 7. Троценко В.В., Фурцева Л.Н., Каграманов С.В., Богданова И.А., Алексеева Р.И. Биохимические исследования синовиальной жидкости у больных при заболеваниях и повреждениях крупных суставов: Пособие для врачей. М.: ЦИТО; 1999: 24 [Trotsenko V.V., Furtseva L.N., Kagramanov S.V., Bogdanova I.A., Alekseeva R.I. Biochemical examination of synovial fluid in patients with large joints diseases and injuries. Moscow: ЦИТО; 1999: 24 (in Russian)].
 8. Измайлов Р.Р., Голованова О.А., Герк С.А. Способ получения карбонатгидроксилатапата из модельного раствора синовиальной жидкости человека. Патент РФ № 2526191 от 31.05.2013 [Izmaylov R.R., Golovanova O.A., Gerk S.A. Method of obtaining carbonatehydroxylapatite from model solution of human synovial fluid. Patent RF, N 2526191, 2013 (in Russian)].
 9. Newman A. P. Articular cartilage repair. Am. J. Sports Med. 1998; 26 (2): 309-24.
 10. Мастыков А.Н., Дейкало В.П., Самсонова И.В., Болобошко К.Б. Эффективность применения обогащенной тромбоцитами плазмы при лечении травматических дефектов хряща суставных поверхностей. Новости хирургии. 2013; 4: 3-9 [Mastykov A.N., Deikalov V.P., Samsonova I.V., Boloboshko K.B. Efficacy of platelet-rich plasma application in treatment of traumatic articular cartilage defects. Novosti khirurgii. 2013; 4: 3-9 (in Russian)].
 11. Heir S., Nerhus T.K., Rotterud J.H., Loken S., Ekeland A., Engebretsen L., Aroen A. Focal cartilage defects in the knee impair quality of life as much as severe osteoarthritis: a comparison of knee injury and osteoarthritis outcome score in 4 patient categories scheduled for knee surgery. Am. J. Sports Med. 2010; 38 (2): 231-7.
 12. Хитров Н.А. Современные возможности имплантатов синовиальной жидкости при остеоартрозе. Русский медицинский журнал. 2014; 22 (7): 499-502 [Khitrov N.A. Modern potentialities of synovial fluid implants in osteoarthritis. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2014; 22 (7): 499-502 (in Russian)].
 13. Матвеев Р.П., Брагина С.В. Актуальность проблемы остеоартроза коленного сустава с позиции врача-ортопеда: обзор литературы. Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2014; 11 (4): 186-95 [Matveev R.P., Bragina S.V. Current problems of knee osteoarthritis study from the position of orthopedist (literature review). Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Meditsina. 2014; 11 (4): 186-95 (in Russian)].
 14. Новиков М.И. Динамика накопления биогенных макро- и микроэлементов в костной ткани собак в постнатальном онтогенезе и в условиях чрескостного distraction-онного остеосинтеза: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: Н. Новгород; 2008 [Novikov M.I. Dynamics of accumulation of biogenic macro- and micro elements in canine bone tissue in postnatal ontogenesis and under conditions of transosseous distraction osteosynthesis. Cand. biol. sci. Diss. N. Novgorod; 2008 (in Russian)].
 15. Лунова С.Н., Гасанова А.Г., Матвеева Е.Л. Исследование показателей электролитного состава и фосфатазной активности синовиальной жидкости у больных остеоартрозом коленного сустава. Клиническая лабораторная диагностика. 2016; 10: 690-2 [Lunova S.N., Gasanova A.G., Matveeva E.L. The study of indices of electrolytic composition and phosphatase activity of synovial fluid in patients with osteoarthritis of knee joint. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2016; 10: 690-2 (in Russian)].
 16. Тропин В.И., Буравцов П.П., Бирюкова М.Ю., Чертищев А.А., Тропин В.Д. Оперативное лечение пациентов с гонартрозом и варусной деформацией коленного сустава с применением аппарата Илизарова. Гений ортопедии. 2016; 1: 70-4. [Tropin V.I., Buravtsov P.P., Biriukova M.Iu., Chertishchev A.A., Tropin V.D. Surgical treatment of patients with gonarthrosis and varus deformity of the knee using the Ilizarov fixator. Genii ortopedii. 2016; 1: 70-4 (in Russian)].
 17. Истомин С.Ю. Прогнозирование и диагностика нестабильности после тотального эндопротезирования при деформирующем остеоартрозе тазобедренного сустава: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курган; 2008 [Istomin S.Yu. Prognosis and diagnosis of instability after total arthroplasty in hip deforming arthritis. Cand. med. sci. Diss. Kurgan; 2008 (in Russian)].

Сведения об авторах: Матвеева Е.Л. — доктор биол. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории биохимии; Гасанова А.Г. — младший науч. сотр. лаборатории биохимии; Чегуров О.К. — доктор мед. наук, зав. травматолого-ортопедическим отделением №16, зав. лабораторией реконструктивного эндопротезирования и артроскопии.

Для контактов: Гасанова Анна Георгиевна. 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6. Тел.: +7 (922) 671-09-97. E-mail: gasanova.08@mail.ru.

ОСОБЕННОСТИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА ПОВРЕЖДЕННЫХ ТЕЛ ГРУДНЫХ И ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ В РАЗЛИЧНЫЕ СРОКИ ПОСЛЕ ТРАВМЫ

Н.В. Богомолова, А.Е. Шульга, В.В. Зарецков, А.А. Смолькин, И.А. Норкин

ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии»
Минздрава России, Саратов, РФ

Проведен анализ результатов морфологического исследования костной ткани тел позвонков, полученной в ходе операции у 43 больных в возрасте от 20 до 67 лет с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника в различные сроки после травмы. Все больные были прооперированы с использованием переднего доступа с целью создания опорного вентрального спондилодеза. В исследуемых серийных препаратах структур тел позвонков оценивали качество костной ткани и ее регенераторный потенциал. Установлено, что дифференцировка клеток в процессе остеогенеза тесно связана с ангиогенезом. В зонах с активным ростом сосудов микроциркуляторного русла шел нормальный цикл развития и дифференцировки остеобластов и остеоцитов, а гипоксия и ацидоз приводили к патологическому остеогенезу. У пациентов в возрасте до 50 лет, как у мужчин, так и у женщин, полноценная консолидация наступала в среднем через 5 мес. У пациентов старше 50 лет независимо от пола констатировали уменьшение объема губчатых структур и снижение минеральной плотности костной ткани. На основании полученных данных сформулированы рекомендации по тактике хирургического лечения больных с повреждениями тел грудных и поясничных позвонков.

Ключевые слова: повреждения позвоночника, репаративный остеогенез, хирургическое лечение, реклинация тела позвонка, вентральный спондилодез.

Peculiarities of Reparative Osteogenesis of Injured Thoracic and Lumbar Vertebral Bodies at Different Terms after Trauma

N.V. Bogomolova, A.E. Shul'ga, V.V. Zaretskov, A.A. Smol'kin, I.A. Norkin

Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Saratov, Russia

The analysis of the results of morphologic examination of vertebral body bone tissue obtained intraoperatively from 43 patients (20 – 67 years) with thoracic and lumbar spine injuries at different terms after trauma was performed. All patients were operated on via anterior approach to create ventral fusion. In the examined serial samples of vertebral body structures the quality and regeneration potential of bone tissue were assessed. It was shown that cell differentiation during the osteogenesis process was closely associated with angiogenesis. In the zones with active growth of microcirculatory bed vessels the normal cycle of osteoblast and osteocytes took place while hypoxia and acidosis resulted in pathologic osteogenesis. In patients under 50 years, both males and females) the full value consolidation time averaged 5 months. In patients over 50 years, independently of the gender, the decrease of spongy structures volume and bone mineral density was observed. The recommendations on surgical treatment tactics of patients with thoracic and lumbar vertebral body injuries were given.

Key words: spine injuries, reparative osteogenesis, surgical treatment, vertebral body reclinination, ventral fusion.

Введение. В последнее десятилетие наблюдается отчетливая тенденция роста частоты повреждений позвоночника [1, 2]. Согласно данным ВОЗ (2013), ежегодно до полумиллиона человек получает травму позвоночного столба. На грудной и поясничной отделах суммарно приходится около 75% случаев [3]. Специализированная помощь этим пострадавшим включает в себя своевременное и адекватное хирургическое лечение, позволяющее в полном объеме устранить деформацию и надежно стабилизировать поврежденный отдел позвоночника [4–6]. В то же время нередко встречаются ошибки тактического или технического

характера, что приводит в последующем к осложнениям, требующим трудоемких ревизионных вмешательств [7, 8].

Одной из основных причин развития вторичных деформаций является неадекватная оценка типа повреждения и возможностей систем для дорсальной фиксации позвоночника [9, 10]. Известно, что при тяжелых разрушениях тел позвонков процессы консолидации, как правило, протекают замедленно и неполноценно. Следовательно, системы для задней стабилизации позвоночника в течение длительного периода времени выполняют несущую функцию позвонка, в результате чего нередко раз-

виваются усталостные переломы элементов металлоконструкции [11]. Нетрудно понять, почему были значительно расширены показания к вентральному спондилодезу как ко второму этапу оперативного лечения [12]. Однако при выполнении корпороза в отсроченном порядке, на фоне полученной адекватной реклинации, зачастую резецируется уже консолидированное тело позвонка, что наряду с травматичностью вмешательства делает его в этой ситуации совершенно неоправданным [13].

Анализ данных литературы последних лет показывает, что до сих пор не определена роль и, главное, сроки выполнения вентрального спондилодеза в системе профилактики осложнений, связанных с потерей коррекции после первичных дорсальных вмешательств на грудном и поясничном отделах позвоночника. Кроме того, отсутствует четкая градация свежей и застарелой травмы, что влечет за собой ряд тактических ошибок [14]. В рамках вышесказанного актуальным представляется изучение особенностей консолидации губчатой кости позвонка в зависимости от характера повреждения, а также возраста и пола пострадавшего. Возможно, существующий пробел могут восполнить исследования, посвященные морфологическому изучению репаративного остеогенеза поврежденных тел позвонков в различные сроки после травмы [15], что в свою очередь даст возможность определить средние сроки его полноценного сращения, обеспечивающего устойчивость к осевым нагрузкам.

Цель исследования: изучить особенности репаративного остеогенеза поврежденных тел грудных и поясничных позвонков в различные сроки после травмы с учетом характера повреждения и возраста пациентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов морфологического исследования костной ткани тел позвонков, полученной при выполнении хирургических вмешательств у 43 больных с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника, лечившихся в СарНИИТО в период с 2012 по 2015 г. Большинство составили мужчины — 27 (62,8%) человек. Возраст пациентов варьировал от 20 до 67 лет, причем преобладали лица наиболее трудоспособного возраста (25–50 лет). Были выделены три возрастные группы пострадавших: до 30 лет — 9 (21%) пациентов, от 31 до 50 лет — 21 (48,8%) и старше 50 лет — 13 (30,2%).

Все пострадавшие в зависимости от сроков, прошедших с момента травмы, подразделены на 3 группы: 1-я группа — свежая травма (до 2 нед), 2-я группа — подострая травма (от 2 нед до 1 мес), 3-я группа — застарелая травма (более 1 мес). У 17 (39,5%) пациентов повреждения локализовались в грудном отделе позвоночника, у 26 (60,5%) — в поясничном. Следует отметить, что на переходный грудопоясничный отдел (Th11–L2) пришлось подавляющее число переломов — 37 (86%) пострадавших.

В соответствии с классификацией АО/ASIF [16] условно стабильные АII и АIII повреждения позвоночника диагностированы у 19 (44,2%) пациентов, нестабильные ВII, СI–СIII — у 24 (55,8%).

Стандартное обследование включало изучение жалоб, анамнеза, соматического, неврологического и ортопедического статусов пациента, проведение денситометрии. С целью визуализации повреждений позвоночника использовали обзорную рентгенографию, а также КТ и МРТ в динамике.

Неврологический статус пострадавших оценивали по шкале ASIA/IMSOP, согласно которой у 29 (67,4%) больных отсутствовали признаки поражения спинного мозга, а в 14 (32,6%) наблюдениях травма позвоночника сопровождалась неврологическим дефицитом разной степени выраженности.

Все больные были прооперированы с использованием переднего доступа с целью создания опорного вентрального спондилодеза. Данное вмешательство осуществлялось в разные сроки после травмы. Причиной отказа от корпороза в остром периоде травмы служило тяжелое соматическое состояние пострадавших. Хирургическое вмешательство проводилось с одновременной металлофиксацией дорсальными (транспедикулярная, ламинарная системы) или вентральными (передние винтовые системы) конструкциями. В случаях уже выполненной ранее стабилизации позвоночника из заднего доступа протезирование поврежденного тела позвонка осуществлялось изолированно. В зависимости от локализации травмы использовались классические оперативные доступы к грудному и поясничному отделам позвоночника (торакотомия, торакофрентомия, торакофрентолюмботомия, люмботомия).

В ходе морфологического исследования изучали особенности репаративного остеогенеза поврежденных тел позвонков в зависимости от пола, возраста, характера и сроков травмы. Морфологический материал получен в ходе вышеописанных хирургических вмешательств. С целью забора костной ткани поврежденного позвонка прямым долотом между смежными дисками вырубали костный фрагмент шириной 1 см и толщиной 3–4 см. Костную ткань позвонков фиксировали в 10–12% нейтральном формалине, затем проводили декальцинацию в 12% растворе азотной кислоты. Ткань обезвоживали в батарее спиртов восходящей крепости, заливали в парафин. С парафиновых блоков нарезали серийные срезы толщиной 5–7 мкм, которые после депарафинирования окрашивали гематоксилином и эозином. Обезвоженные, дифференцированные препараты изучали с помощью микроскопа фирмы «Carl Zeiss» при увеличении от 100 до 1000.

В исследуемых серийных препаратах мы старались оценить качество костной ткани и ее регенераторный потенциал по определенному алгоритму [17]. Описание начинали с элементов внутреннего и наружного отделов кортикального слоя; определяли состояние различных элементов матрикса, параметры микроархитектоники

трабекулярной сети (толщину трабекул, их сепарацию и число, а также расстояние между ними и плотность расположения). В местах разветвления трабекул оценивали состояние соединения (узлов), а также концы трабекул — для исследования топологических свойств трабекулярной сети и степени ее соединенности. Изучая строение матрикса, проводили поиск поверхностных и/или интерстициальных дефектов минерализации, выявляли изменения параметров костеобразования и состояние остеоида. В межбалочных пространствах оценивали состояние микроциркуляторного русла и костного мозга.

На клеточном уровне изучали характер остеогенеза, состояние элементов костного дифферона и других структур.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты морфологического исследования тел позвонков пациентов 1-й группы

Одной из основных причин нарастающей в острый период сразу после травмы дистрофии и некроза тканей позвонка являлся механический фактор и, как следствие, — обменная и циркуляторная гипоксия. У данной группы больных костные балки были истончены, с множеством микропереломов и очагами остеомаляции. Во всех наблюдениях отмечены очаговые кровоизлияния различной степени выраженности. Во многих межбалочных пространствах определялись элементы костного мозга и эритроциты (рис. 1). В сохранившихся островках костного мозга визуализировались стромальные клетки с четкой структурой элементов ядра и цитоплазмы. Активность периваскулярных клеток, необходимых для репаративных процессов травмированного позвонка, была достаточно высокой: более 40% элементов клеточного ряда.

У большинства пациентов 1-й группы мы наблюдали изменения сосудов микроциркуляторного русла: неравномерный ход с набуханием, отеком стромы, γ -метахромазией волокнистых элементов и отложением белковых комплексов под эндотелием. В результате изменения межклеточных контактов, метаболических нарушений, реактивного воспаления, кровоизлияний в костных структурах преобладали дистрофия и некроз.

Результаты морфологического исследования тел позвонков у пациентов 2-й группы

Начиная с 3-й недели после травмы, мы отмечали признаки развития очаговых компенсаторно-приспособительных процессов. Во множественных очагах кровоизлияний развивалась туннелизация, начала формироваться грануляционная ткань, появлялись очаги молодой волокнистой соединительной ткани. Сохраняющиеся признаки обменной и циркуляторной гипоксии значительно стимулировали процессы пролиферации соединительнотканых элементов и к концу месяца четко выявлялись признаки активного ангиогенеза и формирование

молодого остеоида. В межбалочных пространствах определялись очаги пролиферации элементов рыхлой волокнистой соединительной ткани с множеством кавернозно расширенных сосудов, а также элементы костного мозга. Местами встречались очаги старых кровоизлияний. В зонах кровоизлияний имела место активная организация с образованием многочисленных щелей и канальцев (туннелей), объединяющихся в систему микроциркуляторного русла. Более половины межклеточных щелей перестраивались в капилляры с эндотелиальной выстилкой. В участках, где туннели долгое время не меняли своей структуры, наблюдали интерстициальный кровоток.

При описании элементов клеточного ряда (дифферона) костной ткани мы всегда учитываем их отдаленность от сосуда. Периваскулярные клетки находятся в лучших, чем отдаленные, трофических условиях, что не может не сказаться на особенностях их метаболизма и дифференцировки. Развивается картина патологического ремоделирования костной ткани позвонка после повреждения. Одномоментное ремоделирование происходит в нескольких очагах (островках) костной ткани маленького объема, что позволяет восстановленной кости частично выполнять свою функцию. В случае обширной зоны патологического ремоделирования увеличивается объем измененной костной ткани, что приводит к нарушению биомеханической (опорной) функции позвонка.

Выявленная высокая активность клеток в периваскулярных зонах остеогенеза к концу 3–4-й недели после травмы связана с самоподдержанием популяции и ее количественным увеличением в процессе роста сосудов (рис. 2, а). Это означает, что в зоне остеогенеза имеет место сочетание процессов пролиферации, дифференцировки и специфического биосинтеза.

Результаты морфологического исследования тел позвонков у пациентов 3-й группы

На 2-м месяце после травмы в очагах формирующейся костной ткани выявлялись все элементы гистогенетического ряда (дифферона), участвующие в регенераторных процессах и ремоделировании костной ткани. До 50% клеток — это дифференцированные костные клетки, обеспечивающие оптимальное структурно-функциональное состояние формирующейся костной ткани с помощью ремоделирующих механизмов (резорбционных и пластических), участвующие в минеральном обмене. Популяция неравномерно расположенных остецитов была весьма разнообразной (рис. 2, б).

Наряду с описанными изменениями обнаружены весьма «пестрые» картины, формирующие своеобразную морфологическую «мозаику» в различных возрастных категориях пациентов 3-й группы. Наблюдалось истончение костных балок, расширение межбалочных промежутков; в костном мозге определялось значительное количество сидерофагов, процесс остеогенеза был нарушен (рис. 2, в).

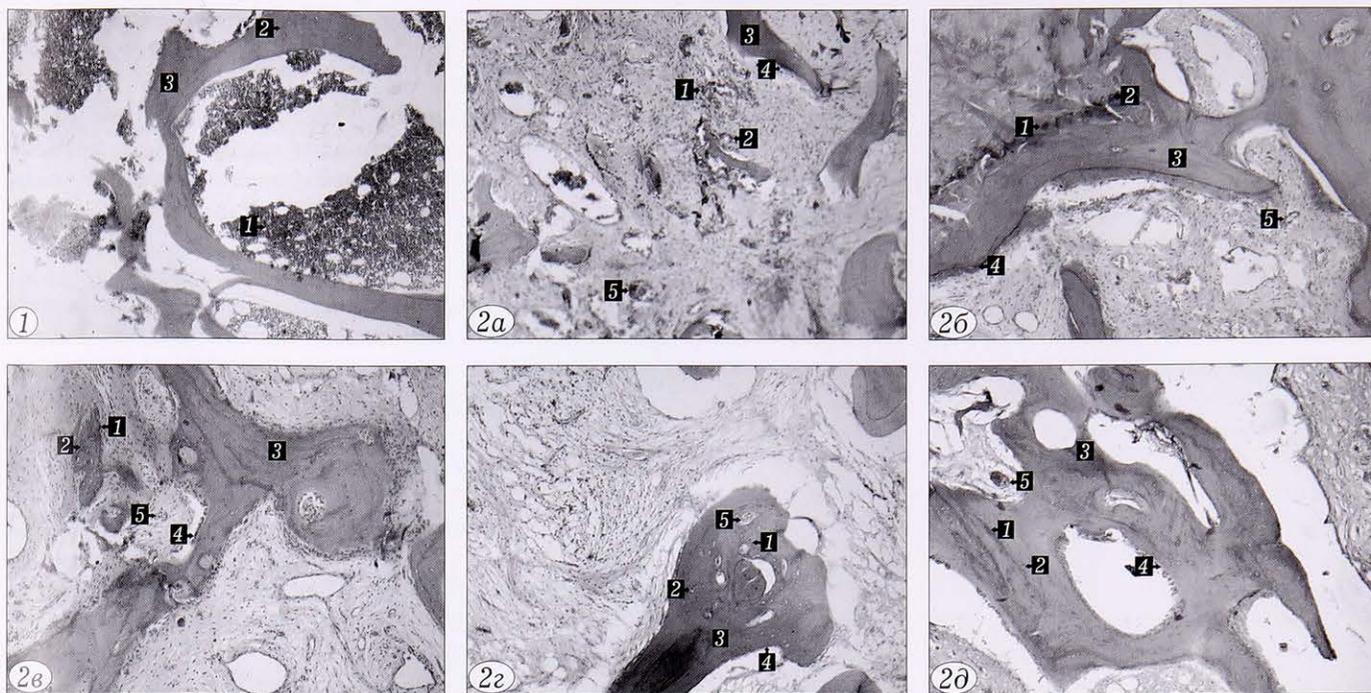


Рис. 1. Фрагмент 2-недельного костного регенерата.
1 — костный мозг, 2 — остеоциты, 3 — первичная костная пластинка.
Здесь и на рис. 2: окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$.

Рис. 2. Фрагменты костного регенерата: 20-дневного (а), 2-месячного (б), 2-месячного у пациента с остеопорозом (в), 4-месячного (г) и 5-месячного (д).
1 — зона остеогенеза, 2 — остеобласты, 3 — первичная костная пластинка, 4 — остеокласты, 5 — кровеносный сосуд.

Данные изменения характерны для остеопороза (пациенты возрастных групп).

Формирование провизорных элементов в зоне перелома сопровождалось образованием островков хрящевой и остеоидной (молодой, необызвестленной) костной ткани, на отдельных участках созревающей в балочки и пластинки. Прорастающие сюда молодые сосуды придают регенерату сходство с грануляционной тканью. Наряду с остеоидной и костной тканью встречались островки хрящевой ткани (рис. 2, г). Максимальное количество хрящевой ткани визуализировалось в участках с задержкой роста капилляров и в случаях значительных осевых нагрузок на поврежденный позвонок (неправильная или недостаточная иммобилизация). Перестройка хрящевой ткани в костную шла в основном по типу энхондральной оссификации. Новые костные пластинки были лишены гаверсовых каналов (рис. 2, д).

Для успешного сращения перелома поврежденного позвонка требуется определенный биохимический фон (ферменты, кальций, фосфор, гормоны, витамины) и уровень оксигенации. В результате затянувшегося сращения могут создаваться неблагоприятные условия, связанные с дефицитом вышеперечисленных компонентов [18].

ОБСУЖДЕНИЕ

Организм реагирует на повреждение с момента травмы выбросом гормонов, биологически активных веществ, цитокинов, интерлейкинов, «шоковых молекул». В области повреждения концентри-

руются белки-опсоины (альбумин, фибриноген, иммуноглобулин класса G и белки системы комплемента) [19] и зона перелома превращается в «горячую точку» с биологически активным материалом, который «сигнализирует» о случившемся всем системам организма. Включается система быстрого реагирования: увеличивается число и повышается активность фибробластов, они начинают синтезировать коллаген. Эти клетки «рекрутируются» из окружающей соединительной ткани под воздействием перифокальных элементов сохранившейся костной ткани образовавшихся гематом. Этот сигнальный каскад инициирует резорбцию и формирование в дальнейшем костной ткани, благодаря чему может происходить ее регенерация и ремоделирование.

Анализируя данные проведенного морфологического исследования, можно сказать, что первые 2 нед после травмы в теле поврежденного позвонка протекают реактивные процессы, характеризующиеся нарушениями кровообращения (кровотечения, тромбообразование, сепарация крови, секвестрация кровотока); воспалительными реакциями; изменением сосудов (неправильный ход с набуханием, отеком стромы, γ -метахромазией волокнистых элементов и отложением белковых комплексов под эндотелием). В результате в костных структурах преобладают дистрофия и некроз, наиболее ярко представленные в очагах со множеством первичных микропереломов.

Первые признаки сращения, если можно так выразиться, или скорее фиброзной спайки («скле-

ивания»), появляются на 10–12-е сутки, на что указывает наличие активных фибробластов и фиброцитов в зоне альтерации. Причем скорость формирования фиброзной спайки и ее гистоморфологическая характеристика не зависели от возраста пациента. Через 3 нед соединительная ткань еще больше организуется, и мы наблюдали очаги пролиферации элементов соединительной ткани, поля ангиогенеза, формирование хондрогенных островков и остеоида. Таким образом, полученные данные указывают на тот факт, что хирургические вмешательства, направленные на реклинацию позвоночника в подостром периоде (от 2 до 3 нед после травмы) заведомо обречены на неудачу. В то же время есть основания предполагать, что наличие «не расправленного» позвонка в условиях дорсальной фиксации может стать показанием к его протезированию на ранних сроках с целью профилактики развития вторичных деформаций.

Изучение репаративного остеогенеза тел поврежденных позвонков в отдаленные сроки после травмы представляло интерес с точки зрения определения сроков их полноценной консолидации. Установлено, что у пациентов до 50 лет вне зависимости от пола сращение проходит ряд стандартных стадий: 1) пролиферация соединительнотканых элементов с активацией периоста и началом ангиогенеза, 2) образование провизорных элементов в зоне повреждения, 3) формирование окончательных структур с ремоделированием костной ткани. В среднем полноценное сращение, когда тело позвонка становится опорным, наступает через 5 мес. Консолидация многооскольчатых (взрывных) переломов протекает замедленно (6 мес), что обусловлено мультифокальными очагами разрушения костной ткани тел позвонков и таким же характером репаративного остеогенеза. Островки восстановления кости и других элементов соединительной ткани значительно отличались по клеточному составу, скорости ангиогенеза и, соответственно, дифференцировке основных структур. Таким образом, данные исследования дают основания предполагать у отдельной группы пациентов быстрое и полноценное сращение поврежденного тела, что позволяет дожидаться консолидации в условиях дорсальной фиксации, без последующего вентрального спондилодеза. При условии, что тело позвонка было полноценно реклинировано в остром периоде травмы.

Как показал анализ полученных данных, остеогенез поврежденных тел позвонков у пациентов старше 50 лет имеет ряд характерных особенностей в зависимости от возраста и половой принадлежности. В частности, практически у всех пострадавших выявлены морфологические признаки остеопороза, в условиях которого остеогенез связан с различными механизмами потери костной массы. Причем у женщин отмечена более «ажурная» морфологическая картина трабекулярных элементов за счет усиленной резорбции, а у мужчин имелись явные признаки замедления костеобразования.

Снижение минеральной плотности костной ткани у пациентов этой группы было подтверждено результатами денситометрии. Полученные данные о длительной и неполноценной консолидации у возрастных пациентов наводят на мысль о целесообразности вентрального спондилодеза на ранних этапах хирургической реабилитации [20].

ВЫВОДЫ

1. Дифференцировка клеток в процессе остеогенеза тесно связана с ангиогенезом и метаболическим каскадом. В зонах с достаточной оксигенацией и хорошим парциальным давлением кислорода, активным ростом сосудов микроциркуляторного русла идет нормальный цикл развития и дифференцировки остеобластов и остеоцитов, а гипоксия и ацидоз обуславливают патологический остеогенез.

2. Формирование фиброзной спайки между отломками поврежденного позвонка начинается в среднем на 10–12-е сутки после травмы, следовательно, реклинация позвоночника позже данного срока может оказаться неэффективной.

3. У молодых пациентов и пострадавших зрелого возраста (30–50 лет), вне зависимости от пола, процесс сращения проходит ряд стандартных стадий и завершается формированием полноценного костного регенерата в среднем через 5–6 мес после повреждения.

4. Ремоделирование костной ткани у пациентов возрастных групп, в большей степени у женщин, протекает длительно и неполноценно, что не позволяет говорить об опорности тела поврежденного позвонка в течение продолжительного периода времени.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Рамих Э.А. Повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника. Хирургия позвоночника. 2008; 1: 86–106 [Ramikh E.A. Injuries of the thoracic and lumbar spine. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2008; 1: 86–106 (in Russian)].
2. Шульга А.Е., Норкин И.А., Нинель В.Г., Пучиньян Д.М., Зарецков В.В., Коршунова Г.А. и др. Современные аспекты патогенеза травмы спинного мозга и стволов периферических нервов. Российский физиологический журнал. 2014; 100 (2): 145–60 [Shul'ga A.E., Norkin I.A., Ninel' V.G., Puchin'yan D.M., Zaretskov V.V., Korshunova G.A., et al. Modern aspects of pathogenesis of the trauma of the spinal cord and trunks of peripheral nerves. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal*. 2014; 100 (2): 145–60 (in Russian)].
3. Луцик А.А., Бондаренко Г.Ю., Булгаков В.Н., Епифанцев А.Г. Передние декомпрессивно-стабилизирующие операции при осложненной травме грудного и грудопоясничного отделов позвоночника. Хирургия позвоночника. 2012; 3: 8–16 [Lutsik A.A., Bondarenko G.Yu., Bulgakov V.N., Epifantsev A.G. Anterior decompressive and stabilizing surgery for complicated thoracic and thoracolumbar spinal injuries. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2012; 3: 8–16 (in Russian)].
4. Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Лихачев С.В., Шульга А.Е., Титова Ю.И. Использование транспедикулярной фиксации при оскольчатых переломах тел грудных и поясничных позвонков. Саратовский научно-медицинский журнал. 2014; 10 (3): 441–6 [Zaretskov V.V., Arsenievich V.B., Likhachyov S.V., Shul'ga A.E., Titova Yu.I.].

- va Yu.I. Transpedicular fixation in comminuted fractures of bodies of thoracic and lumbar vertebrae. *Saratovskiy meditsinskiy zhurnal*. 2014; 10 (3): 441-6 (in Russian).
5. Рерих В.В., Борзых К.О., Рахматиллаев Ш.Н. Хирургическое лечение взрывных переломов грудных и поясничных позвонков, сопровождающихся сужением позвоночного канала. *Хирургия позвоночника*. 2007; 2: 8-15 [Rerikh V.V., Borzykh K.O., Rakhmatillaev Sh.N. Surgical treatment of burst fractures of the thoracic and lumbar spine accompanied with spinal canal narrowing. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2007; 2: 8-15 (in Russian)].
 6. Норкин И.А., Федонников А.С., Акимова Т.Н., Семенова С.В., Паланчук Б.А., Бажанова С.П. Значимость анализа медико-социальных параметров травм позвоночника в организации специализированной медицинской помощи. *Хирургия позвоночника*. 2014; 3: 95-100 [Norkin I.A., Fedonnikov A.S., Akimova T.N., Semionova S.V., Palanchuk B.A., Bazhanova S.P. The importance of analysis of medical and social parameters of traumatic spine injuries for organization of specialized medical care. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2014; 3: 95-100 (in Russian)].
 7. Колесов С.В., Прохоров А.Н., Сажнев М.Л. Хирургическое лечение тяжелого постламинэктомического кифоза. *Хирургия позвоночника*. 2011; 4: 35-9 [Kolesov S.V., Prokhorov A.N., Sazhnev M.L. Surgical treatment of severe postlaminectomy kyphosis. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2011; 4: 35-9 (in Russian)].
 8. Hempfing A., Zenner J., Ferraris L., Meier O., Koller H. [Restoration of sagittal balance in treatment of thoracic and lumbar vertebral fractures]. *Orthopade*. 2011; 40 (8): 690-702 (in German).
 9. Дулаев А.К., Хан И.Ш., Дулаева Н.М. Причины неудовлетворительных анатомо-функциональных результатов лечения больных с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2009; 2: 17-24 [Dulaev A.K. Khan I.Sh., Dulaeva N.M. Causes of anatomical and functional failure of treatment in patients with thoracic and lumbar spine fractures. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2009; 2: 17-24 (in Russian)].
 10. De Iure F., Bonavita J., Saccavini M., Mavilla L., Bosco G., Boriani S. The role of surgical treatment in the rehabilitation protocols of thoracolumbar spine injuries. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2013; 17 (21): 2933-40.
 11. Фарйон А.О., Сергеев К.С., Паськов Р.В. Хирургическое лечение повреждений нижних грудных и поясничных позвонков методом транспедикулярной фиксации. *Хирургия позвоночника*. 2006; 4: 40-6 [Farjon A.O., Sergeev K.S., Pas'kov R.V. Transpedicular fixation for lower thoracic and lumbar spine injuries. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2006; 4: 40-6 (in Russian)].
 12. Арсениевич В.Б., Зарецков В.В., Шульга А.Е., Помощников С.Н. Результаты применения полисегментарных вентральных систем при повреждении переходного грудопоясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2007; 3: 16-9 [Arsenievich V.B., Zaretskov V.V., Shulga A.Ye., Pomoshnikov S.N. Outcomes of polysegmental ventral system application for thoracolumbar junction injuries. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2007; 3: 16-9 (in Russian)].
 13. Garreau de Loubresse C. Neurological risks in scheduled spinal surgery. *Orthop. Traumatol. Surg. Res*. 2014; 100 (1): 85-90.
 14. Богомолова Н.В., Норкин И.А., Шульга А.Е., Зарецков В.В., Смолькин А.А. Репаративный остеогенез поврежденных позвонков на различных сроках после травмы. В кн.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию СарНИИТО. Саратов; 2015: 48-50 [Bogomolova N.V., Norkin I.A., Shul'ga A.E., Zaretskov V.B., Smol'kin A.A. Reparative osteogenesis of injured vertebrae at different terms after trauma. In: Proc. All-Rus. Scient.-Pract. Conf. devoted to 70th Anniversary of SarNIITO. Saratov; 2015: 48-50 (in Russian)].
 15. Liotier P.J., Rossi J.M., Wendling-Mansuy S., Chabrand P. Trabecular bone remodelling under pathological conditions based on biochemical and mechanical processes involved in BMU activity. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin*. 2013; 16 (11): 1150-62.
 16. Muller M.E., Nazarian S., Koch P. Classification AO des fractures. v. 1. Les os longs. Berlin; 1987.
 17. Денисов-Никольский Ю.И., Миронов С.П., Омеляненко Н.П., Матвейчук И.В. Актуальные проблемы теоретической и клинической остеоартрологии. М.: ОАО «Типография «Новости»; 2005 [Denisov-Nikol'skiy Yu.I., Mironov S.P., Omel'yanenko N.P., Matveichuk I.V. Actual problems of theoretical and clinical osteoarthology. Moscow: ОАО «Tipografiya «Novosti»; 2005 (in Russian)].
 18. Омеляненко Н.П., Слуцкий Л.И. Соединительная ткань (гистология и биохимия). т. 2. М.: Известия; 2010: 190-364 [Omel'yanenko N.P., Slutskiy L.I. Connective tissue (histophysiology and biochemistry). v. 2. Moscow: Izvestiya; 2010: 190-364 (in Russian)].
 19. Kumar S. Bone defect repair in mice by mesenchymal stem cells. *Methods Mol. Biol*. 2014; 12 (13): 193-207.
 20. Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Швец В.В., Дарчия Л.Ю. Тактика хирургического лечения пациентов с переломами тел грудного и поясничного отделов позвоночника в комплексном лечении системного остеопороза. *Хирургия позвоночника*. 2011; 1: 8-15 [Vetrile S.T., Kuleshov A.A., Shvets V.V., Darchiya L.Yu. Surgical treatment of patients with thoracic and lumbar vertebral fractures in multimodal treatment of systemic osteoporosis. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2011; 1: 8-15 (in Russian)].

Сведения об авторах: Богомолова Н.В. — академик РАЕ и АВН, доктор мед. наук, профессор, консультант, отдел фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований; Шульга А.Е. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отдела инновационных проектов в вертебрологии и нейрохирургии; Зарецков В.В. — доктор мед. наук, ведущий науч. сотр. отдела инновационных проектов в вертебрологии и нейрохирургии; Смолькин А.А. — младший науч. сотр. того же отдела; Норкин И.А. — доктор мед. наук, профессор, директор СарНИИТО, зав. кафедрой травматологии и ортопедии СарГМУ им. В.И. Разумовского.

Для контактов: Шульга Алексей Евгеньевич. 410002, Саратов, ул. Чернышевского, д. 148. Тел.: +7 (960) 343-79-88. E-mail: doc.shulga@yandex.ru.

ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ НАНОВОЛОКОННЫМ ИМПЛАНТАТОМ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

А.С. Сенотов, А.А. Ольхов, **Е.Д. Складчук**, И.С. Фадеева, Р.С. Фадеев, Н.И. Фесенко,
А.А. Просвирин, М.В. Лекишвили, В.В. Гурьев, А.Л. Иорданский, В.С. Акатов

ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино; ФГБУН Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», ФГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва; ФГБОУ ВО «Пушкинский государственный естественно-научный институт», Пущино; ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, РФ

Создание имплантатов, обеспечивающих восстановление связок и сухожилий при их полном/обширном повреждении, является актуальной задачей. В представленной работе исследовали эффективность восстановления полностью иссеченных ахилловых сухожилий у крыс линии Wistar после имплантации в зону дефекта нового материала, состоящего из биорезорбируемых опорных нитей Дар-Вин USP 5/0 и кондуктивного нановолоконного матрикса из полигидроксибутирата, размещенного вокруг этих нитей. Для этого в зону полного иссечения ахиллова сухожилия помещали либо нановолоконный имплантат (опыт), либо опорные нити (контроль 1), либо рану ушивали после иссечения сухожилия без внесения какого-либо материала (контроль 2). Установлено, что со 2-й по 13-ю неделю после имплантации нановолоконного композита животные полноценно пользовались задними конечностями, в которые после иссечения сухожилия размещали нановолоконные имплантаты. Вместе с тем в контрольных группах 1 и 2 животные испытывали трудности при передвижении. В опытной группе через 6 и 13 нед после имплантации был виден соединительнотканый регенерат, соединяющий пяточный бугор и икроножную мышцу, и отсутствовала контрактура икроножной мышцы в отличие от контрольных групп. Гистологический анализ показал сходство регенерата на нановолоконном имплантате с нативным ахилловым сухожилием. Полученные результаты свидетельствуют о том, что предложенный имплантат обеспечивает функциональное и морфологическое восстановление полностью иссеченного ахиллова сухожилия у крыс и может быть рассмотрен в качестве перспективного прототипа новых материалов, иницилирующих эффективную регенерацию связок и сухожилий при их обширном повреждении.

Ключевые слова: модель тотального иссечения ахиллова сухожилия, имплантаты сухожилий, ортотопическая имплантация, регенерация, морфофункциональное восстановление утраченного сухожилия.

Full-Function Restoration of Achilles Tendon with Nanofibrous Implant (experimental study)

A.S. Senotov, A.A. Ol'khov, **E.D. Sklyanchuk**, I.S. Fadeeva, R.S. Fadeev, N.I. Fesenko,
A.A. Prosvirin, M.V. Lekishvili, V.V. Gur'ev, A.L. Iordanskiy, V.S. Akatov

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Pushchino; Semenov Institute of Chemical Physics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow; Pushchino State Institute of Natural Sciences, Pushchino; N.N. Priorov Central Institute of Traumatology and Orthopaedics; Institute of Applied Economic Research, Moscow, Russia

Creation of implants for the restoration of ligaments and tendons in their complete/massive injury is an urgent task. The efficacy of the restoration of completely resected Achilles tendons after implantation of a new material consisting of absorbable pledged threads Dar-Vin USP 5/0 and conductive nonofibrous scaffolds of polyhydroxybutyrate placed around the threads into the zone of defect was studied in Wistar rats. Either nanofibrous implant (experiment) or pledged threads (control 1) were placed into the zone of completely resected Achilles tendon (control 1), or the postresection wound was sutured without placement of any material (control 2). It was stated that from 2nd to 13th week after implantation of nanofibrous implant the animals from the experimental group used their hind paws in full volume. In control groups 1 and 2 the animals moved with difficulties. In the experimental group of animals in 6 and 13 weeks after implantation a soft tissue regenerate connecting the calcanean tuber and gastrocnemius muscle was present with the absence of gastrocnemius muscle contracture as compared with the control groups. Histologic examination showed the similarity of the regenerate on nanofibrous implant with the native Achilles tendon. Thus, the suggested implant ensured functional and morphologic restoration of totally resected Achilles tendon in rats and can

be considered as a perspective prototype of new materials initiating effective regeneration of ligaments and tendons in their massive injuries.

Key words: model of complete Achilles tendon resection, tendon implants, orthotopic implantation, regeneration, morphofunctional restoration of the lost tendon.

Введение. Разработка эффективных материалов для пластики и реконструкции поврежденных связок и сухожилий является одной из самых актуальных задач современной спортивной медицины, травматологии и ортопедии [1–4]. Несмотря на острый дефицит материалов для замены или реконструкции поврежденных связок и/или сухожилий, имеющиеся на сегодняшний день биоимплантаты недостаточно эффективны для хирургического восстановления связок и сухожилий, особенно при их обширном/тотальном повреждении. Данное обстоятельство объясняется, прежде всего, недостаточностью знаний о механизмах биоинтеграции имплантированных материалов в организме реципиента и отсутствием четкого понимания того, каким должен быть материал для восстановления связок и сухожилий [4].

На сегодняшний день особый практический интерес представляют неиммуногенные искусственные или биоискусственные имплантаты для регенерации сухожильно-связочного аппарата, способные обеспечивать выполнение функции поврежденной ткани в начальный период времени после имплантации, и одновременно индуцировать морфофункциональное восстановление сухожилий/связок. Ранее авторами работы было предложено использовать для этих целей изготовленный способом электроформования нановолоконный имплантат из полигидроксibuтирата (ПГБ) [5–8]. Разработанный композиционный имплантат состоял из опорных полиамидных нитей и кондуктивного биорезорбируемого нановолоконного материала. Было показано, что уже по истечении 6 нед после внедрения имплантата в область тотально иссеченного ахиллова сухожилия происходит формирование соединительнотканной структуры, соединяющей икроножную мышцу с пяточным бугром и обеспечивающей функциональную роль ахиллова сухожилия у крыс. При этом было отмечено, что нерезорбируемые опорные нити к 6-й неделе после имплантации прорезали мышечную и хрящевую ткань и не обеспечивали связывание мышцы с пяточным бугром. Следующим шагом нашей работы стало создание полностью резорбируемого имплантата для регенерации связок и сухожилий, в котором опорные нити были заменены на рассасывающийся полигликолидный шовный материал.

Цель работы заключалась в выявлении принципиальной возможности индукции морфофункционального восстановления тотально иссеченного ахиллова сухожилия у крыс путем замещения нановолоконным имплантатом на основе ПГБ, изготовленного с применением резорбируемых опорных нитей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовали имплантат, изготовленный подобно тому, как описано ранее [5–8], но с применением в качестве опорных нитей шовного материала Дар-Вин USP 5/0, представляющего собой синтетическую рассасывающуюся нить со сроком резорбции 60–90 дней и сроком сдерживания 21–28 дней.

Исследование регенерационного потенциала сухожильных имплантатов проводили на модели тотального дефекта ахиллова сухожилия у крыс линии Wistar (самцы, масса тела 180–200 г), который создавали полным иссечением ахиллова сухожилия от икроножной мышцы до пяточного бугра [9]. Для оценки эффективности восстановления ахиллова сухожилия использовали 2 группы животных по 5 особей в каждой. В опытной группе на обеих задних конечностях крысы полностью иссекали ахиллово сухожилие (рис. 1, а, б). Далее в правой конечности на место иссеченного сухожилия (к икроножной мышце и к пяточному бугру) фиксировали нановолоконный имплантат на опорных нитях (рис. 1, в), а в левой конечности аналогичным образом фиксировали только опорные нити без нановолоконного материала. В отличие от опытной группы во второй группе в правой задней конечности после тотального иссечения сухожилия также фиксировали нановолоконный имплантат (контроль 1), в то время как левая задняя конечность оставалась интактной. В третьей экспериментальной группе правая задняя конечность крыс подвергалась только тотальному иссечению ахиллова сухожилия (без имплантата или опорных нитей, контроль 2), при этом левая задняя конечность оставалась интактной.

Все манипуляции с животными осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 10993-2-2009. До и после операции животных содержали в стандартных условиях вивария (корм — *ad libitum*). Все оперативные вмешательства проводили в асептических условиях под ксилазин/золетиловым наркозом.

Для выполнения комплексного гистологического анализа использовали продольные криосрезы нативных сухожилий и экспериментальных образцов новообразованных регенератов, которые подвергали стандартному (гематоксилин и эозин) и дифференциальному (трихром по Лилли, трихром по Массону) гистологическому окрашиванию. Гистотопограммы экспериментальных образцов получали с помощью PrO NIS-Elements микроскопической станции Nikon Ti-E (Япония).

Количественную оценку возможной патологической минерализации в образцах до и после имплантации проводили методом адсорбционной спектроскопии, используя планшетный ридер Infinity F200



Рис. 1. Модель тотального иссечения ахиллова сухожилия.

a — вид выделенного ахиллова сухожилия крысы; *б* — тотальное иссечение ахиллова сухожилия от икроножной мышцы до пяточного бугра; *в* — вид нановолоконного имплантата, фиксированного в месте тотально иссеченного ахиллова сухожилия (места крепления обозначены стрелками).

(«TECAN», Австрия) и стандартный набор Calcium ASFS (Arsenazo III; DiaSys, Германия). Определяли среднее значение и стандартную ошибку среднего значения. Учитывая непараметрическое распределение количественных признаков для выявления разницы в полученных результатах использовали *U*-критерий Манна — Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Визуальная оценка поведения всех прооперированных животных и анализ их передвижений проводились на протяжении всего эксперимента.

Так же, как и в предыдущем исследовании [5], было отмечено, что, начиная со 2-й недели после имплантации, животные из опытной группы начинали активно использовать для передвижения конечность с замененным на нановолоконный имплантат сухожилием. Начиная с 4-й недели после имплантации, не было разницы в использовании интактных и прооперированных с использованием

нановолоконного имплантата конечностей. В отличие от вышесказанного, те животные, у которых ахиллово сухожилие иссекали полностью и не протезировали либо протезировали только опорными нитями, при движении подвоякивали эти лапы, приоритетно используя интактные или с внедренным имплантатом конечности.

В соответствии с поставленными задачами и требованиями стандартов ISO 10993, эксплантация проводилась на сроках как 6, так и 13 нед (13 нед — это пограничный срок выявления последствий субхронической токсичности исследуемых материалов, а также предельный срок исследования эффекта имплантации для резорбируемых материалов) [10, 11]. В образцах, полученных на обоих сроках, мы обнаружили соединительнотканые регенераты на месте всех ПГБ-имплантатов. Макроскопически эти структуры были схожи с нативным сухожилием (рис. 2). Ни в одном из образцов признаков сохранения нановолоконного материала и опорных нитей обнаружено не было, т. е. уже к 6-й неделе после имплантации имела место полная резорбция нановолокон ПГБ.

При гистологическом анализе структуры матрикса 6-недельного неорегенерата и нативного сухожилия было отмечено, что структура новообразованной ткани морфологически была сходна с нативным сухожилием; новообразованный матрикс был преимущественно коллагеновой природы и состоял из утолщенных, но достаточно структурированных и упорядоченных волокон (рис. 3). Также было отмечено, что матрикс регенерата был насыщен эозинофильными областями, свидетельствующими о выраженном процессе перифокального формирования волокнистой соединительной ткани, был неоваскуляризован и равномерно содержал большое количество клеток в структурированном внеклеточном матриксе уже к 6-й неделе после имплантации подобно нативному сухожилию (рис. 3, в, г).

В криосрезах регенератов хорошо визуализировались вытянутые вдоль по длине коллагеновых

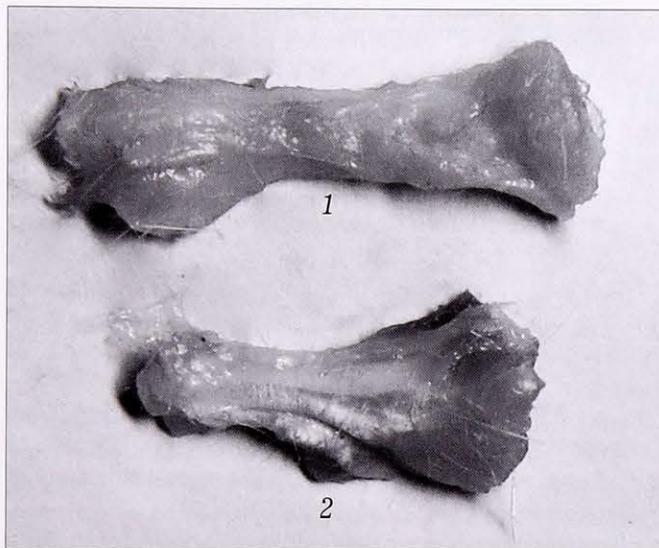


Рис. 2. Внешний вид выделенного новообразованного сухожильноподобного регенерата по прошествии 6 нед после имплантации (1) и нативного ахиллова сухожилие (2).

волокон ядра клеток, что морфологически подобно расположению тендиноцитов в нативном хряще (см. рис. 3, б, г). Из представленных рисунков также видно, что, несмотря на столь малый срок после тотального иссечения нативного сухожилия, общая картина новообразованного регенерата во многом морфологически сходна с таковой контрольного нативного сухожилия.

Гистологический анализ дифференциально окрашенных срезов показал, что в новообразованном регенерате пучки волокон коллагена ориентированы непосредственно вдоль линии нагрузки (оси напряжения) на сухожилие, что соответствует ориентации волокон, характерной для нативного сухожилия, однако сами пучки упорядочены хуже, чем в контрольном образце, и визуально выглядят массивнее. При этом между пучками волокон неорегенерата, в аналогии с нативным сухожилием, расположены тендиноцитоподобные, вытянутые вдоль длинника волокна клетки (см. рис. 3). В дистальных отделах неорегенератов в непосредственной близости от сесамовидного хряща пяточного бугра волокнистая структура новообразованного сухожилия перемежалась тяжами новообразованной хрящевой ткани, свидетельствующей об активном процессе полноценной регенерации (см. рис. 3, б).

С целью выявления признаков патологического асептического кальциноза исследуемых имплантатов в организме реципиента мы проводили количественное измерение содержания минерализованного кальция в образцах неорегенератов спустя 6 и 13 нед после имплантации. Было установлено статистически значимое ($p < 0,05$) отсутствие признаков минерализации неорегенератов и окружающих их тканей — содержание минерализованного кальция составило $0,1 \pm 0,2$ и $0,2 \pm 0,2$ мг кальция на 1 г сухого веса ткани в опыте и контроле (нативное сухожилие) соответственно.

Полученные результаты указывают на перспективность применения нановолоконных имплантатов для морфофункционального восстановления связок и сухожилий при больших повреждениях. Для выявления механизмов этого процесса, его динамических характеристик требуются дальнейшие исследования. Важно выполнить также сравнительные исследования восстановления связок и сухожилий с использованием нановолоконного имплантата у молодых и пожилых экспериментальных животных. И, наконец, большой интерес

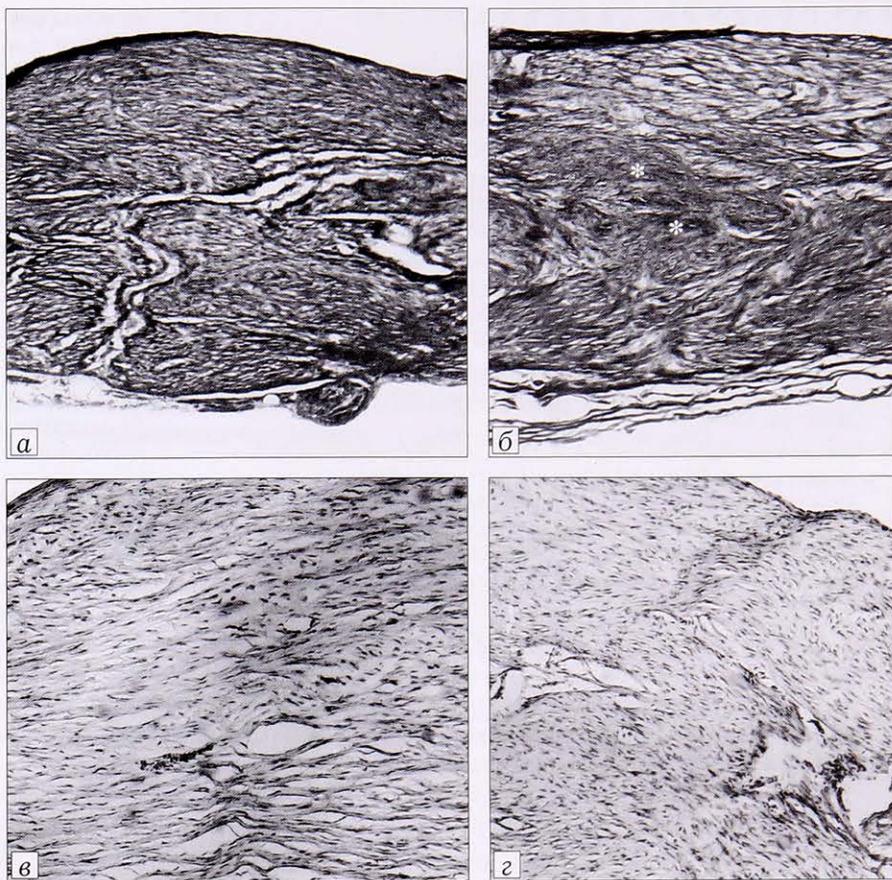


Рис. 3. Фрагменты гистотопограмм продольных срезов части нативного сухожилия (а, в) и неорегенерата сухожилия, образованного на месте нановолоконного имплантата через 6 нед после имплантации (б, г). $\times 100$.

а, б — окраска трихромом по Лилли, в, г — окраска гематоксилином и эозином. Звездочками обозначены хрящеподобные тяжи новообразованной ткани, наблюдающиеся в непосредственной близости от хряща пяточного бугра.

представляют клинические исследования восстановления сухожильно-связочного аппарата различной локализации при повреждениях больших размеров. Наши последующие исследования будут направлены на решение перечисленных задач.

Заключение. В ходе настоящей работы установлено, что через 6 нед после имплантации предложенной конструкции на ее месте формируется соединительнотканый регенерат, полноценно выполняющий функцию ахиллова сухожилия, и в этом регенерате в основном присутствуют зоны, содержащие упорядоченные волокна с организацией, подобной таковой в нативном сухожилии, что максимально выражено в местах сужения перед энтезисом, а также участки внедрения/новообразования хрящевой ткани, также свойственной нормальному нативному сухожилию. Учитывая тот факт, что после тотального удаления нативного сухожилия прошло всего 6 нед, архитектура новообразованного регенерата является необычайно структурированной и функционально сбалансированной.

Работа проведена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «ФИМТ» (№ ФИМТ-2014-136), ГЗ ВУЗу (Проект № 768), а также Фонда содействия РМП НТС с использованием приборов ЦКП ИТЭБ РАН.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Meier Bürgisser G., Buschmann J. History and performance of implant materials applied as peritendinous antiadhesives. *J. Biomed. Mater. Res B Appl. Biomater.* 2015; 103 (1): 212–8.
2. Doroski D.M., Brink K.S., Temenoff J.S. Techniques for biological characterization of tissue-engineered tendon and ligament. *Biomaterials.* 2007; 28 (2): 187–202.
3. Cooper J.A., Lu H.H., Ko F.K., Freeman J.W., Laurencin C.T. Fiber-based tissue-engineered scaffold for ligament replacement: design considerations and in vitro evaluation. *Biomaterials.* 2005; 26 (13): 1523–32.
4. Jaibaji M. Advances in the biology of zone II flexor tendon healing and adhesion formation. *Ann. Plast. Surg.* 2000; 45: 83–92.
5. Склянчук Е.Д., Ольхов А.А., Акатов В.С., Гурьев В.В., Иорданский А.Л., Филатов Ю.Н. и др. Способ повышения регенерационного потенциала имплантатов для восстановительной хирургии соединительной ткани. Патент на изобретение РФ №2561830 от 10.09.2015. [Sklyanchuk E.D., Ol'khov A.A., Akatov V.S., Gur'ev V.V., Iordanskiy A.L., Filatov Yu.N., et al. Method to increase the regeneration potential of implants for restorative surgery of the connective tissue. Patent RF, N 2561830; 2015 (in Russian)].
6. Ольхов А.А., Склянчук Е.Д., Аббасов Т.А., Акатов В.С., Фадеева И.С., Фадеев Р.С. и др. Регенерационный потенциал нановолоконного сухожильного имплантата из полигидроксибутирата. *Технологии живых систем.* 2015; 12 (2): 3–11 [Ol'khov A.A., Sklyanchuk E.D., Abbasov T.A., Akatov V.S., Fadeeva I.S., Fadeev R.S., et al. Regeneration potential of a new tendon implant made of polyhydroxybutyrate nanofibers. *Tekhnologii zhyvykh system.* 2015; 12 (2): 3–11 (in Russian)].
7. Ольхов А.А., Староверова О.В., Гурьев В.В., Аббасов Т.А., Орлов Н.А., Иценко А.А. и др. Матрикс для тканевой инженерии на основе модифицированных нановолокон поли-(3-гидроксибутирата), полученных методом электроформования. *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX).* 2016; 1 (1): 57–68 [Ol'khov A.A., Staroverova O.V., Gur'ev V.V., Abbasov T.A., Orlov N.A., Ishchenko A.A., et al. Matrix for tissue engineering based on modified nanofibers of poly(3-hydroxybutyrate), prepared by electrospinning. *Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoymkie tekhnologii i materialy (SMARTEX).* 2016; 1 (1): 57–68 (in Russian)].
8. Жаркова И.И., Староверова О.В., Воинова В.В., Андреева Н.В., Шушкевич А.М., Склянчук Е.Д. и др. Биосовместимость матрикс для тканевой инженерии из поли-3-оксибутирата и его композитов, полученных методом электроформования. *Биомедицинская химия.* 2014; 60 (5): 553–60 [Zharkova I.I., Staroverova O.V., Voinova V.V., Andreeva N.V., Shushkevich A.M., Sklyanchuk E.D., et al. Biocompatibility of electrospun poly(3-hydroxybutyrate) and its composites scaffolds for tissue engineering. *Biomeditsinskaya khimiya.* 2014; 60 (5): 553–60 (in Russian)].
9. Корнилов Д.Н., Попов И.В., Раевская Л.Ю., Гольдберг О.А., Лепехова С.А. Реконструктивная операция на ахилловом сухожилии крысы: Этапы оперативного вмешательства, топографо-анатомическое обоснование. *Сибирский медицинский журнал.* 2014; 125 (2): 35–8 [Kornilov D.N., Popov I.V., Raevskaya L.Yu., Gol'dberg O.A., Lepekhova S.A. Reconstructive surgery on rat's achilles tendon: stages of surgical intervention, topographic-anatomical background. *Sibirskiy vtlbtsinskiy zhurnal.* 2014; 125 (2): 35–8 (in Russian)].
10. ГОСТ ISO 10993-1-2011 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 1. Оценка и исследование» [GOST R ISO 10993-1-2011. Medical devices. Biological evaluation of medical devices. Part 1. Evaluation and testing (in Russian)].
11. ГОСТ ISO 10993-6-2011 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследования местного действия после имплантации» [GOST R ISO 10993-6-2011. Medical devices. Biological evaluation of medical devices. Part 6. Tests for local effects after implantation (in Russian)].

Сведения об авторах: Сенотов А.С. — науч. сотр. лаборатории фармакологической регуляции клеточной резистентности ИТЭБ РАН; Ольхов А.А. — канд. техн. наук, старший науч. сотр. лаборатории перспективных материалов и технологий РЭУ им. Г.В. Плеханова, старший науч. сотр. лаборатории диффузионных явлений в полимерных системах ИХФ им. Н.Н. Семенова; Склянчук Е.Д. — доктор мед. наук, профессор каф. травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова, зав. ортопедическим отделением Дорожной клинической больницы им. Н.А. Семашко на станции Люблино ОАО «РЖД»; Фадеева И.С. — канд. биол. наук, старший науч. сотр. лаборатории тканевой инженерии ИТЭБ РАН; Фадеев Р.С. — канд. биол. наук, старший науч. сотр. лаборатории фармакологической регуляции клеточной резистентности ИТЭБ РАН; Фесенко Н.И. — канд. биол. наук, доцент Учебного центра биофизики и биомедицины ПущГЕНИ; Просвиринов А.А. — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова; Лекишвили М.В. — доктор мед. наук, зав. лабораторией «Тканевой банк» ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Гурьев В.В. — доктор мед. наук, профессор каф. травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова, рук. Центра травматологии и ортопедии Дорожной клинической больницы им. Н.А. Семашко на станции Люблино ОАО «РЖД»; Иорданский А.Л. — доктор хим. наук, профессор, зав. лабораторией диффузионных явлений в полимерных системах ИХФ им. Н.Н. Семенова; Акатов В.С. — доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. лабораторией тканевой инженерии ИТЭБ РАН.

Для контактов: Акатов Владимир Семенович. 142290, Пущино, ул. Институтская, д. 3. Тел.: 8 (496) 773–49–52. E-mail: akatov.vladimir@gmail.com.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ СПИННОГО МОЗГА ПРИ ПОМОЩИ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ В КОМБИНАЦИИ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

С.В. Колесов, А.А. Пантелеев, М.Л. Сажнев, А.И. Казьмин

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, РФ

Последние исследования по применению магнитных наночастиц (МНЧ) в биологических системах доказывают их высокую биосовместимость и способность к взаимодействию с различными типами клеток, включая нейроны, что может служить основой для возможного восстановления нейрональных связей после нарушения целостности нервной ткани. Целью исследования было определить влияние МНЧ в условиях воздействия внешнего магнитного поля на восстановление функции задних конечностей лабораторных животных после пересечения спинного мозга (на 50, 80 и 100%). Магнитные наночастицы вводили через пластиковый катетер, установленный в область повреждения. Степень потери функции и последующего восстановления оценивали по шкале моторной функции BBB и путем регистрации вызванных потенциалов на следующий день после операции, а затем еженедельно в течение 4 нед. Статистически значимое ($p < 0,001$) увеличение как амплитуды вызванных потенциалов, так и средних функциональных показателей констатировали только в группе с 50% пересечением спинного мозга. Также в этой подгруппе выявлены наименее выраженные рубцовые изменения и наибольшая выживаемость нейрональных клеток. Применение МНЧ в условиях воздействия внешнего магнитного поля способствует восстановлению моторных функций и увеличению проводимости тканей поврежденного спинного мозга лабораторных животных в среднем отдаленном периоде. Механизм данного восстановления требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: повреждение спинного мозга, магнитные наночастицы, электромагнитное поле, регенерация ЦНС, функциональное восстановление.

Elaboration of New Treatment Methods for Spinal Cord Injuries Using Magnetic Nanoparticles in Combination with Electromagnetic Field (Experimental Study)

S.V. Kolesov, A.A. Panteleev, M.L. Sazhnev, A.I. Kaz'min

N.N. Priorov Central Institute of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

The latest studies on the use of magnetic nanoparticles (MNP) in biological systems prove their high biocompatibility and possibility to interact with various types of cells including the neurons. This may serve as a basis for potential restoration of the neuronal network after nerve tissue integrity damage. The purpose of the study was to determine the influence of MNP on the restoration of hind paws function in experimental animals after spinal cord transection (by 50, 80 and 100%) under the influence of a magnetic field. Magnetic nanoparticles were inserted into the injury zone via plastic catheter. The degree of function loss and its subsequent restoration was assessed by BBB Locomotor Scale and induced potentials on the first postoperative day and then weekly within one month. Statistically significant ($p < 0.001$) increase of both the induced potentials' amplitude and mean functional indices was reordered only in group with 50% spinal cord transection. Also in that group the less marked scar changes and the highest neuronal cells survival rate was observed. Use of MNP under the influence of external magnetic field promotes the restoration of motor function and increases the conductivity of injured spinal cord tissues in experimental animals in the mean long term period. The mechanism of such restoration needs further study.

Key words: spinal cord injury, magnetic nanoparticles, electromagnetic field, CNS regeneration, functional restoration.

Введение. В настоящее время травма спинного мозга остается одной из наиболее значимых проблем в медицине, не имеющих эффективного решения. От последствий травм спинного мозга страдает до 2,5 млн человек во всем мире, при этом каждый год новые травмы получают до 130 000 человек [1]. В большинстве случаев повреждение спинного мозга приводит к инвалидизирующим осложнениям,

в том числе потере моторных функций и чувствительности, нарушению функций тазовых органов и дыхательной функции. Несмотря на значительный прогресс в уходе за пациентами и совершенствование реабилитационных мероприятий, необходимость в разработке методик, способствующих регенерации нервной ткани у пациентов с повреждениями спинного мозга, не вызывает сомнения.

В отличие от периферической нервной системы способность нейронов зрелой ЦНС млекопитающих к регенерации крайне ограничена. Существенный рост аксонов нервных клеток спинного мозга после их пересечения наблюдается только на ранних стадиях развития [2, 3]. На более поздних стадиях «прорастанию» аксонов в области повреждения ЦНС препятствует глиальная рубцовая ткань, которая выполняет функцию ограничения объема тканевого повреждения, предотвращая распространение воспаления и возможность инфекции. С другой стороны, результатом этого процесса является формирование непреодолимого для регенерирующих аксонов барьера, предотвращающего удлинение конусов роста аксонов как механически, так и биохимически [4, 5]. Экспериментальные исследования последних лет были направлены на изучение и стимуляцию механизмов регенерации нервной ткани ЦНС, большинство из которых концентрировалось на клеточных и молекулярных терапевтических методиках [6–14]. Однако известно, что, помимо биохимических сигналов, процесс удлинения конусов роста также подвержен влиянию механических сил [15–18].

Магнитные наночастицы (МНЧ) широко применяются в экспериментальных исследованиях новых методов магнитно-резонансной диагностики, таргетной доставки препаратов, биоинженерных разработках, культивировании клеток [19–23]. Их малые размеры, высокая степень биосовместимости, возможность поверхностной модификации и, что особенно важно, способность взаимодействовать с внешним магнитным полем отвечают требованиям, предъявляемым к средствам для механической стимуляции роста аксонов.

Настоящее исследование направлено на определение эффективности применения МНЧ с целью восстановления двигательных функций лабораторных животных после пересечения спинного мозга за счет стимуляции удлинения аксонов *in vivo* в условиях воздействия внешнего магнитного поля.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование одобрено этическим комитетом ЦИТО им. Н.Н. Приорова.

Работа проведена на 72 взрослых (8–10 недель) самках лабораторных крыс породы Wistar массой 220–310 г. Эксперименты выполняли в соответствии с «Рекомендациями комитета по этике, проводящего экспертизу биомедицинских исследований» (ВОЗ, 2000). Животных содержали при температуре 23°C в условиях 12-часового дневного цикла и стандартной диеты. Все животные разделены на экспериментальную и контрольную группы, каждая из которых была разделена на 3 подгруппы в зависимости от объема повреждения спинного мозга — 50, 80 или 100%. Всем животным экспериментальных подгрупп в область повреждения через подшитый катетер вводили суспензию МНЧ (Fe_3O_4 , 10–50 нм в диаметре) каждые вторые сутки в течение 4 нед (подгруппы 50%+МНЧ, 80%+МНЧ

и 100%+МНЧ). Животным контрольных подгрупп в соответствующие сроки вводили физиологический раствор, не содержащий МНЧ (подгруппы 50%, 80% и 100%). Животных как контрольной, так и экспериментальной группы подвергали воздействию внешнего магнитного поля (постоянный ток, 3мТ) в течение 5 ч каждые вторые сутки на протяжении 4 нед.

Магнитное ядро наночастиц синтезировали с помощью модифицированной методики. Растворы солей железа $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (4 мл, 2 М) и $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (2 мл, 2 М) добавляли в колбу с 250 мл воды и перемешивали 45 мин при комнатной температуре. Затем в систему добавляли при непрерывном перемешивании по каплям водный раствор аммиака (100 мл, 1 М), пока рН раствора не достиг 10. Через 30 мин наблюдали выпадение черного осадка наночастиц Fe_3O_4 . Наночастицы собирали осаждением на магните, многократно промывали водой, высушивали в вакуумной печи и редицергировали в растворе с нужной концентрацией при помощи ультразвука.

Все оперативные вмешательства проводились двумя хирургами при помощи хирургического микроскопа в асептических условиях с поддержанием температуры тела животных на уровне 38°C. Перед операцией животных наркотизировали путем интраперитонеального введения ксилазина (10 мг/кг) и кетамина (100 мг/кг). Дополнительные дозы препаратов вводили по необходимости.

Кожу в области грудного отдела позвоночника тщательно выбривали и обрабатывали раствором йода и 70% спирта. Выполняли разрез кожи на протяжении 4 см по срединной линии, выделяли задние элементы позвоночника, на уровне Th9–Th10 при помощи микрохирургических кусачек проводили ламинэктомию, открывая таким образом доступ к спинному мозгу. Пересечение спинного мозга необходимого объема производили хирургическим лезвием толщиной 0,1 мм при помощи специально разработанного ограничителя [24], после чего в область повреждения устанавливали и подшивали в мягкие ткани пластиковый катетер (24G). Рану ушивали послойно.

Послеоперационный уход включал интраперитонеальные инъекции 5 мл раствора Рингера для предотвращения дегидратации и поддержания необходимой температуры тела. В течение первых трех дней после операции всем животным вводили гентамицин/цефазолин (20 мг/кг) для профилактики инфекционно-воспалительных осложнений и обеспечивали неограниченный доступ к воде и корму. При нарушениях мочеиспускания проводили ручную экскурсию мочевого пузыря в целях профилактики инфекционных осложнений.

Моторные функции задних конечностей экспериментальных животных оценивали визуально в 1-е сутки после операции, а затем еженедельно в течение 4 нед. Оценку осуществляли путем слепого тестирования независимыми наблюдателями в соответствии с визуальной моторной шкалой ВВВ (Basso, Beattie, Bresnahan) [25]. Данная шкала

дает возможность проводить объективную количественную оценку моторных функций при повреждении спинного мозга, при этом оценка 0 баллов указывает на полное отсутствие движений, 21 балл — на нормальное координированное передвижение. Количество баллов рассчитывается, исходя из наличия движений в суставах, установки лап и стабильности передвижения. Раздел шкалы от 0 до 7 баллов характеризует движения в крупных суставах конечностей, от 8 до 13 баллов — степень координации и характер установки лап животного, от 14 до 21 балла — общую стабильность передвижения.

Электрофизиологическую оценку функциональной целостности проводящих путей спинного мозга животных осуществляли до операции для определения исходного уровня, в 1-е сутки после операции и затем еженедельно в течение 4 нед. В целях регистрации вызванных моторных потенциалов [26] применяли 4-канальный электронейромиографический анализатор Синапсис («Нейротех», Россия). Регистрацию проводили в условиях анестезии с передних большеберцовых мышц задних конечностей при транскраниальной стимуляции области моторной коры при помощи биполярных игольчатых электродов. Продолжительность стимула составляла 0,2 мс при силе 10 мА и частоте 10 Гц. Минимум три серии стимулов записывали в течение 25 мс. Регистрируемые данные были амплифицированы и оцифрованы.

По окончании 4-недельного периода животные были выведены из эксперимента путем интраперитонеального введения кетамина (70 мг/кг) и транскардиального введения холодного раствора Рингера. Затем также транскардиально вводился перфузионный раствор (4% раствор параформальдегида в фосфатном буфере). После извлечения позвоночного столба от Th7 до L3 проводили постфиксацию по стандартному протоколу. Блок с тканевым образцом, включающим участок повреждения спинного мозга, был порезан на криотоме. Срезы окрашивали по стандартной методике (гематоксилин и эозин, трихром по Массону). Ткани в зоне повреждения затем были изучены под световым микроскопом («Nikon»). Срезы были проанализированы методом случайного выбора в эпицентре повреждения и на 250–300 мкм роstralнее и каудальнее эпицентра повреждения. Количественная оценка числа жизнеспособных нейронов была проведена тремя разными исследователями слепым методом с помощью специального программного обеспечения (NIS, «Nikon Corporation», Япония).

Статистический анализ выполнен при помощи программного пакета Statistical Package for Social Sciences 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, США). Сравнение показателей групп животных проводили для каждого временного отрезка при помощи теста Краскела — Уоллиса с последующим анализом при помощи *U*-критерия Манна — Уитни. Все показатели выражали в виде средних значений и стандартной ошибки среднего значения (SEM). Порог статистической значимости составлял 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выживаемость в послеоперационном периоде. Уровень выживаемости по прошествии первых суток после пересечения спинного мозга составил 85% (61 из 72 животных). К концу 1-й недели после операции выжило 51 (71%) животное, которое и оставалось в эксперименте до истечения 4 нед. Выживаемость в подгруппах животных с полным пересечением спинного мозга была самой низкой, что, скорее всего, связано с самокалечением (агрессивное расчесывание, отгрызание конечностей), инфекционными осложнениями и разрывом мочевого пузыря. В целом экспериментальные данные, которые были подвергнуты анализу, получены по результатам обследования 10 животных подгруппы 50%+МНЧ, 11 — 80%+МНЧ, 7 — 100%+МНЧ, а также 9, 8 и 7 животных контрольных подгрупп с соответствующим объемом повреждения спинного мозга.

Поведенческая оценка результатов. Как ожидалось, во всех экспериментальных группах животных были отмечены драматические функциональные изменения, выражающиеся в полном отсутствии способности к произвольным движениям или в сохранении минимальной подвижности задних конечностей. Через сутки после операции статистически значимых ($p > 0,05$) функциональных различий между экспериментальными подгруппами отмечено не было. По истечении недели ни у одного из животных контрольной группы повышения показателей по функциональной шкале ВВВ не отмечалось.

В течение 4-недельного периода после операции животные в контрольных подгруппах не демонстрировали статистически значимых улучшений моторных функций по шкале ВВВ или амплитуды моторных вызванных потенциалов. Статистически значимых улучшений также не наблюдалось в экспериментальной подгруппе с полным пересечением спинного мозга.

Однако в экспериментальной подгруппе 50%+МНЧ по сравнению с соответствующей контрольной подгруппой (улучшение в среднем на $0,9 \pm 0,4$ балла) наблюдалось улучшение в среднем на $4,3 \pm 1,4$ балла ($p < 0,001$) по шкале ВВВ через 4 нед после операции с умеренными или выраженными движениями в двух или более суставах задних конечностей. В подгруппе 80%+МНЧ среднее увеличение показателей по шкале ВВВ по сравнению с соответствующей контрольной подгруппой (увеличение в среднем на $1,6 \pm 0,7$ балла) через 4 нед составило $2,3 \pm 1,7$ балла ($p = 0,061$), что близко к порогу статистической значимости. Показатели моторной функции постепенно увеличивались в указанных выше экспериментальных подгруппах в течение всего периода наблюдения с наиболее выраженными изменениями в течение 2-й недели исследования (рис. 1, а).

Оценка результатов электрофизиологическими методами. Так же, как и при визуальной оценке моторной функции, через сутки после хирург-

гического вмешательства амплитуда вызванных потенциалов демонстрировала значительное па-

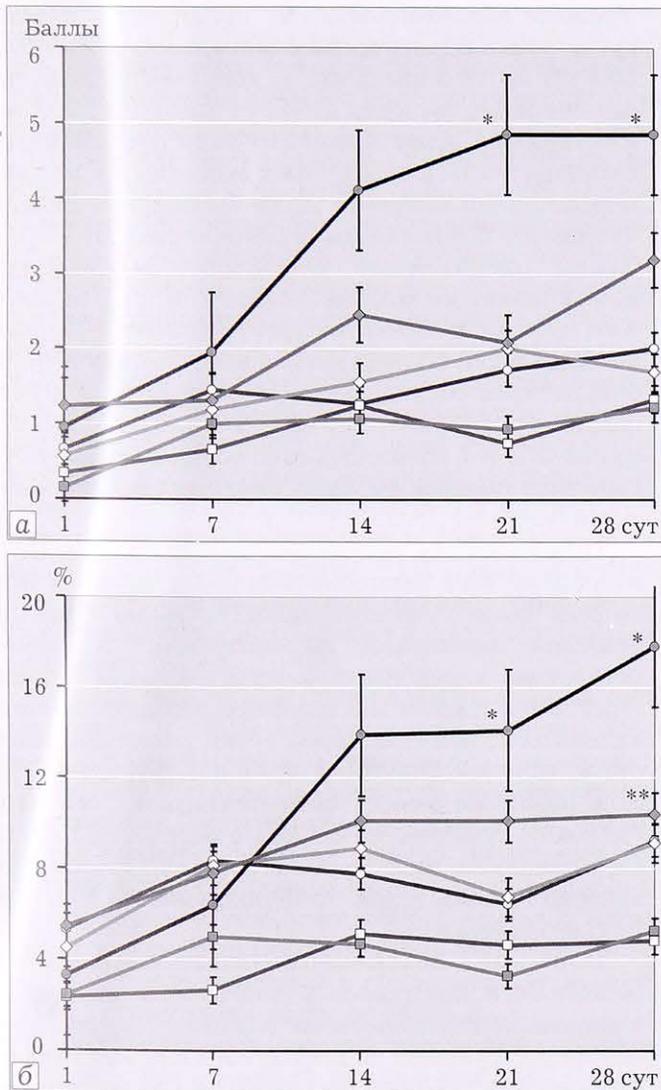


Рис. 1. Динамика показателей двигательной активности по шкале ВВВ (а) и амплитуды вызванных потенциалов (б) в ходе наблюдения.

Экспериментальная группа:

—●— 50%+МНЧ, —◆— 80%+МНЧ, —■— 100%+МНЧ.
Контрольная группа: —○— 50%, —◇— 80%, —□— 100%.

Статистическая значимость различий по сравнению с соответствующей подгруппой контрольной группы: * $p < 0,001$, ** $p < 0,05$.

дение во всех группах, причем у некоторых животных потенциалы не регистрировались. Различия в амплитуде между группами в 1-е сутки после операции не были статистически значимыми (хотя средние значения амплитуды в подгруппах с 50% пересечением были несколько выше) и составляли в среднем (по всем шести группам) $4,7 \pm 1,4\%$ от предоперационных значений амплитуды (в среднем $538,7 \pm 91,5$ мкВ).

Животные в контрольных подгруппах и в экспериментальной подгруппе с полным пересечением ствола спинного мозга также не продемонстрировали статистически значимого ($p > 0,05$) возрастания амплитуды вызванных потенциалов в течение всего периода наблюдения. В подгруппе 50%+МНЧ по сравнению с контрольной подгруппой было отмечено постепенное улучшение электрофизиологического ответа, и среднее значение амплитуды к концу 4-недельного периода достигало $17,1 \pm 3,5\%$ ($p < 0,001$) (по сравнению с $8,2 \pm 3,7\%$) от предоперационных значений. К концу этого периода статистически значимое возрастание амплитуды (до $9,9 \pm 3,0\%$ от первоначальных значений; $p < 0,05$) по сравнению с контрольной подгруппой ($8,3 \pm 2,4\%$ от исходных значений) было отмечено и в подгруппе 80%+МНЧ. В обоих случаях наиболее быстрое возрастание амплитуды наблюдалось в течение 2-й недели наблюдений (рис. 1, б).

Гистологический анализ области повреждения через 4 нед после хирургического воздействия не выявил существенных различий в группах. Вместе с тем в экспериментальной подгруппе 50%+МНЧ по сравнению с соответствующей контрольной подгруппой отмечалось большее среднее количество моторных нейронов — в среднем на $11,8 \pm 5,6\%$ ($p < 0,05$) и более выраженная степень миелинизации волокон в эпицентре повреждения и в непосредственной близости от него (рис. 2). Измерения области дефекта показали, что в экспериментальной подгруппе 50%+МНЧ значения этого показателя были в среднем на $17,8 \pm 2,4\%$ меньше ($p < 0,05$). Хотя окрашивание трихромом по Массону выявило выраженную глиальную реакцию в области повреждения, содержание коллагена было существенно меньше в подгруппах с 50% пересечением спинного мозга по сравнению с другими подгруппами.

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате настоящего экспериментального исследования показано, что применение МНЧ в сочетании с внешним магнитным полем способствует увеличению темпов функционального восстановления при повреждениях спинного мозга у лабораторных животных.

Гистопатологический анализ выявил обширные

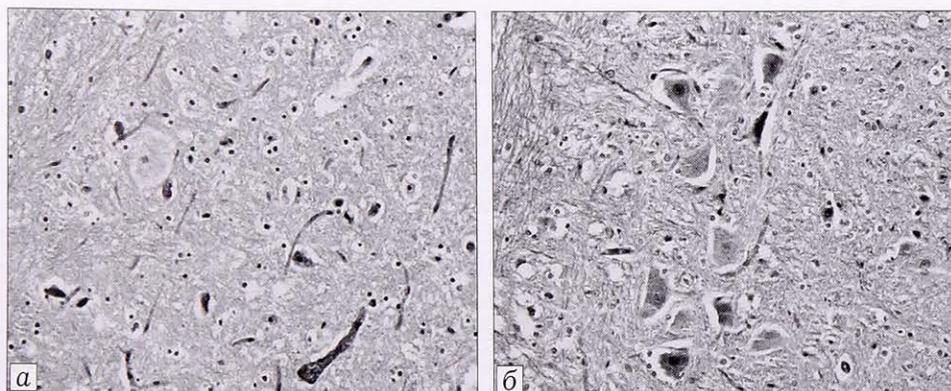


Рис. 2. Гистологический препарат области повреждения в подгруппах с 50% пересечением спинного мозга без (а) и с (б) добавлением МНЧ. Окраска гематоксилином и эозином.

изменения в области разрезов, преимущественно в виде коллагенового перерождения тканей, которые выражено коррелировали с потерей функций задних конечностей. Несмотря на то что проведено большое количество исследований, направленных на предотвращение образования глиального рубца и применение клеточных технологий с целью восстановления нейрональных клеток в области повреждения, только в последние годы начали уделять внимание методикам механической модуляции роста аксонов. Главная цель данного подхода состоит в направлении роста аксонов и стимуляции их удлинения в области повреждения. Совместное применение МНЧ и внешнего магнитного поля для восстановления обусловленных повреждением спинного мозга функций представляет собой перспективный, безопасный, малоинвазивный подход к решению данной проблемы, так как он обеспечивает условия для пространственной модуляции процесса роста аксонов без дополнительного повреждения окружающих ЦНС тканей. Магнитные наночастицы практически не оказывают цитотоксического воздействия и могут быть свободно интернализированы клетками различных тканей, что делает их наиболее подходящим объектом для исследований в этом направлении [27, 28].

Заключение. Результаты исследования продемонстрировали, что вышеупомянутое комплексное воздействие на ткани спинного мозга положительно влияет на регенерацию нервных тканей спинного мозга в области повреждения, что подтверждается нейроэлектрофизиологическими, поведенческими и патогистологическими данными и указывает на вероятное формирование новых нейрональных связей. Механизм описанного частичного функционального восстановления после пересечения спинного мозга требует дальнейших исследований.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №14-15-00880 «Разработка новых методов лечения повреждений спинного мозга с использованием магнитных наночастиц в различных средах в сочетании с электромагнитным полем».

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Thuret S., Moon L.F., Gage F.H. Therapeutic interventions after spinal cord injury. *Nat. Rev. Neurosci.* 2006; 7: 628–43.
2. Keirstead H., Pataky D., McGraw J., Steeves J. In vivo immunological suppression of spinal cord myelin development. *Brain Res. Bull.* 1997; 44: 727–34.
3. Nicholls J., Saunders N. Regeneration of immature mammalian spinal cord after injury. *Trends Neurosci.* 1996; 19: 229–34.
4. Galtrey C.M., Fawcett J.W. The role of chondroitin sulfate proteoglycans in regeneration and plasticity in the central nervous system. *Brain Res. Rev.* 2007; 54: 1–18.
5. Busch S.A., Silver J. The role of extracellular matrix in CNS regeneration. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2007; 17: 120–7.
6. Plemel J.R., Yong V.W., Stirling D.P. Immune modulatory therapies for spinal cord injury – past, present and future. *Exp. Neurol.* 2014; 258: 91–104.

7. Gensel J.C., Donnelly D.J., Popovich P.G. Spinal cord injury therapies in humans: an overview of current clinical trials and their potential effects on intrinsic CNS macrophages. *Expert Opin. Ther. Targets* 2011; 15 (4): 505–18.
8. Tetzlaff W., Okon E.B., Karimi-Abdolrezaee S., Hill C.E., Sparling J.S., Plemel J.R. A systematic review of cellular transplantation therapies for spinal cord injury. *J. Neurotrauma* 2010; 28 (8): 1611–82.
9. Cadotte D.W., Fehlings M.G. Spinal cord injury: a systematic review of current treatment options. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2011; 469 (3): 732–41.
10. Gorrie C.A., Hayward I., Cameron N., Kailainathan G., Nandapalan N., Sutharsan R. Effects of human OEC-derived cell transplants in rodent spinal cord contusion injury. *Brain Res.* 2010; 1337: 8–20.
11. Agudo M., Woodhoo A., Webber D., Mirsky R., Jessen K.R., McMahon S.B. Schwann cell precursors transplanted into the injured spinal cord multiply, integrate and are permissive for axon growth. *Glia.* 2008; 56 (12): 1263–70.
12. Kim M. Regeneration of completely transected spinal cord using scaffold of poly (D,L-lactide-co-glycolide)/small intestinal submucosa seeded with rat bone marrow stem cells. *Tissue Eng. Part A.* 2011; 17: 2143–52.
13. Park S.I., Lim J.Y., Jeong C.H., Kim S.M., Jun J.A., Jeun S.S. Human umbilical cord blood-derived mesenchymal stem cell therapy promotes functional recovery of contused rat spinal cord through enhancement of endogenous cell proliferation and oligogenesis. *J. Biomed. Biotechnol.* 2012 (2012). Article ID 362473.
14. Franz S., Weidner N., Blesch A. Gene therapy approaches to enhancing plasticity and regeneration after spinal cord injury. *Exp. Neurol.* 2011; 235: 62–9.
15. Suter D.M., Miller K.E. The emerging role of forces in axonal elongation. *Progr. Neurobiol.* 2011; 94: 91–101.
16. Franze K. The mechanical control of nervous system development. *Development.* 2013; 140: 3069–77.
17. Smith D.H. Stretch growth of integrated axon tracts: Extremes and exploitations. *Prog. Neurobiol.* 2009; 89 (3): 231–9.
18. Heidemann S.R., Bray D. Tension-driven axon assembly: a possible mechanism. *Front Cell Neurosci.* 2015; 9: 316.
19. Santo V.E., Rodrigues M.T., Gomes M.E. Contributions and future perspectives on the use of magnetic nanoparticles as diagnostic and therapeutic tools in the field of regenerative medicine. *Expert Rev. Mol. Diagn.* 2013; 13 (6): 553–66.
20. Vanecek V., Zablotskii V., Forostyak S., Ruzicka J., Herynek V. Highly efficient magnetic targeting of mesenchymal stem cells in spinal cord injury. *Int. J. Nanomedicine.* 2012; 7: 3719–30.
21. Bock N., Riminucci A., Dionigi C., Russo A. A novel route in bone tissue engineering: Magnetic biomimetic scaffolds. *Acta Biomater.* 2010; 6 (3): 786–96.
22. Huang H., Delikanli S., Zeng H., Ferkey D.M., Pralle A. Remote control of ion channels and neurons through magnetic-field heating of nanoparticles. *Nat. nanotechnol.* 2010; 5: 602–6.
23. Pankhurst Q.A., Connolly J., Jones S.K., Dobson J. Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine. *J. Phys. D. Appl. Phys.* 2003; 36: R167–81.
24. Миронов С.П., Колесов С.В., Степанов Г.А., Сажнев М.Л., Губин С.П., Иони Ю.В., Мотин В.Г., Пантелеев А.А. Моделирование различного по объему повреждения спинного мозга крысы и методы оценки восстановления утраченных функций (часть 1). Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2015; 3: 73–7. [Mironov S.P., Kolesov S.V., Stepanov G.A., Sazhnev M.L., Gubin S.P., Ioni Yu.V., Motin V.G., Panteleev A.A. Modeling of a different volume spinal cord injury in rats and methods for evaluation of

- lost functions restoration (Part 1). Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2015; 3: 73–7].
25. Basso D.M., Beattie M.S., Bresnahan J.C. A sensitive and reliable locomotor rating scale for open field testing in rats. J. Neurotrauma. 1995; 12: 1–21.
26. Nashmi R., Imamura H., Tator C.H., Fehlings M.G. Serial recording of somatosensory and myoelectric motor evoked potentials: Role in assessing functional recovery after graded spinal cord injury in the rat. J. Neurotrauma. 1997; 14: 151–9.
27. Ito A., Shinkai M., Honda H., Kobayashi T. Medical application of functionalized magnetic nanoparticles. J. Biosci. Bioeng. 2005; 100: 1–11.
28. Pisanic T.R., Blackwell J.D., Shubayev V.I., Finones R.R., Jin S. Nanotoxicity of iron oxide nanoparticle internalization in growing neurons. Biomaterials. 2007; 28 (25): 72–81.

Сведения об авторах: Колесов С.В. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением патологии позвоночника ЦИТО; Пантелеев А.А. — аспирант ЦИТО; Сажнев М.Л., Казьмин А.И. — кандидаты мед. наук, врачи отделения патологии позвоночника.

Для контактов: Сажнев Максим Леонидович. 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10, ЦИТО. Тел.: 8 (495) 450–44–51. E-mail: mak.sajnev@yandex.ru.

© Коллектив авторов, 2016

ВЛИЯНИЕ УГЛА ИНКЛИНАЦИИ НА ИЗНОС ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ВКЛАДЫШЕЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДУЛЕ ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

А.И. Колесник, Н.С. Гаврюшенко, В.Г. Булгаков, Е.Б. Фролов, Л.В. Фомин

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва; ГБОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Курск, РФ

Изучена локализация и площадь износа полиэтиленового вкладыша в паре трения экспериментального модуля эндопротеза тазобедренного сустава (ТБС) в лабораторных динамических условиях, имитирующих его биомеханику при наружной ротационной контрактуре ТБС. Установлено, что локализация и площадь износа полиэтиленового вкладыша зависят от величины угла горизонтальной инклинации в паре трения эндопротеза ТБС. При угле инклинации, равном таковому в ТБС, фиксировалась практически одинаковая площадь износа полиэтилена в переднем и заднем отделах вкладышей. Уменьшение угла инклинации приводит к увеличению площади износа в переднем отделе и его уменьшению — в заднем. Смещение участка износа в передний отдел сопровождается снижением общей площади износа вкладыша. При сохраняющейся нагрузке это создает условия для повышенного износа полиэтиленового вкладыша эндопротеза ТБС.

Ключевые слова: модуль эндопротеза, пара трения, угол инклинации, износ полиэтилена, тазобедренный сустав.

Influence of Inclination Angle on the Polyethylene Insert Wear in Experimental Module of Hip Endoprosthesis

A.I. Kolesnik, N.S. Gavryushenko, V.G. Bulgakov, E.B. Frolov, L.V. Fomin

N.N. Priorov Central Institute of Traumatology and Orthopaedics, Moscow; Kursk State Medical University Russia, Kursk, Russia

Localization and the area of polyethylene insert wear in friction pair of the experimental module of hip joint (HJ) endoprosthesis was studied under laboratory dynamic conditions simulating its biomechanics at HJ external rotation contracture. It was stated that localization and the area of wear depended on the angle of horizontal inclination in friction pair of HJ endoprosthesis. Almost the same areas of polyethylene wear in anterior and posterior insert segments were observed when inclination angle was equal to that of the hip joint. Reduction of inclination angle resulted in the increase of wear surface in the anterior segment and its decrease in the posterior one. Displacement of the wear zone into the anterior segment was accompanied by the reduction of total insert wear area. At repeated loadings it created conditions for the higher polyethylene insert wear.

Key words: endoprosthesis module, friction pair, inclination angle, polyethylene wear, hip joint.

Введение. У больных коксартрозом в большинстве случаев имеется наружная ротационная контрактура (НРК) тазобедренного сустава (ТБС) разной степени выраженности. Биомеханически

контрактура проявляется уменьшением величины угла горизонтальной инклинации в ТБС, обусловленным укорочением мышц группы наружных ротаторов бедра, что в значительной степени

нарушает мышечный баланс мышц-ротаторов. Выраженная ротационная контрактура способна нарушить функционирование узла трения эндопротеза ТБС, приводя к повышенному износу подвижных компонентов. Актуальность проблемы была подтверждена данными анализа ранних и отдаленных результатов первичного эндопротезирования ТБС, который показал, что контрактура сохранялась у 55,2% прооперированных [1]. В связи с этим при выполнении замены ТБС с целью восстановления мышечного баланса ротаторов бедра настоятельно рекомендуют интраоперационное устранение НРК [1, 2].

Известно, что износ полиэтиленовой чашки или вкладыша металлической чашки эндопротеза ТБС сопровождается развитием асептической нестабильности имплантата и чем раньше и быстрее изнашивается полиэтилен, тем быстрее развивается это осложнение [3, 4]. Однако износ полиэтилена в лабораторных опытах, моделирующих различное положение компонентов эндопротезов, изучен недостаточно, причем такая оценка условий и степени износа полимерных компонентов на имитаторах является довольно длительным процессом. Для изучения износа полиэтиленового вкладыша металлической чашки эндопротеза ТБС разработаны соответствующие рекомендации [5].

Целью настоящей работы было изучить локализацию и площадь износа полиэтиленового вкладыша в паре трения экспериментального модуля эндопротеза ТБС в лабораторных динамических условиях, имитирующих его биомеханику при НРК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С целью выполнения данного исследования была разработана методика — «экспресс-моделирование износа полиэтилена» [6]. Для реализации данной методики предложены специальная головка эндопротеза с шероховатой поверхностью и оригинальный экспериментальный модуль эндопротеза ТБС (рис. 1, а). Эксперименты по изучению износа проведены в испытательной лаборатории ЦИТО им. Н.Н. Приорова на испытательной машине Walter+Bay AG LFV 10-50T при температуре окружающей среды 21-23°C в условиях сухого трения.

Для определения локализации износа, подсчета площади участков износа полиэтиленовых вкладышей и их фотофиксации использован стереомикроскоп Leica M125 с видео-тест-системой, представленной цифровой цветной камерой «Leica DFC420» [7]. Стереомикроскоп оснащен лицензионной графической программой анализа изображений с функцией вычисления площади изображения нестандартной формы (рис. 1, б). Программа испытания разработана с помощью программного обеспечения DionPro, позволяющего регистриро-

вать в режиме реального времени текущие значения нагрузки, перемещения и количества циклов, а также останавливать испытание при разрушении образца.

При моделировании экспериментов использовали ранее установленное соответствие (табл. 1) между изучаемыми показателями [8].

В эксперименте использованы 64 полиэтиленовых вкладыша. В зависимости от угла инклинации в паре трения — 0°, 10°, 20° и 30° — было сформировано 4 группы — А, Б, В и Г соответственно.

Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью аналитического пакета приложения Microsoft Excel Office 2010. Расчет непараметрического критерия Манна — Уитни осуществляли в программной среде BioStat 2007. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как видно из табл. 2, при уменьшении угла инклинации происходило перераспределение участка износа с преобладанием износа в передних (0-90° и 90-180°) и его уменьшением в задних (180-270° и 270-360°) секторах. Наиболее выраженное смещение износа наблюдалось при начальном изменении угла инклинации на 10°, так что увеличение площади износа в передних секторах составило около 54 мм². В то же время в задних секторах имело место снижение площади износа на 88 мм². При дальнейшем уменьшении угла наблюдалось последующее менее значимое увеличение данного показателя в

Табл. 1. Клинико-биомеханическое соответствие рентгенометрической степени НРК, величины угла инклинации ТБС и модуля эндопротеза

Степень рентгенометрической НРК ТБС	Угол инклинации в ТБС/угол инклинации в модуле эндопротеза ТБС, градусы			
Отсутствует	66/0	—	—	—
1-я степень	—	56/10	—	—
2-я степень	—	—	46/20	—
3-я степень	—	—	—	36/30

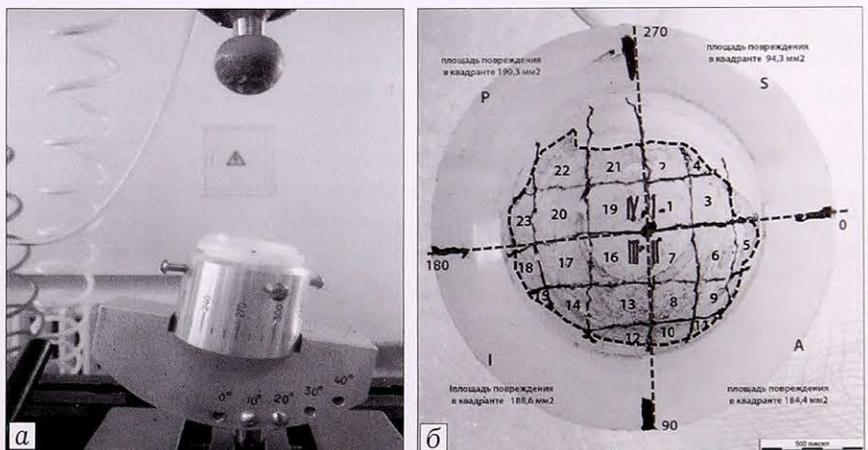


Рис. 1. Экспериментальный модуль эндопротеза ТБС на платформе испытательной машины (а) и определение площади износа в секторах А, I, Р, S полиэтиленового компонента эндопротеза (б).

Табл. 2. Показатели площади износа полиэтилена (в мм²) по секторам внутренней поверхности вкладышей

Группа	Сектор внутренней поверхности вкладышей				Суммарная площадь износа
	0–90°	90–180°	180–270°	270–360°	
А (0°)	168,7±4,5	160,8±4,9	168,4±4,4	159,9±5,0	657,8±2,6
Б (10°)	196,0±4,2	187,7±4,2	124,1±4,2	115,8±4,2	623,6±0,1*
В (20°)	212,4±4,7	204,5±4,0	101,6±4,0	93,3±4,0	611,8±2,2*
Г (30°)	216,1±4,2	207,8±4,2	94,3±4,2	86,0±4,2	604,2±0,1*

Примечание. * — статистическая значимость различий по сравнению с группой А (p≤0,05).

передних секторах вкладышей и его уменьшение — в задних. Что касается суммарной площади износа во всех секторах, то она последовательно снижалась при уменьшении степени инклинации, и при угле 30° в модуле эндопротеза она составляла 91,8% от ее величины в группе А.

При анализе изменения площади износа в переднем и заднем отделах внутренней поверхности испытанных вкладышей выявлено, что при угле инклинации в экспериментальном модуле эндо-

Табл. 3. Показатели площади износа полиэтилена (в мм²) в отделах внутренней поверхности вкладышей

Группа	Отдел внутренней поверхности вкладышей		Разность площадей износа
	передний	задний	
А (0°)	329,4±1,4	328,4±1,4	1,0±1,1
Б (10°)	383,8±0,1	239,9±0,1*	143,9±0,1
В (20°)	417,0±2,2	195,0±0,1*	222,0±2,2
Г (30°)	423,9±0,05	180,4±0,1*	243,5±0,1

Примечание. * — статистическая значимость различий площади износа в переднем и заднем отделе вкладышей в группах (p≤0,05).

протеза ТБС, равном 0° (группа А), фиксировалась практически одинаковая площадь износа полиэтилена в указанных отделах вкладышей с разницей в 1 мм². Напротив, при углах инклинации, равных 10°, 20° и 30°, происходило последовательное нарастающее увеличение площади износа в передних отделах полиэтиленовых вкладышей и ее уменьшение — в задних (табл. 3).

Схема распределения износа, разница в площади которого по отделам указана в табл. 3, представлена на рис. 2. Видно, что при величине угла инклинации в модуле, равной 0°, наблюдалось равномерное распределение площади износа в отделах вкладышей (рис. 2, а). Определение соотношения площади износа вкладышей при величине угла инклинации в экспериментальном модуле эндопротеза, равной 10° (группа Б, моделирование НРК ТБС 1-й степени), выявило преобладание износа полиэтилена в переднем отделе внутренней поверхности испытываемых вкладышей, составившее 62% общей площади износа (рис. 2, б). При 20° угле инклинации (группа В, моделирование НРК ТБС 2-й степени) усиливался износ полиэтилена в переднем

отделе внутренней поверхности испытываемых вкладышей, который достигал 68% от общего износа поверхности (рис. 2, в). При значении угла инклинации в модуле, равном 30° (группа Г, моделирование НРК ТБС 3-й степени), шло дальнейшее нарастание площади износа полиэтилена в переднем отделе внутренней поверхности испытываемых вкладышей до 70%, что составляло более 2/3 общей площади износа (рис. 2, г). Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о неравномерном износе полиэтилена с возрастанием площади износа в переднем отделе вкладышей при уменьшении угла инклинации головки модуля эндопротеза ТБС.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для достижения благоприятных результатов при эндопротезировании ТБС необходимо обеспечить правильное положение ацетабулярного компонента. Положение чашки определяется его установкой под определенными

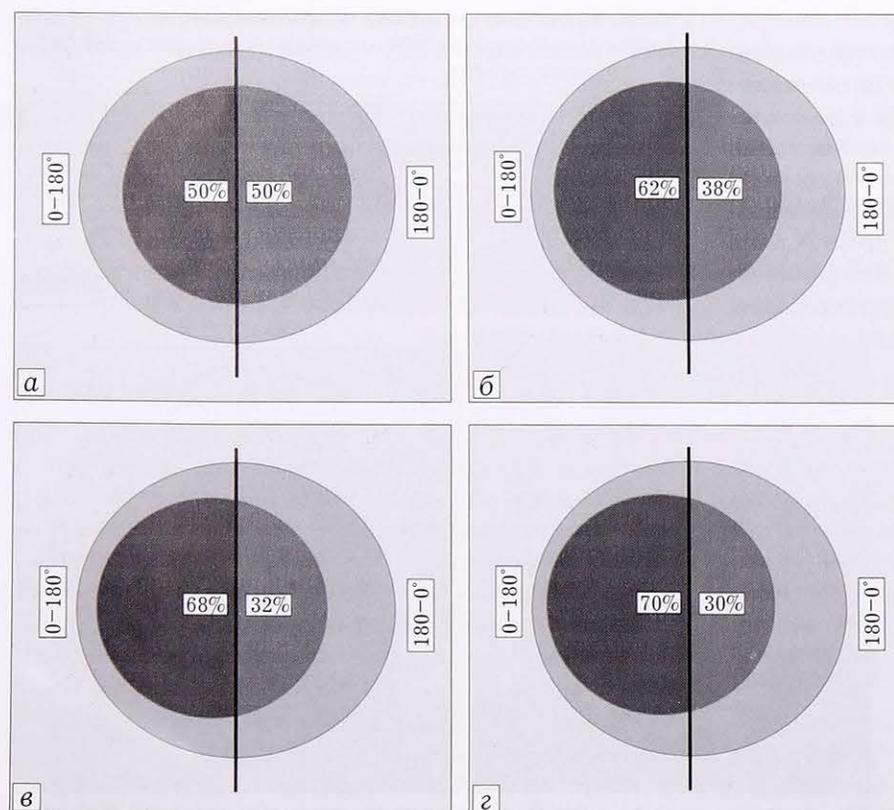


Рис. 2. Схема распределения площади износа по отделам вкладышей при углах инклинации в модуле, равных 0° (а), 10° (б), 20° (в), 30° (г).

ми углами абдукции и антеверсии [9] и достаточно широко варьирует. Так, в работе [10] при использовании керамо-керамической пары у 126 (64%) больных на рентгенограммах угол инклинации соответствовал 35–45°, у 64 (33%) больных он равнялся 46–50°, а у 7 (3%) прооперированных он был менее 35°.

Наряду с этим в литературе представлены противоречивые данные относительно важности этого параметра. В исследовании Т. Kadar и соавт. [11], использовавших пары керамика-полиэтилен и металл-полиэтилен по прошествии 2 лет после операции не выявлено взаимосвязи между углом инклинации и оседанием бедренной головки эндопротеза вследствие износа полиэтилена, так же как и с миграцией чашки при ее цементной фиксации [11]. По результатам более продолжительного 5-летнего исследования с использованием пар керамика-керамика и металл-полиэтилен также сделан вывод об отсутствии связи между углом инклинации и функциональными результатами установки имплантатов [12]. В приведенной ранее работе Т.О. Скипенко [10] доля отличных и хороших результатов через 5–10 лет после установки эндопротеза составила в целом 96%. Следовательно, положительные результаты получены при всех указанных углах инклинации, т.е. фактически независимо от этого показателя, варьирующего от значений менее 35° до 50°.

Вместе с тем известно, что одним из основных негативных последствий ненадлежащей установки полиэтиленовой чашки является усиление износа полимера с последующей воспалительной реакцией тканей на частицы износа и развитием нестабильности имплантата. Несмотря на то что большая часть работ посвящена износу полиэтилена, неблагоприятные последствия неправильной установки ацетабулярного компонента проявляются и при использовании металл-металлической пары трения [13]. Было установлено, что в этом случае имеется пороговое значение угла инклинации, равное 50°. При значениях угла, ниже указанного, в крови пациентов спустя 2 года после операции определяли количество кобальта и хрома, равное соответственно 1,6 и 1,9 части на 1 млрд. В случае превышения этого порога содержание указанных металлов составляло 4,4 и 4,3 части на 1 млрд, причем содержание металла в крови пациентов с превышением данного угла всегда было больше, чем у пациентов с меньшей степенью инклинации. В работе, посвященной выяснению важности угла инклинации и фиксирования центра ротации головки для уменьшения износа, установлена связь износа с углом инклинации, но не с центром ротации [14]. При изменениях угла инклинации существенно меняется максимум контактной нагрузки, что коррелирует с величиной объемного износа.

В то время как важность угла инклинации во многих работах все же признается, остается неясной связь между изменением угла инклинации и

износом компонентов в паре трения эндопротезов. Так, в работе [15] определено, что показатель износа полиэтилена, рассчитанный с применением метода конечных элементов, соответствует износу, измеренному у пациентов с 5-летним сроком имплантации. В ходе рентгенографического анализа установлено, что увеличение угла инклинации связано с большей линейной скоростью износа. В параллельной серии опытов на симуляторе суставов также выявлено, что увеличение угла свыше 45° приводит в среднем к 40% увеличению линейного износа полиэтилена. Подобно этому в ходе 4-летнего исследования показано, что при угле инклинации меньше 45° износ составлял 0,12 мм/год против 0,18 мм/год, если угол был больше 45°, т.е. увеличился на 50%, что согласуется с данными предыдущей работы [16].

В настоящей работе установлено, что как локализация, так и площадь изнашиваемого участка внутренней поверхности вкладыша зависит от величины угла инклинации в паре трения. При значении этого показателя в экспериментальном модуле эндопротеза, равном 0°, площадь износа полиэтилена в переднем и заднем отделах практически одинакова. Уменьшение угла инклинации вызывает смещение участка износа в передний отдел вкладыша. При этом общая площадь износа снижается, что при сохраняющейся величине нагрузки создает условия для повышенного износа полимера в участке контакта с головкой эндопротеза. Это согласуется с результатами ряда недавно проведенных исследований. Так, используя симулятор суставов и метод конечных элементов, было изучено влияния разных углов инклинации (0°, 40°, 50° и 70°) на скорость и площадь изнашивания полиэтилена, а также на контактную нагрузку [17]. Показано, что существует обратная взаимосвязь между скоростью объемного износа полимера и углом инклинации, так что больший угол инклинации скорее связан с меньшим, а не большим износом. Однако, по мнению авторов, это обстоятельство теряет свое значение в свете возможных осложнений в виде импинджмента, нежелательной краевой нагрузки чашки при более крутых углах ее установки. Эти осложнения могут быть объяснены неудовлетворительной работой имплантата при углах инклинации более 40°. В статье [18] также указано, что износ полиэтилена больше при уменьшении угла инклинации чашки. Такая же связь установлена и в работе [19], в которой проведено рентгенологическое изучение эндопротезов ТБС у 95 пациентов. Подчеркнуто, что объемный износ статистически значимо снижался при увеличении угла инклинации ($p < 0,006$). Также при этом обращено внимание на повышение риска вывиха искусственной головки из чашки.

Заключение. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что при моделировании сохранения баланса ротаторов бедра в ТБС (угол инклинации в модуле равен 0°) достигается

надлежащая центрация головки во вкладыше экспериментального модуля эндопротеза, и, соответственно, равномерное распределение нагрузки. Уменьшение угла инклинации сопровождается увеличением площади износа в передних отделах вкладышей и снижением общей площади износа, что приводит к повышению удельной нагрузки на полиэтиленовый вкладыш. Вследствие смещения изнашивания в передний отдел происходит нарушение должной сферической формы внутренней поверхности полимерного вкладыша, что дополнительно ухудшает функционирование трущейся пары и эндопротеза ТБС в целом.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Солодилов И.М., Колесник А.И., Сизых С.Г., Алпеев А.В., Гонеев С.В., Кравченко С.А. и др. Результаты эндопротезирования больных коксартрозом с наружной ротационной контрактурой тазобедренного сустава. Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2012; 2: 117–22 [Solodilov I.M., Kolesnik A.I., Sizykh S.G., Alpeev A.V., Goneev S.V., Kravchenko S.A., et al. Results of endoprosthesis in patients with coxarthrosis with external rotator contracture. Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik "Chelovek i zdorov'e". 2012; 2: 117–22 (in Russian)].
2. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., ред. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. т. 1. СПб: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2014 [Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., ed. Manual on hip surgery. V. 1. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2014 (in Russian)].
3. Загородний Н.В., Каграманов С.В., Чрагян Г.А. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава бесцементными компонентами эндопротеза Цваймюллера (Bicon, SL и SLR-plus). Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2012; 1: 66–72 [Zagorodniy N.V., Kagramanov S.V., Chragyan G.A. Revision hip arthroplasty with use of the cementless Zweymuller endoprosthesis components (Bicon, SL and SLR-plus) (in Russian)].
4. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Петров Н.В., Силин Л.Л., Рукин Я.А. Асептическое расшатывание эндопротеза тазобедренного сустава. М.: Медицина; 2011 [Kavalerskiy G.M., Murylyov V.Yu., Petrov N.V., Silin L.L., Rukin Ya.A. Aseptic loosening of hip endoprosthesis. Moscow: Meditsina; 2011 (in Russian)].
5. Жабин А.И., Носкова Т.И., Гаврюшенко Н.С., Захарова В.И., Образцова Л.Н., Курзин А.А. Протезы тазобедренных суставов. Лабораторная оценка степени износа трущихся поверхностей. Основные рекомендации. Р 42-610-02. М.: ВНИИИМТ; 2002 [Zhabin A.I., Noskova T.I., Gavryushenko N.S., Zakharova V.I., Obratsova L.N., Kurzin A.A. Hip joint endoprotheses. Laboratory analysis of the degree of friction surfaces wear. Basic recommendations. R 42-610-02. Moscow: VNIIMT; 2002 (in Russian)].
6. Колесник А.И., Гонеев С.В., Соколенко Н.В., Гаврюшенко Н.С., Андросов В.В., Гончаров Н.Н. и др. Способ экспресс-моделирования износа полиэтиленового вкладыша металлической чашки или полиэтиленовой чашки в динамических условиях при разных углах горизонтальной инклинации в экспериментальном модуле эндопротеза тазобедренного сустава. Патент РФ № 2550730; 2015 [Kolesnik A.I., Goneev S.V., Sokolenko N.V., Gavryushenko N.S., Androsov V.V., Goncharov N.N., et al. Method for express modelling of polyethylene insert wear in either metallic or polyethylene cup under dynamic conditions at different angles of horizontal inclination in experimental module of hip endoprosthesis. Patent RF, N 2550730; 2015 (in Russian)].
7. Колесник А.И., Гонеев С.В., Гаврюшенко Н.С., Соколенко Н.В., Андросов В.В., Гончаров Н.Н. и др. Экспериментальный модуль эндопротеза тазобедренного сустава для экспресс-моделирования износа полиэтиленового вкладыша металлической чашки или полиэтиленовой чашки эндопротеза тазобедренного сустава. Полезная модель РФ № 153973; 2015 [Kolesnik A.I., Goneev S.V., Gavryushenko N.S., Sokolenko N.V., Androsov V.V., Goncharov N.N., et al. Experimental module of hip endoprosthesis for express modelling of polyethylene insert wear in either metallic or polyethylene cup. Useful model RF, N 153973; 2015 (in Russian)].
8. Докалин А.Ю., Фролов Е.Б., Чеботарева Т.М., Сизых С.Г., Колесник А.И., Соколенко Н.В. и др. Клинико-биомеханическое соответствие наружной ротационной контрактуры и горизонтальной инклинации экспериментального модуля тазобедренного сустава. В кн.: Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и комбустиологии». Воронеж: 2014: 24–5 [Dokalin A.Yu., Frolov E.B., Chebotaryova T.M., Sizykh S.G., Kolesnik A.I., Sokolenko N.V., et al. Clinical and biochemical conformity of external rotation contracture with horizontal inclination in experimental module of hip endoprosthesis. In: Actual problems in traumatology, orthopaedics and combustiology. Proc. Interregional Scient.-Pract. Conf. Voronezh; 2014: 24–5 (in Russian)].
9. Ахтямов И.Ф., Кузин В.В., Кузьмин И.И., Рыков Ф.Г., Туренков С.В. Новые способы профилактики интраоперационных осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава. Гений ортопедии. 2007; 2: 71–5 [Akhtyamov I.F., Kuzin V.V., Kuz'min I.I., Rykov F.G., Turenkov S.V. New ways for prevention of the hip endoprosthesis intraoperative complications. Geniy ortopedii. 2007; 2: 71–5 (in Russian)].
10. Скипенко Т.О. Отдаленные результаты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с керамика-керамической парой трения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2014 [Skipenko T.O. Long term results of total hip arthroplasty with ceramic-ceramic friction pair. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2014 (in Russian)].
11. Kadar T., Furnes O., Aamodt A., Indrekvam K., Havelin L., Haugan K., Espehaug B., Hallan G. The influence of acetabular inclination angle on the penetration of polyethylene and migration of the acetabular component: a prospective, radiostereometric study on cemented acetabular components. J. Bone Joint. Surg. Br. 2012; 94 (3): 302–7.
12. Johansson H.R., Johnson A.J., Zywiell M.G., Naughton M., Mont M.A., Bonutti P.M. Does acetabular inclination angle affect survivorship of alumina-ceramic articulations? Clin. Orthop. Relat. Res. 2011; 469 (6): 1560–6.
13. Hart A.J., Buddhdev P., Winship P., Faria N., Powell J.J., Skinner J.A. Cup inclination angle of greater than 50 degrees increases whole blood concentrations of cobalt and chromium ions after metal-on-metal hip resurfacing. Hip. Int. 2008; 18 (3): 212–9.
14. Wan Z., Boutary M., Dorr L.D. The influence of acetabular component position on wear in total hip arthroplasty. J. Arthroplasty. 2008; 23 (1): 51–6.
15. Patil S., Bergula A., Chen P.C., Colwell C.W. Jr, D'Li-ma D.D. Polyethylene wear and acetabular component orientation. J. Bone Joint. Surg. Am. 2003; 85 (Suppl. 4): 56–63.
16. Little N.J., Busch C.A., Gallagher J.A., Rorabeck C.H., Bourne R.B. Acetabular polyethylene wear and acetabular inclination and femoral offset. Clin. Orthop. Relat. Res. 2009; 467 (11): 2895–2900.
17. Korduba L.A., Essner A., Pivec R., Lancin P., Mont M.A., Wang A., Delanois R.E. Effect of acetabular cup abduction angle on wear of ultrahigh-molecular-weight poly-

ethylene in hip simulator testing. Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ). 2014; 43 (10): 466–71.

18. Košak R., Kralj-Iglič V., Iglič A., Daniel M. Polyethylene wear is related to patient-specific contact stress in THA. Clin. Orthop. Relat. Res. 2011; 469 (12): 3415–22.

19. Rijavec B., Košak R., Daniel M., Kralj-Iglič V., Dolinar D. Effect of cup inclination on predicted contact stress-induced volumetric wear in total hip replacement. Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin. 2015; 18 (13): 1468–73.

Сведения об авторах: Колесник А.И. — доктор мед. наук, профессор кафедры хирургических болезней ФПО Курского ГМУ; Гаврюшенко Н.С. — доктор техн. наук, профессор, рук. испытательной лаборатории ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Булгаков В.Г. — канд. биол. наук, старший науч. сотр. ОЭТО ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Фролов Е.Б. — врач травматолог-ортопед детской ОКБ г. Белгорода; Фомин Л.В. — инженер-метролог испытательной лаборатории ЦИТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Колесник Александр Иванович. 30500, Курск, ул. К. Маркса, д. 3. Тел.: +7 (960) 678-90-32. E-mail: ko-lesnik@mail.ru.



Заметки на полях рукописи

В эксперименте убедительно показан износ полиэтилена вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава в зависимости от пространственного расположения последнего. Вместе с тем при проведении данного эксперимента авторами была заранее взята головка с шероховатостью. Если это было сделано с целью «ускорения износа и ускорения выполнения эксперимента», то неясно, как это будет выглядеть в реальности в организме человека, при том, что уже известно, что износ полиэтилена зависит от угла инклинации чашки. Для чистоты эксперимента целесообразнее было бы брать полированную головку из сплава комохрома или керамики. Второе замечание — это условия среды, в которых проводился эксперимент. В организме узел трения эндопротеза функционирует в условиях влажной среды вследствие попадания тканевой жидкости (даже синовиальной). Все испытания узлов трения за рубежом проводятся именно во влажной среде (раствор Рингера или бычья сыворотка), что позволяет сравнивать данные разных лабораторий, обсуждать их в едином ключе и делать определенные выводы. Эксперимент, реализующий трение всухую, дает другие данные, которые, к сожалению, нельзя сравнить с зарубежными. И еще один нюанс: трение сопровождается повышением температуры, которая по-разному может влиять на свойства полиэтилена: в эксперименте они одни, а на практике — другие.

Доктор мед. наук, профессор Н.В. Загородний

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При направлении статей в редакцию просим обращать особое внимание на правильность представления материала.

Библиографические списки составляются с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals). Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают.

В оригинальных статьях допускается цитировать не более 30 источников, в обзорах литературы — не более 60, в лекциях и других материалах — до 15. Библиография должна содержать помимо основополагающих работ, публикации за последние 5 лет. В списке литературы все работы перечисляются в порядке цитирования. Библиографические ссылки в тексте статьи даются в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Библиографическое описание книги (после ее названия): город (где издана); после двоеточия название издательства; после точки с запятой год издания. Если ссылка дается на главу книги: авторы; название главы; после точки ставится «В кн.» или «In:» и фамилия(и) автора(ов) или редактора(ов), затем название книги и выходные данные.

Библиографическое описание статьи из журнала: автор(ы); название статьи; название журнала; год; после точки с запятой номер журнала (для иностранных журналов том, в скобках номер журнала), после двоеточия цифры первой и последней страниц. При авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах — 6 первых авторов «и др.», в иностранных «et al.»; если в качестве авторов книг выступают редакторы, после фамилии следует ставить «ред.», в иностранных «ed.»

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ



© Коллектив авторов, 2016

ПЕРСПЕКТИВЫ АРТРОСКОПИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

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

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, РФ

Настоящий обзор посвящен проблемам и методам лечения заболеваний локтевого сустава. Рассмотрены основные методы консервативного и оперативного лечения остеоартроза начальных стадий, хондроматоза, рассекающего остеохондрита локтевого сустава и латерального эпикондилита. Представлены возможности применения артроскопической техники для лечения данных нозологических форм, отражены основные проблемы и актуальные, по мнению авторов, вопросы артроскопического лечения ортопедической патологии локтевого сустава на современном этапе развития хирургии.

Ключевые слова: обзор литературы, артроскопия, локтевой сустав, операция Outerbridge — Kashiwagi, малоинвазивные вмешательства.

Perspectives of Arthroscopic Surgery at Treatment of Elbow Joint Diseases

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

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

The present review is dedicated to the problems and treatment techniques in elbow joint diseases. Basic methods of conservative and surgical treatment for osteoarthritis in the initial stages, chondromatosis, elbow osteochondritis dissecans and lateral epicondylitis are considered. Potentialities of arthroscopic interventions for the treatment of these conditions are presented and the main problems as well as the urgent aspects of arthroscopic treatment for elbow joint orthopaedic pathology at the current stage of surgery development are considered.

Key words: literature review, arthroscopy, elbow joint, Outerbridge-Kashiwagi procedure, minimally invasive interventions.

Локтевой сустав по своим особенностям является одним из самых сложных крупных суставов конечностей. Лечение пациентов с его патологией остается трудной задачей современной травматологии [1]. Эти трудности связаны прежде всего со сложностью анатомического строения и биомеханики локтевого сустава, быстрым развитием после травмы стойких контрактур и склонностью его структур к параартикулярной оссификации [2]. Посттравматические изменения часто обуславливают прогрессирование болевого синдрома и выраженное нарушение функции верхней конечности.

Неполная удовлетворенность результатами открытых хирургических вмешательств и, особенно, функцией локтевого сустава после артротомии явилась побудительным мотивом для поиска менее травматичных способов хирургического лечения.

Появление новых диагностических и хирургических технологий с использованием артроскопической инструментальной техники открыло новые возможности для усовершенствования диагностики и лечения патологии локтевого сустава. Артроскопия позволила решить проблему

ранней диагностики заболеваний и реализовать возможность малотравматичной коррекции внутрисуставных поражений на начальных стадиях заболевания [3]. Малоинвазивность хирургических вмешательств и эффективная реабилитация после артроскопии позволяют пациентам в кратчайшие сроки вернуться к своей профессиональной деятельности, занятиям спортом и привычной повседневной жизни [4].

Вместе с тем артроскопия локтевого сустава пока не получила широкого распространения, а ее доля среди всех артроскопических вмешательств составляет 11% [5].

На сегодняшний день основными показаниями к проведению лечебной артроскопии локтевого сустава являются: артралгии при различных заболеваниях, остеоартроз, септический артрит, синовит, артрофиброз, рассекающий остеохондрит, латеральный эпикондилит, хондроматоз, ревматоидный артрит, переломы венечного локтевого отростка, головки лучевой кости и головочки мыщелка плечевой кости [1, 6, 7]. В. Morrey и соавт. [8] считают показаниями к артроскопическому лече-

нию при контрактурах локтевого сустава различной этиологии разгибание менее 30–35° и сгибание менее 130°.

Противопоказаниями считаются любое нарушение нормальной анатомии, включая обширную гетеротопическую оссификацию, транспозиция локтевого нерва в анамнезе, предшествующие пластические операции на коже или мягких тканях или ожоги, которые затрудняют доступ к суставу вследствие изменения расположения нейроваскулярных структур, локальные инфекции кожи [7]. По мнению [9], крайне сложно выполнять полную синовэктомию и фиксацию фрагментов методом артроскопии при остеохондрите головки мыщелка плечевой кости, лечить сложные посттравматические деформации. N. Holzer и соавт. к противопоказаниям относят также поздние стадии дегенеративного остеоартроза и дисконгруэнтность сустава [10].

В дальнейшем в данной статье речь пойдет только о тех заболеваниях, в число методик лечения которых входят и артроскопические операции. Коротко остановимся на консервативных вариантах лечения данных нозологий.

Артроз локтевого сустава начальных стадий. Консервативное лечение ранних стадий остеоартроза локтевого сустава является традиционным и предусматривает ограничение движений в суставе, особенно полное разгибание и сгибание, медикаментозное лечение и физиотерапию. Арсенал средств, применяемых для медикаментозного лечения, довольно широк и включает нестероидные противовоспалительные препараты, оральные стероиды, противоревматические препараты (DMARDs) и т.д. [11]. Эффективным является внутрисуставное введение кортикостероидов, однако инъекции нежелательно применять длительное время при запущенных формах артроза и у молодых пациентов с сохраненным суставным пространством [1].

В литературе есть отдельные сообщения об использовании гиалуроновой кислоты, PRP, ACP, которые на непродолжительное время снижают выраженность болевого синдрома [12].

Если консервативное лечение не приносит положительных результатов, принимается решение о необходимости хирургического вмешательства. Для уменьшения боли и восстановления функции локтевого сустава выполняются как открытые, так и артроскопические операции.

Рассекающий остеохондрит. Выбор способа лечения зависит от стадии и типа поражения [13]. Консервативное лечение рассекающего остеохондрита возможно на начальных стадиях заболевания и заключается в снижении двигательной активности в поврежденном суставе на срок от 6 до 12 нед, а также выполнении упражнений, направленных на укрепление мышц [14]. Другие авторы рекомендуют ношение разгрузочного ортеза [15]. Однако M. Takahara и соавт. [16] сообщают о 83% неудовлетворительных и плохих результатов спустя 5 лет после консервативного лечения

рассекающего остеохондрита головки плечевой кости у 24 пациентов в возрасте 11–16 лет. При отсутствии лечения или его неэффективности со временем развивается остеоартроз локтевого сустава [17].

Латеральный эпикондилит. Как правило, латеральный эпикондилит хорошо поддается консервативному лечению, которое включает ношение брейсов, лечебную физкультуру, инъекции кортикостероидов, акупунктуру [18]. Общепринятым методом лечения является назначение нестероидных противовоспалительных препаратов. Недавно в качестве новых способов консервативного лечения были предложены инъекции ботулотоксина и ударно-волновая терапия [19]. Однако сохранение симптомов заболевания в течение 6 мес и более, несмотря на проводимое консервативное лечение, является показанием к оперативному вмешательству [20].

Открытые способы хирургического лечения патологии локтевого сустава

Открытый дебридмент сустава, релиз капсулы и удаление остеофитов при остеоартрозе показаны молодым и активным пациентам с I–II стадией заболевания, не позднее 1–2 лет с момента появления признаков заболевания, которые испытывают боли при максимальном сгибании и разгибании. Открытый дебридмент выполняют при выраженной контрактуре локтевого сустава, наличии гетеротопических оссификатов и хирургической транспозиции локтевого нерва в анамнезе [21]. Предшествующие оперативные вмешательства с обнажением головки локтевой кости часто приводят к образованию рубцов и спаек с вовлечением в рубцовый процесс лучевого нерва на переднем отделе капсулы, что делает его восприимчивым к ятрогенной травме. В связи с этим в таких ситуациях также необходимо открытое хирургическое вмешательство.

В настоящее время, как правило, используют медиальный или латеральный доступ, которые позволяют выполнить релиз капсулы переднего и заднего отделов сустава [11]. В то же время S.A. Antuña и соавт. [22] считают оптимальным задний доступ, который позволяет достичь передней части локтевого сустава, выделить локтевой нерв и осуществить его декомпрессию и транспозицию.

Операция, предложенная Outerbridge и Kashiwagi, заключается в удалении свободных суставных тел или остеофитов в переднем и заднем отделах сустава через задний доступ и фенестрированную локтевую ямку [23]. При выраженной сгибательной контрактуре выполняется также релиз переднего отдела суставной капсулы [22]. Противопоказаниями к этому вмешательству является болевой синдром на протяжении всего объема движений в суставе и выраженные рентгенологические признаки дегенеративных изменений в нем [24]. В 1992 г. V.F. Morrey модифицировал эту операцию, предложив осуществлять доступ к зад-

нему отделу сустава путем отведения сухожилия трехглавой мышцы плеча [25].

В литературе можно найти сообщения об отличных и хороших результатах операции Outerbridge — Kashiwagi. Так, P. Raval и соавт. [26] в 85% случаев получили отличные результаты, болевой синдром по ВАШ уменьшился с 8 до 2 баллов, амплитуда движений увеличилась на 27°, осложнений не наблюдалось. Однако в тех случаях, когда не удавалось восстановить полностью объем движений в суставе, развивалась повторная контрактура [22].

T. Wada и соавт. [27] разработали альтернативную технику открытого дебридмента. Поскольку движения в локтевом суставе ограничивают в основном медиальные остеофиты, они предложили использовать заднемедиальный доступ, который открывает прямой доступ к остеофитам венечного и локтевого отростков. Используя эту технику при лечении 33 пациентов, авторы констатировали удовлетворительные результаты в 85% наблюдений при среднем сроке наблюдения 10 лет.

К открытым способам хирургического лечения рассекающего остеохондрита относятся фиксация костных фрагментов и хрящевая мозаичная аутохондропластика. Фиксация фрагментов обуславливает нарушение кровотока и высокую частоту повторных операций [28]. В последние годы стали появляться сообщения об успешном применении при рассекающем остеохондрите локтевого сустава мозаичной (цилиндрической) хондропластики, которая раньше использовалась преимущественно при операциях на коленном суставе. Этот метод позволяет восстановить амплитуду движений в суставе, снять болевой синдром и вернуться к занятиям спортом [29].

Артроскопическое лечение патологии локтевого сустава

Первая попытка выполнения артроскопии локтевого сустава была предпринята доктором M.S. Burman в 1931 г., после чего он сделал заключение, что локтевой сустав не годится для такой операции. Однако год спустя он изменил свое мнение после успешной визуализации переднего отдела локтевого сустава на трупе [30].

В 1970–80-е годы, после 40-летнего перерыва, по мере накопления знаний об анатомии локтевого сустава и совершенствования хирургической техники и оборудования интерес к артроскопии локтевого сустава вернулся. Благодаря таким энтузиастам, как J.R. Andrews, W.G. Carson (1985), J.F. Guhl (1985), S.W. O'Driscoll и B.F. Morrey (1992), которые проводили экспериментальные исследования на трупах и внедряли результаты исследований в клиническую практику, артроскопия локтевого сустава стала признанным методом диагностики и лечения различной патологии локтевого сустава [23, 31, 32].

Однако артроскопия локтевого сустава остается технически сложной и трудновыполнимой процедурой с высоким риском неврологических ослож-

нений, поэтому ее должны выполнять опытные хирурги с хорошим знанием анатомии, особенно топографии нейроваскулярных структур в зонах доступов [4].

Несмотря на то что в литературе описано большое число различных доступов для данного вида вмешательства, наиболее часто используются следующие семь доступов как наиболее эффективные и безопасные: проксимальный латеральный, проксимальный медиальный, переднелатеральный, переднемедиальный, прямой латеральный, заднелатеральный, прямой задний [33].

До сих пор среди специалистов нет единого мнения, с какого из доступов следует начинать операцию. F. Savoie и соавт. [34], N. Holzer и соавт. [10] считают, что проксимальные переднелатеральный и переднемедиальный доступы являются более безопасными по сравнению с дистально расположенными доступами. По их мнению, начинать артроскопию следует с формирования проксимального переднемедиального доступа при условии защиты локтевого нерва от повреждения.

И.А. Кузнецов и соавт. [35] провели топографо-анатомическое обоснование техники оптимальных артроскопических доступов к локтевому суставу с учетом особенностей расположения сосудисто-нервных образований при его различных функциональных положениях. Результаты исследования показали, что с латеральной стороны возможно формирование двух артроскопических доступов: инструментального и оптического без конфликта с сосудисто-нервными образованиями. Оптимальным положением для выполнения артроскопии локтевого сустава является сгибание в локтевом суставе до 90°.

Для манипуляций на заднем отделе плечелоктевого сустава, который часто поражается при рассекающем остеохондрите, разработан двойной боковой доступ. Дистальный локтевой оптический доступ выполняется немного латеральнее средней локтевой линии и на 3–4 см дистальнее заднего отдела лучелоктевого сочленения, чтобы избежать конфликта камеры и инструментов [13]. Затем осуществляют инструментальный доступ в так называемом «soft spot — слабом месте» в центре треугольника, образованного головками лучевой и плечевой костей и верхушкой локтевого отростка.

Визуализация заднего отдела локтевого сустава достигается при использовании заднелатерального и прямого заднего доступов [10].

Данные литературы свидетельствуют, что топографо-анатомические исследования являются неотъемлемым компонентом поиска наиболее безопасных анатомических зон для разработки оптимальных артроскопических доступов к локтевому суставу. Большинство таких исследований направлено на изучение положения крупных периферических нервов в зоне доступа и оценку их отношения к инструментам. Наименее изученным и перспективным вопросом является оценка влияния функционального положения конечности на увели-

чение зон безопасности для формирования рабочих и вспомогательных артроскопических доступов.

Артроскопическое лечение *остеоартроза локтевого сустава* показано молодым (до 60 лет) и активным пациентам. По сравнению с открытым дебридментом артроскопия позволяет начать раннюю реабилитацию пациентов и предотвратить послеоперационную контрактуру, так как миниинвазивные доступы характеризуются меньшей травматизацией мягких околоуставных тканей и нейроваскулярных структур, что обуславливает менее выраженный послеоперационный болевой синдром [34]. F. Savoie и соавт. считают, что артроскопия может полностью заменить открытые операции при остеоартрозе локтевого сустава, а ее результаты ничуть не хуже исходов открытых вмешательств [15, 34]. Однако для ее успешного выполнения требуется мастерство хирурга, соблюдение техники, отличное знание хирургической анатомии, что позволит избежать повреждений сосудов и нервов [4].

При остеоартрозе локтевого сустава, как правило, выполняется артроскопический дебридмент (так называемая плечелоктевая артропластика), заключающийся в удалении остеофитов или суставных мышц. При необходимости также выполняется релиз переднего отдела капсулы [1, 36, 37].

В 1993 г. J. Redden и D. Stanley описали артроскопический вариант операции Outerbridge — Kashiwagi и сообщили о значительном уменьшении боли у всех 12 прооперированных пациентов. С тех пор выполнено большое число исследований, которые подтвердили высокую эффективность артроскопического лечения остеоартроза [38].

S. MacLean и соавт. [37] изучили результаты артроскопического лечения 20 пациентов (21 локтевой сустав) с остеоартрозом локтевого сустава, у которых ведущим симптомом была боль. Всем пациентам были выполнены дебридмент, субтотальная синовэктомия и капсулэктомия. Срок наблюдения составил в среднем 5,5 лет. Оценка по шкале DASH в послеоперационном периоде улучшилась с 34 до 12,7 баллов, состояние по шкале Мауо для 11 конечностей оценено как отличное, для 5 — как хорошее, для 4 — как удовлетворительное и для 1 — как плохое. Девятнадцать из 20 пациентов выразили полное удовлетворение и сказали, что готовы перенести повторную операцию, при наличии показаний. Авторы рассматривают описанный метод лечения как частичную нейротомию для снижения болевых ощущений в суставе [37].

J. Adams и соавт. [36] представили результаты артроскопической резекции остеофитов и капсулэктомии на 42 суставах у 41 пациента с остеоартрозом локтевого сустава. Срок наблюдения составил как минимум 2 года, в среднем 3,4 года. Первым выполняли переднелатеральный доступ. Сгибание в локтевом суставе улучшилось со 117,3° до операции до 131,6° после лечения, разгибание — с 21,4° до 8,4°, супинация — с 70,7° до 78,6°. Хорошие и отличные результаты по шкале Мауо были достигнуты в

81% наблюдений, значительно снизилась выраженность болевого синдрома. К осложнениям авторы отнесли два случая гетеротопической оссификации и нарушения чувствительности [36].

R. McLaughlin и соавт. [39] провели рандомизированное контролируемое исследование, в котором сравнили результаты артроскопического лечения первичного артроза локтевого сустава двумя методами: только дебридмент с иссечением головки лучевой кости (первая группа) и аналогичная операция с дополнительной фенестрацией дистального отдела плечевой кости (вторая группа). Результаты исследования показали, что объем движений в первой группе увеличился значительно больше по сравнению со второй группой — на 62° и 46° соответственно.

Исследований, в которых сравнивались бы исходы открытых и артроскопических методов лечения остеоартроза локтевого сустава, сравнительно мало. В проспективном групповом исследовании [40] сравнивали эффективность открытого и артроскопического дебридмента, дополненного фенестрацией локтевой ямки, у пациентов с посттравматическим и первичным артрозом. Авторы пришли к выводу, что артроскопия позволяет значительно снизить болевой синдром, в то время как посредством открытого вмешательства удастся в большей мере увеличить амплитуду движений в суставе.

Для предоперационного планирования большое значение имеет определение предоперационных предикторов, влияющих на исход лечения.

В ретроспективное исследование [41] было включено 43 пациента. Каждому из них был выполнен артроскопический дебридмент. Средний срок наблюдения составил 38 мес (от 18 до 77 мес). Целью исследования было определить, насколько влияют на исходы операции такие факторы, как возраст, пол, длительность заболевания, сторона поражения (левая/правая), предшествующие неудачные вмешательства на суставе, результаты оценки по ВАШ, диапазон движений. Многофакторный дисперсионный анализ выявил, что единственным независимым фактором, оказывающим влияние на амплитуду движений и функцию сустава в послеоперационном периоде, является диапазон движений до операции. На основании этого авторы рекомендуют выполнять артроскопический дебридмент пациентам, у которых амплитуда движений в локтевом суставе составляет 80° и более [41].

H. Yan и соавт. [42] провели артроскопическое лечение 35 профессиональных спортсменов с остеоартрозом локтевого сустава, заключавшееся в удалении внутрисуставных тел и остеофитов, при необходимости авторы расширяли объем вмешательства фенестрацией локтевой ямки. Пациентов наблюдали в течение 16–98 мес. Отличные и хорошие результаты получены в 30 наблюдениях. Авторы считают, что этиология заболевания, его длительность, удаление остеофитов и суставных мышц не влияют на исход лечения. Единственным фактором, который определенно ухудшал резуль-

таты артроскопического лечения, оказалась фенестрация локтевой ямки [42].

Показаниями к оперативному лечению *рассекающего остеохондрита* являются наличие симптоматических внутрисуставных тел, прогрессирование заболевания или разрушение хрящевого покрытия даже в состоянии покоя и прекращения физической деятельности [15]. В литературе до сих пор не прекращается дискуссия относительно идеального метода хирургического лечения рассекающего остеохондрита. I. Војанић и соавт. [43] все способы хирургического лечения данной патологии делят на три категории: 1) открытые, целью которых является фиксация свободных внутрисуставных тел; 2) артроскопический дебридмент в сочетании со стимуляцией костного мозга или без него; 3) технологии восстановления хрящевого покрытия.

Открытые вмешательства находят применение при наличии достаточно больших жизнеспособных фрагментов хряща, которые могут быть успешно фиксированы. Только удаление внутрисуставных тел или иссечение фрагментов не обеспечивает полного восстановления функции сустава и возвращения к прежнему уровню спортивной активности. Описаны различные способы фиксации фрагментов: винтами Герберта, штифтами из аутокости, выдвигаемыми спицами и динамическими скобами [16]. Для заполнения каверн и усиления фиксации фрагментов дополнительно применяют пластику губчатой костью. Восполнение дефектов хрящевого покрытия, которое выполняют при обширных поражениях, подразумевает пересадку костно-хрящевых трансплантатов или имплантацию аутологичных хондроцитов, взятых из коленного сустава или ребер. F. Savoie и соавт. в качестве донорского места использовали проксимальный отдел локтевого отростка [15]. Этот метод, по сообщениям многих авторов, обеспечивает высокий процент хороших и отличных результатов. При запущенных формах, когда размер хрящевых фрагментов превышает 10 мм, возможны рецидивы и дальнейшее прогрессирование заболевания.

Артроскопические методы включают дебридмент, абразивную хондропластику, фиксацию рассасывающимися штифтами, остеотомию и микрофрактуринг [15, 43]. Благодаря минимальной инвазивности, артроскопическое лечение сопровождается менее выраженным формированием рубцов, более быстрым восстановлением функции локтевого сустава и меньшей частотой осложнений [43]. Для артроскопического лечения рассекающего остеохондрита, как правило, используются два передних и два задних доступа [15].

В последние годы при лечении рассекающего остеохондрита локтевого сустава стал применяться так называемый «микрофрактуринг» — формирование микропереломов субхондральной кости, направленное на создание так называемого «супер-густка» крови, стимуляцию мезенхимальных кле-

ток с последующей трансформацией соединительной ткани в хрящеподобную [44].

У. Агаи и соавт. [45] предложили для лечения рассекающего остеохондрита артроскопический метод перфорации субхондральной кости, целью которого является увеличение притока крови к пораженным участкам из окружающей костной ткани и, таким образом, сращение отслаивающихся участков хрящевой ткани [45].

В целом, по мнению большинства авторов, артроскопическое лечение рассекающего остеохондрита является эффективным и безопасным хирургическим способом, после которого от 80 до 100% спортсменов возвращаются к своему дооперационному уровню активности.

Лечение *хондроматоза локтевого сустава* заключается в удалении хрящевых тел и иссечении тех участков синовиальной оболочки, где имеются реактивные изменения и видны хрящевые островки. Открытые операции довольно травматичны, послеоперационный период требует длительного ограничения движений, что отрицательно влияет на восстановление функции сустава [46]. При стабильных формах хондроматоза, когда нет необходимости в тотальной синовэктомии, в настоящее время, как правило, выполняют артроскопию [47], которая отличается малотравматичностью. Однако выполнение артроскопического вмешательства требует от хирурга большого мастерства и опыта для минимизации риска развития рецидивов и осложнений [48].

D. Dimnjaković и соавт. [47] представили результаты артроскопического лечения хондроматоза локтевого сустава у 7 пациентов, которое заключалось в удалении внутрисуставных тел и полной синовэктомии. Результаты оценивали по шкале Mayo Elbow Performance Score (MEPS) в средние сроки 31 мес (18–56 мес). Авторы оценили результаты лечения у 6 больных как отличные и хорошие, средняя оценка по шкале MEPS после операции составила 85 баллов, что на 45,5 баллов больше, чем до операции. У 1 пациента вскоре после артроскопии развилась гетеротопическая оссификация, что потребовало открытого хирургического лечения [47].

M. Flury и соавт. [48] сравнили результаты открытого и артроскопического лечения первичного и вторичного хондроматоза локтевого сустава у 19 пациентов. В обеих группах были получены хорошие результаты: уменьшение боли, увеличение амплитуды движений, полная удовлетворенность пациентов, отсутствие осложнений и рецидивов заболевания. Однако период реабилитации после артроскопии был значительно короче вследствие малой инвазивности и, следовательно, незначительной травматизации мягких тканей.

Все хирургические способы лечения *латерального эпикондилита локтевого сустава* можно разделить на открытые, открытые миниинвазивные, чрескожные и артроскопические [20, 49].

При открытых вмешательствах выполняют резекцию надмыщелка, резекцию (релиз) круговой

связки и синовиальной оболочки, релиз короткого лучевого разгибателя запястья и общего разгибателя пальцев, денервацию, декомпрессию лучевого нерва и др. [50–52].

Самый большой опыт представили в 1993 г. J. Verhaar и соавт. [53]. Они наблюдали 57 пациентов в течение в среднем 5 лет после открытого хирургического лечения эпикондилита. Через 6 нед после операции 40% из них жаловались на среднюю и выраженную боль, через год такие жалобы предъявляли 24% больных. Через 5 лет, несмотря на значительное улучшение, 9% пациентов все же испытывали боль от умеренной до выраженной, а 28% жаловались на другие симптомы.

Чрескожные методы хирургического лечения эпикондилита также получили широкое распространение. Впервые чрескожный релиз в 1982 г. описали S. Baumgard и D. Schwartz [54]. Чрескожный релиз места прикрепления общего разгибателя обеспечивает до 90% хороших и отличных результатов [55].

Наиболее распространенным методом является идентификация и иссечение всех измененных тканей в области прикрепления сухожилия разгибателя в сочетании с созданием костного ложа и последующей реаппроксимацией апоневроза [56].

В последние два десятилетия предпочтение отдается артроскопическим методам лечения как более щадящим, однако решение о выборе способа хирургического лечения зависит от степени заболевания, имеющихся симптомов и предпочтений хирурга [57]. Исследования на анатомических объектах доказали, что артроскопия позволяет в 100% случаев безопасно и эффективно резецировать основание короткого лучевого разгибателя кисти и в 90% — основание общего разгибателя пальцев [58].

К преимуществам артроскопического лечения можно отнести возможность дебридмента сухожилия без разделения апоневроза общего разгибателя, возможность визуализации полости сустава с целью диагностики внутрисуставной патологии и более короткий период послеоперационной реабилитации [59, 60].

Некоторые авторы предпочитают проводить дебридмент латеральных отделов капсулы сустава с окружающими его тканями, что может отрицательно сказаться на состоянии плечелучевого сустава, другие хирурги делают акцент на дебридменте сухожилий разгибателей [60].

C. Baker Jr. и соавт. [45] в 2008 г. опубликовали долгосрочные результаты артроскопического релиза короткого лучевого разгибателя запястья у 30 пациентов со средним сроком наблюдения 130 мес, 86,7% из них были полностью удовлетворены результатами лечения.

R. Grewal и соавт. [32] выполнили артроскопический релиз у 36 пациентов, страдающих латеральным эпикондилитом, 25 из которых были заняты на производстве тяжелым трудом с повторяющимися движениями. В среднем через 42 мес удовлетворенность пациентов результатами лечения

по ВАШ составила 8 баллов из 10, средний балл по шкале Mayo Elbow Performance Index — $78,6 \pm 16,5$. Четырнадцать пациентов считали себя полностью здоровыми, 16 сказали, что чувствуют себя значительно лучше, 5 не почувствовали улучшения и только 1 пациент сообщил, что ему стало хуже, чем до лечения. Авторы не выявили связи между результатами лечения и такими факторами, как возраст больных, длительность заболевания, сопутствующая патология оперируемого сустава, тип поражения. Значительно худшие результаты были получены у тех пациентов, которые были заняты тяжелым физическим трудом [32].

В последнее десятилетие опубликованы результаты нескольких исследований, в которых авторы сравнивали эффективность и безопасность открытого и артроскопического методов лечения латерального эпикондилита. R. Peart и соавт. [59] в группе артроскопического лечения отличные и хорошие результаты получили в 72% наблюдений, в группе открытого лечения — в 69%. Пациентов сравнивали по уровню боли, функции конечности, удовлетворенности, срокам реабилитации. Осложнений не наблюдалось ни в одной из групп.

Заключение. Проблема хирургического лечения патологии локтевого сустава, как и вопрос определения места в нем артроскопической технологии, в настоящее время полностью не решены. Прежде всего четко не определены наиболее удобные и безопасные артроскопические доступы к локтевому суставу в зависимости от нозологической формы патологии, при которых артроскопия локтевого сустава окажется наиболее целесообразной. Отсутствуют детально разработанные алгоритмы подбора пациентов с патологией и травмами локтевого сустава для артроскопического вмешательства. Также не решен вопрос об оптимальной фиксации и положении на столе оперируемой конечности при проведении операций на локтевом суставе артроскопическим методом. Более того, анализ современных источников литературы показывает, что в зарубежной и отечественной литературе недостаточно освещены вопросы, касающиеся сроков, показаний и противопоказаний к консервативному и оперативному лечению, разных подходов к артроскопической операции у пациентов с разной патологией. Таким образом, оптимизацию технологии артроскопического лечения следует вести по пути формирования алгоритма и разработки критериев отбора пациентов, перспективных именно для данной хирургической технологии, разработки более щадящих доступов с минимальной травматичностью сосудов и нервов и совершенствования хода и техники самой операции, в том числе с учетом разных функциональных положений верхней конечности.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Ратъев А.П., Егизарян К.А., Жаворонков Е.А., Мельников В.С. Лечение остеоартроза локтевого сус-

- тава. Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2014; 2: 50–60 [Rat'ev A.P., Egiazaryan K.A., Zhavoronkov E.A., Mel'nikov V.S. Treatment of elbow osteoarthritis. Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii. 2014, 2 (49); 50–60 (in Russian)].
2. Holzer N., Steinmann S.P. Arthroscopic management of the stiff elbow: osteoarthritis and arthrofibrosis. Oper. Tech. Sports Med. 2014; 22: 164–8.
 3. O'Driscoll S.W., Morrey B.F. Arthroscopy of the elbow. Diagnostic and therapeutic benefits and hazards. J. Bone Joint Surg. Am. 1992; 74 (1): 84–94.
 4. Khanchandani P. Elbow arthroscopy: review of the literature and case reports. Case Rep. Orthop. 2012; 2012: 478214. doi: 10.1155/2012/478214.
 5. Kelly E.W., Morrey B.F., O'Driscoll S.W. Complications of elbow arthroscopy. J. Bone Surg. Am. 2001; 83 (1): 25–34.
 6. Adams J.E., King G.J., Steinmann S.P., Cohen M.S. Elbow arthroscopy: indications, techniques, outcomes, and complications. Instr. Course Lect. 2015; 64: 215–24.
 7. Bennett J.M. Elbow arthroscopy: the basics. J. Hand Surg. 2013; 38 (1): 164–7.
 8. Morrey B.F., Askew L.J., An K.N., Chao E.Y. A biomechanical study of normal functional elbow motion. J. Bone Joint Surg. Am. 1981; 63 (6): 872–7.
 9. Hesse B., Lampert C. Arthroscopy of the elbow joint—video analysis of the anatomy and function. Int. Orthop. 2002; 26 (4): 217–21.
 10. Holzer N., Steinmann S.P. Arthroscopic management of the stiff elbow: osteoarthritis and arthrofibrosis. Oper. Tech. Sports Med. 2014; 22: 164–8.
 11. Biswas D., Wysocki R.W., Cohen M.S. Primary and post-traumatic arthritis of the elbow. Arthritis. 2013; 473259: doi: 10.1155/2013/473259
 12. van Brakel R.W., Eygendaal D. Intra-articular injection of hyaluronic acid is not effective for the treatment of post-traumatic osteoarthritis of the elbow. Arthroscopy. 2006; 22 (11): 1199–1203.
 13. van den Ende K.I., McIntosh A.L., Adams J.E., Steinmann S.P. Osteochondritis dissecans of the capitellum: a review of the literature and a distal ulnar portal. Arthroscopy. 2011; 27 (1): 122–8.
 14. Mihara K., Tsutsui H., Nishinaka B., Yamaguchi K. Nonoperative treatment for osteochondritis dissecans of the capitellum. Am. J. Sports Med. 2009; 37: 298–304.
 15. Savoie F.H. 3rd. Osteochondritis dissecans of the elbow. Operative Techn. Sports Medicine. 2008; 16 (4): 187–93.
 16. Takahara M., Mura N., Sasaki J., Harada M., Ogino T. Classification, treatment, and outcome of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. Surgical technique. J. Bone Joint Surg. Am. 2008; 90 Suppl. 2 Pt. 1: 47–62.
 17. de Graaff F., Krijnen M.R., Poolman R.W., Willems W.J. Arthroscopic surgery in athletes with osteochondritis dissecans of the elbow. Arthroscopy. 2011; 27 (7): 986–93.
 18. Bisset L., Beller E., Jull G., Brooks P., Darnell R., Vicenzino B. Mobilisation with movement and exercise, corticosteroid injection, or wait and see for tennis elbow: randomised trial. BMJ. 2006; 333 (7575): 939.
 19. Hayton M.J., Santini A.J., Hughes P.J., Frostick S.P., Trail I.A., Stanley J.K. Botulinum toxin injection in the treatment of tennis elbow. A double-blind, randomized, controlled, pilot study. J. Bone Joint Surg. Am. 2005; 87 (3): 503–7.
 20. Longacre M.D., Baker III C.L., Baker C.L. Jr. Arthroscopic management of lateral epicondylitis. Oper. Tech. Sports Med. 2014; 22: 142–7.
 21. Papatheodorou L.K., Baratz M.E., Sotereanos D.G. Elbow arthritis: current concepts. J. Hand Surg. Am. 2013; 38 (3): 605–13.
 22. Antuña S.A., Morrey B.F., Adams R.A., O'Driscoll S.W. Ulnohumeral arthroplasty for primary degenerative arthritis of the elbow: long-term outcome and complications. J. Bone Joint Surg. Am. 2002; 84 (12): 2168–73.
 23. Kashiwagi D. Osteoarthritis of the elbow joint. Intraarticular changes and the special operative procedure, Outerbridge-Kashiwagi method. Elbow Joint. Amsterdam: Elsevier Science. 1985: 177–8.
 24. Soojian M.G., Kwon Y.W. Elbow arthritis. Bull. NYU Hosp. Jt Dis. 2007; 65 (1): 61–71.
 25. Morrey B.F. Primary degenerative arthritis of the elbow. Treatment by ulnohumeral arthroplasty. J. Bone Joint Surg. Br. 1992; 74 (3): 409–13.
 26. Raval P., Ellanti P., Harrington P. Ulnohumeral debridement arthroplasty: a retrospective study and midterm outcome results. Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. 2015; 25 (5): 847–50.
 27. Wada T., Isogai S., Ishii S., Yamashita T. Débridement arthroplasty for primary osteoarthritis of the elbow. J. Bone Joint Surg. Am. 2004; 8 (2): 233–41.
 28. Gluck J., Brockmeier S., Diduch D., Chhabra A. Osteoarticular transplant system for osteochondritis dissecans of the capitellum. Tech. Shoulder Surg. 2013; 14: 23–8.
 29. Shimada K., Tanaka H., Matsumoto T., Miyake J., Higuchi H., Gamo K., Fuji T. Cylindrical costal osteochondral autograft for reconstruction of large defects of the capitellum due to osteochondritis dissecans. J. Bone Joint Surg. Am. 2012; 94 (11): 992–1002.
 30. Burman M.S. Arthroscopy of the elbow joint. A cadaver study. J. Bone Joint Surg. 1932; 14: 349–50.
 31. O'Driscoll S.W., Morrey B.F. Arthroscopy of the elbow. Diagnostic and therapeutic benefits and hazards. J. Bone Joint Surg. Am. 1992; 74 (1): 84–94.
 32. Grewal R., MacDermid J.C., Shah P., King G.J. Functional outcome of arthroscopic extensor carpi radialis brevis tendon release in chronic lateral epicondylitis. J. Hand Surg. Am. 2009; 34 (5): 849–57.
 33. Walcott G.D., Savoie F.H., Field L.D. Arthroscopy of the elbow: setup, portals and diagnostic technique. The athlete's elbow. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. 2001: 249–73.
 34. Savoie F.H. 3rd, O'Brien M.J., Field L.D. Arthroscopy for arthritis of the elbow. Hand Clin. 2011; 27 (2): 171–8.
 35. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Салихов М.Р., Жабин Г.И., Шулепов Д.А., Банцер С.А. Клинико-анатомическое обоснование оптимальных артроскопических доступов к локтевому суставу. Травматология и ортопедия России. 2015; 1 (75): 32–41 [Kuznetsov I.A., Fomin N.F., Salikhov M.R., Zhabin G.I., Shulepov D.A., Bantser S.A. Clinicoanatomic study of optimal arthroscopic approaches to the elbow. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2015; 1 (75): 32–41 (in Russian)].
 36. Adams J.E., Wolff 3rd L.H., Merten S.M., Steinmann S.P. Osteoarthritis of the elbow: results of arthroscopic osteophyte resection and capsulectomy. J. Shoulder Elbow Surg. 2008; 17 (1): 126–31.
 37. MacLean S.B., Oni T., Crawford L.A., Deshmukh S.C. Medium-term results of arthroscopic debridement and capsulectomy for the treatment of elbow osteoarthritis. J. Shoulder Elbow Surg. 2013; 22 (5): 653–7.
 38. Redden J.F., Stanley D. Arthroscopic fenestration of the olecranon fossa in the treatment of osteoarthritis of the elbow. Arthroscopy. 1993; 9 (1): 14–6.
 39. McLaughlin R.E. 2nd, Savoie III F.H., Field L.D., Ramsey J.R. Arthroscopic treatment of the arthritic elbow due to primary radiocapitellar arthritis. Arthroscopy. 2006; 22: 63–9.
 40. Cohen A.P., Redden J.F., Stanley D. Treatment of osteoarthritis of the elbow: a comparison of open and arthroscopic debridement. Arthroscopy. 2000; 16 (7): 701–6.

41. *Lim T.K., Koh K.H., Lee H.I., Shim J.W., Park M.J.* Arthroscopic débridement for primary osteoarthritis of the elbow: analysis of preoperative factors affecting outcome. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2014; 23 (9): 1381–7.
42. *Yan H., Cui G.Q., Wang J.Q., Yin Y., Ao Y.F.* Arthroscopic debridement of osteoarthritic elbow in professional athletes. *Chin. Med. J. (Engl).* 2011; 124 (24): 4223–8.
43. *Bojanić I., Smoljanović T., Dokuzović S.* Osteochondritis dissecans of the elbow: excellent results in teenage athletes treated by arthroscopic debridement and microfracture. *Croat. Med. J.* 2012; 53 (1): 40–7.
44. *Bojanić I., Ivković A., Boric I.* Arthroscopy and microfracture technique in the treatment of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum: report of three adolescent gymnasts. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2006; 14: 491–6.
45. *Arai Y., Hara K., Fujiwara H., Minami G., Nakagawa S., Kubo T.* A new arthroscopic-assisted drilling method through the radius in a distal-to-proximal direction for osteochondritis dissecans of the elbow. *Arthroscopy.* 2008; 24 (2): 237. e1–4.
46. *Mueller T., Barthel T., Cramer A., Werner A., Gohlke F.* Primary synovial chondromatosis of the elbow. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2000; 9 (4): 319–2.
47. *Dimnjaković D., Dimnjaković D., Bojanić I., Smoljanović T.* Synovial chondromatosis of the elbow. *Coll. Antropol.* 2013; 37 (2): 633–8.
48. *Flury M.P., Goldhahn J., Drerup S., Simmen B.R.* Arthroscopic and open options for surgical treatment of chondromatosis of the elbow. *Arthroscopy.* 2008; 24 (5): 520–55.e1.
49. *Lo M.Y., Safran M.R.* Surgical treatment of lateral epicondylitis: a systematic review. *Clin. Orthop.* 2007; 463: 98–106.
50. *Almquist E.E., Necking L., Bach A.W.* Epicondylar resection with anconeus muscle transfer for chronic lateral epicondylitis. *J. Hand Surg. Am.* 1998; 23: 723–31.
51. *Bosworth D.M.* Surgical treatment of tennis elbow; a follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1965; 47 (8): 1533–6.
52. *Posch J.H., Goldberg V.M., Larrey R.* Extensor fasciotomy for tennis elbow: a long-term follow-up study. *Clin. Orthop.* 1978; 135: 179–82.
53. *Verhaar J., Walenkamp G., Kester A., van Mameren H., van der Linden T.* Lateral extensor release for tennis elbow: a prospective long-term study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1993; 75 (7): 1034–43.
54. *Baumgard S.H., Schwartz D.R.* Percutaneous release of the epicondylar muscles for humeral epicondylitis. *Am. J. Sports Med.* 1982; 10 (4): 233–6.
55. *Kaleli T., Ozturk C., Temiz A., Tirelioglu O.* Surgical treatment of tennis elbow: percutaneous release of the common extensor origin. *Acta Orthop. Belg.* 2004; 70 (2): 131–3.
56. *Cohen M.S., Romeo A.A.* Open and arthroscopic management of lateral epicondylitis in the athlete. *Hand. Clin.* 2009; 25 (3): 331–8.
57. *Stiefel E.C., Field L.D.* Arthroscopic lateral epicondylitis release using the “bayonet” technique. *Arthrosc. Tech.* 2014; 3 (1): 135–9.
58. *Cohen M.S., Romeo A.A., Hennigan S.P.* Lateral epicondylitis: Anatomic relationships of the extensor tendon origins and implications for arthroscopic treatment. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2008; 17: 954–60.
59. *Peart R.E., Strickler S.S., Schweitzer K.M. Jr.* Lateral epicondylitis: a comparative study of open and arthroscopic lateral release. *Am. J. Orthop.* 2004; 33: 565–7.
60. *Baker C.L., Baker C.L. 3rd Jr.* Long-term follow-up of arthroscopic treatment of lateral epicondylitis. *Am. J. Sports Med.* 2008; 36: 254–60.

Сведения об авторах: *Салихов М.Р.* — лаборант-исследователь отделения хирургии кисти с микрохирургической техникой; *Кузнецов И.А.* — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением спортивной травматологии и реабилитации; *Шулепов Д.А.* — канд. мед. наук, лаборант-исследователь отделения спортивной травматологии и реабилитации; *Злобин О.В.* — зав. травматолого-ортопедическим отделением № 15.
Для контактов: Салихов Марсель Рамильевич. 195427, Санкт-Петербург, ул. академика Байкова, д. 8, РНИИТО. Тел.: +7 (921) 418-94-15. E-mail: Virus-007-85@mail.ru.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При направлении статей в редакцию просим обращать особое внимание на правильность представления материала.

План построения **оригинальных статей** должен быть следующим: резюме, ключевые слова, краткое введение, отражающее состояние вопроса к моменту написания статьи и задачи настоящего исследования, материалы и методы, результаты и обсуждение, выводы по пунктам или заключение, список цитированной литературы.

Методика исследований должна быть описана очень четко, так чтобы ее легко можно было воспроизвести.

При представлении в печать экспериментальных работ следует руководствоваться «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных». Помимо вида, пола и количества использованных животных, авторы обязательно должны указываться применявшиеся при проведении болезненных процедур методы обезболивания и методы умерщвления животных.

Изложение статьи должно быть ясным, сжатым, без длинных исторических введений и повторений. Предпочтение следует отдавать новым и проверенным фактам, результатам длительных исследований, важных для решения практических вопросов.

Следует указывать, являются ли приводимые числовые значения первичными или производными, приводить пределы точности, надежности, интервалы достоверности.

© Коллектив авторов, 2016

ИСТОРИЯ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ АРТРОПЛАСТИКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

В.М. Прохоренко, А.А. Мамедов, В.С. Баитов

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России, Новосибирск, РФ

В обзоре представлены различные аспекты артропластики коленного сустава. На фоне улучшения хирургической техники эндопротезирования постоянно совершенствуются сами имплантаты: для их изготовления используют более прочные сплавы с хорошей биосовместимостью, дизайн рассчитывается с помощью математических моделей, узлы трения проходят длительные стендовые испытания. Все эти новшества направлены на улучшение качества эндопротезов, увеличение срока их службы, минимизацию токсического влияния на организм пациента. С учетом выявленных на основе данных литературы и собственного опыта преимуществ и недостатков существующих эндопротезов различного дизайна и возможных пар трения сделан вывод о необходимости разработки модели эндопротеза с повышенной износостойчивостью.

Ключевые слова: коленный сустав, эндопротезирование, пара трения, частицы износа, полиэтилен, керамика.

History, Present and Future of Knee Arthroplasty

V.M. Prokhorenko, A.A. Mamedov, V.S. Baitov

Tsiv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia

The review covers different aspects of knee joint arthroplasty. With improvement of arthroplasty techniques the joint implants are constantly perfected: the more strong alloys with high biocompatibility are used for their production, design is developed using mathematical models, endoprosthesis friction node are subjected to long-term bench testing. All these innovations are directed at the improvement of implant quality, increase of their survival time, minimization of toxic effect on the patient's organism. Taking into account all advantages and disadvantages of the available joint implants with different design and various friction pairs being detected from literature data and by our experience it was concluded that elaboration of joint implant with increased wear resistance is required.

Key words: knee joint, arthroplasty, friction pair, wear particles, polyethylene, ceramics.

Стремление восстановить подвижность в пораженных суставах было у человечества всегда. Так, Гиппократ в IV веке до нашей эры для лечения контрактур использовал способ «закрутки», который пережил средние века и дошел до наших времен. Консервативная одномоментная редрессация контрактур суставов была впервые предложена Louvier в 1837 г. Способ заключался в насильственном растяжении и разрыве фиброзных спаек сустава, при том нередко приходилось рассекав сморщенные мягкие ткани в окружности сустава, что облегчало редрессацию. Начало интерпозиционной артропластики заложил в 1860 г. А. Verneuil (Франция), впервые предложив интерпозицию мягких тканей между концами костей после их резекции. Позднее Т. Gluck стал покрывать освеженные суставные поверхности кожей, но не смог добиться удовлетворительных результатов. Он же в серии лекций, прочитанных в 1890 г. в Берлине, представил систему тотального замещения суставов с помощью частей, сделанных из слоновой кости, которые должны были крепиться с помощью особого цемента, но тогда эта идея не получила поддержки и распространения [1]. Однако это новое направле-

ние — «интерпозиционная артропластика» — завоевало внимание ортопедов на многие годы. В интерпозиционной прокладке видели средство, способное воспрепятствовать развитию внутрисуставных сращений, которые сводили результаты резекционной артропластики к нулю. W.S. Baer (1918) пытался покрывать суставные поверхности хромированным мочевым пузырем свиньи, П.Г. Корнев в 1913 г. сделал доклад об успешной мобилизации анкилозированных суставов с применением свободного лоскута широкой фасции бедра; Lexer и другие хирурги пользовались жировым лоскутом, Foderl — стенкой овариальной кисты, Р.Р. Вреден — свиным пузырем [2]. В.А. Оппель смазывал опиленные кости при артропластике стерильным пчелиным воском, который играл роль гемостатического средства и при рассасывании замещался соединительной тканью; Н.Н. Новиков применял в качестве прокладки фибриновую пленку, Е.Т. Скляренко — белковую оболочку семенников быка, А. Груца — вазелиновую пломбу; Kalio — кожу, а Schmerz — амниотическую оболочку [2]. Кроме тканей биологической природы для интерпозиции использовались серебряная и золотая фольга, пластин-

ки из железа, олова, свинца, магнезита, резины, целлюлозы, целлоидина; полимерные материалы — капрон, лавсан, тефлон, поливинилформаль и др. Все эти материалы оказались неэффективными и поэтому не получили распространения, оставив только исторический след. В 1924 г. Magnus провел исследования, которыми доказал, что интерпонируемая между костными концами биологическая ткань, независимо от ее природы, быстро и полностью погибает и замещается молодой соединительной тканью, которая превращается в соединительнотканый рубец. Другими словами, интерпозиция мягких тканей при суставной пластике не нужна и существенного значения не имеет [2]. Использование металла в качестве интерпозиционного материала связано с именем W. Campbell (1940), который применил дугообразную пластину из виталлиума на мышцелки бедра, но получил плохие результаты. Smith-Petersen усовершенствовал эту конструкцию, включив в нее внутрикостный штифт, который повысил стабильность эндопротеза. Обнадеживающие результаты операций с этой конструкцией были представлены Jones в 1967 г. [3]. Позднее McKeever, Macintosh и Townley создали металлические пластинки для суставной поверхности большеберцовой кости, которые имели полулунную форму и вогнутую рабочую поверхность [3]. Эти конструкции отличались друг от друга лишь способом фиксации, но ни одна из них не требовала применения костного цемента. Однако ни феморальные колпачки, ни большеберцовые пластинки не позволяли надолго избавиться от боли и, соответственно, полностью восстановить функцию коленного сустава. В начале 50-х годов XX века были разработаны петлевые эндопротезы с интрамедуллярным креплением для замещения обеих суставных поверхностей, обеспечения стабильности и восстановления соотношения сегментов конечности (Walldius, Shiers и др.). В последующем были разработаны и предложены эндопротезы Gunston (1971), Guepar (1973), сфероцентрический (1973), Sheehan (1978), Attenborough (1978) [4]. Первым костный цемент для фиксации эндопротезов применил датский ортопед Naboush в 1953 г. [5]. Однако научную основу его использования в ортопедии разработал английский ортопед J. Charnley в 1958 г. [6, 7].

На сегодняшний день эндопротезирование позволяет получать хорошие результаты, сохраняющиеся в течение 10–15, а иногда и 20 лет. Ежегодно по всему миру выполняется около 800 тыс. подобных операций, 90% из которых являются успешными [8].

На протяжении последнего десятилетия продолжают исследования, направленные на улучшение трибологических характеристик пары трения металл–полиэтилен, традиционно применяемой в эндопротезах коленного сустава. D. Maupan и соавт. [9, 10], используя трехмерный симулятор, установили, что применение перекрестно-связанного высокомолекулярного полиэтилена с добавле-

нием витамина Е статистически значимо уменьшает износ вкладыша по сравнению со стандартным высокомолекулярным полиэтиленом.

На необходимость более глубокого клинического изучения результатов использования вкладышей из высокомолекулярного поперечно-связанного полиэтилена указывают и другие исследователи [11, 12]. На их взгляд, применение этого материала имеет как потенциальное преимущество в виде повышенной износостойчивости, так и ряд недостатков: образование более мелких и потенциально более активных в отношении остеолита продуктов истирания, повышенный риск перелома заднего стабилизатора и разрушения механизма фиксации вкладыша из-за меньшей механической прочности материала.

Ряд работ посвящен особенностям функционирования *in vivo* и *in vitro* альтернативных пар трения. A. Essner и соавт. [13], сравнивая при помощи симулятора модели эндопротезов Oxinium Genesis II и Triathlon X3, выяснили, что дизайн имплантата оказывает большее влияние на износ его компонентов, нежели материалы, из которого он изготовлен.

Проведя рандомизированное контролируемое сравнительное клиническое исследование 5-летних результатов эндопротезирования коленного сустава с использованием бедренных компонентов из оксида циркония и кобальт-хромового стального сплава, C. Huji и соавт. пришли к выводу, что оба компонента обеспечивают идентичные клинические, субъективные и рентгенологические результаты [14]. В исследование было включено 40 пациентов, которым проводилось одноэтапное двустороннее эндопротезирование коленных суставов с имплантацией бедренных компонентов из разных материалов. Также не было выявлено никаких нежелательных явлений, связанных с использованием оксида циркония. Изучая *in vivo* количество и характеристики дебриса через 7 лет после эндопротезирования с использованием двух типов бедренных компонентов — кобальтхромового и керамического (ZrO₂), D. Veigl и соавт. не смогли найти каких-либо значимых различий [15].

Процесс совершенствования геометрии компонентов эндопротеза коленного сустава идет в направлении максимально возможного анатомического соответствия. R. Willing и соавт. [16] в работе, посвященной оптимизации дизайна искусственных суставов, обращают внимание на отсутствие в настоящее время системного метода определения оптимальной формы компонентов эндопротеза. Они предлагают новый дизайн бедренного компонента и полиэтиленового вкладыша, отличительными особенностями которого являются малый радиус кривизны бедренного компонента во фронтальной и сагиттальной плоскостях с несколько большим радиусом кривизны латерального мышцелка. Кроме того, латеральный мышцелок менее конгруэнтен вкладышу, чем медиальный. По сравнению с доступными коммерческими образцами эндопротез с разработанным авторами дизайном улучшает

стабильность на 81%, что приближает его к натуральному суставу, и амплитуду сгибания на 12,6% (до 143°). По мнению авторов, предложенная методика не только позволила разработать новый эндопротез, но и показала перспективы оптимизации дизайна существующих имплантатов.

В проспективном исследовании S. Guu и соавт. [17] у 50 мужчин и 50 женщин интраоперационно провели стандартизованное измерение дистального отдела бедренной кости, а также оценили размеры стандартного и «женского» бедренных компонентов в рамках одной системы имплантатов. Были выявлены значительные различия в частоте и величине нависания бедренного компонента над костной основой у мужчин и женщин. При использовании стандартного бедренного компонента нависание переднего фланца более 2 мм было выявлено более чем у 80% женщин, нависание в медиально-латеральном размере более 2 мм — у 96% женщин, тогда как у мужчин эти явления были отмечены лишь в 2% случаев. Использование «женского» типа бедренного компонента позволило снизить у женщин частоту нависания более 2 мм до 6%. Авторы пришли к выводу, что использование гендерно-специфичного бедренного компонента позволяет снизить вероятность его нависания, однако требуются исследования отдаленных результатов, чтобы оценить клиническую значимость данного факта.

На фоне улучшения хирургической техники постоянно совершенствуются сами имплантаты: для их изготовления используют более прочные сплавы с хорошей биосовместимостью, дизайн рассчитывается с помощью математических моделей, узлы трения проходят длительные стендовые испытания, что обеспечивает появление новых износостойчивых пар трения. Все эти новшества направлены на улучшение качества эндопротезов, увеличение срока их службы, минимизацию токсического влияния на организм пациента.

В настоящее время по степени связанности компонентов эндопротеза коленного сустава различают следующие типы эндопротезов:

- несвязанные (низкоконгруэнтное, не имеющее ограничителей устройство с сохранением задней крестообразной связки);
- полусвязанные (имеется переднезадняя стабилизация с замещением задней крестообразной связки);
- связанные (с лимитированным варусным или вальгусным отклонением и имеющие вращение в плоскости сгибания);
- шарнирные (имеющие жесткий или ротационный шарнир с возможностью движения в одной плоскости).

В зависимости от мобильности полиэтиленового вкладыша эндопротезы могут быть с фиксированным и подвижным типом вкладыша.

По количеству восстанавливаемых суставных поверхностей современные модели эндопротезов коленного сустава можно разделить на:

— тотальные (замещают как бедренно-большеберцовый, так и бедренно-надколенниковый сустав);

— одномышечковые (предназначены для восстановления внутреннего или наружного отдела бедренно-большеберцового сочленения);

— эндопротезы бедренно-надколенникового сочленения.

Односуставные эндопротезы феморопателлярного сустава. При изолированном тяжелом дегенеративно-дистрофическом поражении бедренно-надколенникового сочленения предложено выполнять его эндопротезирование. Подобные хирургические вмешательства проводятся крайне редко, так как частота получения положительных отдаленных результатов варьирует в широких пределах — от 45 до 96% [8]. Полагают, что оптимальными кандидатами для эндопротезирования феморопателлярного сустава являются молодые пациенты, у которых тотальное замещение сустава выполнять слишком рано, и пациенты старшей возрастной группы при хорошем состоянии феморотибиального сустава. Данная операция менее травматична по сравнению с тотальным эндопротезированием, период реабилитации непродолжителен, а общая стоимость лечения ниже. Основной причиной неудовлетворительных исходов является быстрое прогрессирование артроза в бедренно-большеберцовом сочленении.

Показания к эндопротезированию феморопателлярного сустава ставят при наличии четырех обязательных условий:

1) причиной болевого синдрома является изолированный феморопателлярный артроз; все остальные причины болей в переднем отделе коленного сустава (тендинит, бурсит, рефлекторная симпатическая дистрофия и т.д.) необходимо исключить, патологические изменения бедренно-надколенниковой борозды и надколенника должны быть довольно выраженными (терминальная стадия остеоартроза с краевыми остеофитами, субхондральным склерозом, сужением суставной щели, выраженной деформацией надколенника и нарушением конгруэнтности суставных поверхностей) и подтверждены данными рентгенологического и эндоскопического исследований;

2) выраженность болей должна существенно ограничивать повседневную активность пациента; целью тотального эндопротезирования феморопателлярного сустава является возвращение больного к обычной двигательной активности, а не к занятиям спортом;

3) молодые пациенты должны осознанно дать согласие снизить спортивные нагрузки после операции (бег, прыжки, приседание глубже 90° должны быть исключены даже при полном отсутствии болей в оперированном суставе);

4) все другие методы лечения поражений феморопателлярного сустава, включая централизацию бугристости большеберцовой кости, должны быть безуспешными или противопоказанными.

Противопоказания к эндопротезированию бедренно-надколенного сустава такие же, как и к тотальному. Относительным противопоказанием является низкое положение надколенника, которое должно быть исправлено предварительно или в один этап с эндопротезированием.

Трехполосные эндопротезы в зависимости от выраженности механической связи между бедренным и большеберцовым компонентом условно разделяют на несвязанные (*unconstrained*), полусвязанные (*semiconstrained*) и полностью связанные (*fully constrained*).

Бедренные компоненты чаще всего изготавливаются из кобальт-хром-молибденового стального сплава (кобальта 65%, хрома 28%, молибдена 5,5–6%). Бедренный компонент может иметь симметричные фланцы для феморопателлярного сочленения, являясь, таким образом, универсальным для правой или левой конечности, или быть асимметричным с вытянутым передним фланцем, изогнутым в правую или левую сторону. Отдельные производители для повышения износостойкости дополнительно покрывают сочленяющуюся поверхность металлического бедренного компонента слоем нитрида титана, а также другими материалами.

Большеберцовый компонент состоит из металлической части (стальной кобальт-хром-молибденовой или титановой сплав) и вкладыша из высокомолекулярного полиэтилена. Полиэтиленовый вкладыш может зацепляться в металлической большеберцовой части или фиксироваться к ней винтом во время операции, либо образовывать монолит за счет наваривания полиэтилена на металл при изготовлении имплантата. Ряд авторов считает последний вариант предпочтительным, так как в случае зацепки или фиксации винтом сохраняется микроподвижность между нижней поверхностью вкладыша и неполированной металлической частью большеберцового компонента, что потенциально может привести к появлению частиц износа полиэтилена и металла, развитию остеолита и асептического расшатывания эндопротеза [8].

Металлическая часть большеберцового компонента служит для более равномерного распределения нагрузок на метафизарную губчатую кость и предотвращает деформацию полиэтилена. У пациентов старше 80 лет, не страдающих ожирением и ведущих малоподвижный образ жизни, допустимо использование полиэтиленового большеберцового компонента без металлической основы, при этом его толщина должна составлять не менее 10 мм. Полиэтиленовые вкладыши различной толщины позволяют добиться во время хирургического вмешательства требуемого уровня стабильности сустава.

Надколенный компонент изготавливается, как правило, только из полиэтилена с одной или несколькими короткими ножками, реже имеет по задней поверхности металлическое покрытие.

Наиболее часто имплантируемые в настоящее время эндопротезы коленного сустава можно отнести к категории полусвязанных, или частично связанных, в которых конструктивно заложено ограничение подвижности в одной или более осях движения. Степень «связанности» варьирует в очень широких пределах. Она определяется конгруэнтностью бедренного компонента и пластиковой части большеберцового компонента в трех плоскостях, между которыми происходят движения в суставе.

Эндопротезы с подвижным полиэтиленовым вкладышем (mobile-bearing knee), который может быть цельным или разделенным на два: внутренний и наружный. У имплантатов данной конструкции имеется две плоскости движения — между бедренным компонентом и полиэтиленовым вкладышем и между вкладышем и полированным металлическим большеберцовым компонентом. Целью данной конструкции является максимальное увеличение поверхности контакта между бедренным компонентом и полиэтиленовым вкладышем при любом угле сгибания сустава для уменьшения износа полиэтилена и снижения механических нагрузок на большеберцовый компонент и подлежащую кость. В некоторых эндопротезах полиэтиленовый вкладыш может смещаться в переднезаднем направлении и ротироваться, в то время как в других возможны только его ротационные движения (так называемая ротационная платформа). По отношению к задней крестообразной связке эндопротезы с подвижным полиэтиленовым вкладышем также делятся на требующие ее сохранения и замещения. Степень «связанности» имплантатов с подвижным полиэтиленовым вкладышем варьирует в широких пределах. Разработаны эндопротезы надколенника с подвижным полиэтиленовым вкладышем.

Надо отметить, что опубликованные S. Metsovitis и соавт. [18] отдаленные (15–20-летние) результаты применения эндопротезов с подвижным полиэтиленовым вкладышем статистически значимо не превосходят аналогичные показатели для конструкций с фиксированной полиэтиленовой частью, поэтому для окончательных выводов о преимуществе того или иного типа конструкции необходимо более длительное наблюдение. Некоторые ортопеды полагают, что у молодых активных пациентов, совершающих в год более 1 млн циклов движений в коленном суставе, предпочтительнее применять эндопротезы коленного сустава с подвижным полиэтиленовым вкладышем.

Несвязанные эндопротезы (unconstrained). Эндопротезирование полностью несвязанными эндопротезами имеет ряд теоретических преимуществ: оптимально восстанавливается кинематика движений; сохранность всех связочных структур, кроме задней крестообразной связки, обеспечивает высокую стабильность сустава; не страдает проприоцепция и рефлекторные движения; создаются оптимальные условия для функционирования разгибательного аппарата; выполняются минимальные опиловы бедренной и

большеберцовой костей. В то же время установка имплантатов данного типа сопровождается рядом существенных технических сложностей: трудно добиться оптимального баланса связок, удалить задние остеофиты и выполнить релиз капсулы; сохранение передней крестообразной связки не допускает переднего подвывиха голени и затрудняет производство опилов большеберцовой кости; отсутствие центральной ножки у большеберцового компонента снижает прочность его фиксации, что ведет к более частому асептическому расшатыванию. В настоящее время считается, что эндопротезирование полностью несвязанными эндопротезами может быть выполнено молодым, физически активным пациентам с интактным связочным аппаратом коленного сустава [19].

Замещение суставной поверхности надколенника. Вопрос о необходимости замещения суставной поверхности надколенника при тотальном эндопротезировании коленного сустава до сих пор является предметом дискуссий. Потенциальная возможность возникновения болей в переднем отделе коленного сустава в ближайшее время после операции и необходимость повторного вмешательства являются факторами, обосновывающими замещение суставной поверхности надколенника во время тотального эндопротезирования. Однако подобные жалобы могут возникать и после эндопротезирования надколенника вследствие нарушения его нормального скольжения по центру бедренно-надколенниковой борозды, причинами которого могут являться ошибки в расположении бедренного (избыточная внутренняя ротация, медиализация или чрезмерное смещение переднего фланца кпереди относительно переднего коркового слоя бедренной кости), большеберцового (внутренняя ротация) или пателлярного (толщина и наклон надколенника, расстояние до суставной линии) компонентов, а также дисбаланс мягких тканей. Мета-анализ исследований, посвященных эндопротезированию надколенника, проведенный G. Pavlou и соавт. [20], не выявил существенных различий в частоте возникновения боли в переднем отделе коленного сустава в зависимости от этого, был протезирован надколенник или нет. Z. Liu и соавт. [21] так же показали, что боль в переднем отделе после эндопротезирования отмечается почти у одинакового количества пациентов как при выполнении эндопротезирования надколенника, так и при сохранении собственного надколенника — 14,7% против 12,5% соответственно [21]. В 80-е годы XX века до 50% ранних ревизий после тотального эндопротезирования коленного сустава были обусловлены несостоятельностью надколенникового компонента. Улучшения в конструкции пателлярного компонента и совершенствование хирургической техники снизили этот показатель до 2–10% [10]. Тем не менее риск осложнений заставляет многих хирургов отказываться от рутинного эндопротезирования надколенника во время первичной операции.

В настоящее время наиболее часто используются полностью полиэтиленовые надколенники выпуклой формы или частично повторяющие форму бедренно-надколенниковой борозды бедренного компонента. Основным их недостатком является малая площадь контакта с бедренным компонентом и, соответственно, постепенный износ полиэтилена. Надколенники с металлической основой в настоящее время не применяются, так как, несмотря на хорошую интеграцию с костью, в них необходимо использовать тонкий слой полиэтилена, быстрое стирание которого рано приводит к необходимости ревизионного вмешательства. Разработаны модели эндопротезов надколенника с высоко конгруэнтным подвижным полиэтиленовым вкладышем, расположенным на металлической платформе.

Полусвязанные эндопротезы (semiconstrained) позволяют в сочетании с ограниченной мобилизацией связок и капсулы сустава исправлять тяжелые фиксированные деформации (ограничение разгибания до 135–130° и угловые деформации до 20–25°), достигая восстановления нормальной оси конечности и стабильности сустава. Переднюю крестообразную связку иссекают при имплантации всех типов частично связанных эндопротезов коленного сустава. Конструкция данных имплантатов предполагает обеспечение фронтальной стабильности сустава за счет относительно интактных и хорошо сбалансированных во время операции коллатеральных связок. По отношению к задней крестообразной связке они принципиально делаются на эндопротезы, требующие ее сохранения (CR) и требующие ее замещения (PCL-substituting). В последнем случае переднезадняя стабилизация может достигаться разными способами: за счет более выраженных углублений в полиэтиленовом вкладыше для мышечков бедренного компонента; путем использования специального продольного углубления в центре большеберцового вкладыша, которое соответствует выступу в середине бедренного компонента («выступ – борозда»), при помощи выступа на полиэтиленовом вкладыше, который при разгибании погружается в специальный вырез в бедренном компоненте. Два направления конструирования тотальных частично связанных эндопротезов коленного сустава — с сохранением и замещением задней крестообразной связки — развивались параллельно, каждое имело своих сторонников, между которыми велась яркая полемика о превосходстве одного типа над другим. С появлением данных M. Abdel и соавт. [22] об отдаленных (15–20 лет) результатах эндопротезирования стало очевидно, что ни послеоперационный объем движений, ни параметры ходьбы по ровной плоскости и по лестнице, ни сила мышц, ни степень асептического расшатывания и потребность в ревизионных вмешательствах существенно не отличаются друг от друга. Таким образом, выбор эндопротеза определяется предпочтениями хирурга, обе конструкции имеют право на существование и на сегодняшний день считаются «золотым стандартом». Мы

полагаем, что при первичном эндопротезировании коленного сустава использование изолированных конструкций оправдано в основном при невозможности устранения фиксированной сгибательной контрактуры коленного сустава без резекции задней крестообразной связки; при несостоятельности задней крестообразной связки, что в клинической практике встречается крайне редко, даже среди больных с ревматологическими заболеваниями.

Полностью связанные протезы (fully constrained) позволяют осуществлять сгибание–разгибание и ротацию, целиком ограничивая приведение–отведение. Они используются при первичном и ревизионном эндопротезировании в случаях значительной потери или необходимости обширной резекции костной ткани, выраженной нестабильности или деформации коленного сустава, которые невозможно компенсировать несвязанными протезами.

В настоящее время большинство производителей выпускают модульные системы эндопротезов коленного сустава, позволяющие при необходимости модифицировать конструкцию имплантата в зависимости от особенностей хирургического вмешательства путем добавления клиньев, блоков и длинных интрамедуллярных ножек. При эндопротезировании коленного сустава главной проблемой, как, собственно, и в целом при замене суставов, является потеря костного вещества и снижение минеральной плотности костной ткани. В связи с этим предложены добавочные конструкции (аугменты, штифты, сливы), которые могут заместить тот или иной дефект, а также увеличить площадь опоры протеза на кость [19].

Коленный сустав является самым крупным суставом. Его анатомическая структура сложно устроена, а движения в нем происходят в трех взаимно перпендикулярных осях и плоскостях, что ставит его в разряд самых уязвимых анатомических структур опорно-двигательного аппарата тела человека. Согласно данным сводной статистики, травмы коленного сустава составляют 4,1–4,9% от числа других повреждений опорно-двигательной системы и около 50% от числа регистрируемых повреждений других суставов [19].

Главной целью тотального эндопротезирования является полная реконструкция коленного сустава, устранение патологических проявлений заболевания с сохранением или восстановлением его функции. Активный образ жизни пациента способствует износу протеза, что логично повышает вероятность реэндопротезирования. В связи с проблемами, которые могут возникать из-за продуктов износа пар трения, изготовленных из металла и полиэтилена, увеличение срока функционирования протеза становится необходимой потребностью. Повышенный уровень активности пациента не должен ассоциироваться с увеличением риска ревизионного вмешательства по причине износа. В связи с этим материалы пар трения должны быть биологически нейтральными, иметь низкий коэффициент тре-

ния, обуславливать появления минимального количества частиц износа, обладающих низким остеолитическим эффектом [4].

Операции ревизионного эндопротезирования являются более сложными, чем первичные артропластики, имеют менее перспективные результаты и высокий риск развития осложнений, что обусловлено наличием дефектов костей и мягких тканей. В связи с расширением показаний к проведению операций первичного эндопротезирования коленного сустава и увеличением числа пациентов молодого возраста количество ревизионных вмешательств ежегодно растет [23].

В настоящее время особый интерес клиницистов вызывает изолированное эндопротезирование одного или нескольких отделов коленного сустава. Изолированное эндопротезирование более чем одного отдела коленного сустава является одним из трендов современной артропластики. Однако надежность данного подхода пока вызывает сомнения. Так, Т. Morrison и соавт. [24], изучив двухлетние результаты изолированного замещения бедренно-надколенникового сустава и медиального отдела бедренно-большеберцового сочленения у 21 пациента, выявили статистически значимо большую частоту осложнений в сравнении с контрольной группой прооперированных, которым при аналогичной патологии было выполнено тотальное замещение сустава.

В то же время на основании мета-анализа 28 публикаций С. Ду и соавт. [25] пришли к выводу, что результаты использования имплантатов для артропластики бедренно-надколенникового сочленения второго поколения сопоставимы с результатами тотального эндопротезирования коленного сустава по эффективности, количеству осложнений и частоте ревизионных вмешательств.

Современные взгляды на перспективы развития методов эндопротезирования коленного сустава также связаны с развитием индивидуализированных методик диагностики, определения тактики подготовки и хирургического лечения заболеваний коленного сустава. Ключевой тенденцией является использование современных знаний по биомеханике сустава и персонализированных подходов к коррекции патологических изменений посредством математического моделирования и аддитивного изготовления частей либо специальных аугментов эндопротеза. Не утратил интерес медицины и к совершенствованию материалов контактной пары эндопротеза коленного сустава.

Современный эндопротез — это сложная имплантируемая механическая сопрягаемая система, состоящая из высокопрочных и биоинертных металлических, полимерных или биосовместимых керамических частей. На сегодняшний день наиболее распространенной парой трения является металл–пластик. Эта комбинация материалов обеспечивает длительное функционирование сустава [19]. Возрастающее число пациентов молодого возраста,

нуждающихся в тотальном замещении коленного сустава эндопротезом, диктует необходимость увеличения срока службы протеза с целью избежать повторных ревизионных операций.

Пары трения керамика–керамика и керамика–полиэтилен в этих условиях вызывают устойчивый интерес во всем мире. В эндопротезах коленного сустава керамика продемонстрировала очень низкий износ и хороший клинический результат [26]. Кроме того, керамические имплантаты представляются выгодной альтернативой металлическим в случае аллергических реакций, так как высококачественная керамика биосовместима и биоинертна и на данный момент ничего не известно о развитии аллергии на данный материал. Публикации клинических случаев показали существенное улучшение симптомов и уменьшение нагрузки ионами металлов после ревизии на керамические компоненты в случае отрицательных реакций на металлы. Плотная структура и гладкая поверхность керамики минимизирует износ полиэтилена. В работе [27] также показано, что керамика может влиять на уменьшение риска инфекций.

В Новосибирске создан керамический материал и эндопротез на его основе, который соответствует требованиям международных стандартов, используемых ведущими мировыми производителями [19]. С учетом этих достижений, эндопротез коленного сустава с контактной поверхностью, содержащей керамический материал, не только будет обладать наиболее низким коэффициентом трения и линейным износом, но и позволит увеличить конгруэнтность трущихся поверхностей в процессе эксплуатации. Это в свою очередь снижает образование продуктов износа и может значительно увеличить срок службы эндопротезов.

Заключение. На сегодняшний день основная проблема эндопротезирования заключается в пусть не быстром, но все-таки износе компонентов эндопротеза, приводящем в конечном итоге к нестабильности эндопротеза и повторным оперативным вмешательствам.

Используя данные мировой литературы и собственных исследований, нами ведется работа, направленная на создание эндопротеза коленного сустава, обладающего рядом преимуществ, в частности:

— персонификация дизайна имплантируемых конструкций на основе математического моделирования;

— использование современных технологий и материалов для контактной пары керамика–керамика и керамика–полиэтилен;

— применение аддитивных технологий изготовления частей либо специальных аугментов эндопротеза;

— возможность проведения предоперационного анализа биомеханики, упругих свойств сопрягаемых поверхностей сустава для каждого пациента с использованием разрабатываемого программного обеспечения.

Работа выполнена совместно с Инновационным медико-технологическим центром («Медицинский технопарк») в рамках государственного задания «Разработка керамического эндопротеза коленного сустава»

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Oglesby J.W., Wilson F.C. The evolution of knee arthroplasty. Results with three generations of prostheses. Clin. Orthop. Relat. Res. 1984; (186): 96–103.
- Мовшович И.А. Принципы эндопротезирования суставов и костей. Ортопедия, травматология, протезирование. 1991; 12: 34–8 [Movshovich I.A. Principles of joint and bone endoprosthetics. Ortopediya, travmatologiya, protezirovaniye. 1991; 12: 34–8 (in Russian)].
- Москалев Э.В. Тотальное эндопротезирование коленного сустава металло-полимерным эндопротезом с полицентрическим шарниром: Дис. ... канд. мед. наук. СПб; 1998 [Moskalyov E.V. Total knee arthroplasty using metal-polymer implant with polycentric hinge. Cand. med. sci. Diss. St. Petersburg; 1998 (in Russian)].
- Benazzo F., Bragdon C.R., Dalla Pria P., Mittelmeier W., Tigani D., Zorzi C. et al. Reasons using a ceramic femoral component and first clinical experience. In: Chang J.D., Billau K., eds. Bioceramics and alternative bearings in joint arthroplasty. Steinkopff-Verlag; 2007: 145–8.
- Freeman M.A.R., Levack B. British contribution to the knee arthroplasty Clin. Orthop. Relat. Res. 1986; (210): 69–79.
- Charnley J.A. Total hip replacement. Clin. Orthop. Relat. Res. 1970; 72: 7–21.
- Charnley J.A. Low arthroplasty of hip. New York: Springer-Verlag. 1979.
- Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Артропластика коленного сустава. СПб: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2012 [Kornilov N.N., Kulyaba T.A. Knee arthroplasty. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2012 (in Russian)].
- Mayman D.J., Anderson J.A., Su E.P., Sculco T.P. Wear data and clinical results for a compression molded monoblock elliptical acetabular component: 5- to 9-year data. J. Arthroplasty. 2007; 22 (6 Suppl 2): 130–3.
- Mayman D., Bourne R.B., Rorabeck C.H., Vaz M., Kramer J. Resurfacing versus not resurfacing the patella in total knee arthroplasty: 8- to 10-year results. J. Arthroplasty. 2003; 18 (5): 541–5.
- Lachiewicz P.F., Geyer M.R. The use of highly crosslinked polyethylene in total knee arthroplasty. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2011; 19 (3): 143–51.
- Zietz C., Thomas P., Lachiewicz M., Bergschmidt P., Lange R., Mittelmeier W., Bader R. Third-body abrasive wear of tibial polyethylene inserts combined with metallic and ceramic femoral components in a knee simulator study. Int. J. Artif. Organs. 2013; 36 (1): 47–55.
- Essner A., Herrera Hughes P., Kester M. The influence of material and design on total knee replacement. J. Knee Surg. 2011; 24 (1): 9–17.
- Huj C., Salmon L., Maeno S., Roe J., Walsh W., Pinczewski L. Five-year comparison of oxidized zirconium and cobalt-chromium femoral components in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. J. Bone Joint Surg. Am. 2011; 93 (7): 624–30.
- Veigl D., Muhziger U. Contact stress and wear pattern in mobile bearing total knee arthroplasty: World tribology forum in arthroplasty. Hans Hyber. 2001: 53–65.
- Willing R., Kim I.Y. Design optimization of a total knee replacement for improved constraint and flexion kinematics. J. Biomech. 2011; 44 (6): 1014–20.
- Guy S.P., Farndon M.A., Sidhom S., Al-Lami M., Bennett C., London N.J. Gender differences in distal femoral morphology and the role of gender specific implants in

- total knee replacement: A prospective clinical study. *Knee*. 2012; 19 (1): 28–31.
18. *Metsovitis S.R., Ploumis A.L., Chantzidis P.T., Terzidis I.P., Christodoulou A.G., Dimitriou C.G., Tsakonas A.C.* Rotaglide total knee arthroplasty: a long-term followup study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011; 93 (9): 878–84.
 19. Александров Т.И., Баитов В.С., Овтин М.А., Пахомов И.А., Прохоренко В.М., Садовой М.А. и др. Атлас первичного эндопротезирования крупных суставов: Учебное пособие. Новосибирск: Наука; 2016 [Aleksandrov T.I., Baitov V.S., Ovtin M.A., Pakhomov I.A., Prokhorenko V.M., Sadovoy M.A., et al. Atlas of primary arthroplasty of large joints: manual. Novosibirsk: Nauka; 2016 (in Russian)].
 20. *Pavlou G., Meyer C., Leonidou A., As-Sultany M., West R., Tsiridis E.* Patellar resurfacing in total knee arthroplasty: does design matter? A metaanalysis of 7075 cases. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011; 93 (14): 1301–9.
 21. *Liu Z.T., Fu P.L., Wu H.S., Zhu Y.* Patellar reshaping versus resurfacing in total knee arthroplasty. Results of a randomized prospective trial at a minimum of 7 years' follow-up. *Knee*. 2011; 19 (3): 198–202.
 22. *Abdel M.P., Morrey M.E., Jansen M.R., Morrey B.F.* Increased long-term survival of posterior cruciate-retaining versus posterior cruciate-stabilizing total knee replacement. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011; 93: 2072–8.
 23. Корнилов Н.В., Новоселов К.А., Москалев Э.В., Каземирский А.В. Основные этапы развития эндопротезирования коленного сустава. Травматология и ортопедия России. 1996; 4: 85–8 [Kornilov N.V., Novosyolov K.A., Moskalyov E.V., Kazemirskiy A.V. Basic steps of knee arthroplasty development. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 1996; 4: 85–8 (in Russian)].
 24. *Morrison T.A., Nyce J.D., Macaulay W.B., Geller J.A.* Early adverse results with bicompartmental knee arthroplasty: a prospective cohort comparison to total knee arthroplasty. *J. Arthroplasty*. 2011; 26 (6 Suppl.): 35–9.
 25. *Dy C.J., Franco N., Ma Y., Mazumdar M., McCarthy M.M., Gonzalez Della Valle A.* Complications after patello-femoral versus total knee replacement in the treatment of isolated patello-femoral osteoarthritis. A meta-analysis. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2012; 20 (11): 2174–90.
 26. *Bal B.S., Guy S.P., Greenberg D.D., Aletto T.J.* Primary total knee replacement with a zirconia ceramic femoral component. Bioceramics and alternative bearings in joint. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House. 2014: Doc 22–945.
 27. *Bergschmidt P., Bader R., Ganzer D., Hauzeur C., Lohmann C., Krüger A. et al.* 15-year clinical and radiological outcomes of a prospective international multi-centre study on a ceramic femoral component in total knee arthroplasty. *Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU)*. Berlin; 2014: 28–31.

Сведения об авторах: Прохоренко В.М. — доктор мед. наук, профессор, зам. директора ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна по научно-лечебной работе, рук. клиники эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, зав. кафедрой травматологии и ортопедии Новосибирского государственного медицинского университета; Мамедов А.А. — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов; Баитов В.С. — канд. мед. наук, зав. отделением эндопротезирования коленного сустава.

Для контактов: Прохоренко Валерий Михайлович. 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 17. Тел.: 8 (383) 363–31–31. E-mail: niito@niito.ru.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При направлении статей в редакцию просим обращать особое внимание на правильность представления материала.

Все термины и определения должны быть научно достоверны, их написание (как русское, так и латинское) должно соответствовать «Энциклопедическому словарю медицинских терминов» (в 3-х томах, под ред. акад. Б.В. Петровского).

Лекарственные препараты должны быть приведены только в международных непатентованных названиях, которые употребляются первыми, затем в случае необходимости приводится несколько торговых названий препаратов, зарегистрированных в России (в соответствии с информационно-поисковой системой «Клифар-Госреестр» [Государственный реестр лекарственных средств]).

Желательно, чтобы написание ферментов соответствовало стандарту *Enzyme Classification*, названия наследуемых или семейных заболеваний — международной классификации наследуемых состояний у человека (*Mendelian Inheritance in Men* [<http://ncbi.nlm.nih.gov/Omim>]).

Названия микроорганизмов должны быть выверены в соответствии с «Энциклопедическим словарем медицинских терминов» (в 3 томах, под ред. акад. Б.В. Петровского) или по изданию «Медицинская микробиология» (под ред. В.И. Покровского).

Написание Ф.И.О. авторов, упоминаемых в тексте, должно соответствовать списку литературы.

Помимо общепринятых сокращений единиц измерения, физических, химических и математических величин и терминов (например, ДНК), допускаются аббревиатуры словосочетаний, часто повторяющихся в тексте. Все вводимые автором буквенные обозначения и аббревиатуры должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании. Не допускаются сокращения простых слов, даже если они часто повторяются.

Дозы лекарственных средств, единицы измерения и другие численные величины должны быть указаны в системе СИ.

План проведения научно-практических мероприятий по травматологии и ортопедии на 2017 год

Наименование мероприятия	Дата проведения	Место проведения	Организатор
«Возможности прототипирования и аддитивных технологий в травматологии и ортопедии. Осмысление первых результатов»	17 февраля	Санкт-Петербург	ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России, Ассоциация специалистов по 3D-печати в медицине», АТОР
Второй Всероссийский конгресс по травматологии с международным участием «Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях»	17–18 февраля	Санкт-Петербург	Минздрав России, Комитет по здравоохранению Санкт-Петербурга, отделение медицинских наук РАН, Российская ассоциация вертебрологов, ФГБОУ ВО ПСПбГМ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, АТОР
IV Международный Форум «Инновации в медицине»	1–10 марта	Новосибирск	ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Инновационный медико-технологический центр
Ежегодная конференция молодых ученых на английском языке	17 марта	Санкт-Петербург	ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России
Конференция «Научные достижения и современные технологии в российской травматологии и ортопедии»	31 марта 1 апреля	Омск	ФМБА России, ГБОУ ВПО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России, Омский ГМУ, Минздрав Омской области, ЗСМЦ ФМБА России, БУЗОО КМХЦ МЗ ОО
Конференция молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии»	14 апреля	Санкт-Петербург	ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России
Всероссийская научно-практическая конференция «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики»	26–28 апреля	Саратов	НИИТОН СГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, АТОР
VII Всероссийский симпозиум с международным участием «Актуальные вопросы тканевой и клеточной трансплантологии»	27–28 апреля	Астрахань	ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, ГБОУ ВПО АГМУ Минздрава России, АТОР
XX юбилейная научно-практическая конференция «Интегративная медицина. 10 лет журналу «Политравма»»	19 мая	Ленинск-Кузнецкий	ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров»
Форум травматологов-ортопедов Северного Кавказа 2017 (ФТОСК 2017)	15–16 мая	Владикавказ	Минздрав Северной Осетии, АТОР, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России
Пироговский форум с международным участием «Хирургия повреждений, критические состояния. Спаси и сохрани»	25–26 мая	Москва	ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, Центральная дирекция здравоохранения ОАО «РЖД», АТОР
Научно-практическая конференция с международным участием «Междисциплинарное взаимодействие в реабилитации и ортотерапии»	26–27 мая	Санкт-Петербург	ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России
Межвузовская олимпиада среди ординаторов, обучающихся по специальности «Травматология и ортопедия»	3–4 июня	Смоленск	ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава России ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, АТОР
Международная научно-практическая конференция «Илизаровские чтения»	21–22 июня	Курган	ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АТОР, ГУ «РНПЦТО» Минздрава Республики Беларусь при поддержке ОО ASAMI
Евразийский ортопедический форум (EOPFORUM-2017)	29–30 июня	Москва ВДНХ	Главное военно-медицинское управление Минобороны России, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, ФГКУ «ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, АТОР, Ассоциация травматологов-ортопедов Москвы
VI Евразийский Конгресс травматологов-ортопедов	24–26 августа	Казань	ФГБОУ ВО «Казанский ГМУ» Минздрава России, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России
Первый Съезд травматологов-ортопедов ЦФО	14–15 сентября	Смоленск	ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава России, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, АТОР
Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии детского возраста»	14–15 сентября	Чебоксары	ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава России
«Вреденовские чтения»	21–23 сентября	Санкт-Петербург	ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, АТОР

Всероссийская научно-практическая конференция «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: трансфер от науки в практику»	22–23 сентября	Саратов	ФГБУ «СарНИИТО» Минздрава России. Партнеры: инженерно-производственный кластер Пензенской области «Биомед», ЗАО НПП «МедИнж»
Междисциплинарная межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы оказания помощи больным с политравмой»	13–14 октября	Иваново	ФГБОУ ВО «Ивановская ГМА» Минздрава России, АТОР
Межрегиональная научно-практическая конференция, посвященная памяти профессора М.Н. Никитина и памяти профессора М.Д. Благодатского «Новые технологии в диагностике и лечении травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата»	2–3 ноября	Иркутск	ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (ИНЦХТ), ИГМАПО — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
Мастер-класс «Повреждения позвоночника и спинного мозга у детей»	10–11 ноября	Санкт-Петербург	ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России
Форум травматологов-ортопедов Сибири и Дальнего Востока 2017	17–18 ноября	Красноярск	Минздрав России, Минздрав Красноярского края, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, АТОР
Новые и классические технологии в травматологии и ортопедии Самарского региона	22–23 ноября	Самара	ФГБОУ ВО «СамГМУ» Минздрава России
Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения»	25–26 ноября	Новосибирск	ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
Научно-практическая конференция «Приоровские чтения» и «Конференция молодых ученых»	7–8 декабря	Москва	ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, АТОР

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При направлении статей в редакцию просим обращать особое внимание на правильность представления материала.

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. По аннотации к статье читателю должна быть понятна суть исследования, он должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации.

В авторском резюме должны быть изложены только существенные факты работы. Приветствуется структура аннотации, повторяющая структуру статьи и включающая введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы). Однако предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или важны с точки зрения данной работы.

Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты. Предпочтение отдается новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

В тексте авторского резюме не должны повторяться сведения, содержащиеся в заглавии. Следует применять значимые слова из текста статьи, текст авторского резюме должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, лишних вводных слов, общих и незначимых формулировок.

В тексте авторского резюме следует избегать сложных грамматических конструкций, при переводе необходимо использовать активный, а не пассивный залог.

Сокращения и условные обозначения, кроме общеупотребительных, применяют в исключительных случаях или дают их расшифровку и определения при первом употреблении в авторском резюме.

Объем текста авторского резюме определяется содержанием публикации (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением), но не должен быть менее 100–250 слов.

Ключевые слова должны не дублировать текст резюме, а являться дополнительным инструментом для поиска статьи в сети.

ОТЧЕТ
о Приоровских чтениях
«Вертебрология — проблемы, поиски, решения»
и конференции молодых ученых

Пятая Всероссийская научно-практическая конференция «Приоровские чтения», в рамках которой традиционно прошла конференция молодых ученых, была посвящена одному из сложнейших разделов травматологии и ортопедии — диагностике и лечению повреждений и заболеваний позвоночника и была приурочена юбилею профессора С.Т. Ветрилэ. Организаторами научного собрания стали ЦИТО им. Н.Н. Приорова, Ассоциация травматологов-ортопедов России и Совет молодых ученых ЦИТО.

В работе конференции приняло участие 248 зарегистрированных делегатов, представлявших научно-исследовательские институты, высшие медицинские учебные заведения и лечебно-профилактические учреждения из 26 городов России и 2 стран ближнего зарубежья (Узбекистан и Республика Беларусь).

На открытии конференции с приветственными словами выступили директор ЦИТО им. Н.Н. Приорова, президент Ассоциации травматологов-ортопедов России, академик РАН, профессор С.П. Миронов и главный внештатный травматолог-ортопед Департамента здравоохранения г. Москвы доктор мед. наук, профессор В.Э. Дубров. Успехов всем участникам конференции пожелал председатель Совета молодых ученых ЦИТО им. Н.Н. Приорова доктор мед. наук Д.А. Шавырин.

Учитывая, что в рамках Приоровских чтений традиционно проводится конференция молодых ученых, научная программа была сформирована как обучающий курс для молодых специалистов. Многие доклады первой секции начинались со слов благодарности одному из ведущих вертебрологов страны и вертебрологической школы ЦИТО, отметившему свое 75-летие профессору С.Т. Ветрилэ. Его ученики и последователи из нашей страны и стран СНГ представили доклады по современным технологиям, используемым в диагностике, оперативном и консервативном лечении травм и заболеваний позвоночника как взрослых, так и детей.

Научную программу конференции открыли ученики юбиляра: доктор мед. наук А.А. Кулешов (Москва), выступивший с докладом «Творческий путь профессора С.Т. Ветрилэ», и доктор мед. наук С.В. Колесов (Москва), освятивший современные возможности лечения тяжелых форм сколиоза.

Большой интерес слушателей вызвали доклады «Коррекция деформаций анкилозированного позвоночника» (Рерих В.В., Новосибирск), «Остеотомия позвоночника при тяжелых деформациях» (Лисянский И.Н., Москва), «Особенности остеointеграции позвоночника при использовании сетчатых титановых имплантатов» (Мазуренко А.Н. и соавт., Минск, Республика Беларусь).

В докладе М.С. Ветрилэ (Москва) были представлены современные взгляды на клинику, диагностику и методы лечения спондилолистеза. Внимание слушателей было акцентировано на сообщении об инновационных технологиях в хирургии патологических процессов основания черепа и краниоверте-

брального сочленения, представленном А.Н. Шкарубо (Москва). Особый профессиональный интерес вызвали вопросы, касающиеся специфических клинических аспектов, диагностики и современных хирургических технологий, используемых в лечении воспалительных и онкологических заболеваний позвоночника, освещенные в докладах «Воспалительные заболевания позвоночника» (Колбовский Д.А., Москва), «Трудности клинкоморфологической диагностики остеосарком позвоночника» (Берченко Г.Н., Шугаева О.Б., Москва), «Спондилэктомия — радикальные хирургические технологии при опухолях позвоночника» (Бабкин А.В., Минск, Республика Беларусь).

Доклады А.Ю. Кочиша (Санкт-Петербург) «Организационные и клинические аспекты профилактики повторных переломов позвонков» и Е.Н. Бахтиной и соавт. (Москва) «Роль показателей метаболизма костной ткани у больных сколиозом в клинической практике» были посвящены проблеме остеопороза в вертебрологической практике. Завершили научную программу доклады, в которых авторы подробно представили методики обезболивания и кровосбережения, используемые в ходе оперативных вмешательств на позвоночнике, а также рациональные подходы к лечению болевых синдромов в послеоперационном периоде.

Тематика 43 докладов конференции молодых ученых во второй и третьей секциях как бы продолжила тему основного заседания и тоже была посвящена вопросам диагностики и лечения повреждений и заболеваний позвоночника у детей (вторая секция) и взрослых (третья секция). На четвертой секции обсуждались наиболее сложные проблемы, с которыми сталкиваются врачи в процессе лечения костно-суставной патологии у больных разного возраста.

Традиционно по окончании конференции прошло награждение молодых специалистов, чьи работы были признаны лучшими. Первая премия была присуждена ученому из ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна Минздрава России А.В. Пелеганчуку за работу «Fast-track технологии при лечении дегенеративного спондилолистеза», вторая — сотруднице ЦИТО им. Н.Н. Приорова А.Д. Акиньиной за работу «Состояние соматического статуса у детей с хроническим остеомиелитом», третья — А.Н. Филиповой из НИДОИ им. Г.И. Турнера за работу «Исследование полиморфизмов генов COL1A1 и VDR у детей со сколиозом».

В целом специалистами был отмечен высокой научно-практической уровень всех представленных работ, поэтому представителями жюри было решено наряду с тремя главными премиями присудить 3 почетных приза в виде членства в Ассоциации травматологов-ортопедов России и монографий сотрудников ЦИТО.

Все тезисы вошли в 313-страничный сборник материалов Конференции.

Шестая конференция «Приоровские чтения» и конференция молодых ученых пройдет 7–8 декабря 2017 г. в Москве.

*Проф. А.А. Очуренко,
проф. Н.А. Еськин,
отв. секретарь АТОР В.А. Перминов*

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

«Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» предназначен для травматологов-ортопедов и специалистов смежных областей медицины — научных работников, практических врачей, организаторов науки и здравоохранения. В журнале публикуются оригинальные статьи — теоретические, клинические и экспериментальные исследования, заметки из практики (краткие сообщения), лекции, обзоры литературы, информационные сообщения по актуальным проблемам травматологии и ортопедии.

Решение о публикации статьи принимается редакционной коллегией на основании отзыва независимого рецензента (специалиста по проблеме), оценки соответствия работы этическим требованиям, а также правилам технической подготовки рукописи. Редакция оставляет за собой право редактировать статью.

Требования к оформлению рукописей

- Статья представляется в одном экземпляре, подписанном всеми авторами. На первой странице — виза руководителя, заверенная печатью. Рукопись сопровождается официальным направлением от учреждения, в котором выполнена работа, с указанием, что данный материал не публиковался в других изданиях, и заключением об отсутствии в нем сведений, не подлежащих опубликованию. Кроме того, прикладываются копии авторских свидетельств, патентов, удостоверений на рационализаторские предложения или разрешений на публикацию, если эти документы упомянуты в тексте статьи.
- Статья печатается с одной стороны листа, все элементы текста через 2 межстрочных интервала, ширина полей справа, сверху и внизу — 2,5 см, слева — 4 см. Используется шрифт Times New Roman, размер шрифта 12 пунктов. Страницы нумеруются арабскими цифрами. Общий объем оригинальной статьи — до 12, обзорной работы — до 16, кратких сообщений — до 5 страниц.
- На титульном листе приводятся: название статьи; имена, фамилии, отчества авторов на русском и английском языках с указанием их ученой степени, звания, места работы и занимаемой должности; полное название учреждения (учреждений), где выполнена работа, в именительном падеже с указанием ведомственной принадлежности. Дается информация «для контактов» — почтовый и электронный адрес, телефон одного из авторов (для переписки с редакцией и публикации в журнале).
- Оригинальные статьи, как правило, должны иметь следующие разделы: «введение», «материал и методы», «результаты», «обсуждение», «заключение» («выводы»).
- К статьям прилагается резюме (не более 1/2 страницы) на русском и английском языках, в котором кратко излагаются цель работы, материал и методы, основные выводы. В конце резюме приводятся 3–8 ключевых слов (словосочетаний).
- Список литературы печатается на отдельном листе, через 2 интервала, каждый источник с новой строки. Все работы перечисляются в порядке цитирования. В списке обязательно указываются: по книгам — фамилия автора (авторов) и его инициалы, полное название книги, место и год издания, цитируемые страницы (от — до); по журналам, сборникам, научным трудам — фамилия автора (авторов) и его инициалы, название статьи, название журнала, сборника, научного труда, год, том, номер и страницы (от — до). Неопубликованные работы в список не включаются. Для оригинальных статей список литературы следует ограничить 30 источниками, для обзорных — 60, для лекций и других материалов — 15. Библиографические ссылки в тексте статьи даются в квадратных скобках номерами в соответствии с пристрастным списком литературы.
- Иллюстрации (рисунки, графики, фотографии, схемы) представляются в двух экземплярах с указанием их номера, фамилии автора, пометкой «верх». Иллюстрации должны быть четкими, пригодными для воспроизведения. Их число не должно превышать 10 (включая а, б и т.д.). Подписи к рисункам печатаются на отдельном листе с указанием номера рисунка. В подписях приводится объяснение значения всех кривых, букв, цифр и других условных обозначений. В подписях к мик-рофотографиям указывается увеличение (окуляр, объектив) и метод окраски или импрегнации материала. В тексте обязательно дается ссылка на каждый рисунок.
- Таблицы должны быть построены наглядно, иметь название; заголовки граф должны точно соответствовать их содержанию. В тексте указывается место таблицы и ее порядковый номер.
- Сокращения слов в тексте следует избегать (за исключением общепринятых сокращений — ГОСТ 7.12–93 для русского и ГОСТ 7.11–78 для иностранных европейских языков). Если все-таки приходится пользоваться сокращениями, их следует расшифровать при первом упоминании термина и далее использовать по всему тексту.
- Единицы измерения должны приводиться в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
- К рукописи должна быть приложена ее электронная версия. Иллюстрации представляются обязательно в виде отдельных графических файлов (без дополнительных обозначений — стрелок, букв и т.п.): в формате TIFF (разрешение 400 dpi), векторные рисунки — в виде публикации Corel Draw (версия 7), диаграммы — в виде таблиц данных Excel. Используются следующие типы носителей: CD-R; CD-RW; дискеты 1,44 МВ.

Не принятые к печати рукописи редакцией не возвращаются.



Указатель статей,

опубликованных в № 1–4

за 2016 год

(римские цифры — номер журнала,
арабские — страницы)

Оригинальные статьи

- Алабут А.В., Сикилинда В.Д., Кубасов Д.О. Артроскопия в лечении осложнений эндопротезирования коленного сустава (II, 46–50)
- Барсуков Д.Б., Краснов А.И., Камоско М.М., Басков В.Е., Поздникин И.Ю., Александренко И.П. Хирургическое лечение детей с ранними стадиями юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости (I, 40–47)
- Бахтеева Н.Х., Коршунова Г.А., Зоткин В.В., Норкин И.А. Ортопедические и неврологические аспекты развития раннего коксартроза у детей с дисплазией тазобедренных суставов (I, 55–61)
- Богомолова Н.В., Шульга А.Е., Зарецков В.В., Смолькин А.А., Норкин И.А. Особенности репаративного остеогенеза поврежденных тел грудных и поясничных позвонков в различные сроки после травмы (IV, 44–49)
- Бондаренко А.В., Круглыхин И.В., Войтенко А.Н. Использование канюлированных винтов в хирургии повреждений таза (II, 25–34)
- Борисова Л.В., Николаев Н.С., Добровольская Н.Ю., Вуймо Т.А., Орлова А.В., Качаева З.А., Дидиченко С.Н. Оптимизация подходов к профилактике тромбоэмболических осложнений при артропластике тазобедренного сустава (III, 46–52)
- Бугров С.Н., Давыденко Д.В., Широкова Н.Ю., Новиков А.В., Петров С.В. Морфологическое обоснование distraction как подготовительного этапа биоактивной артропластики межфалангового сустава кисти при фиброзном анкилозе (IV, 34–39)
- Бывальцев В.А., Калинин А.А., Будаев А.Э. Оценка клинической эффективности малотравматичного способа транспедикулярной стабилизации в хирургическом лечении пациентов с переломами позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника (I, 15–20)
- Гилев М.В., Волокитина Е.А., Антониади Ю.В., Кутепов С.М. Новые подходы к систематизации и лечению импрессионных монокондилярных переломов плато большеберцовой кости (III, 16–23)
- Горбатенко А.И., Костяная Н.О. Применение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в комплексной терапии остеоартроза коленных суставов (II, 40–45)
- Гречанюк Н.Д., Зверьков А.В., Овсянkin А.В., Жибурт Е.Б. Влияние дренирования послеоперационной раны на частоту трансфузий эритроцитов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава (IV, 12–16)
- Дзюба Г.Г., Резник Л.Б., Ерофеев С.А., Одарченко Д.И. Разработка универсальных подходов к лечению остеомиелитов длинных костей скелета на основе опорных локальных антибактериальных носителей (I, 26–31)
- Дубров В.Э., Юдин А.В., Щербаков И.М., Рагозин А.О., Матвеев А.Л., Зюзин Д.А., Сапрыкина К.А. Оперативное лечение переломов шейки бедренной кости с использованием динамического деротационного остеосинтеза (IV, 5–11)
- Еськин Н.А., Андреева Т.М. Заболеваемость детей и подростков болезнями костномышечной системы в 2010–2014 гг. (I, 5–14)
- Еськин Н.А., Держак Е.В., Пядушкина Е.А. Клинико-экономический анализ применения энноксапарина, ривароксабана и дабигатрана этексилата для профилактики венозных тромбоэмболий у пациентов после больших ортопедических операций (IV, 28–33)

- Зар В.В., Шатохина С.Н. К дифференциальной диагностике хронического синовита крупных суставов (I, 67–70)
- Зиятдинов Б.Г., Ахтямов И.Ф. Факторы риска развития венозных тромбозов при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава (IV, 22–27)
- Зыкин А.А., Малышев Е.Е., Павлов Д.В., Королев С.Б. Результаты эндопротезирования коленного сустава в зависимости от выраженности угловой деформации (III, 11–15)
- Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рубин Г.Г., Руккин Я.А., Елизаров П.М., Музыченко А.В. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с ложными суставами шейки бедренной кости (I, 21–26)
- Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Ченский А.Д., Грицюк А.А., Лычагин А.В. Особенности дренирования после тотального эндопротезирования коленного сустава (IV, 16–21)
- Каплунов О.А., Бирюков С.Н., Некрасов Е.Ю. Профилактика тромбоэмболических осложнений после оперативного лечения переломов костей нижних конечностей: опыт применения ривароксабана в клинической практике (II, 57–61)
- Кожеевников О.В., Кралина С.Э., Фурцева Л.Н., Богданова И.А., Савостьянова Н.М. Биохимические изменения в тканях и синовиальной жидкости тазобедренного сустава при врожденных и дегенеративно-дистрофических заболеваниях у детей и подростков (III, 33–40)
- Колесник А.И., Гаврюшенко Н.С., Булгаков В.Г., Фролов Е.Б., Фомин Л.В. Влияние угла инклинации на износ полиэтиленовых вкладышей в экспериментальном модуле эндопротеза тазобедренного сустава (IV, 60–65)
- Колесов С.В., Бакланов А.Н., Шавырин И.А., Кудряков С.А., Шаболдин А.Н., Казьмин А.И. Оценка влияния галогравиционной тракции на результаты лечения тяжелых нейромышечных деформаций (мультицентровое ретроспективное исследование) (II, 12–18)
- Колесов С.В., Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Казьмин А.И. Разработка новых методов лечения повреждений спинного мозга при помощи магнитных наночастиц в комбинации с электромагнитным полем (экспериментальное исследование) (IV, 55–60)
- Колесов С.В., Сажнев М.Л., Снетков А.А., Казьмин А.И. Аутосохранение и применение ауторебра при двухэтапном оперативном лечении деформаций позвоночника (III, 28–32)
- Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Гаврюшенко Н.С., Громов И.С., Ветрилз М.С., Фомин Л.В., Маршаков В.В. Сравнительное экспериментальное исследование индивидуальной пластины для передней стабилизации и дорсальных систем фиксации на уровне С1–С2-позвонков (I, 76–82)
- Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г., Чегуров О.К. Состояние синовиальной среды у больных с дегенеративно-дистрофическими изменениями коленного сустава, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей (IV, 40–43)
- Мацукатов Ф.А., Герасимов Д.В. О факторах, влияющих на сроки консолидации переломов (II, 50–56)
- Минасов Б.Ш., Якунов Р.Р., Шустер Л.Ш., Чертовских С.В., Емаев И.И., Филимонов Г.Н., Коршунов А.А., Хаиров Т.Э. Сравнительное исследование адгезионной составляющей трения в эндопротезах тазобедренного сустава (I, 71–75)
- Назаров Е.А., Папков В.Г., Кузьманин С.А., Веснов И.Г. Изучение остеоинтеграции внутрикостных имплантатов с разными типами покрытий в условиях эксперимента (II, 62–67)

Нинель В.Г., Айтемиров Ш.М., Коршунова Г.А., Норкин И.А. Комплексная диагностика в тактике хирургического лечения повреждений периферических нервов конечностей (I, 62–66)

Павлов В.В., Прохоренко В.М. Вывихи бедренного компонента эндопротеза тазобедренного сустава: определение пространственного взаиморасположения компонентов (III, 5–10)

Сенотов А.С., Ольхов А.А., Склянчук Е.Д., Фадеева И.С., Фадеев Р.С., Фесенко Н.И., Провириин А.А., Лекшивили М.В., Гурьев В.В., Иорданский А.Л., Акатов В.С. Полнофункциональное восстановление ахиллова сухожилия нановолоконным имплантатом (экспериментальное исследование) (IV, 50–54)

Снетков А.А., Колесов С.В., Сажнев М.Л., Шаболдин А.Н. Хирургическое лечение тяжелых форм врожденных сколиозов (II, 18–24)

Снетков А.И., Котляров Р.С., Франтов А.Р., Батраков С.Ю., Кравец И.М. Хирургическое лечение коксартроза у подростков методом тотального эндопротезирования тазобедренного сустава при невозможности выполнения сохранных реконструктивных операций (I, 48–54)

Тоцкая Е.Г., Садовой М.А. Организационные механизмы управления инновационной деятельностью и их реализации в здравоохранении (на примере ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна») (II, 5–11)

Фирсов С.А., Матвеев Р.П., Шевченко В.П., Туморин Л.С. Тромбопрофилактика после эндопротезирования в практике поликлинического врача травматолога-ортопеда: нужна ли она? (I, 32–39)

Халимов Э.В., Савельев С.Н., Халимов А.Э., Нуриев Р.Ф., Очкуренко А.А. Возможности применения обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в лечении остеоартроза коленного сустава (III, 23–27)

Шаров А.Н., Кривова А.В. Влияние детских ходунков на развитие двигательных навыков у младенцев (III, 40–46)

Шумский А.А., Родионова С.С., Каграманов С.В. Особенности прогрессирования асептического некроза головки бедренной кости при двустороннем поражении после эндопротезирования одного из суставов (II, 35–39)

Ямковой А.Д., Гаврюшенко Н.С., Зоря В.И. Стабилизационные возможности гвоздя с пластической деформацией Fixion при фиксации моделированных дифузарных переломов костей (экспериментальное исследование) (I, 82–84)

Короткие сообщения

Афанасьев А.П., Карданов А.А., Карандин А.С., Королев А.В. Применение ривароксабана для профилактики венозных тромбозов и тромбоэмболических осложнений у пожилых пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава (III, 74–77)

Дубиненков В.Б., Любошевский П.А., Ларионов С.В., Корышков Н.А., Шушпанова Е.В. Эффективность и безопасность двухуровневых блокад плечевого сплетения при операции блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза плеча (III, 78–80)

Поздникин И.Ю., Камоско М.М., Барсуков Д.Б., Барлова О.В. Подвывих в тазобедренном суставе у ребенка с болезнью Шарко — Мари — Туса и остеоониходисплазией (I, 85–92)

Призов А.П., Копылов А.А., Эпштейн А.А., Лазко Ф.Л., Кубашев А.А., Беляк Е.А., Загородний Н.В., Куликова О.И. Лечение медиального остеоартроза коленного сустава способом высокой открытой корригирующей остеотомии большеберцовой кости (III, 71–74)

В помощь практическому врачу

Мачак Г.Н., Морозов А.К., Снетков А.И., Карпов И.Н., Кочергина Н.В., Блудов А.Б., Рыжков А.Д. Современные методы визуализации в диагностике, стабильности и выработке тактики лечения первичных злокачественных опухолей костей. Часть I (III, 54–62)

Михайлова Л.К., Соколова Т.В., Полякова О.А. Ранняя диагностика и лечение пациентов с мукополисахаридом IV и VI типов (III, 63–70)

Обзор литературы

Борзунов Д.Ю., Шевцов В.И., Стогов М.В., Овчинников Е.Н. Анализ опыта применения углеродных наноструктурных имплантатов в травматологии и ортопедии (II, 77–81)

Кулешов А.А., Крупаткин А.И., Муравьева Н.В. Спонтанная резорбция грыж межпозвонковых дисков (III, 81–89)

Лазарев А.Ф., Борозда И.В. Массивное забрюшинное кровотечение при переломах таза (II, 68–76)

Прохоренко В.М., Мамедов А.А., Баитов В.С. История, настоящее и будущее артропластики коленного сустава (IV, 74–81)

Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Шулепов Д.А., Злобин О.В. Перспективы артроскопической хирургии при лечении заболеваний локтевого сустава (IV, 66–73)

Информация

Организация российского производства эндопротезов — импортозамещающий проект ООО «ЗАО ТРЕК-Э Композит» и АО «ВНИИИМ им. А.А. Бочвара» (III, 92–93)

Отчет о VII Съезде Межрегиональной ассоциации хирургов-вертебрологов (II, 86–87)

Отчет о Приоровских чтениях «Вертебрология — проблемы, поиски, решения» и конференции молодых ученых (IV, 84)

Отчет о Приоровских чтениях с проведением Всероссийской научно-практической конференции «Использование искусственных биодеградируемых имплантатов в травматологии и ортопедии» и конференции молодых ученых (I, 94–95)

Отчет о первой научно-практической конференции с международным участием «Перипротезная инфекция — современный взгляд на проблему» (II, 87–88)

План проведения научно-практических мероприятий по травматологии и ортопедии на 2017 год (IV, 82–83)

Рецензия

Зоннтаг Фолкер К. Х. Рецензия на книгу В.А. Бывальцева, Е.Г. Белых, А.А. Калинина, В.А. Сорокикова «Клиника, диагностика и хирургическое лечение грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника» (III, 90–90)

Хернесниemi Ю., Кивелев Ю. Рецензия на книгу В.А. Бывальцева, Е.Г. Белых «Симуляционный тренинг в нейрохирургии» (III, 90–91)

Памятные даты

А.Ф. Каптелин (к 100-летию со дня рождения) (I, 93–94)

Юбилей

С.Т. Ветрилэ (II, 82)

М.Ш. Хубутя (II, 83)

Некролог

Ю.И. Ежов (II, 85)

О.А. Малахов (III, 94)

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENS

Дубров В.Э., Юдин А.В., Щербаков И.М., Рагозин А.О., Матвеев А.Л., Зюзин Д.А., Сапрыкина К.А. Оперативное лечение переломов шейки бедренной кости с использованием динамического деротационного остеосинтеза ...	5	Dubrov V.E., Yudin A.V., Shcherbakov I.M., Ragozin A.O., Matveev A.L., Zyuzin D.A., Saprykina K.A. Surgical Treatment of Femoral Neck Fractures with Dynamic Derotation Osteosynthesis	
Гречанюк Н.Д., Зверьков А.В., Овсянкин А.В., Жибурт Е.Б. Влияние дренирования послеоперационной раны на частоту трансфузий эритроцитов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава	12	Grechanyuk N.D., Zver'kov A.V., Ovsyankin A.V., Zhiburt E.B. Effect of Postoperative Wound Drainage on the Frequency of Red Blood Cells Transfusion after Primary Hip Arthroplasty	
Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Ченский А.Д., Грицюк А.А., Лычагин А.В. Особенности дренирования после тотального эндопротезирования коленного сустава	16	Kavalerskiy G.M., Smetanin S.M., Chenskiy A.D., Gritsyuk A.A., Lychagin A.V. Peculiarities of Drainage after Total Knee Arthroplasty	
Зиятдинов Б.Г., Ахтямов И.Ф. Факторы риска развития венозных тромбозов при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава	22	Ziatdinov B.G., Akhtyamov I.F. Risk Factors of Venous Thrombosis Development at Primary Hip Arthroplasty	
Еськин Н.А., Деркач Е.В., Пядушкина Е.А. Клинико-экономический анализ применения эноксапарина, ривароксабана и дабигатрана этексилата для профилактики венозных тромбоэмболий у пациентов после больших ортопедических операций	28	Es'kin N.A., Dergach E.V., Pyadushkina E.A. Clinical Economic Analysis of the Use of Enoxaparin, Rivaroxaban and Dabigatran Eteksilate for Venous Thromboembolism Prophylaxis (VTP) in Patients after Vast Orthopaedic Operations	
Бугров С.Н., Давыденко Д.В., Широкова Н.Ю., Новиков А.В., Петров С.В. Морфологическое обоснование distraction как подготовительного этапа биоактивной артропластики межфалангового сустава кисти при фиброзном анкилозе	34	Bugrov S.N., Davydenko D.V., Shirokova N.Yu., Novikov A.V., Petrov S.V. Morphologic Substantiation of Distraction as a Preparatory Step for Bioactive Interphalangeal Hand Joint Arthroplasty in Fibrous Ankylosis	
Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г., Чегуров О.К. Состояние синовиальной среды у больных с дегенеративно-дистрофическими изменениями коленного сустава, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей	40	Matveeva E.L., Gasanova A.G., Chegurov O.K. State of Synovial Medium in Patients with Degenerative Dystrophic Changes of Knee Joint Accompanied by Articular Surface Defects	
Богомолова Н.В., Шульга А.Е., Зарецков В.В., Смолькин А.А., Норкин И.А. Особенности репаративного остеогенеза поврежденных тел грудных и поясничных позвонков в различные сроки после травмы	44	Bogomolova N.V., Shul'ga A.E., Zaretskov V.V., Smol'kin A.A., Norkin I.A. Peculiarities of Reparative Osteogenesis of Injured Thoracic and Lumbar Vertebral Bodies at Different Terms after Trauma	
Сенотов А.С., Ольхов А.А., Скляничук Е.Д., Фадеева И.С., Фадеев Р.С., Фесенко Н.И., Провирин А.А., Лекишвили М.В., Гурьев В.В., Иорданский А.Л., Акатов В.С. Полнофункциональное восстановление ахиллова сухожилия нановолоконным имплантатом (экспериментальное исследование)	50	Senotov A.S., Ol'khov A.A., Sklyanchuk E.D., Fadeeva I.S., Fadeev R.S., Fesenko N.I., Prosvirin A.A., Lekishvili M.V., Gur'ev V.V., Iordanskiy A.L., Akatov V.S. Full-Function Restoration of Achilles Tendon with Nanofibrous Implant (experimental study)	
Колесов С.В., Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Казьмин А.И. Разработка новых методов лечения повреждений спинного мозга при помощи магнитных наночастиц в комбинации с электромагнитным полем (экспериментальное исследование)	55	Kolesov S.V., Panteleev A.A., Sazhnev M.L., Kaz'min A.I. Elaboration of New Treatment Methods for Spinal Cord Injuries Using Magnetic Nanoparticles in Combination with Electromagnetic Field (Experimental Study)	
Колесник А.И., Гаврюшенко Н.С., Булгаков В.Г., Фролов Е.Б., Фомин Л.В. Влияние угла инклинации на износ полиэтиленовых вкладышей в экспериментальном модуле эндопротеза тазобедренного сустава	60	Kolesnik A.I., Gavryushenko N.S., Bulgakov V.G., Frolov E.B., Fomin L.V. Influence of Inclination Angle on the Polyethylene Insert Wear in Experimental Module of Hip Endoprosthesis	
Обзор литературы		Literature Review	
Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Шулепов Д.А., Злобин О.В. Перспективы артроскопической хирургии при лечении заболеваний локтевого сустава	66	Salikhov M.R., Kuznetsov I.A., Shulepov D.A., Zlobin O.V. Perspectives of Arthroscopic Surgery at Treatment of Elbow Joint Diseases	
Прохоренко В.М., Мамедов А.А., Байтов В.С. История, настоящее и будущее артропластики коленного сустава ..	74	Prokhorenko V.M., Mamedov A.A., Baitov V.S. History, Present and Future of Knee Arthroplasty	
Информация		Information	
Отчет о Приоровских чтениях «Вертебрология — проблемы, поиски, решения» и конференции молодых ученых	84	Report of the Priorov readings "Vertebrology - problems, searches, solutions" and the conference of young scientists	
План проведения научно-практических мероприятий по травматологии и ортопедии на 2017 год	82	Plan of scientific and practical events in traumatology and orthopedics for 2017	
Указатель статей, опубликованных в № 1–4 за 2016 г.	86	Index of Articles Published in 1–4, 2016	