

# В Е С Т Н И К

# травматологии

# и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н.ПРИОРОВА



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ

3  
июль-сентябрь  
2015



# 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

3  
июль-сентябрь  
2015

---

## 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*»

---

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](mailto:vto-priorov@mail.ru)  
[www.cito-vestnik.ru](http://www.cito-vestnik.ru)  
Зав. редакцией М.В. Челюканова

Редактор М.В. Челюканова

Компьютерная графика И.С. Косов

Операторы компьютерного набора и верстки И.С. Косов

---

|                             |                   |                  |                |                    |
|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------|--------------------|
| Подписано в печать 29.09.15 | Формат 60x88 1/8. | Печать офсетная. | Печ. л. 12,00  | Усл. печ. л. 11,76 |
| Уч.-изд. л. 13,40           | Заказ № 1902      |                  | Тираж 430 экз. |                    |

---

ООО «Издательство «Репроцентр М»»  
125252, Москва, ул. Куусинена, дом 19А.  
Отпечатано с готовых диапозитивов в ООО РПЦ «Возрождение»  
117105, г. Москва, Варшавское ш., дом 37а

*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



9 770869 867007

© ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова», 2015



# 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

3  
*July-September*  
2015

---

## 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](mailto:vto-priorov@mail.ru)  
[www.cito-vestnik.ru](http://www.cito-vestnik.ru)

ООО «Izdatel'stvo "Reprintsentr M"»  
Moscow, Russia

*Reliability of advertisement information is the responsibility of advertiser*

ISSN 0869-8678



9 770869 867007

Copyright© All Rights Reserved, 2015

© Коллектив авторов, 2015

## ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ ПРИ МНОЖЕСТВЕННОЙ И СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЕ

*В.В. Тимофеев, А.В. Бондаренко, А.А. Подсонный*

ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России, Барнаул, РФ

*В период с 2001 по 2014 г. были изучены результаты лечения 306 детей в возрасте от 1 года до 17 лет с переломами нижних конечностей при множественной и сочетанной травме. Проведена сравнительная оценка консервативных методов, чрескожного остеосинтеза аппаратами наружной фиксации и погружного остеосинтеза. Оценивали количество осложнений, длительность и число госпитализаций, общую продолжительность лечения, отдаленные результаты и качество жизни в сроки от 1 года до 3 лет после травмы. Определены показания к использованию каждого из методов остеосинтеза.*

**Ключевые слова:** множественные повреждения, остеосинтез, переломы нижних конечностей, дети, политравма, сочетанная травма.

### *Treatment of Lower Limb Fractures in Children with Multiple and Concomitant Injuries*

*V.V. Timofeev, A.V. Bondarenko, A.A. Podsonnyi*

Altai State Medical University, Barnaul, Russia

*Treatment results for 306 children (1–17 years) with lower limb fractures accompanied by multiple and concomitant injuries were studied during 2005–2014. Comparative assessment of conservative treatment, transcutaneous osteosynthesis with external fixation devices and internal fixation was performed. The number of complications, duration and number of hospitalizations, total duration of treatment, long-term results and quality of life at terms from 1 to 3 years after injury were evaluated. Indications to the application of every osteosynthesis technique were determined.*

**Key words:** multiple injuries, osteosynthesis, lower limb fractures, children, polytrauma, concomitant injury.

**Введение.** С ростом числа различного рода высокоэнергетических воздействий увеличилась частота множественных и сочетанных повреждений у детей, компонентами которых являются тяжелые переломы длинных костей нижних конечностей, часто в нескольких сегментах [1–3]. Консервативные методы лечения в этих случаях не эффективны. Гипсовые повязки не удерживают репозицию, а скелетное вытяжение приводит к отрицательным физиологическим и социальным последствиям [4–6]. Кроме того, дети ввиду эмоциональной лабильности особенно тяжело переносят отсутствие двигательной активности. Длительный постельный режим с последующим периодом реабилитации негативно сказывается на психосоматическом статусе ребенка [7]. В связи с этим при лечении переломов у детей все чаще используют хирургические методы — остеосинтез аппаратами наружной фиксации (АНФ), особенно популярный в нашей стране, и получившие в последнее время распространение методы внутреннего остеосинтеза. Каждый из них имеет как свои положительные стороны, так и недостатки. Сравнительная оценка

использования различных методов лечения переломов у детей с множественной и сочетанной травмой в литературе освещена недостаточно, имеются только единичные работы [8, 9].

Цель исследования: определить наиболее эффективные методы лечения переломов нижних конечностей у детей при множественной и сочетанной травме.

### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В период с 2001 по 2014 г. в Краевой клинической больнице скорой медицинской помощи Барнаула пролечено 306 детей с переломами нижних конечностей при множественной и сочетанной травме. Мальчиков было 201 (65,7%), девочек — 105 (34,3%). Медиана возраста составила 13 лет. Детей раннего возраста (1–3 года) было 13 (4,3%), дошкольного (4–7 лет) — 52 (17%), младшего школьного (8–11 лет) — 66 (21,5%), среднего школьного (12–14 лет) — 52 (17%), подросткового (15–17 лет) — 123 (40,2%).

Причинами переломов чаще всего служили дорожно-транспортные происшествия — 240 (78,5%)

пострадавших, реже встречались бытовые травмы — 42 (13,7%), падения с высоты больше собственного роста — 14 (4,6%), уличные травмы — 5 (1,6%), криминальные — 4 (1,3%) и промышленные — 1 (0,3%).

Сочетанная травма отмечена у 245 (80%) детей, множественные повреждения опорно-двигательной системы — у 61 (20%). Оценка тяжести политравмы согласно шкале ISS [10] у 159 (52%) пострадавших не превышала 17 баллов, у 78 (25,5%) соответствовала 17–25 баллам, у 50 (16,3%) — 26–40 баллам, у 19 (6,2%) превысила 40 баллов.

Черепно-мозговые травмы (ЧМТ) различной степени тяжести наблюдались у 238 (77,7%) человек, из них сотрясения головного мозга у 151 (63,4%), ушибы головного мозга у 87 (36,6%). В подавляющем большинстве случаев имела место закрытая ЧМТ — 214 (89,9%) детей. Переломы костей свода и основания черепа отмечались у 26 (10,9%) поступивших, внутричерепные кровоизлияния — у 21 (8,8%), переломы костей лицевого скелета — у 3 (1,3%), поверхностные травмы головы в виде ран и ссадин — у 26 (10,9%).

Травмы грудной клетки выявлены у 16 (5,2%) пациентов, переломы ребер — у 7, пневмоторакс — у 5, гемоторакс — у 1, гемопневмоторакс — у 5, ушибы легких — у 8, сердца — у 1. Следует заметить, что ввиду особенностей строения детского скелета, пластичности реберного каркаса тяжелые повреждения органов грудной клетки не всегда сопровождалось переломами ребер.

Закрытые повреждения внутренних органов живота имели место у 40 (13%) человек, из них у 5 были повреждены сразу два органа, у одного — три. Наиболее часто встречались ушибы почек (18), повреждения печени (10), селезенки (10), разрывы кишечника (4), мочевого пузыря (2), бры-

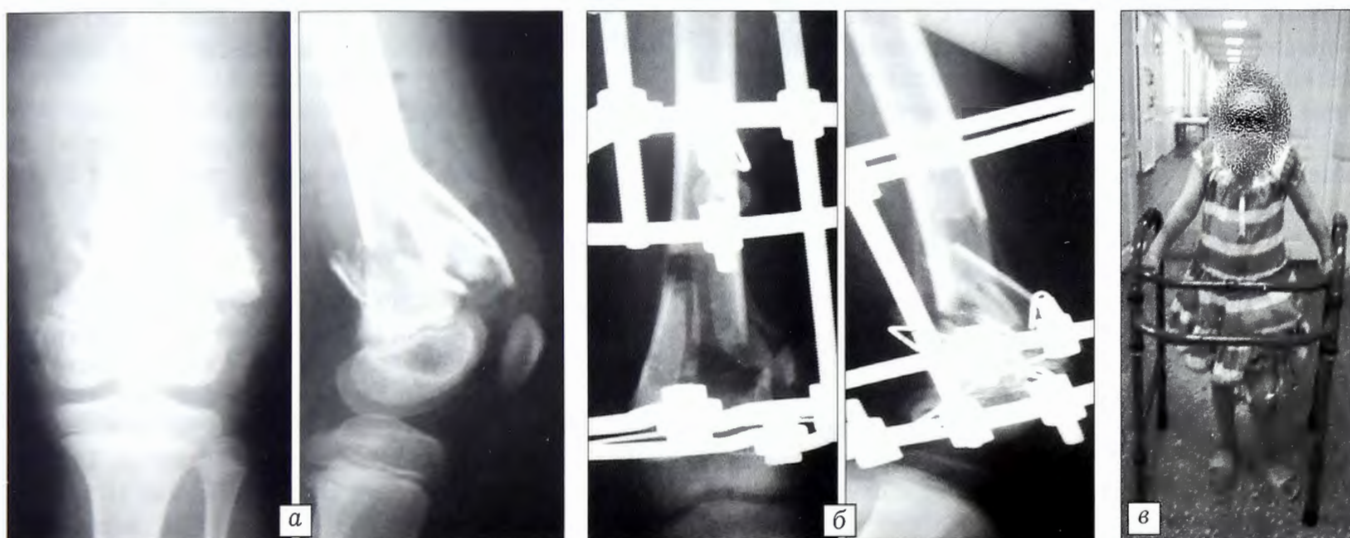
жейки (3). У 2 пострадавших отмечались открытые проникающие ранения брюшной полости без повреждений внутренних органов. Одновременно травмы органов грудной клетки и живота выявлены у 5 детей.

Всего диагностировано 337 переломов длинных костей нижних конечностей. Большинство, 172, составили переломы бедра, из них 19 (11%) открытые. Переломов костей голени было 165, из них открытых — 40 (24,2%). Переломы одного сегмента нижних конечностей встречались у 278 (90,8%) пострадавших, двух — у 25 (8,2%), трех — у 3 (1%).

При оценке тяжести переломов использовали классификацию АО Pediatric Comprehensive Classification of Long-Bone Fractures (PCCF) [11]. Переломов диафиза бедренной кости (32-D) было 106 (61,6%), проксимального отдела (31-E,М) — 42 (24,4%), дистального (33-E,М) — 24 (14%), диафиза голени (42-D) — 122 (73,9%), проксимального отдела голени (41-E,М) — 11 (6,7%), дистального (43-E,М) — 32 (19,4%). Открытых переломов I типа по классификации АО [12] отмечено 34, II — 19, III — 6.

Помимо указанных повреждений у пациентов выявлено еще 96 переломов костей других локализаций, из них 88 закрытых и 8 открытых: переломы ключицы (9), плеча (20), предплечья (18), костей кисти (3), таза и вертлужной впадины (34), крестца (3), переломы позвоночника (9), а также разрывы крестцово-подвздошных сочленений (7), симфиза (2), вывих бедра (1).

Процесс оказания помощи детям с множественной и сочетанной травмой условно разделяли на этапы: реанимационный, профильный клинический и реабилитационный согласно концепции В.А. Соколова [13].



**Рис. 1.** Больная С. 5 лет. Диагноз: тяжелая сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, сотрясение головного мозга, тупая травма живота, разрыв селезенки, открытый оскольчатый метаэпифизарный перелом дистального отдела левого бедра со смещением отломков (33-E/2.2).

*а* — рентгенограммы до операции, *б* — после остеосинтеза аппаратом Илизарова, *в* — внешний вид больной через 3 нед после травмы.

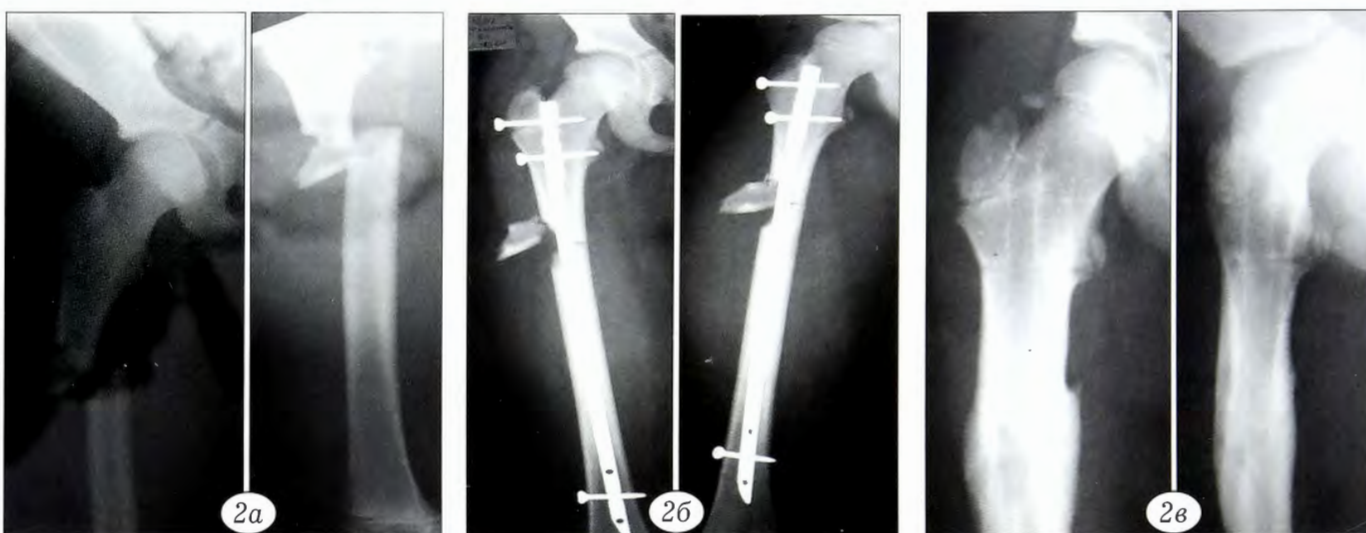
Для лечения переломов нижних конечностей на этапах использовали как консервативные, так и оперативные методы. При отсутствии смещения отломков и переломах, стабильных после одномоментной ручной репозиции, а также у пациентов, находящихся в крайне тяжелом состоянии, основным и часто окончательным методом лечения являлась гипсовая иммобилизация.

При наличии смещения, не поддающегося одномоментной коррекции или удержанию гипсовой повязкой, использовали скелетное вытяжение, АНФ и методы внутренней фиксации. Как правило, основной и окончательный метод лечения перелома определяли после стабилизации состояния пациента на профильном клиническом этапе. Следует отметить, что в период с 2001 по 2007 г. преимущественно использовали скелетное вытяжение и АНФ, начиная с 2008 г. более широко стали применять внутренний остеосинтез.

На реанимационном этапе при закрытых переломах гипсовая иммобилизация использована в 135 случаях, скелетное вытяжение — в 146, ос-

теосинтез АНФ — в 56. При открытых переломах I типа после первичной хирургической обработки у 13 пациентов использовали скелетное вытяжение, при II и III типах — остеосинтез АНФ (29 детей; рис. 1).

На профильном клиническом этапе при 86 переломах окончательным методом лечения являлась гипсовая повязка, при 39 — скелетное вытяжение. После формирования первичного костного сращения и выписки пациента с последующей реабилитацией скелетное вытяжение заменяли гипсовой повязкой до полного сращения перелома. Все 56 АНФ, установленных на реанимационном этапе, использовали как основной и окончательный метод лечения. При остальных переломах выполнено 156 операций с применением разных видов остеосинтеза. В 12 случаях использован внешний остеосинтез АНФ, в 144 — внутренний, который в 115 случаях был представлен интрамедуллярным остеосинтезом гвоздями с блокированием (рис. 2) и титановыми эластическими стержнями (рис. 3), в 19 — накостными пластинами с использованием



**Рис. 2.** Больная Е. 8 лет. Диагноз: тяжелая сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, сотрясение головного мозга, тупая травма живота, разрыв брыжейки тонкой кишки, гемоперитонеум, закрытый перелом лонной и седалищных костей справа, закрытый оскольчатый перелом диафиза правой бедренной кости со смещением отломков (32-D/4.2).

Рентгенограммы при поступлении (а), после остеосинтеза гвоздем с блокированием (б) и спустя 6 мес после травмы и удаления гвоздя (в).

**Рис. 3.** Больной У. 14 лет. Диагноз: сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, сотрясение головного мозга, закрытый перелом обеих костей нижней 1/3 левой голени со смещением отломков (42-D/4.1). Рентгенограммы до операции (а) и после остеосинтеза титановыми эластическими стержнями (б).



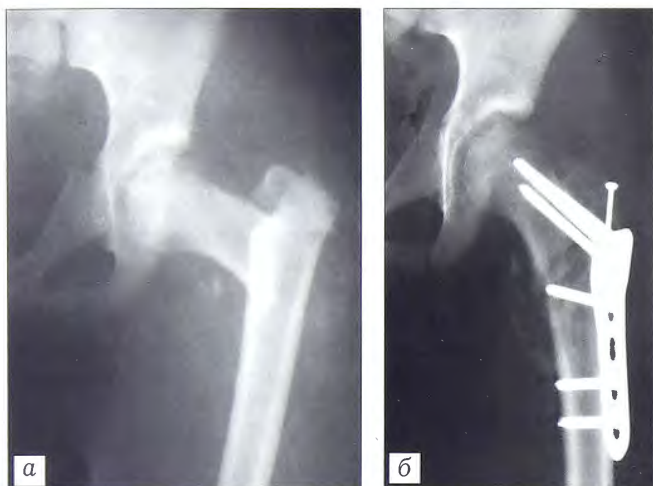
стандартной (рис. 4) или мостовидной техники (рис. 5), в 10 — канюлированными винтами (рис. 6). У 3 детей выполнен внутренний остеосинтез трех сегментов, у 25 детей — двух (рис. 7). У детей младших возрастных групп к хирургическому лечению переломов нижних конечностей прибегали в 32,1% случаев, в старших возрастных группах — уже в 68,3%.

При внешнем остеосинтезе использовали АНФ производства опытного завода РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова, при внутреннем — конструкции фирмы «SYNTHES» (Швейцария). После

osteosynthesis внешнюю иммобилизацию гипсовыми повязками не использовали.

При отсутствии противопоказаний со стороны других систем органов осуществляли раннюю активную мобилизацию пациентов. Детей с односторонними переломами активизировали на 2-е–3-и сутки после операции, при помощи ходунков или костылей, с дозированной нагрузкой на поврежденную конечность. При билатеральных и контралатеральных переломах осевую нагрузку разрешали через 3–6 нед при появлении признаков первичного костного сращения. После выписки пациенты находились под наблюдением врача кабинета долечивания при стационаре с обязательной контрольной явкой 1 раз в месяц до выздоровления.

Для сравнительного анализа эффективности различных методов лечения всех больных разделили на три группы. В 1-ю группу ( $n=63$ ) включили пациентов, у которых основным и окончательным методом лечения переломов нижних конечностей был внешний остеосинтез АНФ; во 2-ю ( $n=129$ ) — остеосинтез с использованием методов внутренней фиксации, 3-ю группу составили 114 больных получавших консервативное лечение. По основным параметрам (полу, возрасту,



**Рис. 4.** Больная М., 11 лет. Диагноз: тяжелая сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, сотрясение головного мозга, ушиб почек, закрытый чрезвертельный перелом левого бедра со смещением отломков и отрывом большого вертела (31-М/3/1 III), закрытый перелом лонной и седалищных костей слева.

а — рентгенограмма до операции, б — после остеосинтеза винтом и LCP Pediatric Hip Plate, в — через 6 мес после операции, г — функциональный результат лечения через 6 мес, пластина удалена.



**Рис. 5.** Больной Ч. 7 лет. Диагноз: тяжелая сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга, закрытый вдавленный перелом лобной кости справа, тупая травма живота, разрыв брыжейки тонкой кишки, закрытый перелом дистального отдела правого бедра со смещением отломков (33-Е/4.2).

а — рентгенограмма до операции, б — после остеосинтеза метафизарной пластиной LCP 3.5/4.5/5.0, в — функциональный результат через 6 мес после операции.





**Рис. 6.** Больная К. 5 лет. Диагноз: тяжелая сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга, закрытый перелом шейки левого бедра со смещением (31-М/3.1 II), закрытый остеоэпифизеолиз дистального отдела левого бедра со смещением (33-Е/2.1).

а — рентгенограмма до операции, б — после остеосинтеза канюлированными винтами диаметром 4 мм, в — функциональный результат через 6 мес после операции.



**Рис. 7.** Больной С. 7 лет. Диагноз: тяжелая сочетанная травма, закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга, закрытый перелом лобной кости справа, закрытые ипсилатеральные переломы диафиза левого бедра со смещением (32-Д/4.1), закрытый перелом диафиза левой большеберцовой кости без смещения (42t-Д/4.1).

а — рентгенограммы до операции, б — после остеосинтеза титановыми эластическими стержнями, в — после сращения и удаления стержней через 6 мес после травмы, г — функциональный результат спустя 3 мес после операции.

механизму травм, тяжести общего состояния при поступлении, характеру переломов) статистически значимых различий между 1-й и 2-й группой не было ( $p > 0,05$ ). Третья группа была представлена более легким контингентом пострадавших с простыми стабильными переломами, не требующими остеосинтеза. В основном это были пред-

ставители младшей возрастной группы с нетяжелой политравмой.

Оценивали количество осложнений, длительность и число госпитализаций, общую продолжительность лечения, отдаленные результаты и качество жизни, связанное со здоровьем, в сроки от 1 года до 3 лет после травмы. Для оценки отдален-

ных результатов использовали шкалу Маттиса — Любошица — Шварцберга [14]. Качество жизни, связанное со здоровьем, оценивали при помощи опросника MOS SF-36 [9].

Анализ данных начинали с построения полигона частот. Определяли медиану ряда и интерквартильный размах (25-й и 75-й процентиля). Для оценки статистической значимости различий использовали критерий  $\chi^2$  с поправкой Йейтса и метод Бонферрони при множественных сравнениях. При проверке нулевых гипотез критический уровень значимости различий принимали равным меньше 0,05 [15].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего умерло 5 пациентов; смерть наступила в первые часы нахождения в стационаре, в условиях операционной. У 3 умерших были переломы бедра, у 2 — голени. Причиной смерти 4 пострадавших явилась тяжелая ЧМТ, одного — травма внутренних органов. Ни в одном случае переломы костей нижних конечностей не стали непосредственной причиной летального исхода.

Как видно из табл. 1, частота локальных осложнений была наибольшей в 1-й и 3-й группах, различия между ними и 2-й группой статистически значимы ( $p < 0,005$ ). Гнойно-септических осложнений было относительно немного, в основном они встречались в 1-й и 2-й группах при открытых переломах. Значимых различий между группами не выявлено. Остеомиелит костей голени, в том числе и спидеовой, у 6 пациентов 1-й группы был обусловлен тяжестью открытых пе-

реломов и длительными сроками фиксации в АНФ. Следует отметить, что в течение одного года после травмы данное осложнение удалось купировать у всех пациентов. Несращения в обычные сроки несколько чаще регистрировали в 1-й группе. Укорочение конечности и перелом металлоконструкций имели место в единичных случаях.

Наиболее частыми локальными осложнениями являлись контрактуры суставов у пациентов 1-й и 3-й групп (см. табл. 1). Во 2-й группе контрактуры суставов конечностей практически не встречались, так как внешняя фиксация не использовалась и больные с первых дней после операции имели возможность осуществлять активные движения в смежных переломах суставов.

Средняя длительность первичной госпитализации в 1-й группе была выше, чем во 2-й и 3-й (табл. 2). Это обусловлено необходимостью наблюдения за ребенком в условиях стационара, в некоторых случаях вплоть до полного демонтажа аппарата, осуществляемого после клинического и рентгенологического подтверждения консолидации перелома. Кроме того, при использовании чрескостного остеосинтеза для предупреждения развития стойких контрактур суставов требовались ежедневные занятия лечебной физкультурой, которые наиболее эффективны в условиях стационара.

Продолжительность стационарного лечения во 2-й группе определялась, во-первых, тем, что операции с использованием внутренней фиксации проводились в отсроченном порядке, во-вторых, сроками выписки из стационара, которая осуществлялась только после снятия швов и появления у ребенка возможности самостоятельно передвигаться, обслуживать себя.

Наименьшие сроки первичной госпитализации отмечены в 3-й группе при использовании консервативных методов лечения. Связано это с тем, что в группе преобладали дети младшего возраста с нетяжелыми травмами. Большинство переломов у них были устойчивы к смещению и, как правило, не требовали повторной репозиции или смены гипсовых повязок.

**Табл. 2.** Показатели потребности и продолжительности госпитализаций в группах больных

| Показатель                                                    | 1-я группа<br>(n=63) | 2-я группа<br>(n=129) | 3-я группа<br>(n=114) |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Средняя продолжительность первичной госпитализации, койко-дни | 32,9±12,3            | 24,3±4,6              | 14±6,2                |
| Число больных, госпитализированных повторно                   | 52<br>(82,5%)        | 123<br>(95,3%)        | 86<br>(75,4%)         |
| Средняя продолжительность повторной госпитализации, койко-дни | 8,5±2,4              | 5,1±2,2               | 11,6±2,9              |

**Табл. 1.** Локальные осложнения в группах больных

| Осложнение                             | 1-я группа<br>(n=63)     | 2-я группа<br>(n=129)   | 3-я группа<br>(n=114) |
|----------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Нагноение послеоперационной раны       | 3                        | 1                       | —                     |
| Ишемический некроз                     | 6<br>$p_{1-2} < 0,01$    | 1                       | —                     |
| Гематома мягких тканей                 | 2                        | 3                       | —                     |
| Воспаление в окружности спиц, стержней | 5<br>$p_{1-3} < 0,02$    | —                       | 1                     |
| Парезы периферических нервов           | 8<br>$p_{1-3} < 0,05$    | —                       | 4                     |
| Несращение в обычные сроки             | 6<br>$p_{1-2} < 0,01$    | 1                       | 4                     |
| Укорочение конечности                  | 1                        | —                       | —                     |
| Контрактуры суставов                   | 63<br>$p_{1-2} < 0,001$  | 3<br>$p_{2-3} < 0,001$  | 114                   |
| Остеомиелит                            | 6                        | —                       | —                     |
| Перелом металлоконструкций             | —                        | 1                       | —                     |
| Всего ...                              | 100<br>$p_{1-2} < 0,005$ | 10<br>$p_{1-2} < 0,005$ | 123                   |

Примечание. Достоверность различий:  $p_{1-2}$  — между 1-й и 2-й группой,  $p_{1-3}$  — между 1-й и 3-й группой,  $p_{2-3}$  — между 2-й и 3-й группой.

Число пациентов, госпитализированных повторно, варьировало от 75,4% в 3-й группе до 95,3% во 2-й. Причины повторных госпитализаций в группах были различными. Так в 1-й группе при использовании АНФ они, как правило, были связаны с воспалительными явлениями вокруг чрескостных элементов АНФ и контрактурами смежных суставов. Иногда повторная госпитализация одного и того же больного требовалась до 2–3 раз. В 3-й группе при использовании консервативных методов лечения необходимость повторной госпитализации объяснялась наличием постиммобилизационных контрактур смежных суставов, требующих разработки. Пациенты 2-й группы повторно поступали в стационар для удаления металлоконструкций. Учитывая это, длительность повторной госпитализации в указанной группе была наименьшей, так как дальнейшего восстановительного лечения не требовалось.

Все пациенты при помощи почтовых открыток были приглашены на осмотр в сроки от 1 до 3 лет после травмы. Было осмотрено 208 больных, что составило 67,9% от первичного контингента пострадавших. В долевого отношении пациентов 3-й группы оказалось меньше всего ввиду того, что травмы были самые легкие и больные просто не пришли.

Как видно из табл. 3, наилучшие результаты были получены во 2-й и 3-й группах. Это объясняется тем, что у пациентов 2-й группы не использовалась внешняя иммобилизация, больные имели возможность пользоваться поврежденной конечностью, а потому и качество жизни в послеоперационном периоде у них было выше. В 3-й группе с наиболее легкими повреждениями отсутствовали гнойные и другие осложнения, присущие более тяжелым переломам и хирургическим методам лечения, тогда как в 1-й группе больных все вышеперечисленные осложнения регистрировали наиболее часто.

Оценивая полученные данные, мы пришли к заключению, что при простых стабильных переломах нижних конечностей, особенно в младших возрастных группах, целесообразно использовать гипсовую иммобилизацию как основной и окончательный метод лечения. Однако наличие нестабильных и полисегментарных переломов у детей с множественной и сочетанной травмой является показанием к проведению современного остеосинтеза. Незначительная травматичность и продолжительность операции при использовании погружных методов фиксации, таких как остеосинтез титановыми эластическими стержнями, гвоздями с блокированием, канюлированными винтами, атравматическая техника наложения пластин полностью исключают внешнюю иммобилизацию гипсовыми повязками и, как следствие, облегчают уход за пострадавшими, позволяют ранее активизировать их.

Табл. 3. Отдаленные результаты лечения

| Показатель                                                   | 1-я группа<br>(n=51) | 2-я группа<br>(n=95) | 3-я группа<br>(n=62) |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Результат по шкале<br>Маттиса—Любошица<br>—Шварцберга, баллы | 3,6                  | 3,9                  | 3,9                  |
| Качество жизни по<br>опроснику MOS SF-36,<br>баллы           | 64,7                 | 87,3                 | 76,3                 |

Методом выбора при лечении открытых переломов нижних конечностей у детей с множественной и сочетанной травмой продолжает оставаться чрескостный остеосинтез АНФ, но его применение требует постоянного врачебного контроля, занятий лечебной физкультурой, перевязок в местах чрескостных элементов. Длительная фиксация конечностей в аппарате нередко сопровождается развитием локального остеопороза, обуславливающего прорезывание спиц, расшатывание стержней, воспаление мягких тканей вокруг них. Многооскольчатые, внутрисуставные и полисегментарные переломы требуют проведения большого количества чрескостных элементов, что нарушает функцию мышц и работу суставов, приводит к формированию стойких контрактур. Следует отметить очень низкое качество жизни при применении АНФ. Пациенты не могут пользоваться обычной постелью, унитазом, ванной, свободно осуществлять прогулки на улице. В связи с этим использование чрескостного остеосинтеза АНФ при закрытых переломах не показано. Как показал наш опыт, несмотря на то, что оптимальным методам хирургического лечения переломов у детей при сочетанной и множественной травме по-прежнему считается чрескостный остеосинтез АНФ [9, 13], возможности современных методов остеосинтеза ставят под сомнение это положение.

### ВЫВОДЫ

1. При лечении закрытых переломов нижних конечностей у детей с множественной и сочетанной травмой показано использование внутренних методов остеосинтеза как наиболее эффективных, позволяющих в короткие сроки, без использования внешней фиксации обеспечить возможность опоры и движения, создать оптимальные условия для сращения, сохраняя при этом приемлемое качество жизни.

2. Методом выбора при открытых переломах у детей является чрескостный остеосинтез АНФ.

3. Консервативные методы лечения следует применять только при простых, устойчивых к смещению переломах у пациентов с нетяжелой множественной и сочетанной травмой, преимущественно в младших возрастных группах.

### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Агаджанян В. В. Политравма: проблемы и практические вопросы. Новые технологии в военно-полевой хи-

- рургии и хирургии повреждений мирного времени. В кн.: Материалы международной конференции. СПб; 2006: 14–8. [Agadzhanyan V.V. Polytrauma: problems and practical issues. In: New technologies in military surgery and surgery of peacetime injuries. Proc. Int. Conf. St. Petersburg, 2006; 14–8 (in Russian)]
2. Канлик Э.М., Хшу Д.Р. Лечение переломов бедра у детей с использованием мостовидных пластин. Margo Anterior. 2009; 3: 7–9. [Kanlik E.M., Khshu D.R. Treatment of hip fractures in children with bridge plates. Margo Anterior. 2009; 3: 7–9 (in Russian)].
  3. Синица Н.С., Довгаль Д.Л., Обухов С.Ю. Наш опыт лечения повреждений длинных трубчатых костей у детей с политравмой. Многопрофильная больница: проблемы и решения. В кн.: Материалы XVII Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово: Примула; 2013: 114–5 [Sinita N.S., Dovgal' D.L., Obukhov S.Yu. Our experience in treatment of long tubular bones injuries in children with polytrauma. General hospital: problems and solutions. In: Proc. XVII Jubilee All-Rus. Scient. Pract. Conf. Kemerovo, 2013; 114–5 (in Russian)].
  4. Тимофеев В.В., Бондаренко А.В. Эпидемиологические аспекты политравмы у детей в крупном городе. Политравма. 2012; 4: 5–8. [Timofeev V.V., Bondarenko A.V. Epidemiological aspects of polytrauma in children in major city. Politravma. 2012; 4: 5–8 (in Russian)].
  5. Pollak A.N., Cooperman D.R., Thompson G.H. Spica cast treatment of femoral shaft fractures in children: The prognostic value of the mechanism of injury. J. Trauma. 1994; 37: 223–9.
  6. Herndon W.A., Mahnken R.F., Yngve R.F., Sullivan J.A. Management of femoral shaft fractures in the adolescent. J. Pediatr. Orthop. 1989; 9 (1): 29–32.
  7. Irani R.N., Nicholson J.T., Chang S.M. Long-term results in treatment of femoral-shaft fractures in young children by immediate spica immobilization. J. Bone Joint Surg. Am. 1976; 58 (7): 945–51.
  8. Buechsenschuetz K.E., Mehlman T.S., Shaw K.J., Crawford A.H., Immerman E.B. Femoral shaft fractures in children: Traction and casting versus elastic stable intramedullare nailing. J. Trauma. 2002; 53 (5): 914–21.
  9. Баковский В.Б. Клинико-патогенетическое обоснование выбора времени и методов остеосинтеза при сочетанной и множественной травме у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Кемерово; 2013 [Bakovskiy V.B. Clinical and pathogenetic substantiation of the choice of time and methods for osteosynthesis in concomitant and multiple injuries in children. Cand. med. sci. Diss. Kemerovo; 2013 (in Russian)].
  10. Baker S.P., O'Neill B., Haddon W.Jr, Long W.B. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J. Trauma. 1974; 14 (3): 187–96.
  11. Slongo T., Audige L., AO Pediatric Classification Group (2007). AO Pediatric Comprehensive Classification of Long-Bone Fractures (PCCF). AO Foundation, Switzerland; 2010.
  12. Мюллер М.Е., Альговер М., Шнайдер Р., Виллинеггер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. М.: Ad Marginem; 1996 [Müller M.E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H. Manual of internal fixation. Moscow: Ad Marginem; 1996: 750 (in Russian)].
  13. Соколов В.А. Множественные и сочетанные травмы. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006 [Sokolov V.A. Multiple and concomitant injuries. Moscow: GEOTAR-Media; 2006: 512 (in Russian)].
  14. Маттис Э.Р. Система оценки исходов переломов костей опорно-двигательного аппарата и их последствий: Автореф. ... д-ра мед. наук. М.; 1985. [Mattis E.R. System for the evaluation of the outcomes of loco-motor system bone fractures and their sequelae. Dr. med. sci. Diss. Moscow: 1985 (in Russian)].
  15. Гланц С. Медико-биологическая статистика М.: Практика; 1998. [Glants S. Biomedical statistics. Moscow: Praktika; 1998 (in Russian)].

**Сведения об авторах:** Тимофеев В.В. — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ; Бондаренко А.В. — доктор мед. наук, профессор каф. травматологии, ортопедии и ВПХ; Подсонный А.А. — аспирант той же кафедры.  
**Для контактов:** Тимофеев Валерий Владимирович. 656045, Барнаул, ул. Ляпидевского, д. 1/3. Тел. +7 (903) 958–26–12. E-mail: timofeev-valerijj@rambler.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



© Т.И. Менщикова, А.М. Аранович, 2015

## ОЦЕНКА РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЕРЕДНЕЙ ГРУППЫ МЫШЦ ГОЛЕНИ У БОЛЬНЫХ АХОНДРОПАЗИЕЙ В ПРОЦЕССЕ УДЛИНЕНИЯ (УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Т.И. Менщикова, А.М. Аранович

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

Целью исследования было определить эхопризнаки резервных возможностей передней группы мышц голени у больных ахондроплазией. Обследованы больные ахондроплазией в возрасте от 6 до 18 лет до лечения и в процессе удлинения голени с помощью аппарата Илизарова через 10, 20, 30, 60 и 90 дней от начала дистракции. Средняя величина удлинения голени составила  $9 \pm 2$  см. Ультразвуковые исследования выполнены на аппаратах VOLUSON-730PRO (Австрия), AVISUS Hitachi (Япония). Выявлены эхопризнаки, свидетельствующие о снижении резервных возможностей передней группы мышц голени при удлинении: нарушение характерной мышечной исчерченности, изменение направленности пучков мышечных волокон, истончение межмышечной перегородки, снижение контрактильной реакции мышц на  $90 \pm 5\%$  и повышение акустической плотности на 45% по сравнению с исходным уровнем. При исчерпании резервных возможностей передней группы мышц голени визуализировался эффект «матового стекла». Исключение составили больные ахондроплазией в возрасте 6–10 лет, у которых выраженные деструктивные изменения в передней группе мышц голени в первый месяц дистракции связаны не только с alterацией тканей, но и с недостаточной физиологической зрелостью детского организма.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, ахондроплазия, дистракция голени, структурная адаптация мышц, акустическая плотность.

### *Evaluation of the Resources tibialis anterior muscle of the shin in Patients with Achondroplasia during Lengthening (Ultrasound Examination)*

T.I. Menshchikova, A.M. Aranovich

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

The purpose of the study was the determination of echo signs of the resources of tibialis anterior muscle of the shin in patients (6–18 years old) with achondroplasia. The patients were examined before treatment and in the process of shin lengthening on days 10, 20, 30, 60 and 90 after distraction initiation with Ilizarov apparatus. Mean lengthening made up  $9 \pm 2$  cm. Ultrasound examination was performed on VOLUSON-730PRO (Austria) and AVISUS Hitachi (Japan) systems. Echo signs indicative of the reduction of the resources of tibialis anterior muscle of the shin during lengthening, i.e. violation of typical muscular striation, change in the direction of muscular fibers bands, thinning of intermuscular septum, decrease in contractile muscular response by  $90 \pm 5\%$  and increase in acoustic density by 45% as compared with the initial level, were identified. At the exhaustion of reserve potential of tibialis anterior muscle of the shin the effect of “frosted glass” was visualized, with the exception of patients with achondroplasia aged 6–10 years in whom marked destructive changes in tibialis anterior muscle of the shin during the first months of distraction were associated not only with tissue alteration but with insufficient physiological maturity of the organism.

Key words: ultrasound examination, achondroplasia, shin distraction, structural adaptation of muscles, acoustic density.

Ахондроплазия — системное заболевание скелета, в основе которого лежат генетические изменения, приводящие к нарушениям энхондрального роста длинных и коротких трубчатых костей. Низкий рост и резкая диспропорция между длиной туловища и конечностями являются не только косметическим недостатком, но и основной социальной проблемой больных ахондроплазией. По мне-

нию большинства специалистов — генетиков, эндокринологов, ортопедов, альтернативы оперативному удлинению конечностей у больных ахондроплазией в настоящее время не существует [1].

Проблема увеличения длины сегментов конечностей нашла свое радикальное техническое решение во второй половине прошлого века благодаря открытию Г.А. Илизаровым общебиологическо-

го закона «напряжения растяжения» [2]. Постоянное совершенствование методик чрескостного дистракционного остеосинтеза, использование новых технологий позволяет провести удлинение сегментов конечностей на большие величины [1, 2]. В настоящее время оперативное удлинение конечностей предполагает не только увеличение роста, но и сохранение пропорций тела и функциональной способности локомоторного аппарата. В процессе удлинения внимание ортопедов сосредоточено, как правило, на состоянии репаративного остеогенеза. Однако удлинение сопровождается сложными структурными изменениями целого комплекса окружающих костный регенерат мягких тканей — мышц, фасций, сухожилий, сосудов, нервов, состояние которых и будет определять результат лечения [1, 3, 4]. Наибольшее количество исследований по изучению структурного состояния мягких тканей было проведено в экспериментах на животных в 70–80-е годы прошлого столетия [2, 5–7].

Современные биохимические [8], электрофизиологические [9] исследования внесли существенный вклад в оценку состояния мышц при удлинении конечности. Изучен обмен основных субстратов энергообеспечения мышц удлиняемой и интактной голени, проведен анализ изменений сыровоточных показателей костного метаболизма в динамике удлинения [8], выявлена выраженная гиповаскуляризация и нарушение нейротрофики мионов в ближайшие 30 дней после снятия аппарата с голени [10].

С помощью метода ЭМГ установлено, что наиболее чувствительными к растяжению являются односуставные мышцы с продольноволокнистым типом строения. Показано, что при удлинении голени первыми в деструктивно-репаративную реакцию включаются структуры тыльных и подошвенных сгибателей стопы, что может выражаться, в частности, денервационными изменениями в мышечной ткани [9]. В ряде клинических и экспериментальных исследований показано, что передняя группа мышц голени из-за своих анатомических особенностей подвергается наибольшим структурным изменениям в период дистракции голени, поэтому величина удлинения зачастую зависит не только от активности репаративного остеогенеза, но и от резервных возможностей мышц.

**Табл. 1.** Характеристика обследованных пациентов

| Возрастная группа                     | До лечения    |                    | В процессе лечения |                    |
|---------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                       | число больных | число обследований | число больных      | число обследований |
| 6–10 лет                              | 25            | 50                 | 25                 | 200                |
| 10,1–18 лет                           | 47            | 94                 | 47                 | 168                |
| Повторное удлинение голени (9–18 лет) | 22            | 44                 | 22                 | 122                |

Впервые особенности формы и структуры мышц у больных ахондроплазией были изучены с помощью метода рентгенконтрастирования [11]. В настоящее время для проведения комплексной динамической оценки костного регенерата и параоссальных тканей широко применяется метод ультразвуковой диагностики, который не несет лучевой нагрузки на пациента, не требует введения дополнительных контрастных веществ и может быть использован на всех этапах реабилитационного процесса [12].

Цель исследования: определение эхопризнаков резервных возможностей передней группы мышц голени у больных ахондроплазией в различных возрастных группах в процессе дистракции голени.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Обследованы больные ахондроплазией в возрасте от 6 до 18 лет до лечения, в процессе удлинения голени с помощью аппарата Илизарова через 10, 20, 30, 60 и 90 дней от начала дистракции. В зависимости от степени репаративного остеогенеза больные были разделены на две группы. Первую группу составили пациенты в возрасте 6–10 лет (высокий уровень репаративного остеогенеза); 2-ю — в возрасте 10,1–18 лет (нормальный уровень остеогенеза; табл. 1).

Средняя величина удлинения голени за один этап лечения равнялась  $9 \pm 2$  см. Ультразвуковые исследования выполнены на аппаратах VOLUSON-730PRO (Австрия), AVISUS Hitachi (Япония) с использованием линейного датчика с частотой 7,5 МГц.

Исследование передней группы мышц голени осуществляли в положении больного лежа на спине в состоянии физического покоя при постоянной стандартной настройке ультразвукового аппарата. В процессе лечения компоновка аппарата Илизарова обеспечивает стандартный доступ к m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus над зоной, соответствующей проведенной остеотомии: по переднелатеральной поверхности голени между проксимальным и средним кольцом и передними опорами аппарата Илизарова.

Датчик устанавливали вдоль и поперек продольной оси сегмента конечности на уровне брюшка исследуемой мышцы. Метод УЗИ позволяет проводить качественную и количественную оценку изучаемой области, по результатам которой судили о резервных возможностях передней группы мышц голени. При определении качественного состояния мышц оценивали четкость контуров, наличие межмышечной перегородки между m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus, мышечную исчерченность и измеряли угол наклона пучков мышечных волокон (в ходе продольного сканирования). Последний определяли как угол между линией, совпадающей с направлением сухожилия, и направлением пучков мышечного волокна. При

оценке угла наклона пучков мышечных волокон строили касательные относительно самого пучка волокна и материнской кости. Количественная оценка включала измерение с помощью подвижных маркеров толщины *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* в состоянии покоя и при статическом напряжении и определение акустической плотности с использованием стандартных программ компьютера.

В режиме цветного доплеровского картирования (ЦДК) и энергетического доплера оценивали сосуды в зоне удлинения и в окружающих тканях, определяли значения периферических индексов: пульсаторного индекса (PI) и индекса резистивности (RI).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета анализа данных Microsoft Excel-2000 с дополнительными программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения [13]. Для оценки достоверности различий сопоставляемых выборок показателей использовали *t*-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Вилкоксона. Критический уровень статистической значимости принят равным 0,05. Данные представлены в виде средней арифметической (*M*), ошибки средней (*m*).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что до лечения во всех возрастных группах передняя группа мышц голени имела четкий контур, межмышечная перегородка между *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* была хорошо выражена. У детей в возрасте 6–10 лет (1-я группа) угол наклона пучков мышечных волокон составлял  $40 \pm 10^\circ$ , пучки не всегда имели выраженную направленность, толщина *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* равнялась  $0,6 \pm 0,3$  и  $0,7 \pm 0,6$  см, акустическая плотность мышц —  $99 \pm 11$  и  $110 \pm 10$  усл. ед. соответственно (рис. 1, а).

Во второй возрастной группе (10,1–18 лет) пучки мышечных волокон хорошо дифференцировались, имели четкую направленность, угол наклона пучков мышечных волокон составлял  $16 \pm 4,5^\circ$ , тол-

щина *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* вырастала до  $0,70 \pm 0,09$  и  $0,85 \pm 0,11$  см соответственно, количество соединительной ткани в мышцах увеличивалось, о чем свидетельствовало увеличение акустической плотности до  $122 \pm 9,5$  и  $120 \pm 12,0$  усл. ед. соответственно.

Контрактильная реакция мышц была хорошо выражена в обеих возрастных группах, при статическом напряжении происходило характерное увеличение толщины передней группы мышц голени в 1-й группе на 16% и во второй — на 22% по сравнению с состоянием физиологического покоя.

С помощью электронной микроскопии в экспериментальных исследованиях в процессе дистракции были выявлены признаки деструктивных изменений в структуре мышцы удлиняемого сегмента: перерастяжение мышечных волокон, обрывы аксонов, признаки периаксональной дегенерации [14]. В клинической практике при удлинении голени у больных различного возраста выраженность деструктивного процесса имеет большое значение, так как наряду с активностью репаративного остеогенеза определяет тактику лечения и величину удлинения. Эхопризнаками деструктивных изменений в мышцах являются нарушение характерной мышечной исчерченности и дифференцировки мышечных слоев, снижение или отсутствие контрактильной реакции мышц, изменение акустической плотности мышц.

У больных 1-й группы на раннем сроке дистракции (10–12 дней) при величине удлинения  $1,00 \pm 0,30$  см визуализировалось нарушение направленности пучков мышечных волокон, контрактильная реакция и межмышечная перегородка были сохранены.

При удлинении голени на  $2,5 \pm 0,5$  см пучки мышечных волокон визуализировались в виде отдельных линейных гиперэхогенных фрагментов, межмышечная перегородка была истончена, контрактильная реакция *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* сохранена, акустическая плотность увеличена на 21 и 14% соответственно по сравнению с исходным уровнем (рис. 1, б; табл. 2).

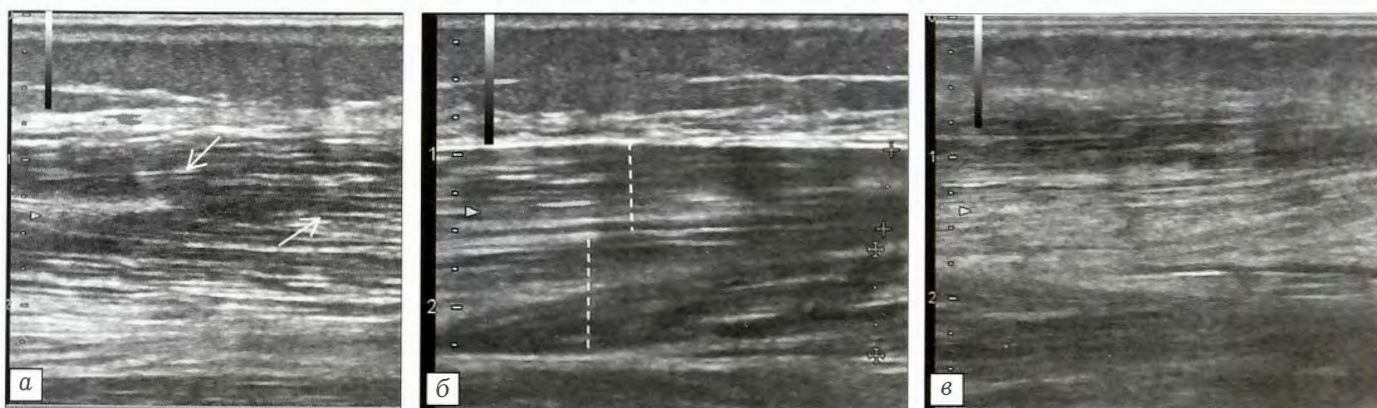


Рис. 1. Сонограммы передней группы мышц правой и левой голени больного Ч. 7 лет.

а — до лечения (стрелками показаны пучки мышечных волокон); б — 20-й день дистракции (пунктирные линии — толщина *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus*); в — 32-й день дистракции, объяснения в тексте.

**Табл. 2.** Показатели акустической плотности (в усл. ед.) передней группы мышц голени в период дистракции в зависимости от величины удлинения

| Величина удлинения голени, см | 1-я группа           |                              | 2-я группа           |                              |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
|                               | m. tibialis anterior | m. extensor digitorum longus | m. tibialis anterior | m. extensor digitorum longus |
| 1,0±0,3                       | 118±12               | 116±5,4                      | 122±4,5              | 126±6,5                      |
| 2,5±0,5                       | 120±8,5*             | 126±8,2*                     | 131±5,6*             | 135±4,2*                     |
| 4,5±0,5                       | 135±6,8*             | 141±9,4*                     | 149±6,3*             | 146±3,6*                     |
| 6,5±0,5                       | 147±7,5*             | 155±11,6*                    | 154±3,8*             | 160±6,4*                     |
| 8,5±0,5                       | 156±10,2*            | 160±7,1*                     | 164±7,1*             | 166±5,3*                     |
| 10 и более                    | —                    | —                            | 169±8,5*             | 170±3,1*                     |

Примечание. Здесь и в табл. 3: \* — достоверность различий по сравнению с исходным уровнем при  $p < 0,05$ .

Удлинение голени на  $4,5 \pm 0,5$  см сопровождалось нарушением характерной мышечной исчерченности, истончением межмышечной перегородки, увеличением акустической плотности m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus на 36 и 28,8% соответственно при сохранении контрактильной реакции (рис. 1, в).

При сканировании мышц голени, удлиненной на  $6,5 \pm 0,5$  см, отмечалось увеличение акустической плотности m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus на 48,5 и 49% по сравнению с исходным уровнем, пучки мышечных волокон не дифференцировались, контрактильная реакция была слабо выражена.

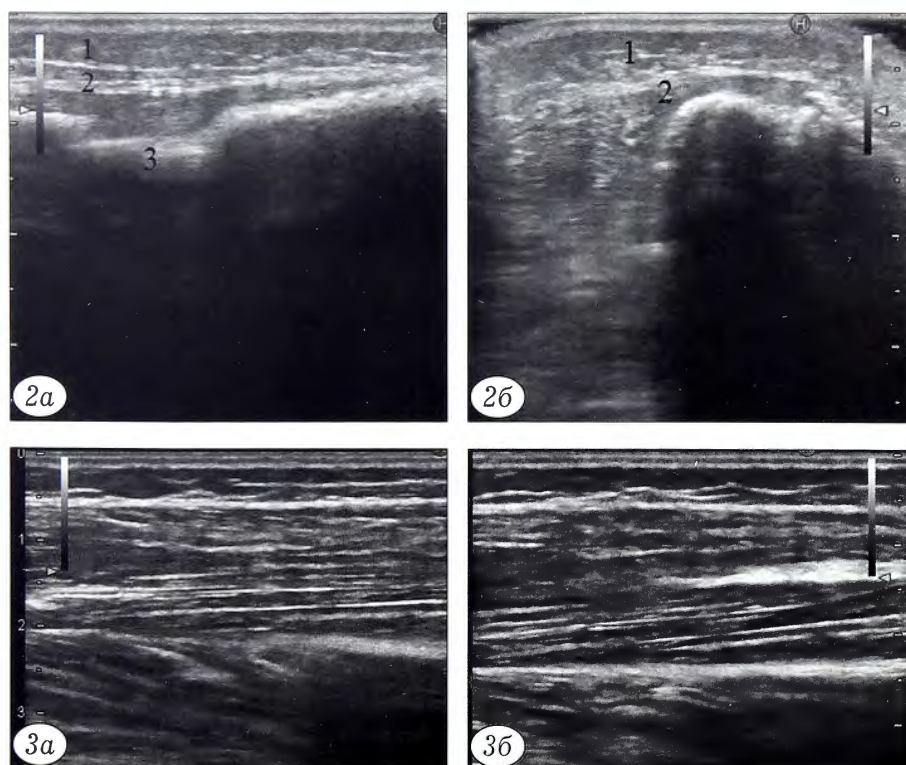
В ходе дальнейшего удлинения на  $8,5 \pm 0,5$  см выявлялись признаки полной дезорганизации мышечной структуры: мышца приобретала гетерогенную структуру, акустическая плотность

m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus была увеличена на 57,6 и 45,5% соответственно (см. табл. 2), контрактильная реакция мышц не определялась. Указанные сонографические критерии мы расцениваем как свидетельство снижения резервных возможностей передней группы мышц голени для проведения дальнейшего удлинения голени (рис. 2).

Ограничениями для продолжения удлинения голени являлся и «бурный» репаративный остеогенез, связанный с ним высокий темп дистракции, а также небольшие исходные анатомические размеры голени в данной возрастной группе.

Вторую группу составили пациенты 10,1–18 лет. В рассматриваемом возрастном периоде имеется возможность увеличить длину голени за один этап лечения на 10 и более сантиметров, в связи с чем вопрос о критической величине удлинения, которая определяется резервными возможностями мышц пациентов, приобретает особую актуальность. Период дистракции во 2-й группе сопровождался более медленным нарастанием выраженности эхопризнаков деструктивных изменений, чем у детей 1-й группы. Наиболее существенные изменения визуализировались при величине удлинения  $6,5 \pm 0,5$  см: пучки мышечных волокон приобретали практические горизонтальную направленность, межмышечная перегородка m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus определялась, контрактильная реакция мышц была сохранена (рис. 3). Акустическая плотность m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus увеличивалась на 26 и 33% соответственно по сравнению с исходным уровнем (см. табл. 2).

При удлинении голени на  $8,5 \pm 0,5$  см пучки мышечных волокон визуализировались в виде линейных фрагментов между гиперэхогенными прослойками соединительной ткани, акустическая плотность мышц была повышена по сравнению с исходным уровнем на 35–38%, контрактильная реакция мышц выражена слабо.



**Рис. 2.** Тот же больной. 64-й день дистракции (величина удлинения 7 см). Представлены продольный (а) и поперечный (б) сканы.

1 — m. tibialis anterior, 2 — m. extensor digitorum longus, 3 — дистракционный регенерат большеберцовой кости.

**Рис. 3.** Сонограмма передней группы мышц голени больной С. 14 лет. Величина удлинения 5 см.

а — в состоянии покоя, б — при статическом напряжении.

В последующем (увеличение на  $10 \pm 0,5$  см) происходило истончение передней группы мышц голени и межмышечной перегородки, увеличение акустической плотности *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* на 38,5 и 41% соответственно по сравнению с исходным уровнем, контрактильная реакция мышц было затруднена. Мы считаем, что данные эхопризнаки свидетельствовали о значительном снижении резервных возможностей мышц.

Дальнейшее удлинение голени на 11 см и более сопровождалось еще более выраженными деструктивными изменениями: *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus* определялись в виде сплошной гомогенной полосы, визуализировался эффект «матового стекла», акустическая плотность в зоне «матового стекла» была повышена на 45–47% по сравнению с исходным уровнем (рис. 4, см. табл. 2). Визуализация передней группы мышц голени в виде сплошной полосы с «эффектом матового стекла» мы расцениваем как эхопризнак истощения резервных возможностей передней группы мышц голени для проведения дальнейшего удлинения голени.

При повторном удлинении голени резервные возможности мышц во многом определялись величиной удлинения на первом этапе и функциональной реабилитацией пациента. При истощении резервов адаптации, как правило, наступала контрактура нижележащего голеностопного сустава, что обуславливало снижение функциональности локомоторного аппарата после лечения.

Дополнительно в режиме ЦДК оценивали васкуляризацию мышц. На протяжении всего периода distraction отмечалось выраженное усиление сосудистого рисунка в мышце за счет вазодилатации. Наибольшее значение периферических индексов PI и RI, отражающих тонус сосудов, отмечено к концу периода distraction. В табл. 3 представлены значения периферических индексов *a. tibialis anterior* (диаметр  $0,35 \pm 0,1$  см) и отходящих от нее веточек (диаметр  $0,22 \pm 0,11$  см) в начале и конце периода distraction.

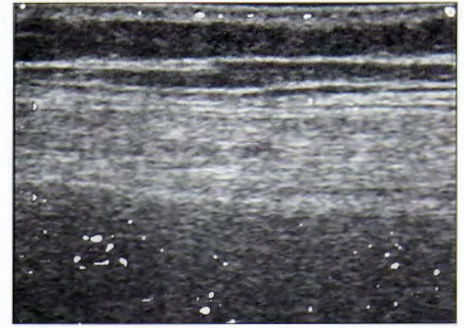
#### ОБСУЖДЕНИЕ

При удлинении конечностей на большие величины платой за предполагаемый результат является снижение сократительной способности мышц и особенно передней группы мышц голени, что, вероятно, связано с особенностями ее анатомического строения и относительно большой величиной удлинения голени [1, 15]. С помощью УЗИ нам удалось в динамике проследить развитие деструктивных изменений в передней группе мышц удлиняемой голени и выявить эхопризнаки, соответствующие частичному или полному истощению мягкотканного резерва в процессе distraction.

Структурное состояние мышц в процессе distraction ранее было изучено в экспериментах на

**Рис. 4.** Сонограмма передней группы мышц голени больной К. 15 лет при повторном (спустя 2 года после снятия аппарата) удлинении голени: 60-й день distraction, величина удлинения 12 см.

Визуализируется эффект «матового стекла».



**Табл. 3.** Показатели периферических индексов передней большеберцовой артерии и отходящих от нее веточек в процессе distraction ( $M \pm m$ )

| Индекс | Передняя большеберцовая артерия |                   | Веточки передней большеберцовой артерии |                   |
|--------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|-------------------|
|        | начало distraction              | конец distraction | начало distraction                      | конец distraction |
| RI     | $0,90 \pm 0,08$                 | $0,93 \pm 0,06^*$ | $0,85 \pm 0,10$                         | $0,94 \pm 0,05^*$ |
| PI     | $8,95 \pm 1,15$                 | $14,90 \pm 1,24$  | $10,40 \pm 2,24$                        | $15,6 \pm 2,15^*$ |

животных [6, 7, 16, 17]. В.М. Яковлев [18] показал, что в конце периода distraction усиливается склероз перимизия и фасций, нарастает атрофия мышечных волокон. С помощью метода электронной микроскопии было продемонстрировано, что в части мышечных волокон развиваются дистрофические изменения [19]. Возможность проведения удлинения конечностей у больных ахондроплазией во многом обусловлена наличием относительного резерва мягких тканей, что связано с избирательным отставанием роста кости и меньшим отставанием в росте сократительной части мышц [3, 15]. О наличии резервных возможностей передней группы мышц голени у больных ахондроплазией старше 10 лет до лечения свидетельствовали следующие эхопризнаки: непрерывные, четкие пучки мышечных волокон, придающие мышце характерную исчерченность; наличие межмышечной перегородки, позволяющей дифференцировать *m. tibialis anterior* и *m. extensor digitorum longus*; выраженная контрактильная реакция мышц.

Дефинитивная организация мышечных структур достигается после завершения полового созревания. Структурная и функциональная зрелость моторного аппарата нижних конечностей наступает только к подростковому возрасту [20]. Именно поэтому у детей младшего школьного возраста при УЗИ визуализируются тонкие пучки мышечных волокон, не всегда четко направленные, а в период distraction в 1-й группе обследованных выраженная дезорганизация структуры мышечных волокон отмечалась уже в первый месяц distraction. Однако, учитывая исходное структурное состояние мышц у детей 1-й группы, вышеперечисленные признаки не могут указывать на истощение резервных возможностей передней группы мышц голени уже в первый месяц distraction. Увеличение акустической плотности передней группы

мышц голени уже через 15–20 дней на 14–20%, а к концу периода distraction на 45–50% свидетельствовало об увеличении количества соединительной ткани. Дезорганизация мышечной структуры, истончение мышечных слоев, неровность их контуров, нарушение дифференцировки мышц являлись эквивалентом мышечной атрофии.

У пациентов в возрасте 10,1–18 лет при удлинении голени на 10 см отмечались эхопризнаки снижения резервных возможностей мышц: пучки мышечных волокон имели линейную направленность, поэтому характерная мышечная исчерченность не определялась, контрактильная реакция мышц была снижена, межмышечные перегородки четко не дифференцировались, контуры мышц были неровные, акустическая плотность повышена по сравнению с исходным уровнем на 38–41%.

Удлинение голени на 11 и более сантиметров приводило к выраженным деструктивным изменениям в мышце, увеличению акустической плотности на 50%, истончению межмышечных перегородок, визуализации «эффекта матового стекла», который мы расцениваем как эхопризнак полного истощения резервных возможностей мышц.

Клиническим проявлением полного использования резервов адаптации передней группы мышц голени, как правило, является контрактура голеностопного сустава и снижение функциональной активности локомоторного аппарата после лечения.

Выявленные с помощью метода УЗИ структурные изменения в передней группе мышц голени согласуются с данными электрофизиологических исследований [9], в которых показано, что частичная денервация мышц, подвергнутых растяжению, создает условия для более полного проявления ее пластических свойств. В случае продолжительной денервации часть мышечных волокон атрофируется, замещаясь соединительной тканью. Такое структурное изменение в мышце сопровождается снижением силы, выносливости, а также уменьшением амплитуды при активных и пассивных движениях в смежных суставах.

В экспериментальных исследованиях на козах показано, что удлинение голени более чем на 20% приводит к диспропорции между количеством миофибрилл и количеством саркомеров [21]. В опытах на кроликах продемонстрировано, что структурная адаптация мышцы к новой длине покоя проявляется в укорочении саркомеров пропорционально срокам после удлинения [22].

Таким образом, критическая величина удлинения голени у больных ахондроплазией во многом определяется возрастом начала лечения, величиной удлинения. До лечения у детей больных ахондроплазией имеется запас со стороны мягких тканей, обусловленный характерными для детского организма передифференцировочными процессами, которые продолжают вплоть до окончания пубертатного возраста [20, 21], поэтому регенерация мышц после снятия аппарата протекает наряду

с естественными процессами созревания и роста. С увеличением возраста при нарушенном продольном росте трубчатых костей у больных ахондроплазией отмечается увеличение массивности брюшка мышц конечностей [3, 15], что обеспечивает резервный запас мягких тканей для проведения удлинения.

**Заключение.** Проведение динамического УЗИ на протяжении всего периода distraction голени у больных ахондроплазией позволяет своевременно выявлять эхопризнаки, соответствующие снижению и полному истощению резерва передней группы мышц для проведения удлинения.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Попков А.В., Шевцов В.И., ред. Ахондроплазия: Руководство для врачей. М.: Медицина; 2001 [Popkov A.V., Shevtsov V.I., ed. Achondroplasia. Manual for physicians. Moscow: Meditsina; 2001 (in Russian)].
2. Илизаров Г.А., Попова Л.А., Шевцов В.И. Метод чрескостного остеосинтеза – новый этап в развитии отечественной травматологии и ортопедии. Ортопедия, травматология и протезирование. 1986; 1: 1–5 [Ilizarov G.A., Popova L.A., Shevtsov V.I. Method of transosseous osteosynthesis – new step in the development of native traumatology and orthopaedics. Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 1986; 1: 1–5 (in Russian)].
3. Шевцов В.И., Дьячкова Г.В., Гребенюк Л.А., Менишкова Т.И. Способ определения резервных возможностей мышц. Патент РФ № 2258463; 2003 [Shevtsov V.I., D'yachkova G.V., Grebenyuk L.A., Menshikova T.I. Method for determination of reserve muscle resources. Patent RF, N 2258463; 2003 (in Russian)].
4. Щудло М.М., Щудло Н.А., Варсегова Т.Н., Борисова И.В. Реакция нервов на растяжение и их структурная адаптация к удлинению конечности. Геней ортопедии. 2009; 4: 48–55 [Shudlo M.M., Shudlo N.A., Varsegova T.N., Borisova I.V. Reaction of nerves to stretching and their structural adaptation to limb lengthening. Geniy ortopedii. 2009; 4: 48–55 (in Russian)].
5. Коллонтай Ю.Ю., Смирнова Л.И., Стецула В.И., Яковлев В.М. Динамика изменений в мышцах, их внутриорганных кровеносных сосудах и нервах при удлинении голени distractionно-компрессионным аппаратом. В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции. Курган; 1976: 60–2 [Kollontay Yu.Yu., Smirnova L.I., Stetsula V.I., Yakovlev V.M. Dynamics of changes in muscles, their blood vessels and nerves at shin lengthening with distraction-compression apparatus. In: Proc. All-Russian Scientific. Conf. Kurgan, 1976; 60–2 (in Russian)].
6. Кочуткина Л.Н. Морфометрические данные исследования мышц голени при различных темпах ее удлинения в эксперименте. В кн.: Сборник научных трудов «Теоретические и клинические аспекты distractionного остеосинтеза». Л.; 1982: 33–42 [Kochutina L.N. Morphometric examination of shin muscles at different rates of its lengthening in experiment. In: Collected of scientific works: Theoretic and clinical aspects of distraction osteosynthesis. Leningrad; 1982: 33–42 (in Russian)].
7. Кочуткина Л.Н. Реактивность и регенерация скелетных мышц конечности, удлиняемой методом биллокального distractionного остеосинтеза по Илизарову. В кн.: Сборник научных трудов «Значение открытых Г.А. Илизаровым общепатологических закономерностей в регенерации тканей». Выпуск 13. Курган; 1988: 71–6 [Kochutina L.N. Reactivity and regeneration of skeletal muscles of the extremity elongated using bilocal

- distraction osteosynthesis by Ilizarov. In: Collected scientific works "Role of common biologic regularities in tissue regeneration". Issue 13. Kurgan; 1988: 71-6 (in Russian)].
8. Стогов М.В., Еманов А.А., Тушина Н.В., Смирнов А.В. Субстраты энергетического обеспечения скелетных мышц при оперативном удлинении костей голени. Гений ортопедии. 2012; 1: 124-7 [Stogov M.V., Emanov A.A., Tushina N.V., Smirnov A.V. Substrates of energy supply of skeletal muscles for surgical lengthening of leg bones. Geniy ortopedii. 2012; (1): 124-7 (in Russian)].
  9. Шейн А.П., Криворучко Г.А. Произвольное управление напряжением мышц удлинённой и интактной конечностей в различных диапазонах силовых нагрузок. Физиология человека. 2012; 38 (2): 31 [Shein A.P., Krivoruchko G.A. Voluntary control of muscle tension in lengthened and intact limbs in different ranges of force load. Fiziologiya cheloveka. 2012; 38 (2): 31 (in Russian)].
  10. Петровская Н.В., Щудло Н.А., Борисова И.В., Степанов М.А. Гистологические изменения структур переднего фасциального пространства голени при ее удлинении на уровне верхней трети. Гений ортопедии. 2012; 2: 135-9 [Petrovskaya N.V., Shchudlo N.A., Borisova I.V., Stepanov M.A. Histological changes in the structures of anterior fascial space of the leg in case of its lengthening at the upper-third level. Geniy ortopedii. 2012; (2): 135-9 (in Russian)].
  11. Дьячкова Г.В., Корабельников М.А., Менщикова Т.И., Дьячков К.А. Рентгеносонографические особенности мышц у больных ахондроплазией. Омский научный вестник. 2004; 5 (32): 90-3 [D'yachkova G.V., Korabel'nikov M.A., Menshchikova T.I., D'yachkov K.A. Roentgenographic peculiarities of muscles in patients with achondroplasia. Omskiy nauchnyi vestnik. 2004; 5 (32): 90-3 (in Russian)].
  12. Зубарев А.В., Неменова Н.А. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата у взрослых и детей: Пособие для врачей. М.: Видар-М; 2006 [Zubarev A.V., Nemenova N.A. Ultrasound examination of locomotor system in adults and children. Manual for physicians. Moscow: Vidar-M; 2006 (in Russian)].
  13. Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel VBA и C/C++. СПб: ВХВ-Петербург; 2004 [Gaidyshev I.P. Solution of scientific and engineering tasks with Excel VBA and C/C++. St. Petersburg: VKhV-Peterburg; 2004 (in Russian)].
  14. Шевцов В.И., Чикорина Н.К. Изменение линейной длины (шага) саркомера и саркомерогенез в скелетных мышцах экспериментальных собак при удлинении голени по методу Г.А. Илизарова. Морфологические ведомости. 2008; 1 (1-2): 132-4 [Shevtsov V.I., Chikorina N.K. Lineal length (step) of sarcomere and sarcomerogenesis in the skeletal muscle of experimental dogs during Ilizarov tibial lengthening. Morfologicheskie ведомosti. 2008; 1 (1-2): 132-4 (in Russian)].
  15. Шевцов В.И., Дьячкова Г.В., Гребенюк Л.А., Менщикова Т.И. Возможности рентгенологической и ультразвукографической оценки состояния мягких тканей при лечении укорочений нижних конечностей по методу Илизарова. Курган: Дамми; 2003 [Shevtsov V.I., D'yachkova G.V., Grebenyuk L.A., Menshchikova T.I. Possibilities of roentgenologic and ultrasonographic evaluation of soft tissue condition at treatment of lower limbs shortening by Ilizarov technique. Kurgan: Dammi; 2003 (in Russian)].
  16. Кочуткина Л.Н., Кудрявцева И.П. Гистогенетические особенности регенерации скелетной мышцы при distraction-osteosynthesis по Г.А. Илизарову. Гений ортопедии. 1996; 2-3: 135-6 [Kochutina L.N., Kudryavtseva I.P. Histogenetic peculiarities skeletal muscle regeneration at distraction osteosynthesis by G.A. Ilizarov. Geniy ortopedii. 1996; (2-3): 135-36 (in Russian)].
  17. Шевцов В.И., Щудло Н.А., Щудло М.М., Филимонова Г.Н. Структурная адаптивность и пластичность скелетных мышц при удлинении конечности. Гений ортопедии. 2009; 40: 39-47 [Shevtsov V.I., Shudlo N.A., Shudlo M.M., Filimonova G.N. Skeletal muscle structural adaptability and plasticity for limb lengthening. Geniy ortopedii. 2009; 40: 39-47 (in Russian)].
  18. Яковлев В.М. Динамика изменений мышц, их кровеносных сосудов и нервов при удлинении голени на distraction-компрессионном аппарате: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Днепропетровск; 1975 [Yakovlev V.M. Dynamics of changes in muscles, their blood vessels and nerves at shin bones lengthening with distraction-compression apparatus. Cand. med. sci. Diss. Dnepropetrovsk: 1975 (in Russian)].
  19. Чикорина Н.К. Ультраструктурная организация скелетных мышц голени при экспериментальном применении аппарата Илизарова. Ортопедия, травматология и протезирование. 1994; 4: 80 [Chikorina N.K. Ultrastructural organization of skeletal shin muscles at experimental use of Ilizarov apparatus. Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye. 1994; 4: 80 (in Russian)].
  20. Фарбер Д.А., Безруких М.М. ред. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. М.: РАО институт возрастной физиологии; 2000 [Farber D.A., Bezrukikh M.M., ed. Physiology of child development: theoretical and applied aspects. Moscow: RAO institute vozrastno y fiziologii; 2000 (in Russian)].
  21. Lindsey C.A., Makarov M.R., Shoemaker S., Birch J.G., Buschang P.H., Cherkashin A.M. et al. The effect of the amount of limb lengthening on skeletal muscle. Clin. Orthop. Relat. Res. 2002; (402): 278-87.
  22. Maton T., Tamai K., Kurokawa T. Adaptation of skeletal muscle in limb Lengthening: a light diffraction study on the sarcomere length in situ. J. Orthop. Res. 1994; 12 (2): 193-6.

**Сведения об авторах:** Менщикова Т.И. — доктор биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных исследований научного клинко-экспериментального отдела физиологии; Аранович А.М. — доктор мед. наук, проф., зав. травматолого-ортопедическим отделением №15.

**Для контактов:** Менщикова Татьяна Ивановна. 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6. Тел.: +7 (912) 836-09-77. E-mail: tat-mench@mail.ru

## ФАКТОРЫ РИСКА РЕЦИДИВА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ПОСЛЕ АРТРОСКОПИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ БАНКАРТА

Е.А. Беляк, А.А. Кубашев, Ф.Л. Лазко, М.А. Абдулхабилов, К.А. Птицын, А.П. Призов, О.И. Куликова, П.П. Савицкий, Д.А. Исмаилов, В.В. Меньшиков

ГБУЗ «Городская клиническая больница № 12» Департамента здравоохранения Москвы, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, РФ

В статье представлен анализ результатов лечения группы 408 пациентов с передней посттравматической нестабильностью плечевого сустава в возрасте от 17 до 48 лет, которым в период с 1997 по 2013 г. была выполнена артроскопическая стабилизация плечевого сустава при помощи якорных фиксаторов. Срок наблюдения составил  $5,7 \pm 1,2$  года. Рецидив нестабильности произошел у 45 (11%) пациентов. Сравнение групп пациентов, у которых возник рецидив нестабильности и у которых его не было, позволило выявить следующие факторы риска рецидива нестабильности: высокий уровень спортивной активности (78% против 27,8%,  $p < 0,001$ ), повреждение Хилла — Сакса (82,2% против 55,1%,  $p < 0,001$ ), дефицит гленоида лопатки (88,9% против 48,2%,  $p < 0,001$ ), синдром гипермобильности суставов (33,3% против 3,6%,  $p < 0,001$ ). Выявление указанных факторов риска на дооперационном этапе позволит оптимизировать тактику лечения пациентов с передней нестабильностью плечевого сустава.

Ключевые слова: передняя нестабильность плечевого сустава, повреждение Банкарта, артроскопическая стабилизация, якорные фиксаторы, рецидивирующая нестабильность, дефицит гленоида, дефект Хилла — Сакса.

### *Risk Factors for Recurrence of Shoulder Instability after Bankart Lesion Arthroscopic Treatment*

E.A. Belyak, A.A. Kubashev, F.L. Lazko, M.A. Abdulkhabirov, K.A. Pitsyn, A.P. Prizov, O.I. Kulikova, P.P. Savitskiy, D.A. Ismailov, V.V. Men'shikov

City Clinical Hospital №12, People's Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Analysis of treatment results for 408 patients (17–48 years old) with posttraumatic anterior shoulder instability was performed. In all cases arthroscopic Bankart repair with the use of suture anchors was performed from 1997 to 2013. Follow up period made up  $5.7 \pm 1.2$  years. Recurrent instability was observed in 45 (11%) patients. Comparison of patients with and without recurrent shoulder instability enabled to identify the following risk factors: high-level of sports activity (78.0% vs 27.8%,  $p < 0.001$ ), Hill-Sachs lesion (82.2% vs 55.1%,  $p < 0.001$ ), glenoid bone deficit (88.9% vs 48.2%,  $p < 0.001$ ), joint laxity syndrome (33.3% vs 3.6%,  $p < 0.001$ ). Preoperative diagnosis of the above mentioned risk factors will enable to optimize treatment tactics for the patients with anterior shoulder instability.

Key words: anterior shoulder instability, Bankart lesion, arthroscopic stabilization, anchor fixatives, recurrent instability, glenoid bone deficit, Hill-Sachs lesion.

**Введение.** Консервативное лечение патологии плечевого сустава часто оказывается малоэффективным, поэтому все большее распространение находят хирургические способы лечения [1, 2]. Особую популярность среди хирургов приобретают артроскопические методики стабилизации плечевого сустава, привлекая своей малой травматичностью, хорошими функциональным результатом и косметическим эффектом. Эффективность артроскопических и открытых методик сопоставима; «золотым стандартом» лечения нестабильности плечевого сустава является артроскопическая стабилизация переднего капсулофиброзного отдела при помощи якорных фиксаторов [3]. Частота ре-

цидива нестабильности после артроскопической стабилизации плечевого сустава варьирует от 4 до 19% [4–11]. Согласно данным отечественных исследователей [12, 13], эффективность артроскопических операций составляет более 90%. Рецидивирующая нестабильность, имевшая место менее чем у 10% прооперированных пациентов, была обусловлена наличием значимых повреждений костных образований плечевого сустава — суставной впадины лопатки и головки плечевой кости, а также снижением прочностных и эластичных свойств мягкотканых структур (суставно-плечевых связок и капсулы). Имеются сообщения, что у пациентов с выраженным костным дефектом гленоида

и головки плечевой кости мягкотканых стабилизирующих операций бывает недостаточно [14].

Проблема рецидивирующей нестабильности после стабилизирующей операции сохраняет актуальность. В нашей стране до настоящего времени не проводился анализ факторов риска рецидива нестабильности плечевого сустава на большой группе пациентов. Не разработаны точные показания и противопоказания к артроскопической стабилизации переднего капсульно-фиброзного отдела при помощи якорных фиксаторов, не выявлены причины рецидивов в послеоперационном периоде.

Цель работы: проанализировать результаты лечения пациентов с передней нестабильностью после артроскопической стабилизации плечевого сустава при помощи якорных фиксаторов, определить факторы риска рецидива нестабильности после операции.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ отдаленных результатов артроскопического лечения 408 пациентов, прооперированных в период с 1997 по 2013 г. в лечебных учреждениях Москвы: ГКБ №№ 31, 12, 20. В исследование вошли пациенты с изолированной передней нестабильностью, у которых в ходе операции было подтверждено повреждение Банкарта и выполнено восстановление губы при помощи якорных фиксаторов. Отдаленные результаты изучены в сроки до 12 лет (средние сроки  $5,7 \pm 1,2$  года). Первую группу составили 363 (89%) больных, у которых рецидива нестабильности не было, 2-ю — 45 (11%) пациентов, у которых в послеоперационном периоде произошел рецидив нестабильности.

Обследование включало клинический осмотр, анкетирование, МРТ, КТ. На этапе сбора анамнеза выясняли механизм травмы при первичном вывихе, наличие и характер (в случае наличия) травмы при рецидиве вывиха после операции, количество вывихов или подвывихов до операции, после операции, уровень занятий спортом до и после операции, сопутствующие заболевания, перенесенные оперативные вмешательства. Клиническое обследование включало пальпацию плечевого сустава, определение объема пассивных и активных движений в плечевом суставе (сгибание, отведение, наружная и внутренняя ротация), оценку выраженности болевого синдрома при активных и пассивных движениях, во время занятий спортом и в быту. Для выявления нестабильности в плечевом суставе выполняли специфические тесты: «предчувствия вывиха», «устранения предчувствия вывиха», «переднего выдвигающего ящика», симптом «борозды», «смещения и нагрузки». Кроме того, всем пациентам проводили тесты на выявление генерализованной гиперэластичности (синдром гипермобильности) согласно критериям, предложенным Beighton в 1969 г. (рис. 1) [15]. По результатам

оценки при сумме баллов, равной или превышавшей 4 балла, пациента относили к группе с гиперэластичностью.

Всем пациентам на этапе диагностики были выполнены рентгенография в прямой, косой, аксиальной проекциях, а также исследования с помощью дополнительных рентгеновских укладок для выявления костных дефектов гленоида и головки плечевой кости: Вест-Пойнт и Бернаже [16–18].

Компьютерная томография позволяла выявить гипоплазию суставного отростка лопатки, его аномальное положение в пространстве (аномальную версию). Кроме того, с помощью КТ в режиме 3D (трехмерной реконструкции) оценивали наличие и степень дефицита костной ткани гленоида и выраженность повреждения Хилла — Сакса головки плечевой кости (рис. 2, 3). На основании данных КТ определяли степень дефицита гленоида и степень повреждения Хилла — Сакса (по шкале Rowe). О выраженности дефицита гленоида судили по результатам вычисления площади, при этом выделяли 3 степени дефицита: легкую (менее 10% от площади), среднюю (от 10 до 20%) и тяжелую (более 20%).

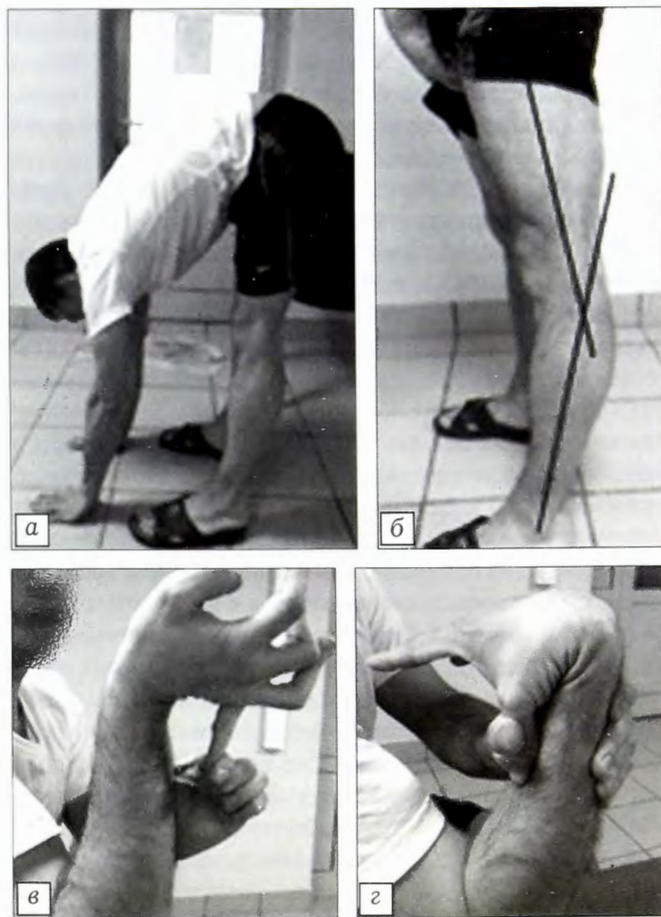
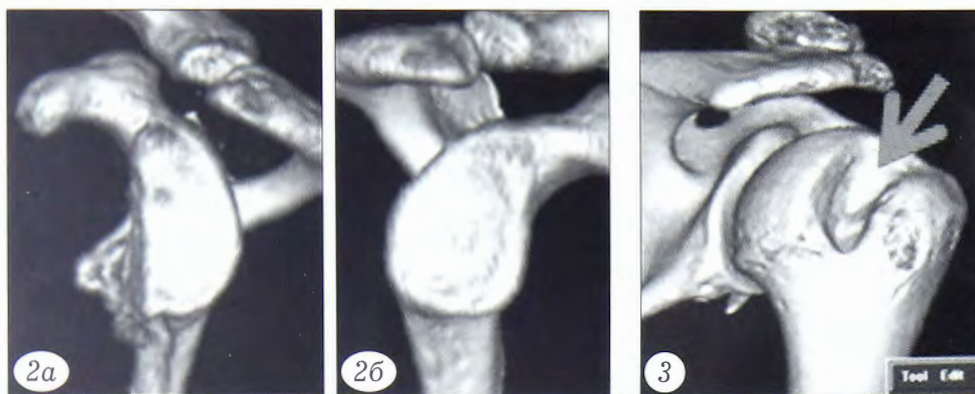


Рис. 1. Признаки генерализованной гиперэластичности.

а — способность дотянуться ладонями до пола при выпрямленных в коленных суставах ногах; б — переразгибание в коленных суставах; в — переразгибание V пальца; г — способность дотянуться I пальцем кисти предплечья при сгибании в лучезапястном суставе.



**Рис. 2.** Компьютерные томограммы в режиме трехмерной реконструкции

**а** — больной плечевой сустав с костным дефектом суставного отростка лопатки; **б** — здоровый плечевой сустав с интактным суставным отростком лопатки.

**Рис. 3.** Компьютерная томограмма в режиме трехмерной реконструкции: повреждение Хилла — Сакса головки плечевой кости.

Магнитно-резонансная томография позволяла оценить степень повреждения переднего отдела хрящевой губы [19]. Особую ценность данные МРТ имели при исследовании состояния вращательной манжеты, особенно у пациентов старше 40 лет [20].

Для оценки выраженности функциональных нарушений, результатов хирургического лечения использовали шкалы WOSI и DASH.

Статистическую значимость различий показателей в группах оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Характеристика пациентов 1-й группы.** В 1-ю группу вошли 363 пациента (56 (15,4%) женщин, 307 (84,6%) мужчин) в возрасте от 17 до 48 лет (средний возраст 28,6 года), которые были прооперированы в указанные выше сроки и у которых не произошел рецидив нестабильности. У 312 (86%) пациентов имелся привычный вывих плеча, у 51 (14%) — привычный передний подвывих головки плечевой кости без характерных эпизодов вывиха. Не занимались спортом 73 (20,1%) пациента, занимались спортом время от времени 176 (48,5%), регулярно занимались спортом на любительском уровне 107 (29,5%), занимались спортом профессионально 7 (1,9%), т.е. регулярно занимались спортом 31,4% прооперированных. Доля пациентов, которые занимались неконтактными видами спорта, составила 59%, контактными или бросковыми видами спорта — 41%. Синдром гипермобильности суставов был выявлен у 13 (3,6%) пациентов. Промежуток времени, прошедший от первичного вывиха до оперативного вмешательства, составил в среднем 24 мес (от 10 до 40 мес). Повреждение Хилла — Сакса головки плечевой кости выявлено у 200 (55,1%) пациентов. Вовлекающий тип повреждения Хилла — Сакса имел место у 60 (30%) больных, невовлекающий — у 140 (70%). Легкая степень повреждения Хилла — Сакса (по шкале Rowe) диагностирована в 69% наблюдений, средняя — в 30%, тяжелая — в 1%.

Дефицит гленоида разной степени выраженности наблюдался у 175 (48,2%) больных, из них в 60% случаев он соответствовал легкой степени, в 33% — средней и в 7% — тяжелой.

Оценка по шкале DASH в 1-й группе пациентов до операции составила в среднем 16,8 балла (от 8,5 до 25,1), через год после операции — 6,5 балла (от 2,5 до 14,1;  $p < 0,001$ ), по шкале WOSI — 51,4 (от 39,3 до 62) и 30,6 (от 14,1 до 47;  $p < 0,001$ ) балла соответственно. В отдаленном периоде дефицит объема движений не превышал 10–15%.

**Характеристика 2-й группы пациентов.** Данную группу составили 45 пациентов (8 (17,8%) женщин, 37 (82,3%) мужчин) с рецидивом нестабильности после артроскопического восстановления повреждения Банкарта. Преимущественно (37 человек) это были пациенты в возрасте от 18 до 30 лет, средний возраст пациентов на момент рецидива вывиха составил 23,2 года, причем 82,2% пациентов были моложе 30 лет, а 95,6% — моложе 40 лет. Нестабильность в правом плечевом суставе отмечалась у 30 (66,7%) пациентов, в доминирующей руке — у 35 (77,8%). В 31 наблюдении причиной рецидива послужила повторная травма, в 14 случаях рецидив произошел без травмирующего фактора. По характеру травмы выделены следующие группы: падение на руку (33,3%), бросковое движение рукой (11,1%), попытка удара рукой (6,7%), попытка выполнения броска в борьбе (8,9%), выполнение «болевого приема» на руку (4,4%), подтягивание на перекладине (4,44%). Рецидив вывиха в плечевом суставе произошел во время занятий спортом в 33 (62%) случаях, в быту — в 12 (38%). Срок наблюдения, прошедший с момента операции до рецидива нестабильности, составил от 3 до 23 мес (в среднем 8,3 мес). Основной причиной обращения за медицинской помощью послужили повторяющиеся эпизоды вывихов или подвывихов, «неуверенность» в верхней конечности, чувство дискомфорта. Более 5 вывихов констатировали в 91,2% наблюдений, из них более 10 вывихов — в 55,6%. Спортивная активность у пациентов была различной. Совсем не занимались спортом 2 (4,4%) пациента, занимались спортом: время от времени 8 (17,8%), регулярно на любительском уровне 25 (55,6%), профессионально 10 (22,2%), т.е. регулярно занимались спортом большинство (78%) больных. Неконтактными видами спорта занимались 16 (35,6%) пациентов, контактными или бросковыми — 39 (64,4%). Синдром гипермобильности суставов был выявлен у 15 (33,3%) пациентов.

По результатам обследования у пациентов 2-й группы были выявлены следующие виды патологий:

- повреждение передней суставной губы: отрыв (разрушение) в переднем отделе (повреждение Банкарта) у 31 (68,9%) пациента, повреждение ALPSA у 7 (15,6%), повреждение Банкарта + разрывы/дегенерация задней суставной губы у 3 (6,7%);

- вариант повреждения комплекса «суставная губа — суставно-плечевые связки капсулы»: повреждение ALPSA + костный дефект края гленоида у 2 (4,4%), разрыв связок на протяжении у 1 (2,2%), повреждение HAGL у 1 (2,2%);

- повреждение SLAP — у 6 (13,3%);

- повреждение вращательной манжеты в виде частичного разрыва надостной мышцы — у 2 (4,4%);

- повреждение Хилла — Сакса: у 37 (82,2%) пациентов, из них у 31 (83,8%) констатирован вовлекающий тип, у 6 (16,2%) — невовлекающий тип. В 19% наблюдений повреждение соответствовало легкой степени тяжести, в 43% — средней, в 38% — тяжелой;

- дефицит гленоида разной степени выраженности — у 40 (88,9%) пациентов, из них у 12% легкой степени, у 53% средней и у 35% тяжелой.

У 37 (82,2%) пациентов имелось комбинированное повреждение Хилла — Сакса и дефицит гленоида. Сравнительная характеристика пациентов представлена в таблице.

Проведенный сравнительный анализ двух групп пациентов позволил выделить факторы, наличие которых повышает риск рецидива вывиха в послеоперационном периоде:

- высокий уровень спортивной активности;
- повреждение Хилла — Сакса, особенно вовлекающий тип;
- дефицит гленоида, особенно выраженная степень;
- синдром гипермобильности суставов.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно результатам исследования S. Burkhart, опубликованного в 2000 г. [21], пациенты с выраженными дефектами костной ткани (повреждение Хилла — Сакса и дефицит гленоида) имеют повышенный риск рецидива нестабильности после операции — 67% против 4% у пациентов без подобных дефектов. В исследовании [22] дефицит гленоида лопатки также был выделен как фактор риска рецидива нестабильности. P. Boileau и соавт. [23] проанализировали результаты лечения 100 пациентов, которым артроскопически устраняли повреждение Банкарта, и отметили зависимость частоты рецидива от следующих факторов: наличия костных повреждений (дефицит гленоида и дефект Хилла — Сакса головки плечевой кости), количества используемых якорных фиксаторов, наличия синдрома гипермобильности. Этим же авторским коллективом в

#### Сравнительная характеристика групп пациентов

| Показатель                                                        | 1-я группа | 2-я группа |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Средний возраст, годы                                             | 28,6       | 23,2       |
| Уровень регулярной спортивной активности, %                       | 27,8       | 78*        |
| Частота повреждения Хилла — Сакса, %                              | 55,1       | 82,2*      |
| Доля «вовлекающего» типа повреждения Хилла — Сакса, %             | 30         | 83,8*      |
| Частота дефицита гленоида лопатки, %                              | 48,2       | 88,9*      |
| Доля пациентов со средней и тяжелой степенью дефицита гленоида, % | 40         | 87,2*      |
| Частота выявления синдрома гипермобильности суставов, %           | 3,6        | 33,3*      |

\*  $p < 0,001$

2007 г. был описан способ оценки риска рецидива нестабильности на основании предложенной шкалы ISIS (Instability Severity Index Score — индекс степени нестабильности), в которой учитываются следующие факторы: возраст пациента, спортивная активность, наличие синдрома гипермобильности, костных дефектов гленоида и головки плечевой кости [28]. В 2012 г. I. Ahmed и соавт. [25] провели исследование на большой группе пациентов ( $n=503$ ), прооперированных артроскопически. Рецидив нестабильности произошел в 13,2% наблюдений. Среди статистически значимых факторов риска рецидива были выделены следующие: возраст пациента на момент операции, повреждение Хилла — Сакса головки плечевой кости, дефицит гленоида лопатки. Исследователи [12] к факторам риска рецидива нестабильности после якорной фиксации повреждения Банкарта отнесли также плохое качество мягких тканей.

Нами впервые в нашей стране был проведен анализ результатов артроскопической якорной реконструкции повреждения Банкарта на столь большой выборке пациентов — 408 человек. Полученные нами данные в целом согласуются с результатами, полученными другими исследователями: операция оказалась эффективной у 89% пациентов со значительным улучшением функции плечевого сустава по шкалам DASH и WOSI; подтверждена значимость повреждения костных структур в риске развития нестабильности плечевого сустава после оперативного вмешательства. В ходе настоящего исследования нам не удалось статистически доказать роль молодого возраста как фактора, способствующего рецидиву. В то же время показана значимость синдрома гипермобильности, что лишний раз указывает на важность тщательного клинического обследования и сбора анамнеза. Представлявшаяся очевидной значимость высокой физической активности, особенно профессионального характера, на настоящий момент является статистически обоснованной.

Взгляды на лечение пациентов с рассматриваемым типом повреждений различны. Н. Sugaya и соавт. [26] проанализировали результаты лечения нестабильности плечевого сустава, сочетающейся с дефицитом гленоида (bone-loss), путем артроскопического шва переднего отдела капсулы сустава, который был применен в 42 случаях, и получили хорошие результаты даже у пациентов с выраженным дефицитом гленоида лопатки. Эти данные подтверждаются современными исследованиями [27], особенно у пациентов с невысокими требованиями к плечевому суставу. Некоторые авторы [28, 29] отмечают, что артроскопические операции с использованием якорных фиксаторов, выполненные по определенным показаниям, также эффективны в качестве повторного хирургического вмешательства у пациентов с рецидивирующей нестабильностью в послеоперационном периоде. Однако большинство авторов при наличии костных дефектов гленоида лопатки и плечевой кости считают необходимым выполнять костно-пластические операции. При повреждении Хилла — Сакса описана методика заполнения дефекта мягкими тканями — ремплиссаж (remplissage), что «переводит» дефект из внутрисуставного во внесуставной. В качестве «заполнителя» используют капсулу сустава и сухожилия мышц вращательной манжеты. Открытая методика описана Conolly в 1972 г., артроскопическая техника предложена Wolf в 2007 г. [30, 31]. Последние публикации свидетельствуют о высокой эффективности данной методики, хороших функциональных результатах [32, 33]. При наличии особо большого повреждения головки плечевой кости выполняются операции, направленные на восполнение объем костной ткани. В качестве аугмента используют аутографты (трансплантаты из гребня подвздошной кости), свежие или замороженные аллографты, синтетические материалы (металлические, полиэтиленовые имплантаты) [34].

При наличии костного дефицита суставного отростка лопатки подходы к лечению могут быть различными, что зависит от степени дефицита. При невыраженном дефекте гленоида (до 15%) допустимо использовать мягкотканые методики стабилизации плечевого сустава (открытая или артроскопическая фиксация фиброзно-хрящевой губы гленоида) [35]. В случаях свежего отрывного перелома края гленоида можно проводить рефиксацию отломка при помощи якорных фиксаторов [36]. Многие авторы отмечают, что при дефекте гленоида более 15 % показаны костно-пластические операции по восстановлению костной структуры гленоида: перенос клювовидного отростка или свободного костного трансплантата на область переднего отдела гленоида с целью устранения костного дефицита [37, 38]. Обе методики зарекомендовали себя как эффективные, позволяющие получать хорошие отдаленные результаты [39].

Ввиду ретроспективного характера настоящего исследования не представлялось возможным изменять тактику лечения в зависимости от выявленных факторов риска рецидива нестабильности, в том числе при наличии выраженных костных дефектов. Однако полученные данные могут быть использованы в дальнейшем для сравнения результатов лечения пациентов с подобного рода повреждениями, тактика ведения которых определялась бы данными предоперационного обследования.

**Заключение.** Несмотря на довольно высокую эффективность используемых в настоящее время артроскопических методик лечения пациентов с передней нестабильностью плечевого сустава, остается небольшая группа больных, у которых избежать рецидива нестабильности после проведенного оперативного вмешательства не удастся. Это диктует необходимость не только совершенствования хирургических методик, но и целенаправленного выделения групп риска на дооперационном этапе. Нам удалось на большой выборке больных статистически обосновать важность четырех факторов: высокого уровня спортивной активности, наличия повреждения Хилла — Сакса, преимущественно вовлекающего типа, дефицита гленоида, особенно выраженной степени, и синдрома гипермобильности суставов. Дальнейшие исследования, в том числе с участием большего числа пациентов, позволят уточнить вклад каждого из факторов риска нестабильности, а также определить оптимальную тактику предоперационного обследования и ведения больных с передней нестабильностью плечевого сустава.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Ломтатидзе Е.Ш., Лазко Ф.Л., Кубашев А.А., Савицкий П.П., Призов А.П. Опыт артроскопического лечения адгезивного капсулита плечевого сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2013; (1): 34–7 [Lomtadze E.Sh., Lazko F.L., Kubashev A.A., Savitskiy P.P., Prizov A.P. Experience in arthroscopic treatment of adhesive shoulder joint capsulitis. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2013; 1: 34–7 (in Russian)].
2. Benedetto K.P., Glötzer W. Arthroscopic Bankart procedure by suture technique: indications, technique and results. Arthroscopy. 1992; 8 (1): 111–5.
3. Archetti Netto N., Tamaoki M.J., Lenza M., dos Santos J.B., Matsumoto M.H., Faloppa F., Belloti J.C. Treatment of Bankart lesions in traumatic anterior instability of the shoulder: a randomized controlled trial comparing arthroscopy and open techniques. Arthroscopy. 2012; 28 (7): 900–8.
4. Castagna A., Markopoulos N., Conti M., Rose G.D., Papadakou E., Garofalo R. Arthroscopic Bankart suture anchor repair: Radiological and clinical outcome at minimum 10 years of follow-up. Am. J. Sports Med. 2010; 38 (10): 2012–6.
5. Flinkkilä T., Hyvönen P., Ohtonen P., Leppilahti J. Arthroscopic Bankart repair: results and risk factors of recurrence of instability. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2010; 18 (12): 1752–8.
6. Franceschi F., Papalia R., Del Buono A., Vasta S., Maffulli N., Denaro V. Glenohumeral osteoarthritis after

- arthroscopic Bankart repair for anterior instability. *Am. J. Sports Med.* 2011; 39 (8): 1653–9.
7. Kim S.J., Jung M., Moon H.K., Chang W.H., Kim S.G., Chun Y.M. Is the transglenoid suture technique recommendable for recurrent shoulder dislocation? A minimum 5-year follow-up in 59 non-athletic shoulders. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2009; 17 (12): 1458–62.
  8. Porcellini G., Paladini P., Campi F., Paganelli M. Long-term outcome of acute versus chronic bony Bankart lesions managed arthroscopically. *Am. J. Sports Med.* 2007; 35 (12): 2067–72.
  9. Porcellini G., Campi F., Pegreff F., Castagna A., Paladini P. Predisposing factors for recurrent shoulder dislocation after arthroscopic treatment. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009; 91 (11): 2537–42.
  10. Rhee Y.G., Ha J.H., Cho N.S. Anterior shoulder stabilization in collision athletes: Arthroscopic versus open Bankart repair. *Am. J. Sports Med.* 2006; 34 (6): 979–85.
  11. Voos J.E., Livermore R.W., Feeley B.T., Altchek D.W., Williams R.J., Warren R.F., Cordasco F.A., Allen A.A.; HSS Sports Medicine Service. Prospective evaluation of arthroscopic Bankart repairs for anterior instability. *Am. J. Sports Med.* 2010; 38 (2): 302–7.
  12. Тихилов Р.М., Доколин С.Ю., Кузнецов И.А., Трачук А.П., Бурулев А.Л., Михайлова А.М., Захаров К.И. Отдаленные результаты артроскопического лечения рецидивирующей нестабильности плечевого сустава, причины неудачных исходов. *Травматология и ортопедия России.* 2011; 1 (59): 5–13 [Tikhilov R.M., Dokolin S.Yu., Kuznetsov I.A., Trachuk A.P., Burulev A.L., Mikhailova A.M., Zakharov K.I. Long-term results of arthroscopic treatment for instability at recurrent shoulder joint, causes of failure. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2011; 1 (59): 5–13 (in Russian)].
  13. Хасаншин М.М. Лечение пациентов с передней посттравматической нестабильностью плечевого сустава с применением артроскопических технологий: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2014 [Khasanshin M.M. Treatment of patients with anterior posttraumatic shoulder instability using arthroscopic techniques: Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2014 (in Russian)].
  14. Беляк Е.А., Кубашев А.А., Лазко Ф.Л., Ломтатидзе Е.Ш., Абдуллабиров М.А., Птицын К.А., Призов А.П. Опыт применения операции Латарже для лечения пациентов с передней нестабильностью плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2014; 3 (73): 115–21 [Belyak E.A., Kubashev A.A., Lazko F.L., Lomtadze E.Sh., Abdulkharibov M.A., Ptiysyn K.A., Prizov A.P. Experience of the Latarjet procedure for recurrent anterior shoulder dislocation treatment. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2014; 3 (73): 115–21 (in Russian)].
  15. Beighton P.H., Horan F. Orthopedic aspects of the Ehlers-Danlos syndrome. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1969; 51 (3): 444–53.
  16. Garth W.P. Jr, Slappey C.E., Ochs C.W. Roentgenographic demonstration of instability of the shoulder: The apical oblique projection. A technical note. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1984; 66 (9): 1450–3.
  17. Pavlov H., Warren R.F., Weiss C.B. Jr, Dines D.M. The roentgenographic evaluation of anterior shoulder instability. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1985; 194: 153–8.
  18. Rokous J.R., Feagin J.A., Abbott H.G. Modified axillary roentgenogram: A useful adjunct in the diagnosis of recurrent instability of the shoulder. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1972; 82: 84–6.
  19. Iannotti J.P., Zlatkin M.B., Esterhai J.L. Kressel H.Y., Dalinka M.K., Spindler K.P. Magnetic resonance imaging of the shoulder: Sensitivity, specificity, and predictive value. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1991; 73 (1): 17–29.
  20. Гончаров Е.Н., Акимкина А.М., Знаменский И.А., Чибисов С.М., Лисаченко И.В., Юматова Е.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике повреждений мягкотканых структур плечевого сустава. *Фундаментальные исследования.* 2012; 7 (часть 1): 76–9 [Goncharov E.N., Akimkina A.M., Znamenskiy I.A., Chibisov S.M., Lisachenko I.V., Yumatova E.A. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of traumatic damage of the shoulder structures. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2012; 7(1): 76–9 (in Russian)].
  21. Burkhart S.S., De Beer J.F. Traumatic Glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: Significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy.* 2000; 16 (7): 677–94.
  22. Kim S.H., Ha K.I., Cho Y.B., Ryu B.D., Oh I. Arthroscopic anterior stabilization of the shoulder: two to six-year follow-up. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2003; 85 (8): 1511–8.
  23. Boileau P., Villalba M., Héry J.Y., Balg F., Ahrens P., Neyton L. Risk factors for recurrence of shoulder instability after arthroscopic Bankart repair. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006; 88 (8): 1755–63.
  24. Balg F., Boileau P. The instability severity index score. A simple preoperative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilization. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2007; 89 (11): 1470–7.
  25. Ahmed I., Ashton F., Robinson C.M. Arthroscopic Bankart repair and capsular shift for recurrent anterior shoulder instability: functional outcomes and identification of risk factors for recurrence. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012; 94 (14): 1308–15.
  26. Sugaya H., Moriishi J., Kanisawa I., Tsuchiya A. Arthroscopic osseous Bankart repair for chronic recurrent traumatic anterior glenohumeral instability. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2005; 87 (8): 1752–60.
  27. Kim S.J., Kim S.H., Park B.K., Chun Y.M. Arthroscopic stabilization for recurrent shoulder instability with moderate glenoid bone defect in patients with moderate to low functional demand. *Arthroscopy.* 2014; 30 (8): 921–7.
  28. Abouali J.A., Hatzantoni K., Holtby R., Veillette C., Theodoropoulos J. Revision arthroscopic Bankart repair. *Arthroscopy.* 2013; 29 (9): 1572–8.
  29. McCabe M.P., Weinberg D., Field L.D., O'Brien M.J., Hobgood E.R., Savoie F.H. 3rd. Primary versus revision arthroscopic reconstruction with remplissage for shoulder instability with moderate bone loss. *Arthroscopy.* 2014; 30 (4): 444–50.
  30. Connolly J.F. Humeral head defects associated with shoulder dislocation: Their diagnostic and surgical significance. *Instr. Course Lect.* 1972; 21: 42–54.
  31. Wolf E.M., Pollock M.E., Smalley C.C. Hill-Sachs "remplissage". An arthroscopic solution for the engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy.* 2007; 23 (6): e1–e2.
  32. Buza J.A. 3rd, Iyengar J.J., Anakwenze O.A., Ahmad C.S., Levine W.N. Arthroscopic Hill-Sachs remplissage. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2014; 96 (7): 549–55.
  33. Leroux T., Bhatti A., Khoshbin A., Wasserstein D., Henry P., Marks P. et al. Combined arthroscopic Bankart repair and remplissage for recurrent shoulder instability. *Arthroscopy.* 2013; 29 (10): 1693–1701.
  34. Miniaci A., Gish M. Management of anterior glenohumeral instability associated with large Hill-Sachs defects. *Tech. Should. Elbow Surg.* 2004; 5 (3): 170–5.
  35. Sugaya H., Moriishi J., Dohi M., Kon Y., Tsuchiya A. Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2003; 85: 878–84.
  36. Porcellini G., Campi F., Paladini P. Arthroscopic approach to acute bony Bankart lesion. *Arthroscopy.* 2002; 18: 764–9.
  37. Helfet A.J. Coracoid transplantation for recurring dislocation of the shoulder. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1958; 40 (2): 198–202.
  38. Giles J.W., Degen R.M., Johnson J.A., Athwal G.S. The Bristow and Latarjet procedures: why these techniques should not be considered synonymous. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2014; 96: 1340–8.

39. Vangsness C.T. Jr, Ennis M. Neural anatomy of the human glenoid labrum and shoulder ligaments. Proceedings of the American Academy of Orthopaedic

Surgeons 59<sup>th</sup> Annual Meeting, Washington, DC. Park Ridge, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992: 205.

**Сведения об авторах:** Беляк Е.А., Кубашев А.А. — аспиранты кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета РУДН; Лазко Ф.Л. — доктор мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета РУДН, врач травматолог-ортопед ГКБ №12; Абдулхабилов М.А. — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета РУДН, врач травматолог-ортопед ГКБ №12; Птицын К.А. — врач травматолог-ортопед, соискатель кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета РУДН; Призов А.П. — канд. мед. наук доцент кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета РУДН; Куликова О.И. — врач-анестезиолог ГКБ №12; Исмаилов Д.А. — аспирант кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета РУДН; Меньшиков В.В. — врач травматолог-ортопед ГКБ №12.

**Для контактов:** Беляк Евгений Александрович. 115516, Москва, ул. Бакинская, д. 26. Тел: +7 (925) 154-89-82. E-mail: belyakevgen@mail.ru.

© Коллектив авторов, 2015

## СПОСОБ ПЛАСТИКИ КОСТНОГО ДЕФЕКТА ГЛЕНОИДА ПРИ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ ПЕРЕДНЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

В.М. Прохоренко, С.М. Фоменко, П.В. Филипенко

ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России;  
ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Минздрава России; ФКУЗ «6 военный госпиталь внутренних войск МВД России», Новосибирск, РФ

*Предложена методика восстановления костного дефекта гленоида при хронической посттравматической нестабильности плечевого сустава с помощью трансплантата из пористого никелида титана. Способ является альтернативой операции Латарже и аутопластики трансплантатом из гребня подвздошной кости. Форму и размеры трансплантата, который выпиливали из заготовок цилиндрической формы диаметром 2–2,5 см с толщиной стенки около 1 см, определяли на основании данных МСКТ. Дрелью формировали два отверстия для винтов. Затем подготовленный трансплантат устанавливали в зону дефекта. По данной методике прооперировано 6 пациентов с длительным анамнезом рецидивирующей передней нестабильности, а также рецидивами нестабильности после применения других хирургических методик стабилизации плечевого сустава. До операции функциональное состояние плечевого сустава по шкале Rowe соответствовало в среднем 35 баллам, после — 93,3 балла. В течение периода наблюдения (1 год) рецидивов нестабильности зарегистрировано не было. Преимуществами метода являются возможность точного восстановления анатомической формы гленоида, отсутствие резорбции трансплантата, сокращение времени операции.*

**Ключевые слова:** рецидивирующая нестабильность плечевого сустава, оперативное лечение, костный дефицит гленоида, операция Латарже, 3D-визуализация.

### *Method for Glenoid Bone Defect Plasty in Recurrent Shoulder Instability*

V.M. Prokhorenko, S.M. Fomenko, P.V. Filipenko

Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk Institute of Traumatology and Orthopaedics named after Ya. L. Tziv'yan, Military Hospital № 6, Novosibirsk, Russia

*Technique for glenoid bone defect plasty in posttraumatic shoulder instability using the porous titanium nickelide (Ti-Ni) graft is presented. This method is an alternative to Latarjet operation and autoplasty with the graft from the iliac crest. The shape and size of the graft was determined by MSCT data and the graft was sawed out from cylindrical billets with diameter of about 2.5 cm and wall thickness — 1 cm. Two screw holes were drilled and the graft was placed into the defect. That technique was applied in 6 patients with long lasting history of recurrent anterior instability and instability relapses after shoulder stabilization using other surgical techniques. Preoperative shoulder functional state by Rowe scale averaged 35.0 points versus 93.3 points after operation. One year follow up showed no cases of instability relapse. The advantages of this technique are the possibility of accurate glenoid anatomic shape reconstruction, absence of graft resorption and reduction of intervention duration.*

**Key words:** recurrent shoulder instability, surgical treatment, glenoid bone loss, Latarjet operation, 3D-visualization.

**Введение.** Доказано, что одной из главных причин развития посттравматической нестабильности

плечевого сустава является костный дефект переднего края суставной впадины лопатки. Кост-

ный дефицит выявляется у 20–30% пациентов с первичной травматической дислокацией [1]; у пациентов с рецидивирующими вывихами [2] и рецидивами после оперативного лечения [3] данное состояние констатируют с частотой до 90%. Как правило, дефекты локализуются в передней части гленоида в позиции от 2:30 до 4:20 по условному циферблату [4].

Одним из наиболее хорошо изученных способов восстановления дефекта переднего края суставной впадины лопатки является операция Латарже (1954) [5–7]. Ее эффективность обусловлена тройным стабилизирующим эффектом [8]: 1) увеличением площади суставной поверхности лопатки и созданием дополнительного костного блока; 2) эффектом гамака (hammock-эффект, или sling-эффект) за счет мышечной транспозиции; 3) увеличением натяжения переднего пучка нижней суставно-плечевой связки. В 1960–1980-х годах данная операция была очень популярна в Европе и Америки и выполнялась не только при наличии костного дефекта гленоида, но и в отсутствие такового. Исследователи констатировали хорошие ранние и отдаленные результаты операции Латарже при сроке наблюдения до 26 лет [5]. В последующем популярность данной операции снизилась ввиду ее неанатомичности, озабоченности многих хирургов по поводу последующего ограничения объема движений и трудностей выполнения ревизионных вмешательств при рецидивах нестабильности. Некоторые авторы указывают на то, что у больных, которым ранее производилась операция Латарже, имеются признаки артропатии. Так, L. Novellius и соавт. [5], изучив отдаленные (до 15 лет) результаты лечения 118 пациентов, у всех обнаружили признаки данной патологии.

Другим распространенным способом восстановления костного дефекта гленоида является аутопластика трансплантатом из гребня подвздошной кости (Iliac Bone Crest Grafting), применяемая в настоящее время в различных модификациях [9, 10]. Недостатками аутографтинга являются частая резорбция трансплантата и снижение его высоты, миграция винтов, необходимость проведения дополнительного этапа операции по забору и подготовке трансплантата, дополнительная операционная травма и риск развития хронического болевого синдрома в месте взятия аутоотрансплантата [11, 12].

Цель настоящего исследования: разработать способ лечения, который позволит уменьшить количество осложнений и повысить эффективность восстановления костного дефекта гленоида.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

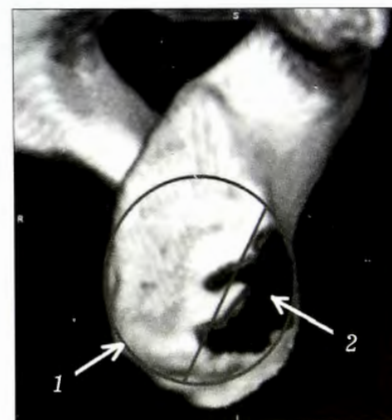
Для решения поставленной задачи в отделении эндоскопической хирургии суставов Новосибирского НИИТО им Я.Л. Цивьяна нами был предложен и опробован способ восстановления костного дефекта гленоида при хронической рецидивирующей передней нестабильности плечевого сустава

пористым никелидом титана (заявка № 2014135343 от 29.08.14). В целях оценки эффективности предлагаемой методики в период с 2013 по 2014 г. были отобраны 6 человек, которые имели длительный (от 2 до 15 лет) анамнез рецидивирующей передней нестабильности. Возраст пациентов варьировал от 19 до 74 лет. В лечении двух пациентов ранее были использованы другие методики стабилизации плечевого сустава. Одному была выполнена операция Латарже, после которой он перенес повторную травму (вывих), послужившую причиной формирования костного дефекта гленоида ниже транспонированного клювовидного отростка лопатки, после чего частота рецидивов стала достигать нескольких раз в месяц. Вторая пациентка около 10 лет назад была прооперирована по одной из методик сухожильно-мышечной артропластики (со слов, выписной эпикриз предоставлен не был); рецидивы (до нескольких раз в год) стали возникать спустя 2 года после операции.

Показания и объем предполагаемого оперативного лечения уточняли с помощью рентгенографии, МРТ и КТ. Показанием к применению методики мы считали наличие значительного (>25%) костного дефицита передненижнего отдела гленоида, имеющего форму «перевернутой груши» [2, 3]. У всех пациентов также были диагностированы различные виды повреждений Банкарта и суставно-плечевых связок [13], а также импрессионные переломы головки плечевой кости. Сопутствующие повреждения устраняли в ходе артроскопии. При повреждении капсуло-лабрального комплекса проводили артроскопическую якорную фиксацию суставной губы и элементов капсулы, при обнаружении значительных костно-хрящевых дефектов головки плечевой кости выполняли пластику дефекта тканью подостной мышцы и задней частью капсулы плечевого сустава по методике «remplissage».

**Методика пластики костного дефекта переднего края гленоида.** На первом этапе с помощью МСКТ при помощи программы 3D-реконструкции Vitrea 2 в сагиттальной плоскости с визуализацией суставной поверхности лопатки в масштабе 1:1 определяли точную площадь и форму костного дефекта гленоида (рис. 1). Далее при помощи ишиометра воссоздавали окружность (1, см. рис. 1) сус-

**Рис. 1.** 3D-реконструкция суставной впадины лопатки с дефектом. Воссоздание с помощью ишиометра правильной окружности и определение формы дефекта (объяснения в тексте).



тавной впадины лопатки, сопоставляя наиболее подходящий круг ишиометра по задней полуокружности суставной впадины. Прочерчивали максимально совпадающую с кривизной гленоида окружность, которая соответствовала правильной анатомической конфигурации суставной впадины лопатки. Форма недостающей части окружности в переднем (передненижнем) сегменте соответствует форме костного дефекта (2, см. рис. 1) суставной впадины лопатки.

Следует отметить, что современные компьютерные программы 3D-реконструкции довольно просты в применении, и могут при минимальных навыках быть использованы на практике любым врачом, не имеющим специального рентгенологического образования.

Используя полученные данные, на предоперационном этапе изготавливали трансплантат из пористого никелида титана. Трансплантат выпиливали и вытачивали из заготовок цилиндрической формы диаметром 2–2,5 см с толщиной стенки около 1 см. Дрелью формировали два отверстия для винтов (рис. 2). Поверхность, обращенную в сторону суставной поверхности, зашлифовывали и делали несколько изогнутой в соответствии с кривизной гленоида.

Вторым этапом проводили операцию под общей анестезией в положении пациента на боку. В асеп-

тических условиях выполняли задний артроскопический доступ (на 1 см ниже и на 1,5 см медиальнее заднего угла акромиального отростка лопатки), визуализировали суставную впадину лопатки и зону дефекта. Выполняли отслойку капсуло-лабрального комплекса от переднего края гленоида вокруг зоны дефекта и его максимальную мобилизацию для последующего укрытия им трансплантата. Аблатором и гленодидальным рашпилем очищали зону костного дефекта от рубцовых масс, подготавливали и адаптировали ложе для трансплантата (рис. 3).

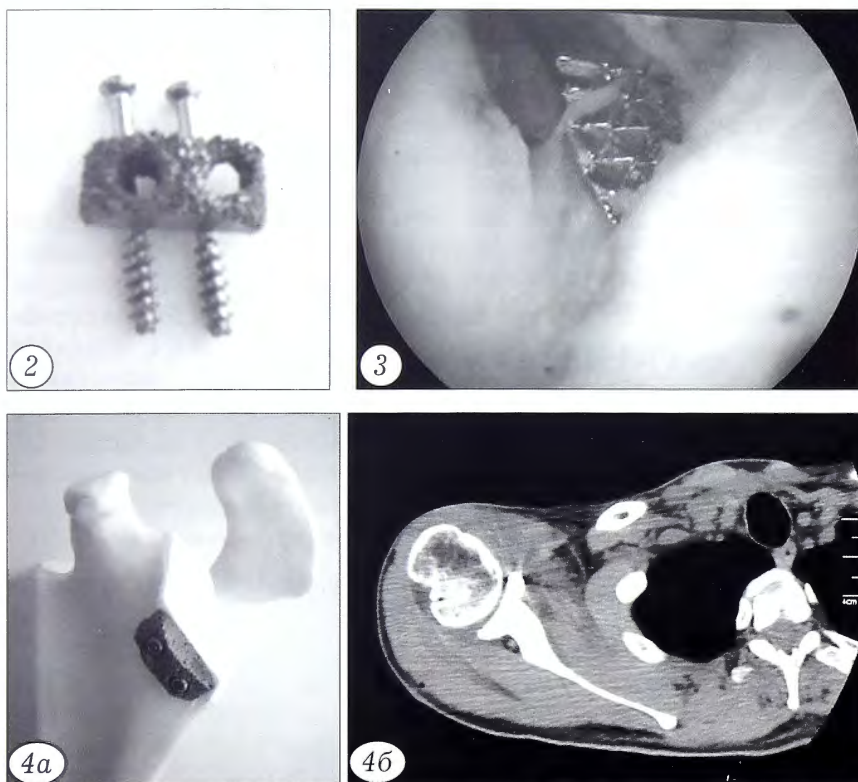
Далее выполняли дельтопекторальный доступ, выделяли сухожилия клювовидно-плечевой и короткой головки двуглавой мышц плеча и отводили их медиально (латерально). Сухожилие подлопаточной мышцы рассекали продольно. Выполняли артротомию. Через зону костного дефекта проводили спицу, по которой устанавливали ранее смоделированный на предоперационном этапе трансплантат. Точность установки контролировали визуально и артроскопически, через второе отверстие проводили вторую спицу. С помощью канюлированного сверла формировали отверстия под винты по ранее проведенным спицам и выполняли окончательную фиксацию трансплантата винтами (рис. 4).

Капсулу оставляли нефиксированной (мобильной), подлопаточную мышцу сшивали адаптирующими швами, восстанавливали герметичность сустава, после чего с помощью якорных фиксаторов осуществляли фиксацию суставной губы и элементов капсулы (нижняя плечелопаточная связка) к переднему краю гленоида лопатки поверх установленного трансплантата. Трансплантат укрывали мягкими тканями с целью избежать контакта трансплантата с головкой плечевой кости и элементами капсулы, что является важным моментом в профилактике развития остеоартроза плечевого сустава.

Функциональное состояние оценивали с помощью шкалы Rowe [13] до и спустя 6 мес и 1 год после операции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В раннем послеоперационном периоде осложнений зарегистрировано не было. До операции функциональное состояние плечевого сустава у всех пациентов было неудовлетворительным, оценка по шкале Rowe не превышала 50 баллов, составив в среднем 35 баллов. После проведенного лечения функциональный результат у всех пациентов был расце-



**Рис. 2.** Вид готового к установке трансплантата из пористого никелида титана.

**Рис. 3.** Подготовка зоны костного дефекта для имплантации с помощью гленодидального рашпиля.

**Рис. 4.** Окончательно фиксированный к краю гленоида трансплантат из никелида титана на макете (а) и на аксиальном срезе томограммы (б).

нен как отличный — оценка варьировала от 90 до 100 баллов (в среднем 93,3 балла). Объем движений в оперированном суставе был восстановлен полностью через 6 мес и не отличался от такового контралатеральной конечности. Объективные симптомы нестабильности плечевого сустава во всех случаях были отрицательными. Все пациенты отмечали хороший результат лечения, перестали опасаться развития вывиха при наружной ротации конечности, вернулись к прежнему уровню физической активности.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

В предложенном способе оперативного лечения посттравматической нестабильности плечевого сустава реализуется один из подходов современной ортопедии, основанный на возможностях современных диагностических методов: проведение точной предоперационной диагностики и планирования с возможностью предоперационного подбора и заготовки трансплантата.

Существенными отличиями пластики костных дефектов с помощью никелида титана являются уникальная биохимическая и биомеханическая совместимость материала с тканями организма, возможность заполнения пор сплава окружающими тканями, срастание с костью, а также неспособность к рассасыванию и пожизненное сохранение физических свойств [14]. Как показывает практика, материал является пластичным, что делает возможным предоперационное моделирование трансплантата необходимой формы и его адаптацию к форме и размерам костного дефекта. Альтернативой никелиду титана могут стать другие заменители кости, в том числе биокерамические. Их главное преимущество перед другими материалами (металлы, полимеры) — еще более высокая биосовместимость.

На наш взгляд, данная методика заслуживает внимания практикующих хирургов, так как может быть использована в случаях длительно рецидивирующей нестабильности, после неудачных попыток стабилизации плечевого сустава с помощью других оперативных методик, при необходимости реконструкции суставной впадины лопатки со значительным костным дефицитом. Преимущества предложенного способа по сравнению с существующими методиками заключаются в том, что данный способ обеспечивает максимально полное замещение костного дефекта суставной впадины лопатки прочным и неподверженным резорбции материалом и позволяет максимально точно восстанавливать правильную анатомическую форму гленоида, минимизировать риск рецидивов и избежать нарушений биомеханики и ограничений объема движений в плечевом суставе. Биологические свойства никелида титана обеспечивают его хорошую консолидацию с костью [14]. Проведение операции по данной методике не сопряжено с дополнительной операционной травмой, неизбежной при заборе и подготовке аутооттрансплантата, исключает ос-

ложнения, связанные с указанной процедурой, а также обуславливает сокращение продолжительности вмешательства.

**Заключение.** Предварительные результаты использования разработанной методики пластики костного дефекта суставной впадины лопатки позволяют говорить о ней как об эффективном способе лечения пациентов в рецидивирующей нестабильностью плечевого сустава. Для получения объективных данных об эффективности предложенного способа необходимо отследить отдаленные результаты лечения и сравнить их с исходами операции Латарже и аутопластики трансплантатом из гребня подвздошной кости.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Taylor D.C., Arciero R.A. Pathologic changes associated with shoulder dislocations: Arthroscopic and physical examination findings in first-time, traumatic anterior dislocations. *Am. J. Sports Med.* 1997; 25: 306–11.
2. Lo I.K., Parten P.M., Burkhart S.S. The inverted pear glenoid: an indicator of significant glenoid bone loss. *Arthroscopy.* 2004; 20: 169–74.
3. Burkhart S.S., De Beer J.F. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: Significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy.* 2000; 16: 677–94.
4. Woertler K., Waldt S. MR imaging in sports-related glenohumeral instability. *Eur. Radiol.* 2006; 16 (12): 2622–36.
5. Hovelius L., Sandström B., Saebö M. One hundred eighteen Bristow-Latarjet repairs for recurrent anterior dislocation of the shoulder prospectively followed for fifteen years: Study II: the evolution of dislocation arthropathy. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2006; 15 (3): 279–89.
6. Schroder D.T., Provencher M.T., Mologne T.S., Muldoon M.P. The modified Bristow procedure for anterior shoulder instability: 26-year outcomes in Naval Academy Midshipmen. *Am. J. Sports Med.* 2006; 34: 778–86.
7. Гладков Р.В., Рикун О.В., Аверкиев Д.В., Гранкин А.С. Результаты стабилизации плечевого сустава по модифицированной методике Бристоу – Латарже с артроскопическим сопровождением. *Травматология и ортопедия России.* 2014; 2 (72): 85–92 [Gladkov R.V., Rikun O.V., Averkiev D.V., Grankin A.S. Results of shoulder stabilization by a modified Bristow – Latarjet procedure with arthroscopy. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2014; 2 (72): 85–92 (in Russian)].
8. Patte D., Bernageau J., Bancel P. The anteroinferior vulnerable point of the glenoid rim. In: *Surgery of the shoulder.* New York: Marcel Dekker; 1985: 94–9.
9. Доколин С.Ю., Кислицын М.А., Базаров И.С. Артроскопическая техника выполнения костной аутопластики дефекта суставной впадины лопатки у пациентов с передней рецидивирующей нестабильностью плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2012; 3 (65): 77–82 [Dokolin S.Y., Kislitsyn M.A., Bazarov I.S. Arthroscopic technique of the glenoid bone defect autoplasty in patients with recurrent anterior shoulder instability. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2012; 3 (65): 77–82 (in Russian)].
10. Монастырев В.В. Хирургическое лечение пациентов с хронической посттравматической передней нестабильностью плечевого сустава при костном дефекте суставной поверхности лопатки: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск; 2014 [Monastyrnev V.V. Surgical treatment of patients with recurrent post-traumatic

- anterior shoulder instability with glenoid bone defect. Cand. med. sci. Diss. Novosibirsk; 2014 (in Russian)].
11. Hindmarsh J., Lindberg A. Eden-Hybbinette's operation for recurrent dislocation of the humero-scapular joint. Acta Orthop. Scand. 1967; 38: 459–78.
  12. Oster A. Recurrent anterior dislocation of the shoulder treated by the Eden-Hybbinette operation: Follow-up on 78 cases. Acta Orthop. Scand. 1969; 40: 43–52.
  13. Rowe C.R., Patel D., Southmayd W.W. The Bankart procedure: a long-term end-result study. J. Bone Joint Surg. Am. 1978; 60 (1): 1–16.
  14. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. Томск: МИЦ; 2006 [Gyunter V.E., Khodorenko V.N., Yashenchuk Yu.F. Titanium nickelide. Medical material of new generation. Tomsk: MITs; 2006 (in Russian)].

**Сведения об авторах:** Прохоренко В.М. — доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой травматологии и ортопедии НГМУ; Фоменко С.М. — канд. мед. наук, зав. отделением эндоскопической хирургии суставов Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Филипенко П.В. — врач-травматолог 6 военного госпиталя ВВ МВД России.  
**Для контактов:** Филипенко Павел Владимирович. 630075, Новосибирск, ул. Власова, д. 9. Тел.: +7 (961) 848–22–95. E-mail: doctorfilipenko@gmail.com

© И.А. Пицын, 2015

## ОПТИМИЗАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА

И.А. Пицын

ГАУЗ ЯО Клиническая больница №2 г. Ярославль, Ярославль, РФ

*Проведена сравнительная оценка данных артроскопического и ультразвукового исследования 400 коленных суставов у 392 пациентов. В ходе работы с целью улучшения качества диагностики был использован принцип «обратной связи» (взаимодействия) специалистов, выполняющих артроскопические и ультразвуковые исследования. На основании анализа полученных результатов определены причины несоответствия (объективные и субъективные) данных сонографии и артроскопии, дана оценка истинной диагностической эффективности УЗИ для каждой внутрисуставной структуры коленного сустава в отдельности.*

**Ключевые слова:** внутрисуставные повреждения, чувствительность, специфичность, точность, прогностическая ценность, артроскопия, УЗИ, коленный сустав.

### *Optimization of Ultrasound Examination in Diagnosis of Knee Injuries*

I.A. Pitsyn

Clinical Hospital №2, Yaroslavl', Russia

*Comparative assessment of arthroscopic and ultrasound examination data were performed in 393 patients (400 knee joints). For the perfection of diagnosis quality a principle of "feedback" (cooperation) between examiners was used. Basing on the analysis of the achieved results the reasons for sonographic and ultrasound results (objective and subjective) incompatibility were determined and real diagnostic value of ultrasound examination was estimated for every intraarticular knee structure separately.*

**Key words:** intraarticular injuries, sensitivity, specificity, accuracy, prognostic value, arthroscopy, US examination, knee joint.

**Введение.** Коленный сустав (КС) — самый анатомически сложный и часто травмируемый сустав нижней конечности. На его повреждения приходится до 25% всех повреждений опорно-двигательного аппарата [1, 2]. С ростом популярности активного отдыха, развитием игровых и экстремальных видов спорта увеличивается и частота травм КС [3].

Повреждения связочного аппарата занимают первое место и составляют до 50% среди травм КС, до 24% повреждений нижней конечности. У спортсменов частота внутрисуставных повреждений КС

достигает 75% от общего числа травм. Из них на повреждение крестообразных связок приходится до 92% [4], а на повреждения менисков — до 84% от всех повреждений мягкотканых структур КС. Застарелые повреждения хряща, менисков и крестообразных связок, которые регистрируют с частотой, достигающей 79%, являются причиной развития дегенеративно-дистрофических изменений в КС [3].

Одним из залогов успешного лечения повреждений внутрисуставных структур КС является их

своевременная диагностика [4–7]. Неспецифичность клинических симптомов повреждений внутрисуставных структур КС обуславливает необходимость применения дополнительных методов исследования. В настоящее время с целью уточнения диагноза используют рентгенографию, УЗИ, КТ, МРТ. Наиболее информативным методом определения патологических изменений внутрисуставных структур КС является артроскопия [8]. Проводя непосредственную визуализацию, пальпацию и оценку функции вовлеченных в патологический процесс структур можно установить связи между конкретными повреждениями и их клиническими проявлениями и получить наиболее достоверную информацию [9]. Однако артроскопия с целью лечения повреждений КС выполняется лишь у 20% пациентов, а с диагностической целью — крайне редко.

В последние годы для диагностики патологии КС широко используется УЗИ. Сонография неинвазивна, позволяет выполнять многоплоскостное сканирование, оценивать в соответствии с клиническими проявлениями структуру и функцию некоторых внутрисуставных структур КС однократно и в динамике [10]. К недостаткам метода можно отнести высокую операторозависимость [11, 12].

Несмотря на успехи в совершенствовании методов исследования удельный вес диагностических ошибок достигает 83% [4, 9, 13–16]. На амбулаторном этапе лишь у 20–23% пациентов с травмой КС устанавливается правильный диагноз [3]. Сорок пять процентов пациентов поступает в стационары с застарелыми повреждениями и хронической нестабильностью КС, из них верный топический диагноз повреждения связок КС амбулаторно установлен только у 20–40% пострадавших [17].

Неточность и несвоевременность диагностики повреждений в 45–75% случаев приводят к неадекватному лечению и, как следствие, к ухудшению качества жизни из-за функциональной неполноценности КС, что обуславливает развитие посттравматического деформирующего артроза, нестабильности КС и является причиной временной или стойкой нетрудоспособности [1, 2, 4, 14, 18–20].

Проведено немало исследований с целью определения диагностических возможностей УЗИ при повреждениях и заболеваниях КС, однако единого мнения относительно диагностической эффективности сонографии нет. По разным данным, точность УЗИ варьирует от 61 до 84% [2, 22]. До сих пор при интерпретации ультрасонограмм возникают затруднения в использовании принятых международных классификаций повреждений внутрисуставных структур КС, сохраняются разногласия в отношении достоверности дифференциально-диагностических признаков патологии отдельных внутрисуставных структур КС; нередко имеются несоответствия заключений различных специалистов УЗ-диагностики при обследо-

вании КС у одного и того же пациента, особенно в отношении повреждений передней крестообразной связки и менисков.

В связи с этим возникает вопрос: «Какова же истинная диагностическая эффективность УЗИ?». В доступной нам литературе мы не встретили работ по применению принципа «обратной связи» (взаимодействия) специалистов смежных областей с целью улучшения качества диагностики.

Цель исследования: с помощью артроскопической верификации и использования принципа «обратной связи» специалистов оценить истинную эффективность УЗИ в дифференциальной диагностике патологии внутрисуставных структур КС.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты артроскопического обследования 392 пациентов (400 коленных суставов) с травматическим анамнезом, которые в период с 2006 по 2011 г. находились на оперативном лечении в ортопедическом отделении КБ №2 г. Ярославля.

Перед госпитализацией амбулаторно всем пациентам было выполнено УЗИ КС в другой клинике другим специалистом (отделение функциональной диагностики НУЗ ДКБ на станции Ярославль ОАО «РЖД»).

В ходе лечебной артроскопии мы проводили сравнительную оценку достоверности данных УЗИ для каждой внутрисуставной структуры КС.

Специалисты, проводившие УЗИ и артроскопию, были постоянными (все артроскопии выполнены автором статьи). Среди обследованных было 173 мужчины и 219 женщин в возрасте от 14 до 76 лет. Исследовано 210 правых и 190 левых суставов в сроки от 5 дней до 6 мес с момента получения травмы.

Все наблюдения по временному принципу разделены на четыре группы: первые 100 изученных суставов составили 1-ю группу, каждые 100 последующих — 2, 3 и 4-ю соответственно. Группы были сопоставимы по полу и возрасту.

Артроскопию выполняли в стационаре по стандартной методике на оборудовании фирмы «Karl Storz» с использованием 30° оптики и набора инструментов. Ультразвуковое исследование проводили на сканере Philips EnVisor линейным датчиком с частотой 10–12 МГц по стандартной методике в соответствии с принципами полипозиционности, контралатерального сравнения и дополняли функциональными тестами.

Среди выявленных в ходе артроскопии изменений внутрисуставных структур доминировали патология синовиальной оболочки — 386 (96,5%), гилинового хряща — 315 (78,75%), разрывы медиального мениска — 316 (79%), структурные изменения суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей — 281 (70,25%). Реже диагностировали патологию надколенника — 125 (31,25%), патологическую медиопателлярную складку —

**Табл. 1.** Структура выявленной внутрисуставной патологии КС по данным артроскопии

| Внутрисуставная структура      | 1-я группа | 2-я группа | 3-я группа | 4-я группа | Всего           |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| Синовиальная оболочка          | 99         | 95         | 98         | 94         | 386<br>(99,5%)  |
| Медиопателлярная складка       | 32         | 32         | 30         | 30         | 124<br>(31%)    |
| Надколенник                    | 47         | 22         | 28         | 28         | 125<br>(31,25%) |
| Суставные поверхности          | 68         | 64         | 81         | 68         | 281<br>(70,25%) |
| Гиалиновый хрящ                | 72         | 78         | 87         | 78         | 315<br>(78,75%) |
| Медиальный мениск              | 77         | 83         | 84         | 72         | 316<br>(79%)    |
| Латеральный мениск             | 41         | 31         | 23         | 26         | 121<br>(30,25%) |
| Передняя крестообразная связка | 34         | 40         | 28         | 37         | 139<br>(34,75%) |
| Задняя крестообразная связка   | 4          | 4          | 1          | 1          | 10<br>(2,5%)    |
| Внутрисуставные тела           | 5          | 5          | 1          | 5          | 16<br>(4%)      |

124 (31%), повреждения передней крестообразной связки — 139 (34,75%) и разрывы латерального мениска — 121 (30,25%), в единичных наблюдениях — внутрисуставные тела и повреждения задней крестообразной связки (табл. 1).

Осуществляя артроскопическую верификацию данных УЗИ, мы использовали принцип «обратной связи» (взаимодействия) специалистов, который заключался в:

- само- и взаимообучении специалистов. Доктор лучевой диагностики изучал специализированную литературу по диагностической артроскопии, семиотике и классификации повреждений внутрисуставных структур КС, видеоматериалы проведения артроскопии с целью истинного представления возможной анатомической картины внутрисуставных повреждений с последующей правильной их лучевой интерпретацией. Врач, выполнявший

артроскопию, изучал литературу по ультразвуковой диагностике, чтобы понимать, как конкретный вид повреждения внутрисуставных структур КС может быть описан в протоколе УЗИ на «лучевом» языке. Также специалисты присутствовали во время проведения исследований друг у друга;

- совместном анализе данных артроскопии и УЗИ, выяснении и устранении возможных причин их несоответствия;

- оптимизации протоколов УЗИ в соответствии с классификациями повреждений отдельных внутрисуставных структур.

В каждой группе исследования мы рассчитали показатели, наиболее часто используемые в оценке эффективности диагностических мероприятий: чувствительность, специфичность, точность, прогностическую ценность положительного теста (ПЦПТ) и прогностическую ценность отрицательного теста (ПЦОТ) по стандартной методике [23].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя результаты нашего исследования, мы обратили внимание на то, что диагностическая эффективность УЗИ для отдельных внутрисуставных структур коленного сустава различна (табл. 2), причем основные показатели информативности УЗИ в 3-й и 4-й группах достигли своего максимума (табл. 2). В связи с тем что количество наблюдений с повреждением задней крестообразной связки и наличием внутрисуставных тел было небольшим (см. табл. 1), наши данные по указанным нозологиям имеют лишь относительную статистическую значимость.

В литературе представлены различные мнения относительно диагностической эффективности УЗИ в оценке состояния отдельных внутрисуставных структур.

Так, в исследовании И.В. Меньшиковой [24] чувствительность и специфичность УЗИ в диагностике синовита составила 70,2 и 87% соответственно. Аналогичные показатели при верификации поражений гиалинового хряща составили 83,2 и 76,5%, а в работе [25] они оказались немного выше — 92,2 и 83,2%.

**Табл. 2.** Показатели (в %) эффективности УЗИ в оценке отдельных внутрисуставных структур КС (М (min–max))

| Внутрисуставная структура      | Чувствительность | Специфичность | Точность      | ПЦПТ          | ПЦОТ          |
|--------------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Синовиальная оболочка          | 100 (100–100)    | 100 (100–100) | 100 (100–100) | 100 (100–100) | 100 (100–100) |
| Медиопателлярная складка       | 21 (13–31)       | 98 (98–99)    | 75 (73–77)    | 86 (80–91)    | 74 (72–75)    |
| Надколенник                    | 66 (43–89)       | 100 (100–100) | 87 (73–97)    | 100 (100–100) | 84 (66–91)    |
| Суставные поверхности          | 99 (98–100)      | 100 (100–100) | 99 (99–100)   | 100 (100–100) | 98 (97–100)   |
| Гиалиновый хрящ                | 85 (64–96)       | 100 (100–100) | 89 (74–97)    | 100 (100–100) | 52–88 (71)    |
| Медиальный мениск              | 92 (88–95)       | 87 (78–96)    | 91 (86–95)    | 97 (93–99)    | 75 (67–87)    |
| Латеральный мениск             | 56 (41–70)       | 93–100 (97)   | 85 (72–92)    | 92 (81–100)   | 83 (70–92)    |
| Передняя крестообразная связка | 74 (62–86)       | 98 (97–100)   | 89 (84–94)    | 95 (92–100)   | 87 (80–95)    |
| Задняя крестообразная связка   | 93 (75–100)      | 99 (99–100)   | 9 (98–100)    | 94 (75–100)   | 99 (99–100)   |
| Внутрисуставные тела           | 85 (40–100)      | 99 (97–100)   | 98 (97–99)    | 71 (50–100)   | 99 (97–100)   |

По данным [4], информативность сонографии в диагностике повреждений костных структур, синдрома медиопателлярной складки сведена к минимуму: показатель специфичности УЗ-диагностики болезни Кенига составляет 20%, субхондральных переломов, хондромалиции надколенника и мышечков бедренной и большеберцовой костей — 0%.

В исследованиях Б.Г. Самбатова [2] по артроскопической верификации данных УЗИ применительно к повреждениям медиального мениска чувствительность ультразвукового метода составила 89%, специфичность — 64%, точность — 74%, ПЦПТ — 62%, ПЦОТ — 96%; при диагностике повреждений латерального мениска УЗ-метод показал хорошие результаты с чувствительностью 78%, специфичностью 90%, точностью 87%, ПЦПТ 81% и ПЦОТ 90%; при травматических изменениях гиалинового хряща в доступных для эхолокации областях показатели составили 66, 97, 89, 88 и 89% соответственно; относительно патологии суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей точность УЗИ в доступных для локации зонах составила 89%, ПЦПТ — 88%, ПЦОТ — 89%; чувствительность УЗИ в диагностике патологической медиопателлярной складки составила 28%, точность — 87%, ПЦПТ — 66% [2].

Сравнительный анализ данных УЗИ и результатов инвазивных методов исследования, проведенный С.П. Мироновым и соавт. [14], продемонстрировал высокую чувствительность (93,7–96%) и специфичность (80–100%) УЗ-метода в диагностике патологии менисков; точность УЗ-диагностики в верификации повреждений медиального мениска составила 62%, латерального мениска — 55%. Между тем в исследовании [26] чувствительность и специфичность УЗИ применительно к повреждениям латерального и медиального мениска у больных без перелома костных структур составила 61 и 93% соответственно, а у больных остеоартрозом КС — 85 и 91% соответственно.

Данные об эффективности УЗИ в диагностике повреждений передней крестообразной связки весьма противоречивы. Ряд авторов полагает, что из-за невысокой чувствительности этого метода использование его для выявления рассматриваемого вида повреждений ограничено [27–29]. В то же время по данным [2, 4, 30–34] чувствительность метода варьируется от 66 до 95%, специфичность — от 90 до 98%, точность — от 79 до 83,2%, ПЦПТ — от 66 до 98,2%, ПЦОТ — от 84,3 до 96%. Чувствительность и специфичность УЗИ при диагностике повреждений крестообразных связок у больных без перелома костных структур составляет 10 и 84%, а у пациентов с остеоартрозом — 47 и 85% соответственно [26]. Показатели чувствительности, специфичности и точности УЗ-метода для пациентов в повреждениями задней крестообразной связки составляют 87,5, 100 и 98,5% соответственно; специфичность метода для выявления внутрисуставных тел — 66,7% [4].

В ходе настоящего исследования удалось достичь высоких показателей эффективности сонографии, причем отмечалась положительная динамика параметров диагностической ценности УЗИ в верификации патологии синовиальной оболочки, надколенника, в доступных локациях зонах суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей, в доступных локациях областях гиалинового хряща, латерального и медиального менисков, что свидетельствует об оправданности использованного нами принципа «обратной связи» специалистов и является доказательством высокой эффективности УЗИ.

По нашему мнению, причины несоответствия данных артроскопии и УЗИ можно разделить на объективные и субъективные.

**Объективные** (обусловленные особенностями методов диагностики):

- конституциональные и/или посттравматические особенности анатомии КС. Так, малая протяженность визуализируемого участка передней крестообразной связки вследствие глубокого ее расположения не позволяет адекватно оценить ее структуру даже в отсутствие отека. Выраженный подочно-жировой слой, отек сустава при острой травме, при венозной недостаточности или лимфостазе ограничивают возможности УЗ-визуализации глубоко расположенных внутрисуставных структур. В то же время структурные изменения в синовиальной оболочке при наличии внутрисуставного выпота дифференцируются лучше. При синовите, гипертрофии жирового тела, болевом синдроме после травмы ограничена максимальная флексия КС, что обуславливает значительное затухание эхосигнала и дополнительно ограничивает локацию передней крестообразной связки;

- физические особенности методов исследования

- особенности УЗИ: эффект анизотропии (мнимое снижение эхогенности), ограниченная проникающая способность ультразвука (не проникает через костную ткань, поэтому затруднена УЗ-визуализация гиалинового хряща, суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей, обращенных в межмышечковую область, а также большей части суставной поверхности надколенника. По причине затухания сигнала ограничивается УЗ-визуализации свободного края менисков и передней крестообразной связки); ошибочное использование низкочастотных УЗ датчиков (только при использовании датчиков с частотой 7–12 МГц и оптимальных режимов сканирования удастся визуализировать неполные повреждения, дегенеративные структурные изменения менисков в «красной» зоне, дистального сегмента передней крестообразной связки, тогда как эндоскопически возможно обнаружить дегенеративные изменения мениска лишь в «белой» зоне. Малая разрешающая способность УЗ-сканера не позволяет четко дифференцировать поверхностную

зону гиалинового хряща и объективно оценить его структуру).

- ограничения артроскопии: сложность артроскопической визуализации заднего рога медиального мениска, заднего отдела сустава, дистального отдела задней крестообразной связки, неполных повреждений, дегенеративных изменений менисков и передней крестообразной связки;

- несовершенство классификаций повреждений внутрисуставных структур КС: отсутствует единая классификация повреждений внутрисуставных структур КС, учитывающая как артроскопические, так и ультразвуковые признаки, что не позволяет травматологу-ортопеду и специалисту лучевой диагностики разговаривать на одном, понятном для обоих, языке; отсутствуют четкие критерии УЗ оценки повреждений менисков, поэтому проводится только качественная, субъективная оценка структурных изменений без использования более объективных количественных критериев.

**Субъективные** (обусловленные действиями специалистов):

- недооценка клинической информации;
- непонимание особенностей анатомии КС (анатомическое «окно» для сухожилия подколенной мышцы в области заднего рога латерального мениска на начальных этапах исследования интерпретировалось врачом УЗИ как признак его повреждения, булавовидная культя передней крестообразной связки принималась за новообразование, параартикулярные оссификаты трактовались как внутрисуставные тела);
- неверное использование терминологии и классификаций повреждений внутрисуставных структур КС (дегенеративные изменения менисков и связок расцениваются как их повреждение);
- субъективность в оценке функциональных тестов во время УЗИ (без контралатерального сравнения, а большая часть врачей вообще их не проводят);
- несоблюдение методики полипозиционного сканирования;
- незнание эффекта анизотропии (естественные гипоэхогенные зоны в структуре менисков и связок принимаются за участки повреждения);
- невнимательность специалистов.

## ВЫВОДЫ

1. Использование принципа «обратной связи» в работе специалистов артроскопии и УЗ-диагностики позволяет определять ошибки и уменьшать их частоту, соблюдать особенности исследований, тем самым повысить эффективность, качество диагностики и квалификацию специалистов.

2. Ультразвуковой метод исследования эффективен в диагностике патологии синовиальной оболочки, надколенника, суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей, гиалинового хряща, медиального и латерального мениска, задней крестообразной связки, за исключением недоступ-

ных для эхолокации сегментов передней крестообразной связки, гиалинового хряща, суставных поверхностей, что позволяет широко использовать его в клинической практике.

3. Диагностическая эффективность УЗИ зависит от опыта специалиста, понимания особенностей анатомии и клинических признаков повреждения внутрисуставных структур КС, точности соблюдения методики исследования, наличия современного оборудования.

4. Не только внедрение в практику новых методов обследования, современного оборудования, но и непрерывное само- и взаимообучение специалистов позволит достигнуть максимальной эффективности диагностических мероприятий.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Крестьяшин В.М. Повреждения и заболевания коленного сустава у детей (клиника, диагностика, лечение): Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 1999 [Krest'yashin V.M. Knee joint injuries and diseases in children (clinical picture, diagnosis, treatment). Dr. med. sci. Diss. Moscow; 1999 (in Russian)].
2. Самбатов Б.Г. Внутрисуставные мягкотканые повреждения коленного сустава у детей и подростков. Артроскопическая верификация диагноза: Автореферат дис. ... канд. мед. наук. М.; 2010 [Sambatov B.G. Intra-articular soft tissue knee injuries in children and adolescents. Arthroscopic verification of diagnosis. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2010 (in Russian)].
3. Климовицкий В.Г., Гончарова Л.Д., Лобанов Г.В., Ночевкин В.А., Черевко М.В., Тяжелов А.А., Рами Талиб Мушер. Диагностика острых внутрисуставных мягкотканых повреждений коленного сустава. Травма. 2011; 12 (1): 115–20 [Klimovitskiy V.G., Goncharova L.D., Lobanov G.N., Nochyovkin V.A., Cherevko M.V., Tyazhelov A.A., Rami Talib Musher. Diagnosis of acute intraarticular soft tissue injuries of knee joint. Trauma. 2011; 12 (1): 115–20 (in Russian)].
4. Клыжгин М.А. Оптимизация применения ультразвукового и МР-томографического методов исследования при повреждении мягкотканых структур коленного сустава: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск; 2009 [Klyzhin M.A. Optimization of US and MR tomographic examination in knee joint soft tissue injuries. Cand. med. sci. Diss. Tomsk; 2009 (in Russian)].
5. Коваленко В.Н., Борткевич О.П. Остеоартроз: Практическое руководство. Киев: Морин; 2003 [Kovalenko V.N., Bortkevich O.P. Osteoarthritis: Practical guidance. Kiev: Morion; 2003 (in Russian)].
6. Лучихина Л.В. Артроз, ранняя диагностика и патогенетическая терапия. М.: ШИКО; 2001 [Luchikhina L.V. Arthrosis, early diagnosis and pathogenetic therapy. Moscow: SHIKO; 2001 (in Russian)].
7. Oegema T.R., Thompson R.C. Cartilage bone-interface (tide-mark) In: Brandt K.D., ed. Cartilage changes in osteoarthritis. Indianapolis; 1997: 43–52.
8. Зазирный И.М., Рогожин В.А., Терновой Н.К. Диагностическая ценность МРТ при патологии коленного сустава. Травматология и ортопедия России. Специальный выпуск: Материалы VI Конгресса Российского Артроскопического Общества. СПб.; 2005: 53–4 [Zazirnyi I.M., Rogozhin V.A., Ternovoy N.K. Traumatologiya i ortopediya Rossii. Special issue. Proc. VI Cong. Russ. Arthroscopic Society. St. Petersburg; 2005: 53–4 (in Russian)].
9. Азизов М.Ж., Ступина Н.В., Ирисметов М.Э., Мирзаев Ш.Х., Шокиров Х.Х. Роль артроскопии в диагностике травм и заболеваний коленного сустава. В кн.: Сборник тезисов Международного конгресса «Современные технологии в травматологии и ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение». М.;

- 2004; 3 [Azizov M.Zh., Stupina N.V., Irismetov M.E., Mirzaev Sh.Kh., Shokirov Kh.Kh. Role of arthroscopy in diagnosis of knee joint injuries and diseases. In: Modern technologies in traumatology and orthopaedics: mistakes and complications – prevention, treatment: Proc. Int. Cong. Moscow, 2004; 3 (in Russian)].
10. Меньшикова Т.И., Аранович А.М. Использование метода ультрасонографии в оценке структурного состояния коленных суставов у больных с ахондроплазией. Травматология и ортопедия России. Специальный выпуск. Материалы VI Конгресса Российского артроскопического общества. СПб; 2005: 85 [Men'shikova T.I., Aranovich A.M. Use of ultrasonography for evaluation of knee joint structural condition in patients with achondroplasia. Travmatologiya i ortopediya Rossii. Special issue. Proc. VI Cong. Russ. Arthroscopic Society. St. Petersburg, 2005; 85 (in Russian)].
  11. Ермак Е.М., Гелозутдинов Б.Е. Диагностика деструктивных и репаративных процессов в костной и хрящевой ткани коленного сустава по данным ультразвукового и артроскопического методов исследования. Скорая медицинская помощь. Специальный выпуск. 2003; 38 [Ermak E.M., Gelozutdinov B.E. Diagnosis of destructive and reparative processes in knee joint bone and cartilage tissue by ultrasound and arthroscopic examination data. Skoraya meditsinskaya pomoshch'. Special issue. 2003; 38 (in Russian)].
  12. Сенча А.Н., Беляев Д.В., Чижов П.А. Ультразвуковая диагностика. Коленный сустав. М.: Видар-М; 2012: 20 [Sencha A.N., Belyaev D.V., Chizhov P.A. Ultrasound diagnosis. Knee joint. Moscow: Vidar-M; 2012: 20 (in Russian)].
  13. Кузнецов И. А., Монахов В.В., Орлов Ю.Н. Современные подходы к диагностике и лечению острых травм, их последствий и заболеваний коленного сустава. Амбулаторная хирургия: стационарозамещающие технологии. 2004; 1–2: 70–6 [Kuznetsov I.A., Monakhov V.V., Orlov Yu.N. Modern approaches to diagnosis and treatment of acute knee joint injuries, their sequelae and diseases. Ambulatornaya khirurgiya: statsionarozameshchayushchie tekhnologii. 2004; 1-2: 70-6 (in Russian)].
  14. Миронов С.П., Еськин Н.А., Орлецкий А.К., Лялин Л.Л., Богдасhevский Д.Р. Эхография патологии коленного сустава. SonoAce-International. 2006; 14: 85–92 [Mironov S.P., Es'kin N.A., Orletskiy A.K., Lyalin L.L., Bogdashevskiy D.R. SonoAce-International. 2006; 14: 85-92 (in Russian)].
  15. Степанченко А.П. Лучевая диагностика травматических повреждений коленного сустава: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2005 [Stepanchenko A.P. Radiation diagnosis for knee joint traumatic injuries. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2005 (in Russian)].
  16. Ptasznik R., Feller J., Bartlett J., Fitt G., Mitchell A., Hennessy O. The value of sonography in the diagnosis of traumatic rupture of the anterior cruciate ligament of the knee. AJR Am. J. Roentgenol. 1995; 164 (6): 1461–3.
  17. Нерянов Ю.М., Шишка И.В., Головаха М.Л., Гавриленко Б.С., Банит О.В. Особенности диагностики повреждений капсульно-связочного аппарата передне-медиального отдела коленного сустава в остром посттравматическом периоде. Запорожский медицинский журнал. 2011; 13 (1): 23–5 [Neryanov Yu.M., Shishka I.V., Golovakha M.L., Gavrilenko B.S., Banit O.V. Peculiarities of diagnosis for capsule-ligamentous anterior medial knee injuries in acute posttraumatic period. Zaporozhskiy meditsinskiy zhurnal. 2011; 13 (1): 23-5 (in Russian)].
  18. Ахпашев А.А. Выбор оптимального метода фиксации трансплантата при артроскопической пластике передней крестообразной связки: Дис. ... канд. мед. наук. М.: 2008 [Akhpashev A.A. Choice of optimum method for graft fixation in anterior cruciate ligament arthroscopic plasty: Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2008 (in Russian)].
  19. Гиришин С.Г., Лазишвили Г.Д. Коленный сустав (повреждения и болевые синдромы). М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2007 [Girshin S.G., Lazishvili G.D. Knee joint (injuries and pain syndromes). Moscow: Bakulev NTSSKh RAMN; 2007 (in Russian)].
  20. Дейкало В.П., Болобошко К.Б. Структура травм и заболеваний коленного сустава. Новости хирургии. 2007; 15 (1): 26–31 [Deikalo V.P., Boloboshko K.B. Structure of knee joint injuries and diseases. Novosti khirurgii. 2007; 15 (1): 26-31 (in Russian)].
  21. Callaghan J.J. The Adult Knee. Lippincott Williams & Wilkins; 2003: 384.
  22. Jacobson J.A., eds. Musculoskeletal ultrasound. New York, 2007: 264–333.
  23. Васильев А.Ю., Мальный А.Ю., Серов Н.С. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: Учебное пособие. М.: Гэотар-Медиа; 2008 [Vasil'ev A.Yu., Malyi A.Yu., Serov N.S. Analysis of the data of radiologic examination techniques using the principals of evidence-based medicine. Training manual. Moscow: Geotar-Media; 2008 (in Russian)].
  24. Меньшикова И.В. Современные подходы к диагностике и лечению остеоартроза коленного сустава: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.: 2010 [Men'shikova I.V. Modern approaches to diagnosis and treatment of knee osteoarthrosis. Dr. med. sci. Diss. Moscow; 2010 (in Russian)].
  25. Ермак Е.М. Ультразвуковые критерии оценки суставного хряща и субхондральной кости. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005; 5: 102–14 [Ermak E.M. Ultrasound criteria for evaluation of articular cartilage and subchondral bone. 2005; 5: 102-14 (in Russian)].
  26. Бакарджиева А.Н. Лучевая диагностика заболеваний и повреждений коленного сустава до и после артроскопии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Обнинск; 2010 [Bakardzhieva A.N. Radiation diagnosis of knee joint diseases and injuries before and after arthroscopy. Cand. med. sci. Diss. Obninsk; 2010 (in Russian)].
  27. Oei E.H., Nikken J.J., Verstijnen A.C., Ginai A.Z., Myriam Hunink M.G. MR imaging of the menisci and cruciate ligaments: a systematic review. Radiology. 2003; 226 (3): 837–48.
  28. Friedman L., Finlay K., Jurriens E. Ultrasound of the knee. Skeletal Radiol. 2001; 30 (7): 361–77.
  29. Grobelaar N., Bouffard J.A. Sonography of the knee, a pictorial review. Semin. Ultrasound CT MR. 2000; 21 (3): 231–74.
  30. Еськин Н.А., Банаков В.В., Тиссен Б.Т., Матвеева Н.Ю. Роль высокопольной магнитно-резонансной томографии и ультразвукового исследования в диагностике травм коленного сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2010; 4: 44–8 [Es'kin N.A., Banakov V.V., Tissen B.T., Matveeva N.Yu. Role of high-field magnetic resonance imaging and ultrasound examination in diagnosis of knee joint injuries. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2010; 4: 44-8 (in Russian)].
  31. Chylarecki C., Hierholzer G., Klose R. Ultrasound diagnosis of acute rupture of the anterior cruciate ligament. An experimental and clinical study. Unfallchirurg. 1996; 99 (1): 24–30.
  32. Kelsch G., Ulrich C., Bickelhaupt A. Ultrasound imaging of the anterior cruciate ligament. Possibilities and limits. Unfallchirurg. 1996; 99 (2): 1–19.
  33. Larsen L.P.S., Rasmussen O.S. Diagnosis of acute rupture of the anterior cruciate ligament of the knee by sonography. Eur. J. Ultrasound. 2000; 12: 163–7.
  34. Timotijević S.S., Vukasinović Z.S., Basarević Z.Lj., Basarević V.D., Trajković G.Z. Validity of clinical and ultrasound findings in relation to arthroscopic findings of new injuries of the anterior cruciate ligament of the knee. Acta Chir. Iugosl. 2006; 53 (4): 93–7 [Article in Serbian].

## РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭНДОПРОТЕЗОВ ПРИ ДЕФЕКТАХ СУСТАВНЫХ КОНЦОВ КОСТЕЙ

С.П. Миронов, А.В. Балберкин, Д.А. Шавырин, В.Н. Карпов, А.Ф. Колондаев, Д.А. Снетков

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

*Изучены отдаленные результаты реконструктивных операций по замещению пострезекционных дефектов суставных концов трубчатых костей, образующих тазобедренный, коленный суставы конструкциями отечественных эндопротезов. В исследование вошли 344 пациента, получавших лечение в отделении костной патологии ЦИТО в период с 2004 по 2014 г. Замещение дефектов суставных концов коленного сустава выполнено в 236 случаях, тазобедренного сустава — в 108. Показаниями к вмешательствам являлись: опухоли костей; несостоятельность эндопротезов, имплантированных ранее; дефекты суставных концов костей после неудачных травматолого-ортопедических операций; тяжелые формы артрозов коленного сустава. Проанализированы функциональные результаты (по шкале MSTS), выживаемость конструкций, воспалительные осложнения, проведена сравнительная оценка с импортными аналогами. Общие функциональные результаты, частота осложнений в целом соответствуют зарубежным данным, полученным с применением новых онкологических и модульных эндопротезов.*

**Ключевые слова:** модульные эндопротезы, титановые сплавы, эндопротез ЦИТО–МАТИ, злокачественная гигантоклеточная опухоль, онкоортопедия, функциональные результаты.

### *Outcomes of Reconstructive Surgery for Defects of the Articular Ends of Bones Using Home Joint Implants*

S.P. Mironov, A.V. Balberkin, D.A. Shavyrin, V.N. Karpov, A.F. Kolondaev, D.A. Snetkov

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

*Long-term outcomes of reconstructive operations for substitution of post-resection defects of the articular ends of tubular bones that form the hip, knee and shoulder joints using home endoprosthesis were studied. The study included 344 patients who were treated at CITO department of bone pathology from 2004 to 2014. Substitution of the defect was performed in 236 and 108 cases for the knee, hip joints, respectively. Indications for surgical intervention were: bone tumors; previously performed arthroplasty failure; defects of the articular ends after failed traumatologic and orthopaedic operations; severe forms of knee arthroses. Functional results (MSTS scale), survival of constructions, inflammatory complications were analyzed and comparative evaluation with imported analogues was performed. General functional outcomes and rate of complications correspond to the data on application of new oncologic and modular endoprotheses presented in foreign literature.*

**Key words:** modular endoprosthesis, titanium alloys, CITO-MATI joint implant, malignant giant cell tumor, oncologic orthopaedics, functional results.

**Введение.** Пластика обширных костных дефектов области суставных концов представляет собой актуальную проблему современной ортопедии. В большинстве случаев методом выбора замещения дефектов суставных концов после резекций злокачественных опухолей и неудачных ортопедических вмешательств является эндопротезирование [1, 2]. Достоинством метода в отличие от других видов реконструкции является возможность провести одномоментную компенсацию имплантатом массивных костных дефектов при сохранении

опороспособности и движений в суставе, что обеспечивает восстановление функции конечности и высокий уровень качества жизни больного [3].

В последние десятилетия достигнуты существенные успехи в разработке методик оперативных вмешательств с применением разнообразных конструкций эндопротезов, однако поиски имплантата, отвечающего всем требованиям современной онкоортопедии, продолжаются, о чем свидетельствует множество публикаций в отечественной и зарубежной литературе [4, 5]. Остаются предме-

том дискуссии вопросы о преимуществах и недостатках различных материалов для изготовления эндопротезов; много работ, посвященных дизайну и конструктивным особенностям имплантатов, изучаются методы профилактики и лечения послеоперационных осложнений [6].

В отделении костной патологии ЦИТО выполнено наибольшее на территории Российской Федерации количество реконструктивных вмешательств с целью замещения дефектов суставных концов с использованием различных эндопротезов, что сопоставимо с опытом ведущих зарубежных клиник. В результате анализа и систематизации данного материала выявлен ряд послеоперационных осложнений, в значительной степени нивелирующих преимущества данных вмешательств. Отмечено, что применение различных конструкций импортных эндопротезов не позволяет в полной мере решить проблемы нестабильности, нарушения целостности имплантатов, вывихов, полиэтиленоза, воспалительных осложнений. Длительные сроки изготовления и поставок, высокая цена зарубежных имплантатов практически исключают их широкое применение в медицинской практике [3, 7].

С целью улучшения отдаленных результатов оперативного лечения пациентов с массивными дефектами суставных концов в нашем институте совместно с РГТУ МАТИ им. Э.К. Циолковского ведется постоянная работа по разработке, изготовлению и внедрению в медицинскую практику отечественных эндопротезов. Основной задачей является создание имплантатов, не уступающих по основным параметрам импортным аналогам. При этом используются титановые сплавы и комплексные высокоэффективные технологии обработки, такие как термоводородная обработка, вакуумное ионно-плазменное азотирование, плазменное напыление покрытий и др. Оригинальные конструкторские решения и инновационные технологии позволяют наиболее полно реализовать важнейшие преимущества титановых сплавов по сравнению со сталями и кобальтовыми сплавами — наилучшую биологическую совместимость и высокую коррозионную стойкость, сравнительно низкий модуль упругости и хорошую механическую совместимость с костными структурами [8]. Посредством использования новой технологии термоводородной обработки и вакуумного ионно-плазменного азотирования удается получить на эндопротезах полированную поверхность с нанометрической градиентной структурой на базе нитрида титана, стойкой к фреттинг-коррозии, что исключает износ поверхности имплантата, обеспечивает минимальный износ высокомолекулярного полиэтилена в парах трения [4].

В соответствии с международными стандартами надежность разрабатываемых конструкций подтверждена данными компьютерного моделиро-

вания, стендовых исследований, рядом экспериментальных исследований [3, 8].

Цель работы: изучить отдаленные результаты применения отечественных эндопротезов для замещения дефектов суставных концов костей, обрзающих коленный и тазобедренный суставы.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 344 пациента (181 женщина, 163 мужчины), прооперированных в отделении костной патологии ЦИТО за период с 2004 по 2014 г. Возраст больных варьировал от 18 до 82 лет. Замещение дефектов суставных концов области коленного сустава выполнено 236 пациентам, тазобедренного сустава — 108.

Показаниями к реконструктивным вмешательствам являлись:

- опухоли суставных концов костей (первичные, вторичные);
- несостоятельность эндопротезов, имплантированных ранее;
- дефекты суставных концов костей после неудачно выполненных травматолого-ортопедических операций;
- тяжелые формы артрозов коленного сустава.

Среди опухолей наиболее часто встречались гигантоклеточная опухоль, остеогенная саркома, хондросаркома, паростальная саркома. Ревизионные вмешательства выполняли по поводу нестабильности онкологических и ортопедических эндопротезов. Тяжелые формы артрозов коленного сустава с деструкцией суставных концов, нестабильностью связочного аппарата, как правило, были следствием ревматоидного артрита, подагры, туберкулезного артрита (табл. 1).

Предоперационное обследование включало общепринятые методы исследований для пациентов, готовящихся к эндопротезированию; опухоли костей во всех случаях верифицированы клинкорентгено-морфологически. Важной составляющей предоперационного планирования реконструктивных вмешательств являлось ангиографическое исследование, которое позволяло уточнить топографию и особенности сосудистого русла.

**Модульный эндопротез коленного сустава ЦИТО-МАТИ** представляет собой эндосистему для замещения дефектов дистальной части бедренной, проксимальной части большеберцовой костей, обеих костей одновременно. Модульное построение эндосистемы, взаимозаменяемость компонентов, широкий типоразмерный ряд позволяют подобрать оптимальный вариант конструкции с учетом анатомических и интраоперационных особенностей (рис. 1).

**Модульный эндопротез тазобедренного сустава ЦИТО-МАТИ** обеспечивает возможность замещать дефекты проксимальной части бедренной кости размерами от 80 до 240 мм с шагом резекции 20 мм; важными конструктивными особенностями имплантата являются антилюксационная

**Табл. 1.** Распределение пациентов в зависимости от причины реконструктивной операции и локализации патологического очага

| Причина операции                         | Коленный сустав | Проксимальная часть бедренной кости |
|------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Нестабильность, разрушение эндопротеза   | 31              | 22                                  |
| Тяжелые формы артрозов                   | 30              | —                                   |
| Посттравматические дефекты               | 15              | 4                                   |
| Ложный сустав                            | 6               | 14                                  |
| Злокачественная гигантоклеточная опухоль | 32              | 9                                   |
| Хондросаркома                            | 26              | 16                                  |
| Остеогенная саркома                      | 15              | 6                                   |
| Высокодифференцированная остеосаркома    | 22              | —                                   |
| Гигантоклеточная опухоль                 | 27              | 11                                  |
| Паростальная саркома                     | 8               | 3                                   |
| Фибросаркома                             | 7               | —                                   |
| Злокачественная фиброзная гистиоцитома   | 5               | —                                   |
| Телеангиэктатическая остеосаркома        | 12              | —                                   |
| Гемангиоэндотелиома                      | —               | 5                                   |
| Метастатическое поражение                | —               | 18                                  |
| Всего ...                                | 236             | 108                                 |

система, большой типоразмерный ряд ножек эндопротеза для цементной и бесцементной фиксации в канале бедренной кости (рис. 2).



**Рис. 1.** Больная С., 21 год. Диагноз: гигантоклеточная опухоль дистальной части левой бедренной кости, состояние после оперативных вмешательств, продолженный рост опухоли. Операция: резекция дистальной части бедренной кости с опухолью, замещение дефекта эндопротезом ЦИТО-МАТИ.

Рентгенограммы до (а) и после (б) операции.

На этапе предоперационного планирования определяли вид оперативного доступа, типоразмеры модулей эндопротеза, метод укрытия операционной раны [3]. Вмешательства выполняли по методикам, описанным ранее [3, 7].

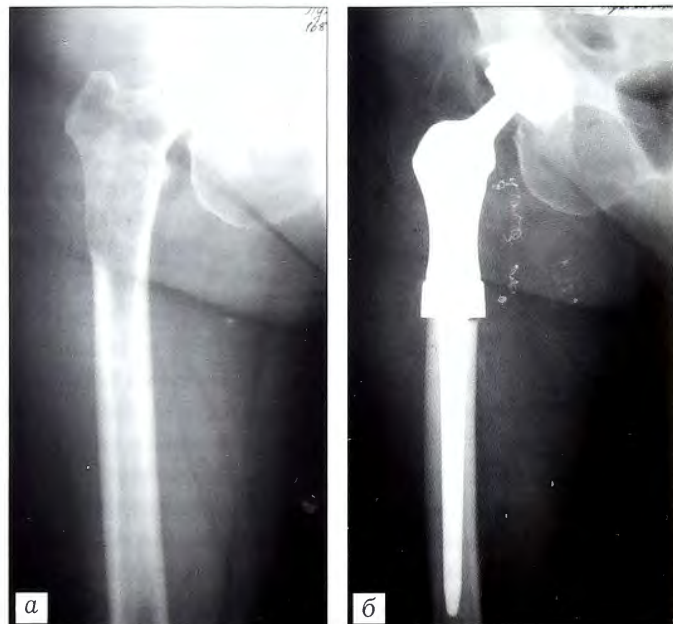
В послеоперационном периоде всем пациентам проводили медикаментозную профилактику тромбоэмболических осложнений с использованием инъекционных, пероральных форм антикоагулянтов, длительность которой составляла не менее 4 нед.

С целью профилактики инфекционных осложнений антибиотики широкого спектра действия назначали непосредственно перед операцией и в послеоперационном периоде.

Активный дренаж удаляли на 1–2-е сутки после операции, в последующем проводили пункции области эндопротеза с удалением реактивного выпота и промыванием полости вокруг него антисептиками.

Лечебную физкультуру, направленную на укрепление мышц как оперированной, так и здоровой конечности, профилактику тромбоэмболических осложнений, застойной пневмонии начинали с первых суток после операции. Больных вертикализировали на 2-е–3-и сутки после операции либо позже в зависимости от общего состояния и наличия осложнений.

Поскольку большинство прооперированных составили пациенты с опухолями, функциональные результаты оценивали с помощью международной системы MSTS (Musculo-Skeletal Tumor Society Score), в которой учитываются 6 параметров: боль,



**Рис. 2.** Больная Л., 57 лет. Диагноз: рак молочной железы, состояние после комбинированного лечения, солитарный метастаз проксимального отдела бедренной кости, патологический перелом. Операция: резекция проксимальной части бедренной кости с опухолью, замещение дефекта эндопротезом ЦИТО-МАТИ.

Рентгенограммы до (а) и после (б) операции.

функция, потребность в использовании дополнительных средств опоры, способность к ходьбе, походка и эмоциональное принятие результата лечения. Отдельно оценивали показатели выживаемости конструкций, частоту воспалительных осложнений, случаев развития нестабильности и разрушения эндопротезов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Онкологические результаты зависели в первую очередь от нозологической принадлежности и стадии опухолевого процесса. Поскольку группа пациентов, перенесших онкоэндопротезирование тазобедренного сустава, была довольно разнородной, мы изучили онкологические результаты у пациентов с наиболее часто встречающимися опухолями, остановившись на показателях частоты местных рецидивов и отдаленного метастазирования. Местные рецидивы, которые констатировали в сроки от 6 мес до 2,5 лет, в большей степени они были характерны для опухолей с местноагрессивным, деструктирующим ростом: злокачественной гигантоклеточной опухоли (5 случаев), паростальной саркомы (4), низкодифференцированной хондросаркомы (3), телеангиэктатического варианта остеосаркомы (1), злокачественной фиброзной гистиоцитомы (1). Прогностически неблагоприятным фактором развития местных рецидивов является распространение опухоли на сосудисто-нервный пучок (в перивазальную область).

Отдаленные метастазы в легкие в сроки от 3 мес до 4 лет выявлены у пациентов с высокозлокачественными опухолями: остеогенной саркомой (4), высокодифференцированной остеосаркомой (3), злокачественной гигантоклеточной опухолью (3), паростальной саркомой (2), злокачественной фиброзной гистиоцитомой (1). Высокий риск метастазирования отмечен у пациентов с патологическими переломами. Лечение пациентов с метастазами в легкие проводилось в многопрофильных онкологических стационарах, в последнее время обнадеживающие результаты дает комбинированная терапия с удалением метастатических очагов.

Сравнение полученных онкологических результатов с аналогичными показателями при использовании импортных аналогов [9–12] не выявило значимых различий, т.е. вид применяемой конструкции для замещения пострезекционного дефекта не влиял на онкологические результаты оперативных вмешательств.

Отдаленные результаты применения эндопротеза коленного сустава ЦИТО–МАТИ прослежены в сроки от 6 мес до 8 лет. Полученные данные сравнивали с результатами использования эндопротеза Beznoska, поскольку данный имплантат мы использовали чаще всего (у 59 пациентов). Сравнимые эндопротезы сходны по конструктивному решению, имеют металлополимерный петлевой узел трения. Группы пациентов были однородными по возрастно-половому составу. Оценивали по-

казатели выживаемости эндопротезов, частоту развития инфекционных осложнений, функциональные результаты (табл. 2).

В сравнении с эндопротезом Beznoska отмечено значительное снижение частоты разрушения деталей и развития нестабильности эндопротеза ЦИТО–МАТИ, что увеличивает выживаемость конструкции, а значит уменьшает потребность в ревизионных вмешательствах. Поскольку повторные операции являются основной причиной ухудшения исходов оперативных вмешательств, доля хороших и отличных функциональных результатов применения эндопротеза ЦИТО–МАТИ составила 84,3%, эндопротеза Beznoska — 64,3%.

Результаты применения эндопротеза тазобедренного сустава ЦИТО–МАТИ прослежены в сроки от 6 мес до 10 лет. В нашей клинике импортные конструкции для замещения дефектов проксимального конца бедренной кости применялись в единичных случаях, поэтому сравнительная оценка проведена с данными литературы при сроках наблюдения 10 лет (табл. 3).

Довольно низкая частота осложнений и высокая выживаемость конструкции эндопротеза тазобедренного сустава позволили получить хорошие функциональные результаты, на момент последнего наблюдения они были преимущественно отлич-

**Табл. 2.** Результаты применения эндопротезов коленного сустава ЦИТО–МАТИ и Beznoska

| Показатель                        | Частота, % |          |
|-----------------------------------|------------|----------|
|                                   | ЦИТО–МАТИ  | Beznoska |
| Нестабильность                    | 3,8        | 15,1     |
| Разрушение эндопротеза            | 1,2        | 11,9     |
| Воспалительные осложнения в целом | 8,4        | 15,25    |
| Выживаемость эндопротеза          | 90,4       | 62,75    |
| Функциональный результат по MSTs: |            |          |
| отличный                          | 28,2       | 22,3     |
| хороший                           | 56,1       | 42,0     |
| удовлетворительный                | 13,4       | 29,3     |
| неудовлетворительный              | 2,3        | 6,4      |

**Табл. 3.** Результаты применения эндопротезов тазобедренного сустава ЦИТО–МАТИ и зарубежных аналогов

| Показатель                        | Частота, % |                     |
|-----------------------------------|------------|---------------------|
|                                   | ЦИТО–МАТИ  | зарубежные аналоги  |
| Нестабильность                    | 1,0        | 5–40<br>[6, 13]     |
| Разрушение эндопротеза            | 3,1        | 3–20<br>[3, 7]      |
| Воспалительные осложнения в целом | 4,1        | 7–20<br>[9, 14]     |
| Вывихи                            | 4,2        | 5–25<br>[2, 5, 7]   |
| Выживаемость эндопротеза          | 94,0       | 65–85<br>[5, 7, 13] |

ными (28,3%) и хорошими (66,6%), реже удовлетворительными (5,1%); неудовлетворительных исходов не отмечено.

Анализ результатов клинического применения эндопротезов показал снижение частоты разрушения и развития нестабильности имплантатов, что подтверждает обоснованность данных, полученных в ходе доклинических испытаний конструкций. Применение оригинальной антилюксационной системы позволило снизить частоту вывихов головки эндопротеза тазобедренного сустава ЦИТО-МАТИ в сравнении с импортными аналогами. Имплантированные конструкции из титановых сплавов с азотированной поверхностью выделяют в тканевую жидкость перипротезного пространства окись азота, которая оказывает иммуномодулирующий эффект, а также может непосредственно воздействовать на микроорганизмы возбудителей, угнетая их размножение [3]. По-видимому, наличие указанного свойства способствовало снижению частоты инфекционных осложнений.

**Заключение.** Результаты анализа отдаленных результатов применения разработанных конструкций показали, что по основным показателям они не уступают импортным аналогам, а по некоторым даже превосходят последние. Полученные данные дают основание полагать, что широкое применение предложенных имплантатов позволит улучшить результаты и снизить затраты на лечение пациентов с дефектами суставных концов бедренной и большеберцовой костей.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Балберкин А.В., Шавырин Д.А. Замещение дефектов трубчатых костей, образующих коленный сустав, эндопротезом ЦИТО-МАТИ. *Гений ортопедии*. 2011; 4: 77–81 [Balberkin A.V., Shavyrin D.A. Filling of the knee forming defects with CITO-MATI endoprosthesis. *Geniy ortopedii*. 2011; 4: 77–81 (in Russian)].
2. Heisel C., Kinkel S., Bernd L., Ewerbeck V. Megaprotheses for the treatment of malignant bone tumours of the lower limbs. *Int. Orthop.* 2006; 30 (6): 452–7.
3. Шавырин Д.А. Диагностика и хирургическое лечение опухолей и опухолеподобных заболеваний костей, образующих коленный сустав, у взрослых: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2014 [Shavyrin D.A. Diagnosis and surgical treatment of tumors and tumor like diseases of knee joint bones in adults. *Dr. med. sci. Diss. Moscow*; 2014 (in Russian)].
4. Балберкин А.В., Шавырин Д.А. Клиническое обоснование конструкции модульной эндосистемы коленного сустава, дистального отдела бедренной кости и проксимального отдела большеберцовой кости. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2011; 4: 12–20 [Balberkin A.V., Shavyrin D.A., Karpov V.N. Clinical application of the modular endosystem construction of knee joint, distal part of femur and proximal part of tibia. *Sarkomy kostei, myagkikh tkanei i opukholi kozhi*. 2011; 4: 12–20 (in Russian)].
5. Donati D., Zavatta M., Gozzi E., Giacomini S., Campanacci L., Mercuri M. Modular prosthetic replacement of the proximal femur after resection of a bone tumors a long-term follow-up. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2001; 83: 1156–60.
6. Streitbürger A., Gosheger G., Dieckmann R., Notrott M., Ahrens H., Harges J. Bone defect reconstruction in bone sarcoma surgery: tumour endoprosthesis versus biological reconstruction. *Unfallchirurg.* 2014; 117 (7): 600–6.
7. Снетков Д.А. Применение модульного онкологического эндопротеза МАТИ-ЦИТО для замещения пост-резекционных дефектов проксимального отдела бедренной кости: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2008 [Snetkov D.A. Use of MATI-CITO oncologic joint implant for substitution of post-resection defects of the proximal femur. *Cand. med. sci. Diss. Moscow*; 2014 (in Russian)].
8. Карпов В.Н., Мамонов А.М., Спектор В.С., Мона В.И., Шавырин Д.А. Материаловедческие и технологические аспекты проектирования высоконагружаемых имплантатов из титановых сплавов. *Титан*. 2010; 3: 43–51 [Karpov V.N., Mamonov A.M., Spector V.S., Mona V.I., Shavyrin D.A. Material engineering and technological aspects of design of high-loaded orthopedic implants made of titanium alloys. *Titan*. 2010; 3: 43–51 (in Russian)].
9. Алиев М.Д., Соколовский В.А., Дмитриева Н.В., Сынюкова Г.Т., Сычева Л.Ю., Амирасланов А.А., Мистакопуло Н.Ф. Осложнения при эндопротезировании больных с опухолями костей. *Вестник РОНЦ им Н.Н. Блохина РАМН*. 2003; 2-1: 35–9 [Aliiev M.D., Sokolovskiy V.A., Dmitrieva N.V., Sinyukova G.T., Sychyova L.Yu., Amirasanov A.A., Mistakopulo N.F. Complications at arthroplasty in patients with bone tumors. *Vestnik RONTs im. N.N. Blokhina RAMN*. 2003; 2-1: 35–9 (in Russian)].
10. Zhang Y., Yang Z., Li X., Chen Y., Zhang S., Du M., Li J. Custom prosthetic reconstruction for proximal tibial osteosarcoma with proximal tibiofibular joint involved. *Surg. Oncol.* 2008; 17 (2): 87–95.
11. Myers G.J., Abudu A.T., Carter S.R., Tillman R.M., Grimer R.J. The long-term results of endoprosthetic replacement of the proximal tibia for bone tumours. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2007; 89 (12): 1632–7.
12. Schwartz A.J., Kabo J.M., Eilber F.C., Eilber F.R., Eckardt J.J. Cemented distal femoral endoprotheses for musculoskeletal tumor: improved survival of modular versus custom implants. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2010; 468 (8): 2198–210.
13. Бабалаев А.А., Соколовский В.А., Сергеев П.С., Кубиров М.С., Соколовский А.В., Буров Д.А. Реэндопротезирование при нестабильности онкологических эндопротезов. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2012; 1: 25–9 [Babalayev A.A., Sokolovskiy V.A., Sergeyev P.S., Kubirov M.S., Sokolovskiy A.V., Burrov D.A. Revision total instability in cancer implants. *Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi*. 2012; 1: 25–9 (in Russian)].
14. Jeys L.M., Grimer R.J., Carter S.R., Tilman R.M. Periprosthetic infection in patient treated for an orthopaedic oncological condition. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2005; 87 (4): 842–9.

**Сведения об авторах:** Миронов С.П. — академик РАН и РАМН, профессор, директор ЦИТО; Балберкин А.В. — доктор мед. наук, зав. отделением костной патологии взрослых; Шавырин Д.А. — доктор мед. наук, врач того же отделения; Карпов В.Н. — доктор мед. наук, профессор каф. материаловедения и технологии обработки материалов МАТИ — РГТУ; Колондаев А.Ф., Снетков Д.А. — кандидаты мед. наук, врачи того же отделения.  
**Для контактов:** Шавырин Дмитрий Александрович. 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10, ЦИТО. Тел.: 8 (495) 450–37–49. E-mail: shavyrin@inbox.ru.

© Коллектив авторов, 2015

**ТРИБОХИМИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ РАЗВИТИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА  
ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ СУСТАВОВ.  
ЧАСТЬ 5. ПРООКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
С АНТИОКСИДАНТАМИ ЧАСТИЦ ИЗНОСА ТИТАНОВЫХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ОРТОПЕДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

*В.Г. Булгаков, В.Ф. Татарinov, Н.С. Гаврюшенко*

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

---

*С помощью модельной реакции окисления кумола изучена радикалообразующая способность искусственных частиц износа титанового сплава ВТ6 и неметаллических материалов. Установлено, что частицы сплава инициируют образование радикалов, причем последовательное повторное окисление кумола металлическими частицами протекает с существенно большей скоростью формирования радикалов. Частицы неметаллических материалов (полиэтилен, корундовая керамика, углеродный наноккомпозит) инертны и не обладают радикалообразующей способностью, что обеспечивает их преимущество в плане предупреждения возможного развития у пациентов нежелательных свободнорадикальных реакций в окружающих имплантаты тканях.*

**Ключевые слова:** титановый сплав, инертные материалы, частицы износа, свободные радикалы.

***Tribochemical Component of Oxidative Stress Development at Artificial Joints Implantation.  
Part 5. Pro-oxidative Properties and Interrelation of Titanium and Non-Metallic  
Orthopaedic Material Wear Particles with Antioxidants***

*V.G. Bulgakov, V.F. Tatarinov, N.S. Gavryushenko*

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

*Radical-forming ability of artificial wear particles of BT6 titanium alloy and nonmetallic materials was studied using modelling reaction of cumene oxidation. It was stated that alloy particles initiate formation of radicals and consecutive repeated cumene oxidation by metallic particles took place with significantly higher rate of radicals' formation. Particles of nonmetallic materials (polyethylene, corundum ceramics, carbon nanocomposite) are inert and do not possess radical-forming ability that ensures their advantage in prevention of possible development of adverse free radical reactions in surrounding implant tissues.*

**Key words:** titanium alloy, inert materials, wear particles, free radicals.

---

**Введение.** Известно, что при износе и коррозии металлических компонентов ортопедических имплантатов происходит интенсивное генерирование свободных радикалов [1, 2]. Ранее была определена выраженная радикалообразующая способность частиц износа некоторых ортопедических сплавов и рассмотрены вызванные ими негативные эффекты [3]. Несмотря на то что активность частиц износа можно ингибировать посредством использования антиоксидантов, предпочтительным является применение ортопедических сплавов с менее выраженной радикалообразующей способностью.

Наряду с этим разработаны и находят свое применение неметаллические ортопедические материалы. В частности, показаны весьма привлекательные свойства композитов на основе углерода. Отмечаются их отличная биосовместимость, отсутствие в составе способных вызвать нежелатель-

ные реакции металлов, высокая прочность и износостойкость [4]. При изготовлении эндопротезов суставов используются материалы на основе керамики, широко применяется также сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). При разработке и внедрении ортопедических материалов важно определить, наряду со стандартизированными общепринятыми характеристиками, их проокислительные и антиоксидантные свойства. Так, установлено, что выраженность радикалгенерирующей способности частиц износа является одной из причин, определяющих их провоспалительное действие [5].

Целью настоящей работы было сравнить радикалообразующую способность ортопедического сплава на основе титана (сплав ВТ6), ряда неметаллических ортопедических материалов, а также эффективность ингибирующего действия

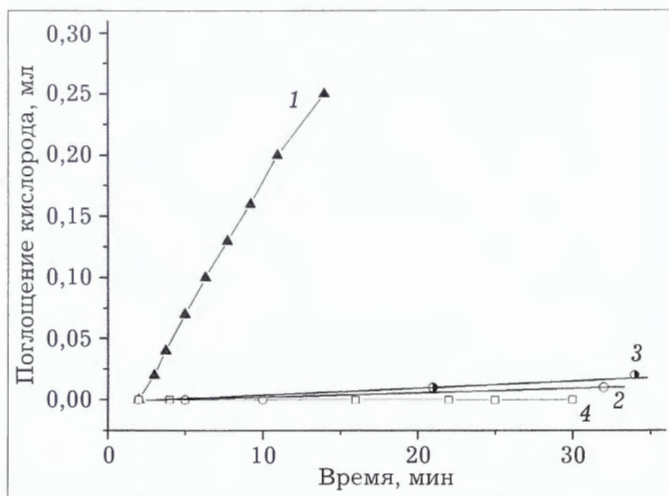
антиоксидантов в присутствии частиц данных материалов.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Частицы износа титанового сплава ВТ6, частицы углеродного нанокompозитного материала были получены путем сухого трения соответствующих материалов самих по себе на трибометре Optimol SRV как предложено ранее [6]. Частицы СВМПЭ в форме стружки толщиной 0,2–0,3 мм и длиной 0,3–0,5 мм были получены истиранием образца полиэтилена на металлической терке, а частицы корундовой керамики Biolox — истиранием образца на испытательной машине ЦВИК-1464. Углеродный нанокompозит (УНК, изготовитель ООО «ИнКар») представляет собой пироуглеродный материал, полученный путем совместного пиролиза углеводородов с галогенидами тугоплавких металлоидов (бор треххлористый) [7]. Опыты с использованием частиц износа проводили сразу после их изготовления. В качестве субстрата окисления использовали особо чистый кумол (99,9%) фирмы «Acros Organics» (США). В опытах измеряли скорость поглощения кислорода при добавлении в кумол частиц износа. По этим данным рассчитывали скорость инициирования образования радикалов в присутствии различных частиц, что служило оценкой их радикалообразующей способности [6]. При изучении влияния антиоксидантов применяли раствор ионола в кумоле, а в качестве инициатора окисления — азо-бис-изобутиронитрил (АИБН).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Характерные кинетические кривые окисления кумола в опытах по определению радикалообразующей способности частиц износа представлены на рис. 1. Концентрация частиц во всех опытах составляла 1 мг/мл. Видно, что частицы титанового сплава ВТ6 инициировали выраженное окисление кумола. В приведенном опыте скорость



**Рис. 1.** Кинетика окисления кумола в присутствии частиц износа титанового сплава ВТ6 (1), СВМПЭ (2), керамики (3), УНК (4).

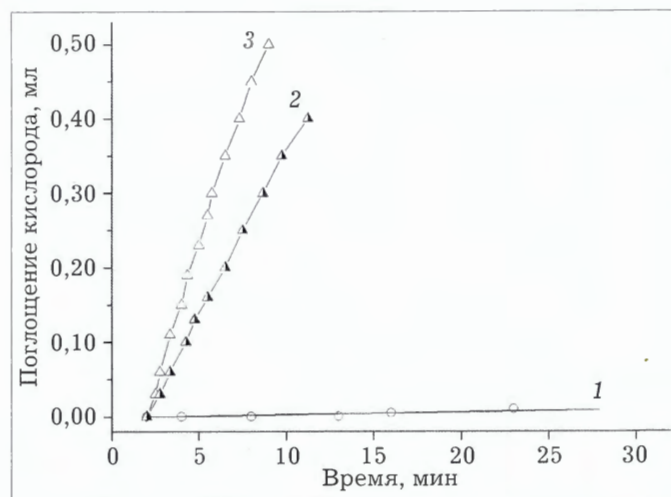
поглощения кислорода в их присутствии составила 11,5 мм<sup>3</sup>/мл·мин. Частицы керамики, СВМПЭ и УНК, напротив, были инертны, практически не вызывая поглощения кислорода.

По скорости поглощения кислорода в присутствии частиц титанового сплава была рассчитана скорость инициирования ими образования радикалов. В серии опытов данная величина составила в среднем  $9,5 \pm 1,6 \cdot 10^{-8}$  моль/л·с для титанового сплава, частицы других испытанных материалов практически не обладали изучаемой активностью.

Функционирование ортопедических имплантатов сопровождается непрерывным образованием частиц износа и их накоплением в окружающих тканях. В связи с этим представляют интерес результаты опытов, моделирующих ситуацию постоянного образования частиц и сопряженные с этим реакции трибохимического окисления. В этих экспериментах использовали частицы износа сплава ВТ6 для инициирования ими последовательного двухкратного окисления кумола при увеличенной концентрации частиц 2 мг/мл в реакционной смеси. По окончании первого окисления взвесь частиц в кумоле центрифугировали, использованные частицы удаляли. К окисленному кумолу добавляли новые частицы в той же концентрации и вновь определяли начальную скорость поглощения кислорода при повторном окислении. На рис. 2 представлены типичные кинетические кривые окисления кумола в этих опытах.

В таблице сведены данные опытов при двухкратном окислении кумола частицами износа. Видно, что повторное последовательное окисление кумола протекает с существенно большей (на 30%) скоростью инициирования.

Ранее [3] отмечалось, что при проведении ортопедических операций возникают условия для усиления в пораженных тканях свободнорадикальных



**Рис. 2.** Типичные кинетические кривые окисления кумола в присутствии частиц износа сплава ВТ6.

1 — окисление без частиц (контроль); 2 — кинетика первого окисления кумола; 3 — кинетика повторного окисления кумола.

Изменение скорости поглощения кислорода и инициирования при двухкратном окислении кумола частицами износа титанового сплава ВТ6

| Показатель                                             | Спонтанное окисление<br>(без частиц) (n=3) | Окисление частицами износа    |                               |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                                        |                                            | первое (n=6)                  | второе (n=6)                  |
| Скорость поглощения кислорода, мм <sup>3</sup> /мл·мин | 1,0±0,1                                    | 20,6±1,4                      | 23,4±1,2                      |
| Скорость инициирования, моль/л·с                       | (0,06±0,01) · 10 <sup>-8</sup>             | (25,1±3,5) · 10 <sup>-8</sup> | (32,3±3,3) · 10 <sup>-8</sup> |

реакций, что требует применения эффективных антиоксидантов. В связи с этим представляло интерес оценить эффективность применения данных препаратов при использовании активных и инертных материалов. В модельных опытах, характерные кинетические кривые поглощения кислорода в которых представлены на рис. 3, оценивали продолжительность ингибирующего эффекта антиоксиданта на окисление кумола в присутствии инертных и активных частиц.

При проведении опытов поддерживали определенную интенсивность окисления кумола с помощью инициатора АИБН (прямая 1). Внесение антиоксиданта ионола в условиях опытов обеспечивало ингибирование окисления в среднем в течение 42 мин (кривая 2). При внесении в реакционный сосуд инертных частиц СВМПЭ (кривая 3) или керамики (кривая 4) в концентрации 2 мг/мл реакционной смеси период ингибирования существенно не изменялся, и составлял в среднем 38 и 41 мин соответственно. При внесении в кумол в той же концентрации частиц титанового сплава (кривая 5), усиливающих интенсивность окисления углеводорода, период ингибирования значительно уменьшался и составил в среднем 14 мин, т.е. стал короче в 3 раза. При использовании же частиц УНК (кривая 6) наблюдалось длительное ингибирование окисления кумола, существенно превышающее таковое при внесении частиц керамики или СВМПЭ.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Использованная в настоящей работе модельная реакция окисления кумола позволила оценить радикалообразующую способность испытанных материалов и их взаимодействие с добавленным антиоксидантом. Что касается результатов с использованием частиц титанового сплава, то их радикалообразующая способность менее выражена, чем у частиц износа ортопедических сплавов на основе кобальта и железа [6]. Вместе с тем опыты с повторным окислением кумола свидетельствуют о том, что при постоянном износе титановых сплавов происходит усиление образования свободных радикалов. Частицы износа титановых сплавов, как и другие металлические частицы, способны вызывать распад органических перекисей, увеличивая образование свободных радикалов [8]. Известно, что в тканях, окружающих искусственные суставы, происходит интенсификация свободнорадикальных реакций, усиление перекисного окисления липи-

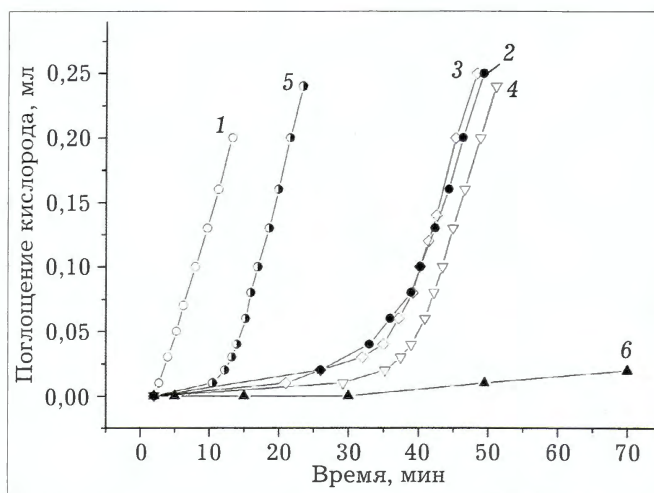


Рис. 3. Влияние различных частиц износа на продолжительность ингибирования окисления кумола антиоксидантом ионолом.

Объяснения в тексте.

дов [9, 10]. В этих условиях следствием постоянно-го образования и накопления металлических частиц износа в биологических тканях будет также распад ранее образованных перекисей с появлением свободных радикалов, инициирующих новые цепи окисления.

Выявлено, что частицы керамики не инициируют окисления кумола и являются в этом плане неактивными, что согласуется с мнением о корундовой керамике как инертном материале. Так, при изучении биологического эффекта различных частиц в животной модели установлено, что частицы керамики наименее активны в развитии резорбции кости (остеолиза) и стимулировании выхода провоспалительных цитокинов [11]. В настоящее время предложено использовать цирконий-алюминиевую и алюминий-циркониевую керамику повышенной прочности, отличающуюся значительно большей износостойкостью [12]. В модельных опытах на симуляторе суставов при усложнении условий испытания циклическими микроразъединениями трущихся частей их износ был в 5–12 раз меньше, чем таковой обычной корундовой керамики. Подобное существенное улучшение износостойкости и биологическая инертность частиц керамики лишней раз свидетельствуют в пользу применения данного материала в парах трения искусственных суставов.

Поперечношпигитый СВМПЭ содержит остаточные свободные радикалы, образовавшиеся при обработке материала  $\gamma$ -излучением. Даже незначи-

тельное содержание радикалов негативно влияет на механические свойства полимера. Предложены методы специальной термической обработки поперечно-сшитого СВМПЭ, позволяющие заметно снизить содержание свободных радикалов без ухудшения его механических свойств [13]. Важность сведений об окислительных характеристиках используемых полимеров диктует необходимость применять для их оценки методы, далекие от повседневной практики клиницистов. В работе [14] степень окисленности и содержание свободных радикалов в полимерных компонентах искусственных суставов предложено измерять с использованием методов инфракрасной спектроскопии и электронного спинового резонанса. Авторы полагают, что определение этих показателей поможет клиницистам в выборе качественного полимера, чтобы избежать ранней ревизионной операции из-за ускоренного износа имплантатов.

Подверженность полимера свободнорадикальным реакциям и низкая износостойкость могут быть преодолены включением в состав полимера при его изготовлении стабилизаторов-антиоксидантов. При этом необходимо принимать во внимание возможный цитотоксический эффект тех концентраций антиоксидантов, которые обеспечивают окислительную стабильность полимера. В исследовании [15] на клеточных культурах изучено цитотоксическое и противовоспалительное действие ряда антиоксидантов, которые могут быть использованы при изготовлении ортопедического полиэтилена. Обнаружено, что многие антиоксиданты являются токсичными для клеток при весьма низких (микромольных) концентрациях.

Отдельного внимания заслуживает УНК. Это консолидированный наноматериал, размеры кристаллитов турбостратного углерода в котором в среднем составляют 10 x 10 нм; он имеет однородную, изотропную, нанокристаллическую структуру и многократно превосходит по своим свойствам материалы аналогичного химического состава, полученные по традиционным технологиям. Материал обладает хорошими трибологическими свойствами и высокой износостойкостью. В частности, при трении УНК на воздухе без смазки в паре со сталью и титановым сплавом ВТ1 коэффициент трения составляет 0,08–0,1. В начальной точке движения его коэффициент трения в 1,5–2 раза меньше, чем у других углеродных материалов. Антифрикционные свойства УНК в 4–6 раз выше, чем у других углеродных материалов, так что его износостойкость составляет  $(1,01–2,27) \cdot 10^{-9}$  г/км [7].

Проведенные опыты с использованием инертных частиц керамики, СВМПЭ и УНК выявили важные свойства указанных материалов. Их частицы не способны интенсифицировать образование радикалов, подобно частицам износа ортопедических сплавов. Это обстоятельство обеспечивает преимущество инертных ортопедических материалов в плане предупреждения развития у пациентов нежелательных свободнорадикальных реакций в окружающих имплантаты тканях. Наряду с этим следует отметить и другие положительные моменты примене-

ния таких материалов. Так, не формируются условия для интенсификации радикальных процессов за счет распада в присутствии инертных частиц уже имеющихся в биологических тканях органических перекисей. Еще одним благоприятным моментом использования инертных материалов является повышение эффективности применения антиоксидантов, которые в этом случае не расходуются на ингибирование собственной радикальной активности их частиц износа. В частности, при использовании частиц УНК период подавления окисления кумола превышает продолжительность ингибирования, обеспечиваемую добавленным антиоксидантом. Причина такой кинетики окисления кумола в присутствии частиц УНК требует дальнейшего изучения, этот эффект может стать дополнительным преимуществом композитов на основе углерода.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что применение в различных ортопедических имплантатах углеродных, керамических и других инертных материалов устраняет трибохимический компонент развития нежелательных свободнорадикальных реакций в окружающих имплантаты тканях.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Niki Y., Matsumoto H., Suda Y., Otani T., Fujikawa K., Toyama Y., Hisamori N., Nozue A. Metal ions induce bone-resorbing cytokine production through the redox pathway in synoviocytes and bone marrow macrophages. *Biomaterials*. 2003; 24 (8): 1447–57.
2. Soloviev A., Schwarz E.M., Darowish M., O'keefe R.J. Sphingomyelinase mediates macrophage activation by titanium particles independent of phagocytosis: A role for free radicals, NF $\kappa$ B, and TNF $\alpha$ . *J. Orthop. Res.* 2005; 23 (6): 1258–65.
3. Булгаков В.Г., Ильина В.К., Гаврюшенко Н.С., Шальнев А.Н., Омеляненко Н.П., Цепалов В.Ф. Трибохимический компонент развития окислительного стресса при имплантации искусственных суставов. Часть 3. Ингибирование радикалообразующей и антипролиферативной способности частиц износа антиоксидантами и костным жиром. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2012; 2: 56–60 [Bulgakov V.G., Il'ina V.K., Gavryushenko N.S., Shal'nev A.N., Omel'yanenko N.P., Tsepalov V.F. Tribochemical component of oxidative stress development at artificial joints implantation. Part 3. Inhibition of radical-forming and antiproliferative ability of wear particles by antioxidants and bone fat. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2012; 2: 56–60 (in Russian)].
4. Волков Г.М., Татаринцов В.Ф. Бионженерный потенциал углерода. *Нанотехника*. 2007; 10: 52–6 [Vol'kov G.M., Tatarinov V.F. Carbon bioengineering potential. *Nanotekhnika*. 2007; 10: 52–6 (in Russian)].
5. Zhang Q., Kusaka Y., Sato K., Nakakuki K., Kohyama N., Donaldson K. Differences in the extent of inflammation caused by intratracheal exposure to three ultrafine metals: role of free radicals. *J. Toxicol. Environ. Health*. A 1998; 53 (6): 423–38.
6. Булгаков В.Г., Гаврюшенко Н.С., Цепалов В.Ф., Шальнев А.Н. Трибохимический компонент развития окислительного стресса при имплантации искусственных суставов. Часть 1. Определение радикалообразующей способности частиц износа различных ортопедических материалов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2010; 1: 44–8 [Bulgakov V.G., Gavryushenko N.S., Shal'nev A.N., Tsepalov V.F. Tribochemical component of oxidizing stress development at joint replacement. Part I. Determination of radical-forming ability of wear particles from various orthopaedic materials. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2010; 1: 44–8 (in Russian)].

7. Татаринов В.Ф., Золкин П.И. Новые достижения в технологии получения углесталла для искусственных клапанов сердца. Огнеупоры и техническая керамика. 1999; 3: 37–8 [Tatarinov V.F., Zolkin P.I. New achievements in technology of obtaining carbon cyttal for artificial cardiac valves. Ogneupory i tekhnicheskaya keramika. 1999; 3: 37–8 (in Russian)].
8. Феклисова Т.Г., Харитонов А.А., Пирогов О.Н., Цепалов В.Ф., Олейник Э.Ф. Некоторые особенности трибохимического окисления углеводородов. Трение и износ. 1985; 6 (2): 339–46 [Feklisova T.G., Kharitonova A.A., Pirogova O.N., Tsepalov V.F., Oleynik E.F. Some peculiarities of carbon tribochemical oxidation. Trenie i iznos. 1985; 6 (2): 339–346 (in Russian)].
9. Cheng Y.J., Chien C.T., Chen C.F. Oxidative stress in bilateral total knee replacement, under ischaemic tourniquet. J. Bone Joint. Surg. Br. 2003; 85 (5): 679–82.
10. Ozmen I., Naziroglu M., Okutan R. Comparative study of antioxidant enzymes in tissues surrounding implant in rabbits. Cell. Biochem. Funct. 2006; 24 (3): 275–81.
11. Warashina H., Sakano S., Kitamura S., Yamauchi K.I., Yamaguchi J., Ishiguro N., Hasegawa Y. Biological reaction to alumina, zirconia, titanium and polyethylene particles implanted onto murine calvaria. Biomaterials. 2003; 24 (21): 3655–61.
12. Al-Hajjar M., Jennings L.M., Begand S., Oberbach T., Delfosse D., Fisher J. Wear of novel ceramic-on-ceramic bearings under adverse and clinically relevant hip simulator conditions. J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater. 2013; 101 (8): 1456–62.
13. Oral E., Ghali B.W., Muratoglu O.K. The elimination of free radicals in irradiated UHMWPEs with and without vitamin E stabilization by annealing under pressure. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater. 2011; 97 (1): 167–74.
14. Fulin P., Pokorny D., Slouf M., Nevoralova M., Vackova T., Dybal J., Pilar J. Quantification of structural changes of UHMWPE components in total joint replacements. BMC Musculoskelet. Disord. 2014; 15: 109.
15. Bladen C.L., Tzu-Yin L., Fisher J., Tipper J.L. In vitro analysis of the cytotoxic and anti-inflammatory effects of antioxidant compounds used as additives in ultra high-molecular weight polyethylene in total joint replacement components. J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater. 2013; 101 (3): 407–13.

**Сведения об авторах:** Булгаков В.Г. — канд. биол. наук, старший науч. сотр. ОЭТО ЦИТО; Татаринов В.Ф. — канд. техн. наук, ген. директор ООО «ИнКар»; Гаврюшенко Н.С. — доктор техн. наук, профессор, рук. испытательной лаборатории ЦИТО.

**Для контактов:** Булгаков Валерий Георгиевич. 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10. Тел.: 8 (495) 450–09–38. E-mail: testlabcito@mail.ru

## *ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!*

### **ВЕНИАМИН МИХАЙЛОВИЧ ЛИРЦМАН**

О жизни человека судят по ее плодам. Плоды, приннесенные заслуженным врачом РФ, доктором медицинских наук, профессором В.М. Лирцманом за десятилетия его творческой научной работы, — полновесны и значимы. В первую очередь — это его огромный личный вклад в развитие травматологии. Благодаря разработанным Вениамином Михайловичем методам оперативного лечения переломов и повреждений сухожилий и связок было восстановлено здоровье тысяч и тысяч людей. Им воспитаны десятки учеников, специалистов в области травматологии и ортопедии.

В.М. Лирцман родился 29 сентября 1925 г. В 1943 г., окончив военно-медицинское училище им. Щорса, ушел на фронт. Командовал медицинским взводом, был на передовой, вынося раненых с поля боя. За участие в Великой Отечественной войне он награжден 3 боевыми орденами и 12 медалями.

В 1953 г. с отличием окончил Рязанский медицинский институт и по 1956 г. работал главным врачом и хирургом Путятинской районной больницы Рязанской области. Поступив в 1956 г. в клиническую ординатуру ЦИТО, Вениамин Михайлович учился и работал в травматологическом отделении под руководством выдающегося травматолога нашего столетия А.В. Каплана, где осваивал все передовые методики оперативного и консервативного лечения. После окончания ординатуры он стал первым аспирантом ЦИТО у А.В. Каплана и начал изучать, а впоследствии успешно развивать, одно из сложных направлений специальности — гериатрическую травматологию — науку о диагностике и особенностях лечения травм у лиц пожилого и старческого возраста. По этой теме им защищены кандидатская (1962 г.) и докторская (1972 г.) диссертации, получены авторские свидетельства на изобретения, написана монография «Предоперационная подготовка и послеоперационное лечение больных пожилого и старческого возраста с переломами костей», разработаны и опубликованы методические рекомендации для врачей-травматологов.

За 27 лет работы в ЦИТО им. Н.Н. Приорова, Вениамин Михайлович прошел все ступени клинического и научного становления высококласного хирурга и

ученого: клиническая ординатура, аспирантура, младший научный сотрудник, старший научный сотрудник. Он неоднократно выступал с докладами на международных и Республиканских съездах травматологов-ортопедов, научно-практических конференциях, симпозиумах.

С 1983 г. Вениамин Михайлович являлся профессором кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Московского государственного медицинского стоматологического университета.

Опытный клиницист, ученый и искусный хирург, владеющий современными методиками оперативного и консервативного лечения травматолого-ортопедических больных, В.М. Лирцман продолжает консультировать специалистов травматологов-ортопедов из различных лечебных учреждений.

До недавнего времени, используя богатый клинический и научный опыт, В.М. Лирцман читал курс лекций по травматологии и ортопедии, проводил практические занятия с врачами факультета последипломного образования, клиническими ординаторами, аспирантами, врачами-интернами. Под его руководством защищены 9 кандидатских и 1 докторская диссертации.

Творческая и трудовая активность Вениамина Михайловича продолжает удивлять людей, знающих его и работавших с ним. И сегодня мы видим его в школах, рассказывающим ученикам о тяготах фронтовой жизни, делящимся воспоминаниями о жизни медиков в годы Великой Отечественной войны.

90-летний юбилей профессора В.М. Лирцмана — это праздник его многочисленных учеников, это праздник всех тех, кому Вениамин Михайлович подарил самое главное, что есть у человека, — здоровье, а значит, и жизнь.



*Коллектив кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ МГМСУ им. Н.А.Евдокимова, ЦИТО им. Н.Н. Приорова, редколлегия журнала «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» от всей души поздравляют юбиляра и желают доброго здоровья, счастья, благополучия*

## УГЛЕРОДНЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ ИМПЛАНТАТЫ — ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ.

### ЧАСТЬ I: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.П. Миронов, В.И. Шевцов, Н.А. Кононович, М.А. Степанов, Е.Н. Горбач,  
Г.Ш. Голубев, К.С. Сергеев, В.И. Архипенко, А.А. Гринь, В.Л. Скрыбин,  
Л.Б. Резник, В.Д. Шатохин, А.А. Баймуратов

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»  
Минздрава России, Москва; ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»  
им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган; ГБОУ ВПО «Ростовский-на-Дону государственный  
медицинский университет», Ростов-на-Дону; ГБОУ ВПО «Тюменская государственная медицинская академия»,  
Тюмень; ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия им. Е.А. Вагнера», Пермь;  
ГБОУ ВПО «Омская государственная медицинская академия», Омск;  
ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. М.И. Калинина, Самара, РФ

*Целью настоящего исследования было изучить общую реакцию организма на углеродные наноструктурные имплантаты, их остеокондуктивные свойства, возможности замещения костных дефектов и ускорения формирования дистракционного регенерата. Было выполнено 4 серии экспериментов на 69 животных (кролики породы шиншилла и взрослые беспородные собаки). Данные лабораторных, рентгенологических исследований свидетельствовали о том, что изучаемые имплантаты, обладая выраженными остеокондуктивными свойствами, не токсичны и не вызывают реакций отторжения, при их использовании формируется прочный костно-углеродный блок на стыке кость—имплантат.*

**Ключевые слова:** углеродные наноструктурные имплантаты, эксперимент, рентгенография, чрескостный остеосинтез по Илизарову, дистракция, регенерат.

### *Carbonic Nano-Structural Grafts — Innovation Product for Traumatology and Orthopaedics. Part 1: Experimental Study Results*

S.P. Mironov, V.I. Shevtsov, N.A. Kononovich, M.A. Stepanov, E.N. Gorbach,  
G.Sh. Golubev, K.S. Sergeev, V.I. Arkhipenko, A.A. Grin', V.L. Skryabin,  
L.B. Reznik, V.D. Shatokhin, A.A. Baimuratov

Central Institute of Traumatology and Orthopaedics named after N.N. Priorov, Moscow;  
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan;  
Rostov State Medical University, Rostov-on-Don; Perm State Medical Academy, Perm';  
Omsk State Medical Academy, Omsk; Samara Regional Clinical Hospital named  
after M.I. Kalinin, Samara, Russia

*Study of the general organism response to carbonic nano-structural grafts, their osteoinductive properties, possibilities of bone defects substitution and acceleration of the distraction regenerate formation was performed. Four series of experiments were performed on 69 animals (Chinchilla rabbits and adult mongrel dogs). Laboratory and roentgenologic data showed that study grafts possessed pronounced osteoconductive properties, were not toxic and did not cause rejection response. Their application ensured the formation of strong osteo-carbonic block at the interface bone-implant. Distraction regenerate achieved required strength in 37 days after carbonic graft implantation into the bed formed in the regenerate. That enabled to discontinue external fixation with the apparatus.*

**Key words:** carbonic nano-structural grafts, experiment, roentgenography, transosseous osteosynthesis by Ilizarov, distraction, regenerate.

**Введение.** В настоящее время в травматологии и ортопедии для производства различных имплантатов широко используются нержавеющие стали, кобальтхромовые сплавы, титан и титановые сплавы [1, 2] и другие искусственные материалы. Основными требованиями, предъявляемыми к материалам, используемым для имплантации, являются их безопасность и надежность. Они должны быть

инертны по отношению к окружающим тканям, не канцерогенны, иметь достаточный запас механической прочности, быть стойкими к воздействию факторов внутренней среды организма [3–5]. Таким требованиям отвечают изделия из медицинского углерода, производство которых начато в последнее время. Следует отметить, что углерод в медицинской практике начали использовать при-

мерно 80 лет назад. Тридцать–сорок лет назад углеродные имплантаты пережили своеобразный бум [6, 7], но постепенно интерес к ним пропал. Связано это, видимо, с тем, что имплантаты производили из промышленного углерода, который характеризуется повышенной прочностью и отсутствием пор, необходимых для прорастания в них костной ткани [8]. В компании «НаноТехМедПлюс» разработана технология производства углеродного наноструктурного материала, адаптированного под медицинские цели [9].

Для более глубокого изучения процессов, происходящих в организме в ответ на имплантацию углеродных наноструктурных имплантатов (УНИ), нами были проведены серии экспериментальных исследований на разных животных, целью которых было изучить общую реакцию организма, остеокондуктивные свойства УНИ, возможности замещения костных дефектов и ускорения формирования дистракционного регенерата, морфологические изменения, сопровождающие введение данных имплантатов.

В настоящем сообщении будут представлены результаты клинических и рентгенологических исследований. Развернутые данные клинико-лабораторных и морфологических исследований — тема следующего сообщения.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Прообразом для создания углеродного композиционного материала явилась кость человека, представляющая собой материал, армирующей основой которого является оссеин, а связующей матрицей — соли кальция. Была разработана инновационная технология получения прочного пористого углеродного композитного материала, структурно состоящего из армирующей основы — углеродных волокон и связующей их углеродной наноструктурной матрицы. В матрице имеются поры, размер которых составляет 400–600 мкм. Такая структура композиционного материала максимально приближает его по основным биологическим и биомеханическим характеристикам к кости человека.

Свойства УНИ изучали в период с июня 2014 г. по июнь 2015 г. На разных этапах выполняли клинические, рентгенологические, гематологические, биохимические исследования. Все эксперименты выполнены в соответствии с требованиями «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей».

На базе вивария ветеринарной клиники Государственного аграрного университета северного Зауралья на 15 лабораторных кроликах породы «Советская Шиншилла» изучали общую реакцию организма на введение УНИ. Во всех случаях в крыльях подвздошных костей (с обеих сторон) сверлом моделировали цилиндрические дефекты диаметром 0,4 см. После этого в полости дефектов помещали УНИ соответствующего диаметра, что

обеспечивало плотный контакт имплантата с костью. Животных выводили из эксперимента через 14, 30 и 60 сут после имплантации и выполнения рентгенографического исследования с использованием дентального рентгенологического аппарата X Genus DC («DeGotzen»). Оценивали картину области имплантации УНИ, иссекали костно-углеродный блок для морфологических исследований.

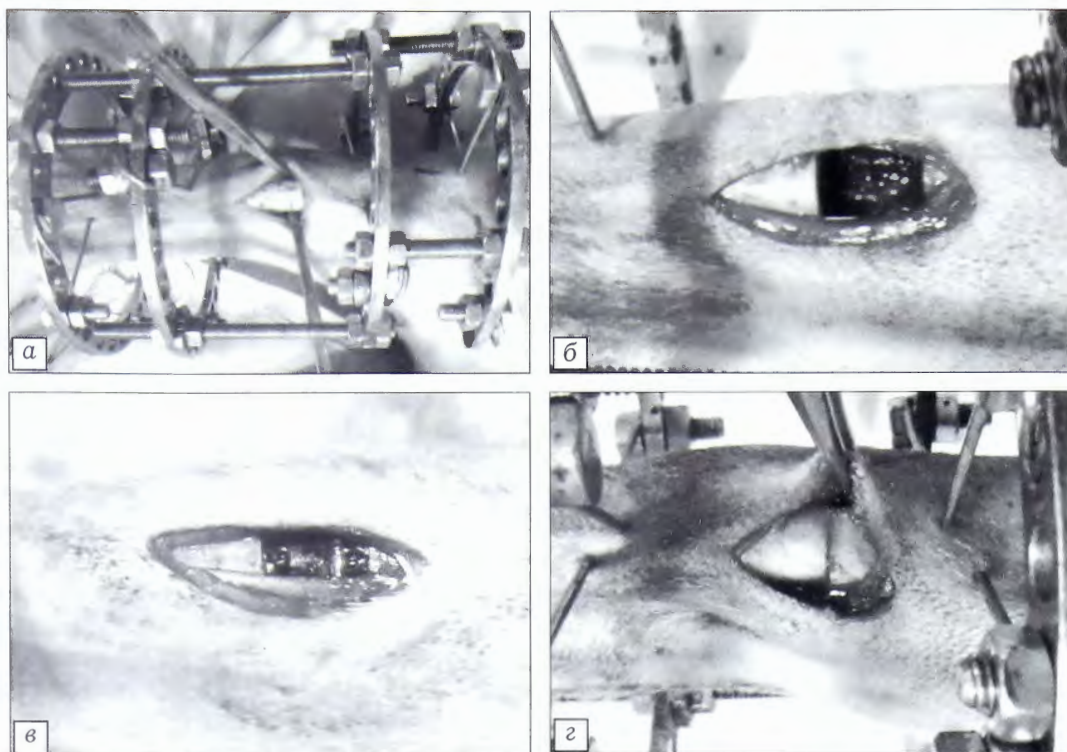
На базе РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» проведена серия экспериментов на 54 взрослых беспородных собаках обоего пола (по 9 животных в каждой группе).

В 1–3-й группах выполняли замещение острых циркулярных дефектов диафиза большеберцовой кости с использованием УНИ. В 1-й группе величина дефекта составила 10 мм — 9% от исходной длины сегмента (адекватно 2 см у человека); во 2-й — 16–19 мм — 13% от исходной длины сегмента (адекватно 4 см у человека); в 3-й — 20–25 мм — 16% от исходной длины сегмента (адекватно 6 см у человека). В условиях операционной на правую голень животного накладывали аппарат Илизарова. Через продольный разрез мягких тканей с медиальной поверхности голени моделировали циркулярный дефект диафиза большеберцовой кости. В сформированный диастаз помещали УНИ, соответствующий по размерам образованному дефекту кости. Имеющиеся на концах имплантата выступы вводили в костномозговые каналы отломков и осуществляли первичную компрессию путем сближения опор аппарата до упора. Это обеспечивало прочную фиксацию имплантата в диастазе (рис. 1, а–в). Рану послойно ушивали.

В 4–6-й группах проводили замещение дистракционного регенерата УНИ. Эти эксперименты выполнялись в два этапа. На первом этапе после наложения аппарата Илизарова иссекали соответствующий сегмент кости, после чего концы отломков сближали до плотного контакта (рис. 1, г), моделируя таким образом укорочение конечности. Затем осуществляли удлинение на необходимую величину. Величина укорочения (по аналогии с 1–3-й группами) составила 9, 13 и 16% в 4, 5 и 6-й группе соответственно. Преддистракционный период продолжался 7 сут. Удлинение выполняли в режиме 1 мм в сутки за 4 приема. По окончании периода дистракции (второй этап) в условиях операционной через продольный разрез мягких тканей в костном регенерате формировали продольно направленное ложе, в которое помещали имплантат. Рану ушивали.

Животных выводили из эксперимента через 30 (1-я и 4-я группы), 60 (2-я и 5-я группы) и 180 (3-я и 6-я группы) дней.

Спустя 30 сут после имплантации выполняли макроскопическое исследование тканей в области имплантации и производили забор материала для гистологических исследований. Оценивали общее состояние животных, регистрировали общую температуру тела, частоту сердечных сокращений,



**Рис. 1.** Этапы создания экспериментальных моделей.

а — наложение аппарата Илизарова и продольный разрез мягких тканей с медиальной поверхности голени,

б — сформированный острый дефект диафиза большеберцовой кости,

в — замещение острого дефекта УНИ (1–3-я группы),

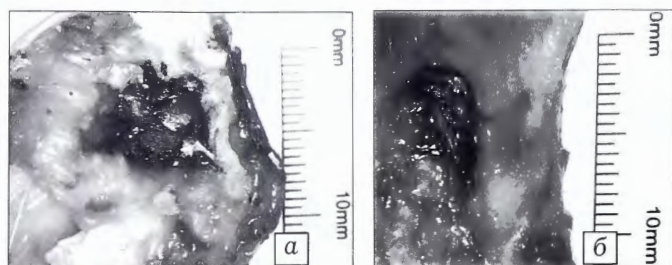
г — сближение костных отломков до контакта после иссечения циркулярного сегмента кости для последующего удлинения до восстановления длины сегмента и формирования дистракционного диастаза (4–6-я группы).

частоту дыхательных движений. Рентгенографию выполняли в двух стандартных проекциях (прямой и боковой) с использованием рентгеновского аппарата VERX Technology Premium VET (Испания). В сыворотке крови оценивали динамику содержания общего белка, мочевины, аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ). С помощью рентгеновского электронно-зондового микроанализатора INCA-200 изучали содержание и распределение остеотропных элементов (Са, Р и С).

Контролем служила группа из 4 собак, у которых для замещения дефекта большеберцовой кости использовали имплантат на основе керамики. Высота дефекта составляла 10 мм, что соответствует 9% от исходной длины сегмента.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

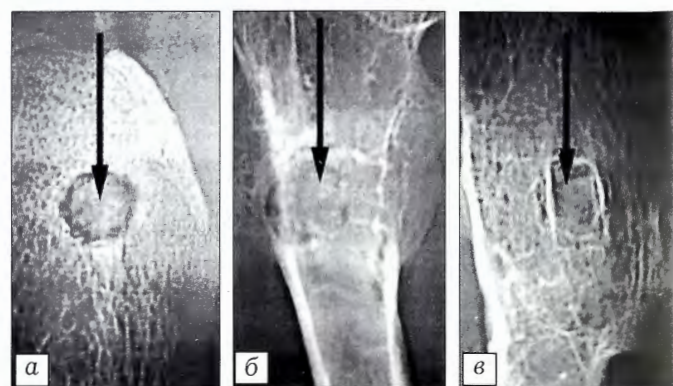
При замещении цилиндрических дефектов подвздошных костей у кроликов во всех случаях на всех сроках констатировали стабильное положение имплантатов и отсутствие воспалительной реакции в периимплантационной зоне. Раз-



**Рис. 2.** Макроскопический вид зоны имплантации УНИ в подвздошные кости кроликов через 30 (а) и 60 (б) суток после операции.

личия касались только выраженности остеоинтеграции. На 14-е сутки эксперимента со стороны имплантации УНИ отмечалась выраженная остеоинтеграция, образования в виде гиперплазии костной ткани отсутствовали. На 30-е сутки вокруг УНИ фиксировали новообразование костной ткани высотой до 1 мм. На 60-е сутки толщина новообразованной костной ткани на поверхности имплантата достигала 1,5 мм, что, по нашему мнению, иллюстрирует выраженные остеоиндуктивные, а возможно, и остеоиндуктивные свойства УНИ (рис. 2).

Рентгенологическая картина полностью подтверждала данные макроскопического исследования. При этом резорбции костной ткани зафиксировано не было, а плотность кости в периимплантационной зоне повышалась с увеличением срока наблюдения (рис. 3).



**Рис. 3.** Рентгенологическая картина зоны имплантации УНИ в подвздошные кости кроликов через 14 (а), 30 (б) и 60 (в) суток после операции.

Зона имплантации указана стрелкой.

У животных, которым выполняли замещение острого циркулярного дефекта костей голени УНИ и использовали его в условиях дистракционного остеосинтеза (1–6-я группа), патологических изменений со стороны основных систем организма выявлено не было. Ни одно животное не погибло. Отклонений в потреблении корма и воды не зафиксировано. Значимых изменений частоты дыхательных движений, частоты сердечных сокращений и общей температуры тела на разных этапах эксперимента по сравнению с дооперационными значениями не зарегистрировано. Механического повреждения и миграции имплантатов не отмечено. Заживление раневых поверхностей мягких тканей в области имплантации происходило первичным натяжением.

В ранний послеоперационный период (через 3–7 сут) животные начинали частично нагружать оперированную конечность, а через 14 сут передвигались с полной нагрузкой на нее.

Значимых отклонений изученных лабораторных показателей относительно дооперационных значений в динамике наблюдения выявлено не было (рис. 4).

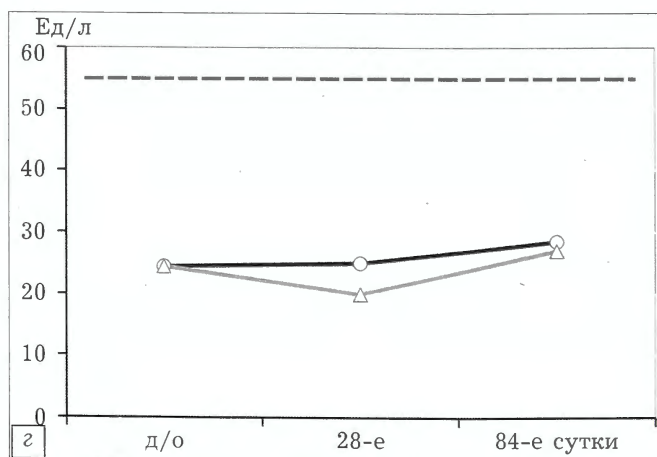
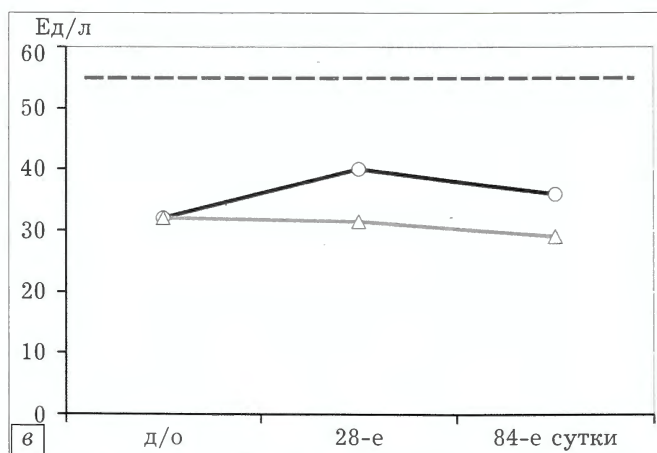
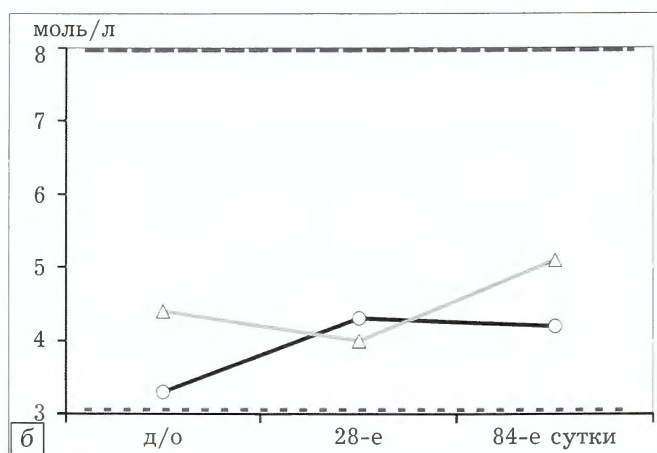
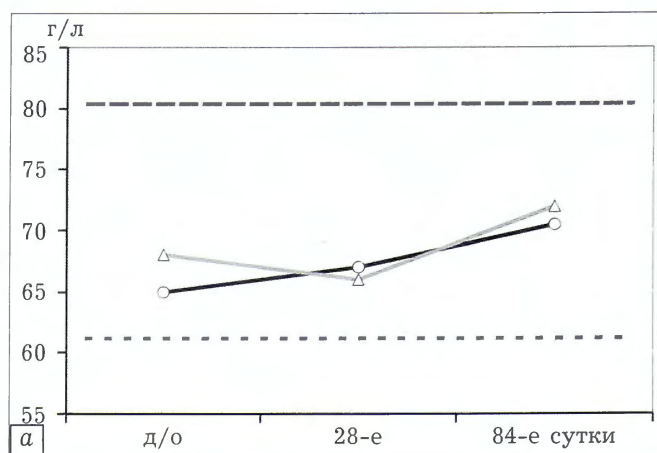
У всех животных 1–3-й групп на рентгенограммах прооперированной конечности, выполненных непосредственно после оперативного вмешательства, ось костей голени была правильной. Контуры концов отломков четкие, ровные. Длина сегмента соответствовала дооперационной. Интенсивность рентгеновской тени имплантата приближалась к таковой близлежащих мягких тканей (рис. 5, а). В 4–6-й группах было достигнуто укорочение костей оперированной голени на величину сформированного дефекта. В середине диафиза определялись линия остеотомии и плотный контакт проксимального и дистального отломков (рис. 5, б). При замещении циркулярного дефекта диафиза большеберцовой кости керамическим материалом на рентгенограммах, выполненных непосредственно после оперативного вмешательства, имплантат был представлен в виде тени высокой интенсивности с четкими и ровными контурами (рис. 5, в).

Спустя 14 сут фиксации в 1–3-й группах на рентгенограммах ось костей голени была такой же, что и сразу после операции. Пространственное расположение имплантата не изменялось. Контуры концов отломков были ровные, нечеткие. В большинстве наблюдений на отломках вблизи линии опи́ла была хорошо выражена периостальная реакция глыбчатой структуры толщиной до 3 мм. Тени периостальных наслоений заходили в полость дефекта (располагались на поверхности имплантата) со всех сторон на протяжении от 2 до 4 мм.

**Рис. 4.** Содержание общего белка (а), мочевины (б), АлАТ (в) и АсАТ (г) в динамике наблюдения.

Размер дефекта: —○— 9%, —△— 16%.

— — — — верхняя граница нормы, - - - - - нижняя граница нормы.



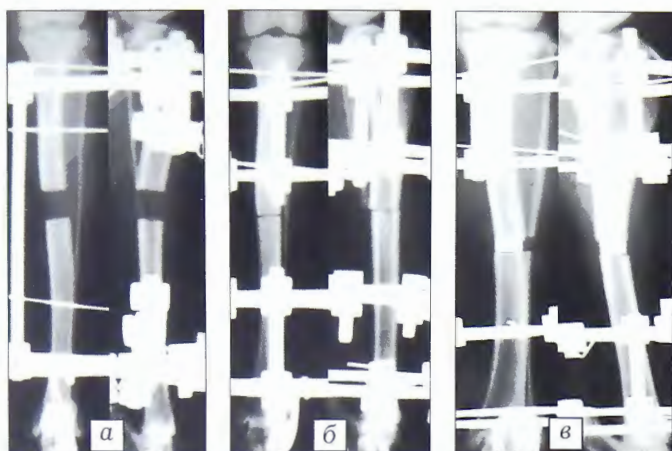


Рис. 5. Рентгенограммы костей голени.

*a* — после замещения циркулярного дефекта диафиза большеберцовой кости УНИ (1–3-я группы); имплантат рентгенологически не контрастен; *б* — после резекции участка диафиза костей голени, сопоставления костных отломков и укорочения конечности на 9–16% от исходной длины (4–6-я группы); *в* — после замещения циркулярного дефекта диафиза большеберцовой кости керамическим имплантатом.

Тени имплантата по интенсивности соответствовали теням близлежащих мягких тканей. В проекции костномозговых полостей отломков определялись тени эндостальной реакции.

К 28–30 сут эксперимента (рис. 6, *a*) ось костей голени и пространственное расположение имплантата не изменялись. Периостальные наслоения на поверхности УНИ протяженностью до 7 мм хорошо визуализировались, их структура становилась гомогенной.

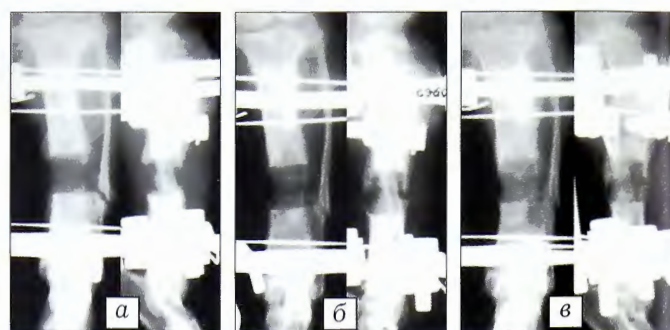


Рис. 6. Рентгенограммы костей голени через 30 (*a*), 60 (*б*) и 119 (*в*) суток после замещения циркулярного дефекта диафиза большеберцовой кости УНИ (животное 3-й группы).

При анатомическом послойном препарировании патологических изменений мягких тканей выявлено не было (рис. 7). Имплантат был покрыт тонким слоем ткани белого матового цвета. Пальпаторно определялась тугая патологическая подвижность в области контакта имплантата с костью.

Через 60 сут (рис. 6, *б*) периостальные наслоения на поверхности отломков заметно компактизировались, отчетливо визуализировались и являлись продолжением костных отломков. В 1-й и 2-й группах периостальные напластования покрывали в среднем 2/3 длины имплантата, в 3-й группе их общая протяженность была меньше, чем в первых двух группах, на 2–3 мм. Тени имплантата становились интенсивнее.

Спустя 90–120 сут (рис. 6, *в*) контуры концов отломков становились неровными, нечеткими. Пе-

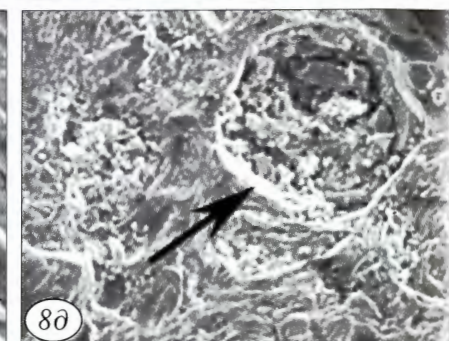
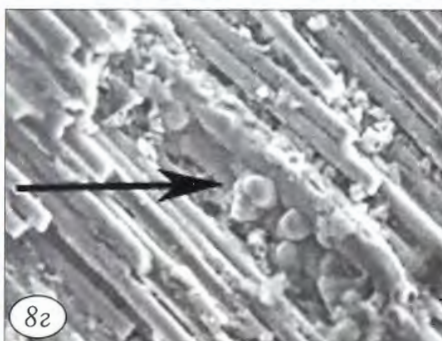
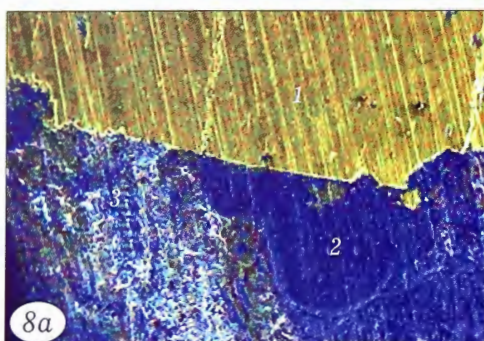


Рис. 7. Внешний вид параоссальных мягких тканей медиальной поверхности голени в области расположения УНИ (животное 1-й группы, 30-е сутки эксперимента).

Рис. 8. Выраженность остеointеграции в различных зонах имплантата через 30 сут эксперимента.

*a* — зона контакта костной ткани отломков и имплантата, продольный распил, карта рентгеновского электронно-зондового микроанализа. Ув. 20. (С — синий, Са — красный, Р — зеленый), 1 — компактная пластинка костного отломка, 2 — имплантат, 3 — периостально образованная костная ткань на поверхности имплантата; *б* — синтез костного матрикса между микростержневыми структурами, СЭМ. Ув. 900; *в* — активный остеобласт в срединной части имплантата. СЭМ. Ув. 4200; *г* — сосуд капиллярного типа между стержневыми структурами имплантата, СЭМ. Ув. 550; *д* — сосуд венозного типа. СЭМ. Ув. 150.

приостальные структуры на поверхности имплантата в большинстве наблюдений объединялись между собой со всех сторон, в результате чего интенсивность теней тестируемого материала увеличивалась. Подобный эффект может быть связан с высокими остеокондуктивными свойствами углеродного наноструктурного материала. В ходе анатомического препарирования в области контакта имплантата с костью патологическая подвижность не определялась.

По данным электронно-микроскопического исследования в 1–3-й группах через 30 сут в зоне контакта кости и имплантата имела место активная остеоинтеграция костного матрикса в структуры имплантированного материала со стороны как периоста, так и костного отломка. Наиболее активно процесс остеогенеза шел на периостальной поверхности. Это подтверждалось распределением остеотропных элементов на представленной карте рентгеновского электронно-зондового микроанализа в характеристическом излучении Са, Р и С (рис. 8, а). Синтезу костного матрикса (рис. 8, б) предшествовала адгезия остеогенных клеток на поверхности стержневых структур имплантационного материала в различных его слоях (рис. 8, в). По всей толще имплантата обнаруживались микрососуды разного калибра (рис. 8, г, д).

В 4–6-й группах по окончании периода distraction ось костей голени во всех случаях была правильная. Между проксимальным и дистальным отломком определялся диастаз, высота которого в каждом отдельном случае соответствовала высоте резецированного участка кости. В полости диастаза были видны тени distractionного регенерата зонального строения гипо- или нормопластического типа. Хорошо визуализировались проксимальный и дистальный костные отделы регенерата, представленные тенями костных трабекул, а также срединная зона просветления. Периостальные компоненты регенерата не объединялись между собой (рис. 9, а). У животных с меньшей величиной удлинения (4-я группа) distraction продолжалась 10–12 дней, в течение которых формируется органический матрикс регенерата. В связи с этим в 4-й группе контуры костных трабекул были размыты, а высота срединной зоны просветления рентгенологически была выше, чем в 5-й и 6-й группах, где период distraction был продолжительнее, следовательно, регенерат по окончании distraction состоял из более зрелой ткани. У собак этих групп трабекулярные тени регенерата имели более четкие и плотные контуры в сравнении с животными 4-й группы.

По окончании удлинения в условиях операционной выполняли частичное замещение distractionного регенерата УНИ. После выполнения имплантации на контрольных рентгенограммах ось сегмента сохранялась. Контуры проксимального и дистального костных отделов регенерата незначительно изменялись как следствие механичес-

кого воздействия на новообразованные костные структуры во время оперативного вмешательства. В проекции срединной части регенерата слабо визуализировались тени имплантируемого материала (рис. 9, б).

У животных этих групп во всех случаях формирование опороспособного новообразованного участка кости происходило через 30–45 сут, в среднем к 37-м суткам, фиксации. К этому сроку при удлинении на 9/13/16% от исходной длины сегмента объем новообразованной костной ткани в совокупности с наличием УНИ, обладающим высокими прочностными характеристиками, был достаточен для прекращения аппаратной фиксации. На рентгенограммах к этому сроку ось костей голени была правильная. Регенерат был нормо- или гиперпластического типа и определялся в виде высокорентгеноконтрастных теней гомогенной структуры. Зона роста регенерата либо не определялась, либо была представлена единичными участками просветления. Образовывалась непрерывная корковая пластинка, покрывающая весь регенерат. Подобная рентгенологическая картина свидетельствовала о формировании опорного участка кости и являлась критерием для прекращения аппаратной фиксации (рис. 9, в).

При замещении циркулярного дефекта диафиза большеберцовой кости керамическим материалом на рентгенограммах через 30 сут эксперимента в трех наблюдениях констатировали изменение пространственного расположения имплантата. Из них в двух случаях имело место смещение имплантата относительно продольной оси сегмента, а в одном нарушилась его механическая целостность. Признаки остеогенеза либо были слабо выражены, либо не выявлялись. Периостальная реакция на отломках определялась в области опилов, как правило, с медиальной поверхности. Ее протяженность

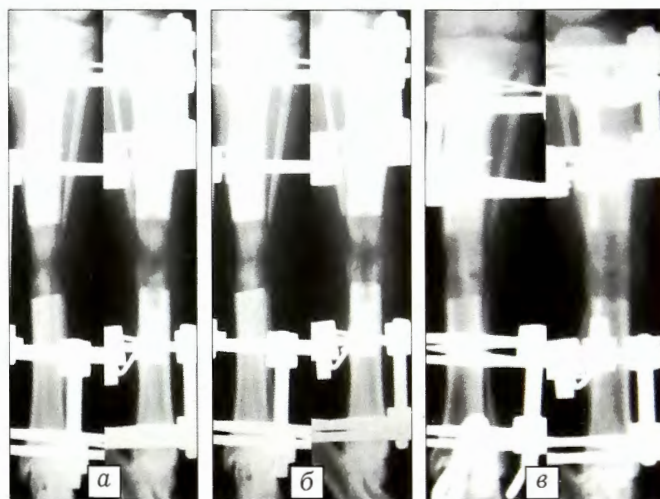
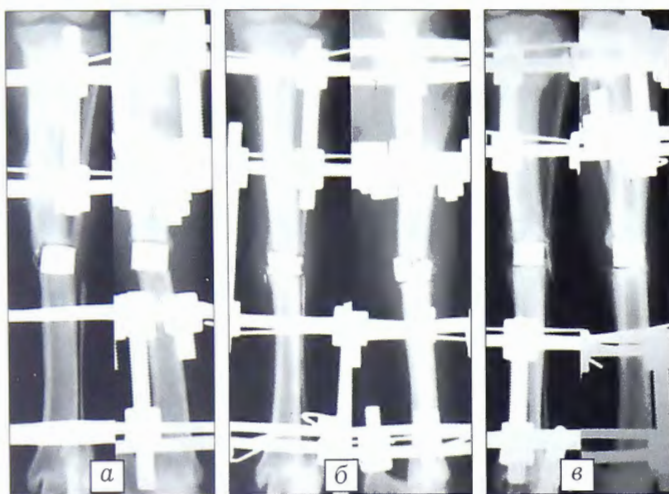


Рис. 9. Рентгенограммы костей голени животного 6-й группы на разных этапах эксперимента.

а — окончание distraction, б — непосредственно после имплантации УНИ; в — формирование опороспособного участка кости через 30 сут фиксации, окончание периода фиксации.



**Рис. 10.** Рентгенограммы костей голени после замещения циркулярного дефекта диафиза большеберцовой кости керамическим имплантатом (60-е сутки эксперимента). *а* — смещение имплантата, *б* — механическое разрушение имплантата, *в* — сохранение пространственного расположения имплантата.

не превышала 2 мм. На поверхности имплантата тени, характеризующие процессы костеобразования, отсутствовали. В проекции костномозговых полостей отломков визуализировались тени эндостального регенерата. У одного животного пространственное расположение имплантата не изменилось в сравнении с послеоперационной картиной. В этом случае на поверхности отломков были выражены нечеткие и неровные тени периостальной реакции. Периостальные тени располагались на поверхности имплантата у концов отломков с двух сторон. В проекции костномозговых полостей отломков была ярко выражена эндостальная реакция. Во всех наблюдениях в этот период определяли патологическую подвижность в области контакта имплантата с костью на проксимальном и дистальном уровне.

Через 60 сут эксперимента у животных со смещением либо механическим повреждением керамического импланта в области его контакта с костными отломками наблюдали признаки остеокластической резорбции. На поверхности имплантата признаки костеобразования отсутствовали или были слабо выражены. Сохранялась патологическая подвижность (рис. 10, *а*, *б*). У собаки без смещения имплантата к этому сроку периостальные наслоения на отломках и поверхности самого импланта находились в стадии компактизации и частично редуцировались. Эндостальная реакция заметно затухала. Патологическая подвижность сохранялась (рис. 10, *в*).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Целью выполненных нами экспериментов было изучить общую реакцию организма на имплантацию углеродного материала, а также оценить возможности замещения цилиндрических, острых циркулярных дефектов костей и дистракционного регенерата УНИ. Показано, что введение данного имплантата не сопровождается развитием общей ре-

акции организма животного и токсическим воздействием на окружающие ткани. Наши данные согласуются с результатами исследований на цитотоксичность при имплантации УНИ, проведенных сертифицированным исследовательским центром Санкт-Петербурга [10]. При патологоанатомическом исследовании ни в одном случае не определялось токсического некроза тканей. Накопленный нами за время экспериментальных исследований опыт, а также данные ряда авторов свидетельствуют о том, что углеродные материалы отвечают требованиям, предъявляемым к имплантатам, таким как: высокая биосовместимость, устойчивость к воздействию биологической среды, отсутствие токсичности и канцерогенности, электропроводность, близкая к тканям организма, стойкость к усталостным изменениям, индифферентность продуктов износа, отсутствие коррозионных явлений. Технология производства углеродных имплантатов предусматривает возможность получения однородного материала с различными свойствами, обладающего упругостью, близкой к модулю упругости костной ткани, легкостью моделирования, невысокой себестоимостью [11]. В нашей работе внедренные в созданные дефекты костей углеродные имплантаты в сравнительно короткие сроки покрывались периостальными костными образованиями, формируя прочный косто-углеродный блок, обеспечивавший устранение патологической подвижности.

Результаты электронно-микроскопических исследований убедительно показали, что структурная организация углеродного материала является матриксом для прорастания микрососудов и адгезии остеогенных клеток на его поверхности, демонстрируя выраженные остеокондуктивные свойства.

Результаты проведенных ранее исследований по использованию современных композитов для устранения костных дефектов свидетельствуют о перспективности применения углеродсодержащих материалов в косто-пластической и реконструктивной хирургии [12–16].

В последние годы заметно повысился интерес к керамическим медицинским изделиям для внутреннего использования, но керамика отличается повышенной хрупкостью и вызывает резорбцию кости при прямом контакте, что ограничивает сферу ее применения. В нашей серии экспериментов с применением керамических имплантатов из 4 животных у одного мы наблюдали нарушение целостности имплантата и у двух — его смещение из-за отсутствия остеоинтеграции на стыке кость имплантат. У всех животных керамический имплантат оставался интактным, косто-керамический блок не формировался и имплантат не покрывался костным футляром.

#### ВЫВОДЫ

1. Углеродные наноструктурные имплантаты, получаемые по инновационной технологии, отвечают требованиям, предъявляемым к материалам,

вводимым в организм. Они биосовместимы, не токсичны, не вызывают реакции отторжения и изменения общего состояния организма.

2. Внедрение УНИ в циркулярный дефект подвздошной кости кроликов к 30-м суткам сопровождается формированием костно-углеродного блока, имплантат при этом частично покрывается вновь образованной костной тканью, интимно связанной с его поверхностью.

3. При замещении циркулярных дефектов длинных костей конечностей собак к 60-м суткам на стыке кость-имплантат формируется прочное костно-углеродное сращение, о чем свидетельствует отсутствие патологической подвижности в указанной зоне.

4. В случае удлинения конечности дистракционный регенерат достигает необходимой прочности через 37 дней после внедрения углеродного имплантата, что позволяет прекращать внешнюю фиксацию аппаратом.

5. Формирование полноценных кортикальных пластинок вокруг УНИ позволяет рекомендовать данный вид имплантатов к использованию в клинической практике.

6. Недостаток УНИ — рентгеноконтрастность.

*Работа выполнена при поддержке  
ООО «НаноТехМедПлюс» (Великий Новгород)*

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Алабут А.В. Экспериментально-клиническое обоснование применения конструкций из никелида титана в травматологии и ортопедии: Дис. ... канд. мед. наук. Ростов-на-Дону. 2003 [Alabut A.V. Experimental and clinical substantiation of the use of titanium nickelide constructions in traumatology and orthopaedics. Cand. med. sci. Diss. Rostov-na-Donu; 2003 (in Russian)].
- Мюллер М.Е., Альговер М., Шнайдер Р., Виллинегер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. М.: Ad Marginem; 1996 [Müller M. E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H. Manual of internal fixation. Moscow: Ad Marginem; 1996: (in Russian)].
- Вильямс Р. Имплантаты в хирургии. М.: Медицина; 1978 [Vil'yams R. Implants in surgery. Moscow: Meditsina; 1978 (in Russian)].
- Костиков В.И., Варенков А.И. Сверхвысокотемпературные композиционные материалы. М.: Интермет Инжиниринг; 2003 [Kostikov V.I., Varenkov A.I. Extremely high temperature composite materials. Moscow: Internet Inzhiniring; 2003 (in Russian)].
- Schröder J. Use of polymethylmethacrylate (PMMA). Spine (Phila Pa 1976). 2001; 26 (23): 2638.
- Benson J. Elemental carbon as a biomaterial. J. Biomed. Material Res. 1971; 5: 41-7.
- Bokros D.S. Carbon in Medical Devices. II Ceramics international congress. 1983; 9 (1): 3-7.
- Гордеев С.К. Углеродные наноконпозиционные материалы из наноалмаза: получение и свойства. Сверхтвердые материалы. 2002; 6: 60-7 [Gordeev S.K. Carbonaceous nanocomposite materials from nanodiamond: synthesis and properties. Sverkhhtvyordye materialy. 2002; 6: 60-7 (in Russian)].
- Медик В.А., Гордеев С.К., Киселев О.И. Использование углерода в медицине. СПб-Нижний Новгород; 2012 [Medik V.A., Gordeev S.K., Kiselyov O.I. Use of carbon in medicine. St. Petersburg-Nizhniy Novgorod; 2012 (in Russian)].
- Акт №25032981-14 Сертификационного исследовательского центра оценки результатов технических испытаний медицинских изделий «Имплантатов углеродных наноструктурных». СПб; 2014 [Act № 25032981-14n of the Certification Research Center for Evaluation of the Results of Technical Testing of Medical Products "Carbonic Nano Structural Implants". St. Petersburg; 2014 (in Russian)].
- Головин Р.К. Клинико-экспериментальное изучение эффективности применения рентгено-контрастного углеродного материала при реконструктивно-восстановительных операциях в челюстно-лицевой области. Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2005 [Golovin R.K. Clinical and experimental study of the efficacy of roentgen-contrast material at reconstructive-restorative operations in maxillofacial region. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2005 (in Russian)].
- Золкин П.И., Кавалерский Г.М., Середа А.П., Аберяхинов Х.М., Алтуфьев А.В., Бережнова А.А. Углеродный эндопротез тазобедренного сустава. Гений ортопедии. 2015; 2: 32-5 [Zolkin P.I., Kavalerskiy G.M., Sereda A.P., Aberyakhimov Kh.M., Altuf'ev A.V., Berezhnova A.A. A carbon implant of the hip. Geniy ortopedii. 2015; 2: 32-5 (in Russian)].
- Набиев Ф.Х. Клинико-экспериментальное обоснование применения углеродсодержащих материалов в челюстно-лицевой хирургии: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 1997 [Nabiev F.Kh. Clinical and experimental substantiation of the use carbon containing materials in maxillofacial surgery. Dr. med. sci. Diss. Moscow; 1997 (in Russian)].
- Штраубе Г.И. Применение имплантатов из углерода в челюстно-лицевой хирургии (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Пермь; 2001 [Shtraube G.I. Use of carbon implants in maxillofacial surgery (clinical and experimental study). Dr. med. sci. Diss. Perm'; 2001 (in Russian)].
- Юмашев Г.С., Костиков В.И., Мусалатов Х.А., Янушевский А.В. и др. Применение углеродных имплантатов в травматологии и ортопедии. В кн.: Сборник научных трудов «Эндопротезирование в травматологии и ортопедии». Саратов; 1987: 3 [Yumashev G.S., Kostikov V.I., Musalатов Kh.A., Yanushevskiy A.V., et al. Use of carbon implants in traumatology and orthopaedics. In: Collected of scientific works "Arthroplasty in traumatology and orthopaedics". Saratov; 1987: 3 (in Russian)].
- Ekstrand K., Ruyter J.E., Wellendorf H. Carbon/graphite fiber reinforced poly (methylmethacrylate): properties under dry and wet conditions. J. Biomed. Mater. Res. 1987; 21 (9): 1065-80.

**Сведения об авторах:** Миронов С.П. — академик РАН и РАМН, профессор, директор ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Шевцов В.И. — член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, главный науч. сотр. Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, консультант по медицинским вопросам ООО «НаноТехМедПлюс»; Кононович Н.А. — канд. вет. наук, вед. науч. сотр. лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова»; Степанов М.А. — канд. вет. наук, старший науч. сотр. лаборатории гнойной остеологии и замещения дефектов конечностей «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова»; Горбач Е.Н. — канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории морфологии «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова»; Голубев Г.Ш. — доктор мед. наук, профессор, зав. каф. травматологии и ортопедии, ЛФК и спортивной медицины РостГМУ; Сергеев К.С. — доктор мед. наук, профессор, зав. каф. травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом детской хирургии ТюмГМА; Архипенко В.И. — ординатор той же кафедры; Гринь А.А. — канд. мед. наук, доцент той же кафедры; Скрябин В.Л. — доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ПГМА им. Е.А. Вагнера; Резник Л.Б. — доктор мед. наук, профессор, зав. каф. травматологии, ортопедии и ВПХ Омской ГМА; Шатохин В.Д. — доктор мед. наук, профессор, профессор каф. травматологии, ортопедии и ВПХ ГБОУ СамГМУ; Баймуратов А.А. — сотрудник той же кафедры.

**Для контактов:** Шевцов Владимир Иванович. 640020, Курган, ул. Климова, д. 41, кв. 38. Тел.: +7 (912) 832-30-50. E-mail: shevtcovvladimir3012@rambler.ru.

## ВОЗМОЖНОСТИ МАЛОИНВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ЛОДЫЖЕК

Э.И. Солод, А.Ф. Лазарев, Е.Г. Ермолаев

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

Представлены результаты лечения 71 пациента с переломами лодыжек. Группу сравнения составили 32 пациента, операции у которых выполнены после спадения отека по методике АО/ASIF. Тридцать девять больных основной группы прооперированы по разработанной нами малоинвазивной методике с использованием V-образных спиц и спиц с нарезкой на следующий день после госпитализации вне зависимости от наличия отека в области голеностопного сустава. Все больные оперированы в сроки от 1 до 3 нед с момента получения травмы. Срок стационарного лечения пациентов группы сравнения составил в среднем 16 дней, основной группы — 10 дней, срок восстановления функции голеностопного сустава — 6 и 2 нед соответственно. Осложнения диагностировали только в группе сравнения: краевой некроз кожи у 8 (25%) прооперированных, воспалительные осложнения у 5 (15,6%), миграцию металлофиксатора у 1 (3,1%), несращение переломов у 4 (12,5%). Результаты оценивали с помощью шкалы AOFAS Ankle-Hindfoot. Средний балл в основной группе составил 90,3, в группе сравнения — 88,6. В экспериментальной части исследования сравнивали прочность (при растяжении и срезающих нагрузках) трех видов остеосинтеза переломов внутренней лодыжки: с помощью двух канюлированных винтов, V-образной спицы, а также двух биodeградируемых винтов из гликозилированной молочной кислоты. Несмотря на то что остеосинтез внутренней лодыжки V-образной спицей оказался наименее прочным, он отвечал всем требованиям, предъявляемым к погружному остеосинтезу.

Ключевые слова: переломы, малоинвазивные вмешательства, перкутанный, остеосинтез, голеностопный сустав, лодыжки, спицы.

### *Potentialities of Minimally Invasive Osteosynthesis in Treatment of Malleolus Fractures*

E.I. Solod, A.F. Lazarev, E.G. Ermolaev

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

Treatment results for 71 patients with malleolus fractures are presented. In 32 patients (comparative group) surgery was performed by AO/ASIF technique after edema resolution. Thirty nine patients from the main group were operated on by our minimally invasive technique using V-shaped pins and threaded pins on the next day after admission independently on the presence of edema in the ankle joint region. All patients were operated on at terms from 1 to 3 weeks after injury. Duration of hospitalization averaged 16 and 10 days, restoration of joint function made up 6 and 2 weeks for the patients from the comparative and main group, respectively. Complications were observed only in patients from the comparative group, i.e. marginal skin necrosis in 8 (25%), inflammatory complications in 5 (15,6%), metal fixator migration in 1 (3,1%) and fracture nonunion in 4 (12,5%) patients. Outcomes were assessed by AOFAS Ankle-Hindfoot Scale. Mean point made up 90.3 in the main group and 88.6 in the comparative jnt. In the experimental part of the study the strength (tensile and shear) of 3 types of osteosynthesis for medial malleolus fracture were compared: with either 2 cannulated screws, V-shaped pin or 2 biodegradable screws of glycolized lactic acid was compared. Although the osteosynthesis of medial malleolus with V-shaped pin was the least strong it met the requirements of internal osteosynthesis.

Key words: fractures, minimally invasive interventions, percutaneous, osteosynthesis, ankle joint, malleoli, pins.

**Введение.** Переломы лодыжек являются одними из самых встречающихся повреждений опорно-двигательного аппарата и составляют 20–24% среди всех повреждений скелета и 40–60% — среди переломов костей голени; 60–80% переломов ло-

дыжек являются нестабильными и сопровождаются смещением отломков, вывихами и подвывихами стопы [1–7]. Переломы лодыжек в 60–70% случаев выявляются у лиц трудоспособного возраста. Несмотря на постоянное совершенствование методов

оперативного и консервативного лечения переломов данной локализации, количество неудовлетворительных результатов колеблется, по различным данным, от 5 до 40% [8]. Частота выхода на инвалидность больных с переломами лодыжек остается высокой — от 3,1 до 39% [1, 5, 9].

На сегодняшний день большинство отечественных травматологов отдают предпочтение открытой репозиции фрагментов наружной лодыжки и остеосинтезу пластинами по методике АО/ASIF. В стремлении добиться максимально анатомичной репозиции и обеспечить стабильную фиксацию хирург часто прибегает к широкому оперативному доступу, что увеличивает сроки реабилитации и является значимым фактором, замедляющим восстановление функции конечности [1, 8, 12, 13]. Использование нескольких доступов (от 1 до 3) в области голеностопного сустава, где относительно мало мягких тканей, нередко приводит к послеоперационным осложнениям (краевые некрозы кожи, расхождение швов, гематомы и нагноение ран), особенно у лиц пожилого возраста с сопутствующими нейротрофическими заболеваниями.

Цель исследования: оценить эффективность малоинвазивной технологии остеосинтеза свежих переломов лодыжек.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование состояло из экспериментальной и клинической части.

В ходе экспериментов оценивали прочностные характеристики фиксаторов, используемых для остеосинтеза внутренней лодыжки. Стабильность и механическую прочность фиксаторов определяли на сервогидравлической универсальной испытательной машине («WALTER + bai ag», Швейцария) в испытательной лаборатории ФГУП «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России. В статическом режиме машина способна развивать силу, равную 10 кН, в динамическом — около 12 кН (12 000 кг), чего достаточно для проведения настоящей работы. Скорость нагружения образцов составляла 5 мм/мин. Ошибка измерения силы и деформации не выходила за пределы 0,5%. В исследовании использовали методы разрушающего контроля: сжатие и растяжение. Для проведения биомеханических исследований из программного обеспечения DIONpro были извлечены и адаптированы технические программы, которые позволили с большой степенью объективности осуществить весь комплекс работ. Результаты испытаний регистрировали на компьютере. Степень смещения и деформация испытуемого образца отслеживается автоматически и фиксируется на графике. Управление подвижной траверсой осуществляется с помощью дистанционного устройства.

Были смоделированы одинаковые переломы внутренней лодыжки на пластиковых моделях голеностопного сустава и проведены сравнительные испытания прочности трех видов остеосинтеза:

с помощью двух канюлированных винтов, V-образной спицы, а также двух биодеградируемых винтов из гликолизированной молочной кислоты. Также испытана прочность этих фиксаторов при срезающих нагрузках.

Клиническая часть исследования предусматривала анализ результатов лечения 71 пациента с переломами лодыжек. Группу сравнения составили 32 пациента, прооперированных после спадения отека в области голеностопного сустава по методике АО/ASIF (наружную лодыжку фиксировали пластиной, внутреннюю — по Веберу). Тридцати девяти пациентам (основная группа) операции выполнены по разработанной нами малоинвазивной методике на следующий день после госпитализации вне зависимости от наличия отека голеностопного сустава. Возраст пациентов варьировал от 17 до 53 лет. Операции осуществляли спустя 1–3 нед после травмы.

Малоинвазивный перкутанный внутренний остеосинтез апиальных переломов внутренней лодыжки осуществляли с использованием спицы Киршнера, надсиндесмозных переломов малоберцовой кости — спицы диаметром 2 мм с резьбовым концом.

**Методика операции.** После достижения удовлетворительного контакта отломков после закрытой репозиции под контролем ЭОПа (в смешанном режиме графии и скопии) в области верхушки внутренней лодыжки делали кожный прокол до 1 см, через него осуществляли перфорацию кортикального слоя двумя спицами диаметром 2 мм, формировали каналы для проведения V-образной спицы и предотвращения ее изгибания. V-образную спицу готовили непосредственно перед остеосинтезом из спицы набора аппарата Илизарова, длину луча выбирали в зависимости от характера перелома. Через перфорированные каналы устанавливали концы V-образной спицы диаметром 1,5 мм и забивали спицу с помощью импактора. Концы спицы при этом упруго расходятся в губчатой кости, что исключает ее миграцию.

Также закрыто под контролем ЭОПа делали прокол кожи в области апекса наружной лодыжки до 1 см. Через апекс интрамедуллярно проводили спицу с нарезкой диаметром 2 мм до края дистального отломка, выполняли закрытую ручную репозицию; после достижения удовлетворительного контакта отломков проводили спицу с нарезкой в канал малоберцовой кости, ее конец изгибали в виде якоря и забивали ударами молотка (рис. 1).

При наличии интерпозиции мягких тканей в области перелома дополнительно производили разрез размером 1–2 см в проекции перелома для устранения интерпозиции, далее операцию продолжали по описанной выше методике.

Контроль проведения V-образной спицы и спицы с нарезкой, оценку качества репозиции и фиксации проводили с использованием рентгенографии в стандартных (прямой, боковой) проекциях.



**Рис. 1.** Больная М., 43 лет. Диагноз: винтообразный перелом большеберцовой и малоберцовой костей левой голени в нижней трети со смещением. Операция: подкожно-субфасциальный остеосинтез нижней трети левой большеберцовой кости метафизарной пластиной LCP, малоберцовой кости спицей с нарезкой, заднего края большеберцовой кости канюлированным винтом.

а — рентгенограммы нижней трети левой голени при поступлении; б — после операции; в — через 1,5 года после операции (после удаления фиксаторов).

При разрыве связок межберцового синдесмоза их восстановление осуществляли по стандартной методике (болт-стяжка, позиционные винты и др.).

Активизировали пациентов с первых суток после операции, начинали разработку движений в голеностопном суставе, что способствовало включению естественной дренажной системы. В ходе индивидуальных занятий ЛФК с инструктором пациенты обучались правильной ходьбе при помощи костылей с дозированной нагрузкой на оперированную нижнюю конечность. По показаниям назначали физиотерапевтические процедуры. Швы снимали на 12–14-е сутки с момента операции и выписывали пациента на амбулаторное долечивание по месту жительства. Переход от двух костылей на один костыль/трость или отмену дополнительной опоры с разрешением полной нагрузки осуществляли с постепенным увеличением нагрузки на оперированную конечность в течение 1 мес.

Металлоконструкции удаляли через 1 год после операции.

Для объективной оценки отдаленных результатов лечения мы использовали русский вариант шкалы AOFAS Ankle-HindFoot. Опросник состоит из 9 вопросов, сгруппированных в 3 раздела, характеризующих боль (40 баллов), объем движений и физические возможности пациента (50 баллов), прилегание стопы (10 баллов). Эта шкала объединяет как субъективные вопросы об интенсивности боли, ограничениях двигательной активности максимальной дистанции при ходьбе, так и данные клинического обследования пациента (походка, объем движений, прилегание стопы к поверхности при ходьбе, стабильность сустава). Результат лечения в соответствие с данной шкалой оценивается следующим образом: отличный — 95–100 бал-

лов, хороший — 75–94, удовлетворительный — 51–74 и плохой — 50 и менее баллов.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Внешний вид образцов после испытаний представлен на рис. 2. Как видно из табл. 1, при растяжении (смещении по оси) лучшие результаты продемонстрировал остеосинтез двумя биодеградируемыми винтами, при срезающих нагрузках — остеосинтез двумя канюлированными винтами, показатели для биодеградируемых винтов и V-образной спицы оказались сопоставимы.

Средний срок стационарного лечения пациентов, прооперированных по стандартной методике, составил 16 дней. Краевой некроз кожи развился у 8 (25%) пациентов, воспалительные осложнения — у 5 (15,6%). Функция голеностопного сустава восстановилась через 6 нед после операции. Миграцию металлофиксатора наблюдали у 1 (3,1%) больного. Несращение переломов диагностировали у 4 (12,5%) пациентов, которым в дальнейшем был вы-



**Рис. 2.** Внешний вид образцов после испытаний.

**Табл. 1.** Результаты экспериментов по оценке прочностных характеристик фиксаторов

| Фиксатор                   | Растяжение            |                             | Срезающие нагрузки    |                             |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                            | предел прочности, МПа | удлинение при растяжении, % | предел прочности, МПа | удлинение при растяжении, % |
| Два биодеградируемых винта | 403,00                | 38,49                       | 862,33                | 5,55                        |
| Два канюлированных винта   | 395,33                | 26,98                       | 1424,00               | 3,70                        |
| V-образная спица           | 284,00                | 18,99                       | 714,33                | 11,04                       |

**Табл. 2.** Отдаленные результаты лечения больных по шкале AOFAS Ankle-Hindfoot

| Показатель                                                                         | Основная группа | Группа сравнения |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| Боль                                                                               | 36              | 35               |
| Ограничения двигательной активности, потребность в дополнительной опоре или помощи | 10              | 10               |
| Максимальная дистанция при хождении пешком, блоки-квартиры                         | 5               | 5                |
| Ходьба по поверхности                                                              | 4,6             | 4,6              |
| Нарушение походки                                                                  | 7,8             | 7,8              |
| Сгибание в суставе (сгибание и разгибание)                                         | 8               | 7,8              |
| Движения стопой (инверсия и эверсия стопы)                                         | 6               | 5,5              |
| Стабильность голеностопного сустава (переднезадняя, боковая)                       | 8               | 8                |
| Прилегание стопы к поверхности при ходьбе (10 баллов)                              | 4,9             | 4,9              |
| Суммарный балл                                                                     | 90,3            | 88,6             |

полнен реостеосинтез. Результаты лечения больных по стандартной методике оказались сопоставимы или немного уступали таковым, представленным другими исследователями. Сравнительно более высокий процент осложнений [10–12] мы объясняем наличием у ряда пациентов сахарного

диабета тяжелого течения, нарушением прооперированными ортопедическим режимом и социальной дезадаптацией.

В основной группе количество проведенных койко-дней составило в среднем 10 дней. Воспалительных осложнений, некрозов краев раны, несращений переломов зафиксировано не было. Функция голеностопного сустава восстанавливалась в среднем через 2 нед.

В группе сравнения отличные результаты по шкале AOFAS Ankle-HindFoot получены у 24 (75%) пациентов, хорошие — у 5 (15%), удовлетворительные — у 3 (9%). В основной группе отличные результаты получены у 31 (79%) пациента, хорошие — у 6 (15%), удовлетворительные — у 2 (5%), плохих результатов не было. Оценка в среднем соответствовала 90,3 балла (табл. 2).

Все прооперированные пациенты отмечали хорошую двигательную активность, низкую выраженность болевых ощущений или даже их отсутствие. Рентгенологическая картина в отдаленном периоде позволяла констатировать полную консолидацию переломов. Во всех случаях в результате лечения достигнута функциональная пригодность нижних конечностей и полная медико-социальная реабилитация.

Приводим клиническое наблюдение.

Больной А., 26 лет. Диагноз: многооскольчатый перелом нижней трети малоберцовой кости, внутренней лодыжки, заднего края большеберцовой кости левой голени со смещением отломков с подвывихом кнаружи (рис. 3, а). Травма получена при падении, когда больной почувствовал резкую боль в области левого голеностопного сустава. При поступлении левая нижняя конечность фиксирована в задней гипсовой лонгете от кончиков пальцев до верхней трети голени. После снятия лонгеты в области наружной и внутренней лодыжек определялись фликтены (рис. 4). Грубых нарушений иннервации и кровообращения не выявлено.

На 3-и сутки с момента травмы больному произведена операция по описанной выше методике (рис. 3, б). Активизирован в 1-е сутки после операции, пациент сам встал и ходил с костылями без полной нагрузки на оперированную нижнюю конечность; назначена лечебная физкультура для разработки движений в голеностоп-

**Рис. 3.** Рентгенограммы больного А. 26 при поступлении (а), после операции (б) и после удаления металлоконструкций (в).**Рис. 4.** Тот же больной. Внешний вид области левого голеностопного сустава при поступлении.

ном суставе. Через 12 дней после операции швы сняты, и больной в удовлетворительном состоянии выписан на амбулаторное лечение. Через 1,5 года после операции на контрольных снимках констатировали полное сращение переломов. Металлоконструкция удалена (рис. 3, в).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то что остеосинтез внутренней лодыжки V-образной спицей согласно результатам проведенных биохимических исследований оказался наименее прочным, он отвечает требованиям, предъявляемым к погружному остеосинтезу. В ходе испытаний ни одного перелома фиксаторов отмечено не было.

Идеальным временем для открытой репозиции и остеосинтеза фрагментов наружной лодыжки пластиной по методике АО/ASIF являются первые 6–8 ч после травмы, до развития истинного отека или появления эпидермальных пузырей вследствие перерастяжения кожи [3, 6, 7, 9]. Однако опыт показывает, что, как правило, с момента травмы до операции проходит не менее 3 дней. За это время успевают развиться осложнения, связанные с отеком, что в свою очередь отодвигает сроки возможного оперативного лечения. В связи с этим классический подход к остеосинтезу с обеспечением принципов накостной фиксации может быть реализован в течение первых 12 часов с момента травмы или через 10–12 дней. На наш взгляд, разработанная методика позволяет решить эти проблемы.

Оперативное вмешательство может быть выполнено вне зависимости от срока с момента травмы и выраженности отека мягких тканей, так как производится из небольших доступов, что позволяет избежать в последующем некроза краев раны и воспалительных осложнений. В свою очередь раннее устранение смещений при остеосинтезе обеспечивает быстрое заживление мягких тканей и способствует ликвидации отека. В результате разрывается порочный круг, когда нельзя оперировать при отеке, а продолжительное смещение до операции само по себе является его провокацией. Возможность проведения не прямой репозиции отломков без обнажения зоны перелома, минимальный контакт имплантата с костью также способствуют сокращению сроков консолидации перелома и снижению числа осложнений воспалительного характера.

Таким образом, предложенный метод малоинвазивного остеосинтеза может быть рекомендован к внедрению в широкую клиническую практику как эффективный, доступный, простой в освоении, финансово не обременительный способ лечения свежих переломов лодыжек, позволяю-

щий достигать хороших функциональных результатов.

### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Семенистый А.Ю. Оперативное лечение и реабилитация больных с переломами лодыжек: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2005 [Semenistyi A.Yu. Surgical treatment and rehabilitation of patients with malleolus fractures. Cand. med. sci. Diss. Moscow: 2005 (in Russian)].
2. Thur C.K., Edgren G., Jansson K.E., Wretenberg P. Epidemiology of adult ankle fractures in Sweden between 1987 and 2004: a population-based study of 91,410 Swedish inpatients. Acta Orthop. 2012; 83 (3): 276–81.
3. Мюллер М.Е., Альговер М., Шнейдер Р., Виллингер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. М.: Ad Marginem; 1996 [Müller M.E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H. Manual of internal fixation. Moscow: Ad Marginem; 1996: 750 (in Russian)].
4. Анкин Л.Н., Анкин Н.Л. Травматология. М.: МЕД пресс-информ; 2005 [Ankin L.N., Ankin N.L. Traumatology. Moscow: MEDpress-inform; 2005 (in Russian)].
5. Шабанов А.Н., Каем И.Ю., Сарпан В.А. Атлас переломов лодыжек и их лечение. М.: Медицина; 1972 [Shabanov A.N., Kaem I.Yu., Sartan V.A. Atlas of malleoli fractures and their treatment. Moscow: Meditsina; 1972 (in Russian)].
6. Myerson M. Reconstructive foot and ankle surgery. 2nd ed. Elsevier Saunders; 2010.
7. Browner B.D. Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction. 4th ed. W.B. Saunders Company; 2008.
8. Фомичев М.В. Ошибки и осложнения современных способов хирургического лечения повреждений голеностопного сустава. В кн.: Материалы международного конгресса «Современные технологии в травматологии и ортопедии: ошибки и осложнения — профилактика, лечение». М.; 2004: 178 [Fomichyov M.V. Errors and complications of modern techniques for surgical treatment of ankle joint injuries. In: Modern technologies in traumatology and orthopaedics: errors and complications — prevention, treatment: Proc. Int. Cong. Kurgan, 2004; 178 (in Russian)].
9. Миронов С.П., Шестерня Н.А., Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Гудушаури Я.Г., Какабадзе М.Г., Роскидайло А.С. Повреждения области голеностопного сустава. М.: Бином; 2011 [Mironov S.P., Shesternya N.A., Lazarev A.F., Solod E.I., Gudushauri Ya.G., Kakabadze M.G., Roskidailo A.S. Ankle joint injuries. Moscow: Binom; 2011 (in Russian)].
10. Asloun Y., Bedin B., Roger T., Charissoux J.-L., Arnaud J.-P., Mabit C. Internal fixation of the fibula in ankle fractures. A prospective, randomized and comparative study: Plating versus nailing. Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2014; 100 (4, Suppl): S255–S259.
11. Guo J.J., Yang H., Xu Y., Wang G., Huang L., Tang T. Results after immediate operations of closed ankle fractures in patients with preoperatively neglected type 2 diabetes. Injury. 2009; 40 (8): 894–6.
12. Işık ., Tecimel O., Akmeşe R., Firat A., Tah-ta M., Bozkurt M. The comparison of plate-screw and tension band techniques in the osteosynthesis of Danis-Weber Type A and B lateral malleolar fractures. Acta Orthop. Traumatol. Turc. 2013; 47 (1): 27–31.

**Сведения об авторах:** Солод Э.И. — доктор мед. наук, врач отделения травматологии взрослых; Лазарев А.Ф. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением травматологии взрослых; Ермолаев Е.Г. — аспирант того же отделения. **Для контактов:** Ермолаев Евгений Григорьевич. 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10, ЦИТО. Тел.: +7 (968) 647–55–82. E-mail: allove@inbox.ru.

## ПРОФИЛАКТИКА ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У РАНЕНЫХ С ОГНЕСТРЕЛЬНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

В.Ф. Зубрицкий, А.П. Колтович, К.Н. Николаев, С.И. Капустин,  
С.Н. Дворцевой, А.В. Варданян, И.А. Бородин

Главный военный клинический госпиталь внутренних войск МВД России, Москва;  
ФКУЗ «3 военный госпиталь внутренних войск МВД России», ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт гематологии и трансфузиологии ФМБА России», Санкт-Петербург, РФ

*В статье представлен анализ результатов использования различных методов профилактики венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) у 128 раненых с огнестрельными переломами бедренной кости, полученными в ходе боевых действий. Раненые контрольной группы (n=58) фармакопрофилактику тромбозов получали только на этапе оказания специализированной медицинской помощи. В основной группе (n=70) комбинированная профилактика ВТЭО проводилась на этапе оказания как квалифицированной, так и специализированной помощи. Частота тромбоза глубоких вен нижних конечностей (ТГВНК) в основной группе составила 27,1%, в контрольной — 55,2% ( $p<0,05$ ). Тромбоэмболия легочной артерии возникла у 1,6% раненых контрольной группы. Согласно данным лабораторных исследований тромбоинемия сохранялась в течение 30 сут стационарного лечения, что свидетельствует о необходимости проведения длительной комплексной профилактики ВТЭО. Изучение аллельного ДНК полиморфизма генов, принимающих участие в процессе тромбообразования, выявило у 61,9% раненых с ТГВНК наследственные тромбофилии.*

**Ключевые слова:** огнестрельный перелом, бедренная кость, раненый, профилактика, тромбоз, тромбофилия.

### *Prevention of Venous Thromboembolic Complications in Wounded with Gunshot Femur Fractures*

V.F. Zubritskiy, A.P. Koltovich, K.N. Nikolaev, S.I. Kapustin,  
S.N. Dvortsevov, A.V. Vardanyan, I.A. Borodin

Main Military Clinical Hospital, Moscow; Central Military Clinical Hospital № 3, Russian  
Research Institute of Hematology and Transfusiology, St. Petersburg, Russia

*Analysis of different measures for the prevention of venous thromboembolic complications (VTEC) in 128 wounded with gunshot femur fractures was performed. Patients from control group (58) received pharmacologic prevention only at the step of specialized medical care provision. In the main group (70) combined VTEC prevention was provided at both the step of expert and specialized care. Rate of lower extremity deep vein thrombosis (LEDVT) made up 27.1% in the main group and 55.2% ( $p<0.05$ ) in the control one. Pulmonary embolism was recorded in 1.6% of wounded from the control group. Laboratory examinations showed the presence of thrombinemia within 30 days of hospital treatment that is indicative of the necessity of long term complex VTEC prevention. Study of the allele polymorphism of genes participating in thrombogenesis process revealed congenital thrombophilias in 61.9% of wounded.*

**Key words:** gunshot fractures, femur, wounded, prevention, thrombophilia.

**Введение.** Доля пострадавших с ранениями и травмами конечностей в локальных вооруженных конфликтах составляет 47,9–53,3% и не имеет тенденции к снижению [1]. У раненых с огнестрельными переломами костей нижних конечностей частота выявления тромбоза глубоких вен нижних конечностей (ТГВНК) достигает 75% [2, 3]. В 85% случаев ТГВНК протекает бессимптомно, а у 5,7–9,3% пострадавших является причиной ТЭЛА [4–6]. Рецидив ТЭЛА возникает в 14% случаев [7]. Показатель летальности, обусловленной ТЭЛА, после хирургических, травма-

тологических и ортопедических операций варьирует от 1,4 до 78% [8–10].

В стационарах хирургического профиля необходимые мероприятия по профилактике венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) проводят всего у 25,9% пациентов [11].

Неуменьшающееся число раненых, высокая частота ВТЭО, трудности их диагностики у раненых ввиду бессимптомного течения, отсутствие стандартизированных алгоритмов проведения профилактических мероприятий у данной категории больных определяют актуальность проблемы [12].

Цель работы: анализ и усовершенствование методов профилактики ВТЭО у раненых с огнестрельными переломами бедренной кости в условиях боевых действий.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов лечения 128 раненых с огнестрельными переломами бедренной кости в период с 2000 по 2013 г. в медицинском отряде специального назначения Внутренних войск МВД России, Главном клиническом госпитале МВД России и Главном военном клиническом госпитале внутренних войск МВД России. Все раненые — мужчины, средний возраст которых составил  $27,3 \pm 7,8$  года. Минно-взрывные ранения были у 52 (40,6%) раненых, пулевые — у 76 (59,4%).

Все раненые были доставлены на этап оказания квалифицированной медицинской помощи (КМП) в сроки от 20 мин до 2 сут с момента получения ранения. Из них 4 (3,1%) раненых доставлены в течение 20–30 мин, 64 (50%) — 30–60 мин, 51 (39,8%) — 1–2 ч, 8 (6,3%) — в течение 1 сут и 1 (0,8%) — в течение 2 сут с момента ранения. Срок нахождения на этапе КМП составил  $3,3 \pm 1,2$  сут, продолжительность лечения на этапе специализированной медицинской помощи (СМП) —  $51,5 \pm 11,2$  сут. Семнадцати (13,3%) военнослужащим СМП была оказана в городских больницах с последующим, после стабилизации состояния, переводом в военно-медицинские лечебные учреждения.

При поступлении у 125 (97,7%) раненых был диагностирован травматический шок, из них шок I степени у 23 (18%), II — у 44 (34,4%), III — у 57 (44,5%), IV — у 1 (0,8%) раненого.

Тяжесть повреждений по шкале ВПХ-П(ОР) соответствовала  $4,67 \pm 1,72$  балла, по шкале ISS —  $11,97 \pm 4,12$  балла.

Изолированные огнестрельные ранения с переломами бедренной кости были у 85 (66,4%) раненых, сочетанные — у 43 (33,6%; табл. 1, 2). Огнестрельные ранения бедра сочетались с ранениями головы у 12 (9,4%) человек, с ранениями шеи у 2 (1,6%), с ранениями груди у 9 (7%), с ранениями живота у 13 (10,2%), с ранениями позвоночника у 2 (1,6%), с ранениями верхних конечностей у 22 (17,2%), с ранением нижних конечностей у 11 (8,6%). Ранения магистральных сосудов выявлены у 7 (5,6%) поступивших, повреждение седалищного нерва с развитием неврологической симптоматики — у 9 (7%) раненых.

При поступлении раненых на этап КМП и возможности экстренной эвакуации в госпиталь на этап СМП проводили транспортную иммобилизацию конечности шиной Дитерихса, лестничными шинами или гипсовыми лонгетами. При наличии признаков посттравматической компрессии или повреждения сосудисто-нервного пучка выполняли стабилизацию отломков аппаратом внешней фиксации (табл. 3).

Основным методом лечения огнестрельных переломов бедренной кости являлся остеосинтез в аппаратах внешней фиксации различных модификаций. При поступлении раненого с этапа КМП с наложенным аппаратом внешней фиксации на этапе СМП осуществляли его регулировку или перемонтаж. В одном случае ткани конечности были признаны нежизнеспособными, что потребовало выполнения ампутации на уровне верхней трети бедра. При краевых огнестрельных переломах оперативное вмешательство на кости не проводили (табл. 4).

**Табл. 1.** Распределение раненых в зависимости от локализации огнестрельного перелома бедренной кости

| Локализация перелома            | Количество раненых |      |
|---------------------------------|--------------------|------|
|                                 | абс.               | %    |
| Нижняя треть бедренной кости    | 45                 | 35,2 |
| Средняя треть бедренной кости   | 34                 | 26,5 |
| Верхняя треть бедренной кости   | 29                 | 22,7 |
| Шейка бедренной кости           | 7                  | 5,5  |
| Дистальный эпифиз               | 5                  | 3,9  |
| Подвертельный перелом           | 3                  | 2,3  |
| Чрезвертельный перелом          | 3                  | 2,3  |
| Вертельно-подвертельный перелом | 2                  | 1,6  |
| Всего ...                       | 128                | 100  |

**Табл. 2.** Распределение раненых в зависимости от вида огнестрельного перелома бедренной кости

| Вид перелома     | Количество раненых |      |
|------------------|--------------------|------|
|                  | абс.               | %    |
| Оскольчатый      | 97                 | 75,8 |
| Многооскольчатый | 19                 | 14,7 |
| Краевой          | 7                  | 5,5  |
| Винтообразный    | 2                  | 1,6  |
| Дырчатый         | 2                  | 1,6  |
| Вколоченный      | 1                  | 0,8  |
| Всего ...        | 128                | 100  |

**Табл. 3.** Частота применения различных видов иммобилизации на этапе КМП

| Вид лечения            | Количество раненых |      |
|------------------------|--------------------|------|
|                        | абс.               | %    |
| Скелетное вытяжение    | 31                 | 24,2 |
| Шина Дитерихса         | 18                 | 14,1 |
| Гипсовая иммобилизация | 12                 | 9,4  |
| Лестничная шина        | 9                  | 7,0  |
| Аппарат МКЦ-01         | 18                 | 14,1 |
| Аппарат КСТ            | 13                 | 10,2 |
| Аппарат Илизарова      | 10                 | 7,8  |
| Аппарат ЦИТО           | 9                  | 7,0  |
| Аппарат КДА            | 8                  | 6,2  |
| Всего ...              | 128                | 100  |

**Табл. 4.** Виды оперативных вмешательств на бедренной кости (этап СМП)

| Вид лечения                               | Количество раненых |      |
|-------------------------------------------|--------------------|------|
|                                           | абс.               | %    |
| Остеосинтез в аппарате внешней фиксации   | 107                | 83,6 |
| Остеосинтез спицами Киршнера              | 10                 | 7,8  |
| Интрамедуллярный остеосинтез штифтом ЦИТО | 2                  | 1,6  |
| Остеосинтез пластиной                     | 1                  | 0,8  |
| Ампутация бедра                           | 1                  | 0,8  |
| Не проводилось                            | 7                  | 5,5  |
| Всего...                                  | 128                | 100  |

В соответствии с Российскими клиническими рекомендациями по диагностике, лечению и профилактике ВТЭО [13] все раненые были отнесены к группе высокого риска развития ВТЭО, а у 84,4% раненых выявлено более трех факторов риска развития венозного тромбоза.

В зависимости от объема мероприятий, направленных на профилактику ВТЭО, было выделено две группы пострадавших.

В основную группу вошли 70 (54,7%) раненых в возрасте от 19 до 44 лет со средней массой тела  $83,2 \pm 5,7$  кг, которым на этапе КМП проводилась фармакопрофилактика нефракционированным гепарином (НФГ) по 2500–5000 МЕ 3–4 раза в сутки в течение 1–6 дней до момента эвакуации. На этапе СМП комбинированная профилактика ВТЭО состояла из механических (эластическое бинтование, компрессионный трикотаж, перемежающаяся пневмокомпрессия) и фармакологических методов. Раненым назначали гепарины различной молекулярной массы в течение всего времени пребывания в стационаре ( $47,1 \pm 9,5$  сут): НФГ по 5000 МЕ 4 раза в сутки подкожно или низкомолекулярные гепарины (НМГ): надрупарин кальция (фраксипарин) 5700 МЕ (0,6 мл) 1 раз в сутки; эноксапарин натрия (клексан) 6000 МЕ (0,6 мл) 1 раз в сутки; дальтепарин натрия (фрагмин) 7500 МЕ (0,3 мл) 1 раз в сутки. В связи с отсутствием возможности определения активности Ха-фактора дозу НМГ рассчитывали по массе тела раненого, указанной в медицинской книжке, и округляли в соответствии с рекомендациями в инструкциях фирм-производителей.

Наличие дефектов кожных покровов после множественных огнестрельных осколочных ранений конечностей ограничивало использование механических методов профилактики. Перемежающаяся пневмокомпрессия была проведена 18 (14%) раненым. Процедуры выполняли ежедневно 2–3 раза в сутки до момента активизации, длительность курса составила в среднем  $23,1 \pm 5,3$  дня.

Целью электромиостимуляции мышц голени было улучшить работу мышечно-венозной помпы (МВП), уменьшить патологическую венозную ем-

кость и повысить коэффициент полезного действия МВП. Процедуры были проведены 14 (10,9%) раненым с изолированными огнестрельными ранениями бедра с помощью аппарата Veinoplus DVT ежедневно по схеме продолжительностью до 20 мин в течение  $18,3 \pm 4,1$  дня.

В контрольную группу вошли 58 (45,3%) раненых в возрасте от 19 до 37 лет со средней массой тела  $81,1 \pm 9,2$  кг, которым на этапе КМП профилактика ВТЭО не проводилась. На этапе СМП они получали фармакопрофилактику согласно клиническим рекомендациям [13]: надрупарин кальция (фраксипарин) по 2850 МЕ (0,3 мл) 1 раз в сутки; эноксапарин натрия (клексан) по 4000 МЕ (0,4 мл) 1 раз в сутки; дальтепарин натрия (фрагмин) по 2500 МЕ (0,2 мл) 1 раз в сутки в течение 16–20 дней с момента госпитализации.

Антиагрегантная терапия препаратом трентал в дозе 5 мл в сутки внутривенно капельно была проведена 15 (21,4%) раненым основной группы и 12 (20,7%) — контрольной в период с 5-е по 12-е сутки лечения.

Ультразвуковое ангиосканирование (УЗАС) сосудов выполняли на аппаратах экспертного класса с использованием линейных датчиков частотой от 5 до 12 МГц. Кроме того, в работе использовали мобильный ультразвуковой сканер MicroMaxx («Sonosite», США). Ангиосканирование вен конечностей проводили при поступлении в госпиталь и через 5–7 дней в последующем, а также перед оперативным вмешательством и в послеоперационном периоде. При выявлении венозных тромбозов УЗАС осуществляли 1 раз в 2–3 дня.

Контроль за проводимой антитромботической профилактикой на этапах лечения раненых выполняли путем оценки системы гемостаза с исследованием тромбоцитарного звена и коагуляционной активности. Первым этапом считали 1–2-е сутки после ранения, II — 4–5-е сутки, что в большинстве случаев соответствовало поступлению раненого на этап СМП, III — 9–10-е сутки, IV — 14–15-е сутки, V — 19–20-е сутки, VI — 29–30-е сутки, VII — 35-е сутки и более стационарного лечения.

Протокол гемостазиологического обследования раненых включал: активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), протромбиновое время в виде международного нормализованного отношения (МНО), тромбиновое время, концентрацию фибриногена, содержание растворимых комплексов фибрин-мономеров (РКФМ), концентрацию D-димеров, активность антитромбина III (АТ-III) и протеина С, XIIa-зависимый фибринолиз, агрегационную активность тромбоцитов, определяемую турбидиметрическим методом с использованием в качестве индукторов ристоцетина и АДФ, этаноловый тест.

Кроме того, был изучен аллельный ДНК-полиморфизм генов, принимающих участие в процессе тромбообразования, с использованием технологии

полимеразной цепной реакции (ПЦР) полиморфизма длин рестрикционных фрагментов ПЦР-продукта. Исследован аллельный полиморфизм генов, которые были условно разделены на 3 группы:

1) гены, кодирующие компоненты плазменного звена гемостаза: факторы свертывания крови I, II, V, XII, ингибитор активатора плазминогена типа I — PAI-1;

2) гены, кодирующие компоненты тромбоцитарных рецепторов, опосредующих процессы адгезии и агрегации кровяных пластинок: HPA-1, HPA-2, тромбоцитарный рецептор АДФ P2Y<sub>12</sub>;

3) гены компонентов, вовлеченных в патогенез эндотелиальной дисфункции: GpIa C677T (MTHFR).

Перечень исследуемых гемостазиологических тестов определяли в зависимости от показаний.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Excel-2010, STATISTICA-7.0, Биостатистика для Windows (Microsoft/Windows-7). Для оценки достоверности между величинами использовали *t*-критерий Стьюдента, методы непараметрической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ни у одного из пострадавших до ранения клинических признаков венозного тромбоза выявлено не было. Тромбоз глубоких вен нижних конечностей по данным УЗАС диагностирован у 51 (39,8%) раненого (табл. 5).

При других видах оперативного лечения ТГВНК не выявлено. Несмотря на то что частота тромботических осложнений у раненых основной группы по сравнению с контрольной группой была ниже ( $OR=0,3027$ ; 95% CI 0,1446–0,6335;  $p=0,0015$ ), все же данный показатель остается высоким (27,1%), что может свидетельствовать о недостаточности применяемых в настоящее время мер для профилактики ВТЭО у раненых с огнестрельными переломами бедренной кости.

Тромбозы вен бедра чаще диагностировали на II–III этапах исследования, тромбозы вен голени — на IV. У 4 (3,2%) раненых с тромбозом вен бедра поврежденной конечности был выявлен тромбоз вен контралатеральной конечности (рис. 1).

У раненых с огнестрельными переломами бедренной кости преобладали окклюзирующие тромбозы вен бедра (46,1%) и голени (42,3%). Среди неокклюзирующих венозных тромбозов (34,6%) в 3 (5,8%) случаях была выявлена нефиксированная верхушка тромба длиной до 7 мм, трансформировавшаяся, по данным динамического наблюдения, в пристеночный тромб. Остальные тромбозы имели пристеночный характер (табл. 6).

Нарушение тромбоцитарного и коагуляционного гемостаза было выявлено у 45 (64,3%) раненых основной и 49 (84,5%) — контрольной группы.

Активированное частичное тромбопластиновое время определяли у пострадавших, получавших

**Табл. 5.** Частота ТГВНК у раненых с огнестрельными переломами бедренной кости

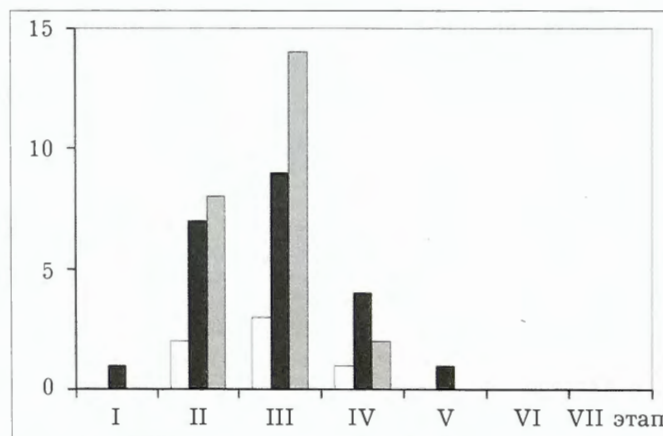
| Вид лечения                             | Основная группа (n=70) |      | Контрольная группа (n=58) |      |
|-----------------------------------------|------------------------|------|---------------------------|------|
|                                         | абс.                   | %    | абс.                      | %    |
| Остеосинтез в аппарате внешней фиксации | 18                     | 25,7 | 31                        | 53,5 |
| Остеосинтез спицами Кишнера — Гофмана   | 1                      | 1,4  | 1                         | 1,7  |
| Всего ...                               | 19*                    | 27,1 | 32                        | 55,2 |

\*  $p<0,05$ .

**Табл. 6.** Характер венозных тромбозов при огнестрельных переломах бедренной кости

| Локализация             | Окклюзирующий тромбоз |      | Неокклюзирующий тромбоз |      | Итого |      |
|-------------------------|-----------------------|------|-------------------------|------|-------|------|
|                         | абс.                  | %    | абс.                    | %    | абс.  | %    |
| Тромбоз вен бедра       | 19                    | 36,5 | 5                       | 9,6  | 24    | 46,1 |
| Тромбоз вен голени      | 13                    | 25,0 | 9                       | 17,3 | 22    | 42,3 |
| Илеофemorальный тромбоз | 2                     | 3,9  | 4                       | 7,7  | 6     | 11,6 |
| Всего ...               | 34                    | 65,4 | 18                      | 34,6 | 52    | 100  |

НПФ: у раненых основной группы оно составило в среднем  $45,6\pm 4,1$ , контрольной группы —  $40,8\pm 3,6$  ( $p<0,05$ ). Полученные результаты указывают на недостаточность гепаринизации у раненых обеих групп [14]. Также низкие показатели АЧТВ на фоне гепаринопрофилактики могут быть связаны с резистентностью к гепарину, более выраженной у раненых основной группы, связанной с дефицитом АТ-III, ускоренным выведением гепарина, повышением концентрации фибриногена либо резистентностью, вызванной лекарственными препаратами [15]. Показатели МНО у пострадавших основной и



**Рис. 1.** Уровень тромботического поражения в системе НПВ на этапах наблюдения.

□ — илеофemorальный тромбоз, ■ — тромбоз вен голени, ■ — тромбоз вен бедра.

контрольной групп составили в среднем  $1,3 \pm 0,1$  и  $1,2 \pm 0,3$  соответственно ( $p > 0,05$ ).

Показатели содержания фибриногена и тромбинового времени в группах статистически значимо не различались. Продолжительность XIIa-зависимого фибринолиза составила в среднем  $12,8 \pm 2,5$  мин у пострадавших основной группы и  $14,1 \pm 3,5$  мин — контрольной.

Увеличение агрегационной активности тромбоцитов с наличием гиперагрегации было выявлено у 52 (74,3%) и 54 (93,1%) пострадавших основной и контрольной группы соответственно.

Изучение коагуляционного гемостаза показало, что активация системы свертывания крови происходила за счет повышения тромбинемии и снижения активности естественных антикоагулянтов: АТ-III, протеина С. В основной группе снижение активности АТ-III выявлено в 15,7% случаев, протеина С — в 11,4%, в контрольной группе — в 46,6 и 15,5% случаев соответственно. Анализ полученных результатов позволил выявить наличие предрасположенности к развитию тромботических осложнений с первых суток после получения ранения (рис. 2, 3).

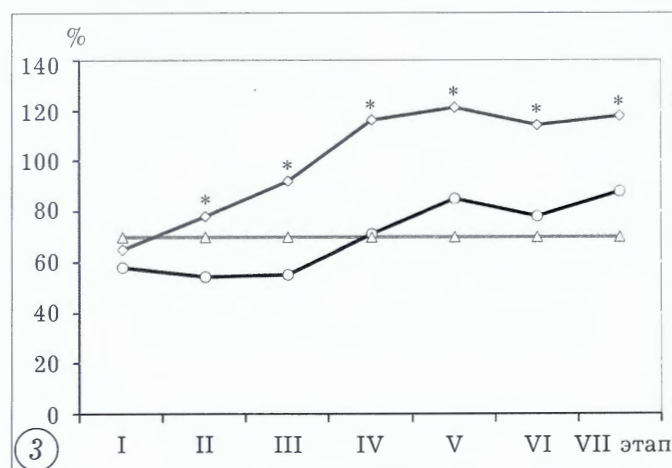
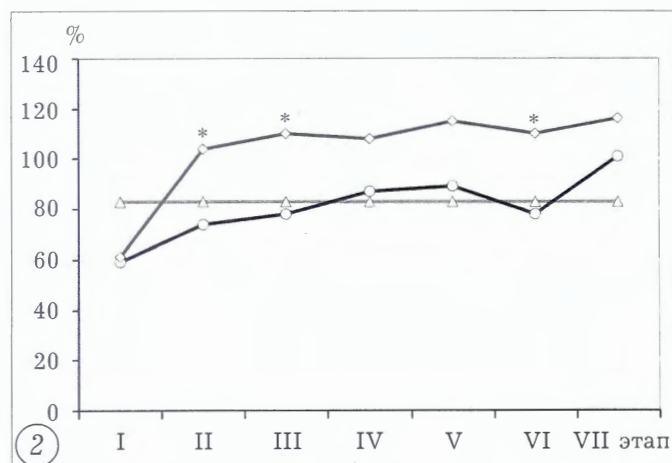


Рис. 2. Сравнительная динамика активности АТ-III.

Здесь и на рис. 3–5: \* — достоверность различий между соответствующими группами при  $p < 0,05$ .

Здесь и на рис. 3: —●— — раненые с тромбозом, —□— — раненые без тромбоза, —△— — нижняя граница нормы.

Рис. 3. Сравнительная динамика активности протеина С.

Как видно на рис. 2, 3, снижение активности АТ-III и протеина С на I этапе наблюдения имело место у раненых обеих групп. На II–V этапах у больных с венозными тромбозами отмечено значительное потребление АТ-III и протеина С, связанное с процессом тромбообразования, и возвращение показателей к норме у раненых без тромбоза. Снижение активности АТ-III и протеина С на VI этапе наблюдения у раненых с ТГВНК может быть связано с увеличением их потребления на фоне отмены у большинства пациентов фармакологической профилактики, несмотря на сохраняющуюся тромбинемиию.

Максимальные значения РКФМ в обеих группах отмечены на II этапе наблюдения и составили  $11,2 \pm 3,1$  мг% для раненых основной группы и  $14,1 \pm 4,3$  мг% — контрольной. Дальнейшее уменьшение показателей в обеих группах на этапах наблюдения связано с проведением профилактики ВТЭО. Завершение фармакопрофилактики на VI этапе у пациентов контрольной группы привело к увеличению показателей РКФМ на VII этапе наблюдения, что свидетельствует о наличии тромбинемии на 30-е сутки после ранения (рис. 4).

Анализ результатов исследования D-димера не выявил значимых различий показателей раненых обеих групп на большинстве этапов наблюдения (рис. 5).

Максимальные значения D-димера констатировали на II этапе наблюдения, они составили  $923,2 \pm 83,4$  и  $1027,1 \pm 115,4$  у раненых основной и контрольной группы соответственно. На VII этапе наблюдения отмечено замедление нормализации показателей D-димера у пациентов контрольной группы, что может быть связано с отменой фармакопрофилактики.

Аллельный полиморфизм генов был изучен у 21 раненого основной группы. У 19 (90,5%) из них выявлено от 1 до 4 генетических мутаций, увеличивающих риск возникновения ВТЭО. Тромбоз глубоких вен нижних конечностей диагностирован у

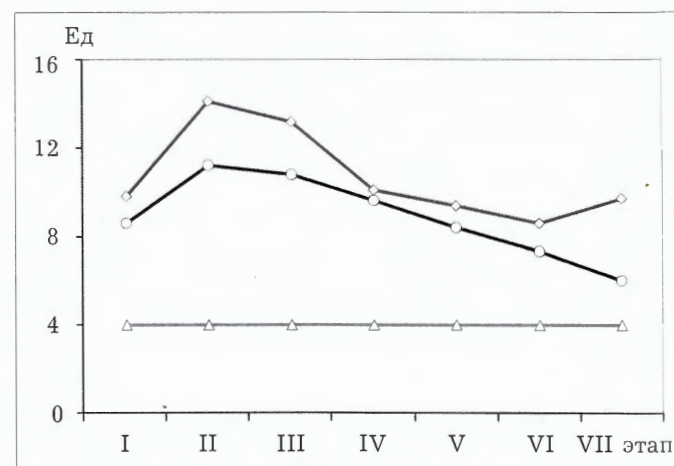


Рис. 4. Сравнительная динамика содержания РКФМ.

—●— — основная группа, —□— — контрольная группа, —△— — граница нормы.

13 (61,9%) раненых, имеющих генетические дефекты системы гемостаза.

Летальный исход констатирован у 2 (1,6%) раненых контрольной группы с повреждением обеих нижних конечностей: у одного — внезапная смерть на 32-е сутки лечения (ТЭЛА), у другого — на 8-е сутки лечения на этапе КМП. Вскрытие не проводилось по религиозным мотивам. Тромбоэмболия мелких ветвей легочной артерии клинически диагностирована у 1 (0,8%) раненого контрольной группы на 6-е сутки после ранения.

### ВЫВОДЫ

1. Частота ТГВНК у раненых с огнестрельными переломами бедренной кости составляет 39,8%, ТЭЛА — 1,6%.
2. Предложенная схема профилактики ВТЭО раненым с огнестрельными переломами бедренной кости, включающая применение НФГ по 5000 МЕ 4 раза в сутки подкожно или НМГ: надропарина кальция 5700 МЕ (0,6 мл); эноксапарина натрия 6000 МЕ (0,6 мл); дальтепарина натрия (фрагмин) 7500 МЕ (0,3 мл) 1 раз в сутки в сочетании с механическими методами профилактики с первого дня после получения ранения и в течение всего срока нахождения в стационаре ( $47,1 \pm 9,5$  сут) позволила уменьшить количество венозных тромбозов на 28,1% по сравнению с группой раненых, получавших тромбопрофилактику согласно клиническим рекомендациям.
3. Изучение системы гемостаза выявило развитие тромбоинемии с первого дня после получения ранения, сохранявшейся в течение 30 сут лечения и требующей длительной коррекции для предотвращения ВТЭО.
4. Наличие у 61,9% раненых с ТГВНК генетических дефектов системы гемостаза указывает на перспективность исследований на предмет выявления наследственных тромбофилий для прогнозирования развития ВТЭО.

### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., ред. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов: Руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011 [Gumanenko E.K., Samokhvalov I.M., ed. Military surgery of local wars and armed conflicts. Manual for physicians. Moscow: GEOTAR-Media; 2011 (in Russian)].
2. Дворцовой С.Н., Зубарев А.Р. Ультразвуковая диагностика тромбоза вен нижних конечностей в остром периоде минно-взрывной травмы. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2010; 3: 51–6 [Dvortsevoy S.N., Zubarev A.R. Ultrasound diagnostics of lower extremities vein thrombosis in the mine explosion injury acute period. Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika. 2010; 3: 51–6 (in Russian)].
3. Valerio I., Sabino J., Heckert R., Thomas S., Tintle S., Fleming M., Kumar A. Known preoperative deep venous thrombosis and/or pulmonary embolus: to flap or not to flap the severely injured extremity? Plast. Reconstr. Surg. 2013; 132 (1): 213–20.
4. Савельев В.С., ред. Флебология: Руководство для врачей. М.: Медицина; 2001: 390–409 [Savel'ev V.S., ed.

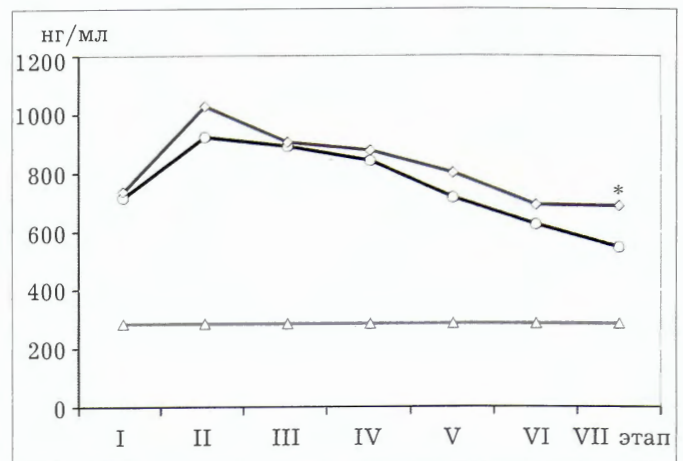


Рис. 5. Сравнительная динамика уровня Д-димера.

—○— основная группа, —□— контрольная группа, —△— верхняя граница нормы.

- Phlebology. Manual for physicians. Moscow: Meditsina; 2001: 390–409 (in Russian)].
5. Gillern S.M., Sheppard F.R., Evans K.N., Graybill J.C., Gage F.A., Forsberg J.A. et al. Incidence of pulmonary embolus in combat casualties with extremity amputations and fractures. J. Trauma. 2011; 71 (3): 607–12.
6. Lundy J.B., Oh J.S., Chung K.K., Ritter J.L., Gibb I., Nordmann G.R., et al. Frequency and relevance of acute peritraumatic pulmonary thrombus diagnosed by computed tomographic imaging in combat casualties. J. Trauma Acute Care Surg. 2013; 75 (2 Suppl 2): S215–20.
7. Стойко Ю.М., Лядов К.В., Замятин М.Н. и др. Профилактика тромбоэмболических осложнений у хирургических больных в многопрофильном стационаре: Методические рекомендации. М.; 2004 [Stoiko Yu.M., Lyadov K.V., Zamyatin M.N., et al. Prevention of thromboembolic complications in surgical patients at multi-profile hospital: Methodical recommendations. Moscow; 2004 (in Russian)].
8. Баешко А.А. Послеоперационный тромбоз глубоких вен нижних конечностей и тромбоэмболия легочной артерии. Эпидемиология. Этиопатогенез. Профилактика. М.: Триада-Х; 2000 [Baeshko A.A. Postoperative lower extremities deep vein thrombosis and pulmonary thromboembolism. Epidemiology. Etiopathogenesis. Prevention. Moscow: Triada-X; 2000 (in Russian)].
9. Матвеева Н.Ю., Еськин Н.А., Нацвлишвили З.Г. Тромбозы глубоких вен нижних конечностей у больных, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2002; 2: 54–7 [Matveeva N.Yu., Es'kin N.A., Natsvlishvili Z.G. Lower extremity deep venous thrombosis after total hip arthroplasty. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2002; 2: 54–7 (in Russian)].
10. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.Ф., Миннуллин И.П. Минно-взрывная травма. СПб: Альд; 1994 [Nechaev E.A., Gritsanov A.I., Fomin N. F., Minnullin I.P. Mine-blast injuries. St. Petersburg: Al'd; 1994 (in Russian)].
11. Кириенко А.И., Золотухин И.А., Леонтьев С.Г., Андрияшкин А.В. Как проводят профилактику венозных тромбоэмболических осложнений в хирургических стационарах (по итогам проекта «Территория безопасности»). Флебология. 2011; 4: 10–3 [Kirienko A.I., Zolotukhin I.A., Leont'ev S.G., Andriyashkin A.V. The modes of prevention of venous thromboembolism in surgery (results of the Safety Zone project). 2011; 4: 10–3 (in Russian)].

12. Войновский Е.А., Ковалев А.С., Войновский А.Е., Пильников С.А. и др. Предварительная ампутация конечностей при минно-взрывной травме. Медицина катастроф. 2012; 1 (77): 38–41 [Voinovskiy E.A., Kovalyov A.S., Voinovskiy A.E., Pil'nikov S.A., et al. Primary limb amputation in victims with mine-blast traumas. Meditsina katastrof. 2012; 1 (77): 38–41 (in Russian)].
13. Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозов и тромбоэмболий. Флебология. 2010; 4 (1, выпуск 2): 2–37 [Russian clinical recommendations on diagnosis, prevention and treatment of VTE complications. Flebologiya. 2010; 4 (1, issue 2): 2–37 (in Russian)].
14. Rondina M.T., Pendleton R.C., Wheeler M., Rodgers G.M. The treatment of venous thromboembolism in special populations. Thromb. Res. 2007; 119: 391–402.
15. Hirsh J., Guyatt G., Albers G.W., Harrington R., Schunemann H.J. Antithrombotic and thrombolytic therapy: American College of Chest Physicians' evidence-based clinical practice guidelines (8th ed.). Chest. 2008; 133: 110S–112S.

**Сведения об авторах:** Зубрицкий В.Ф. — доктор мед. наук, профессор, главный хирург МВД; Колтович А.П. — доктор мед. наук, начальник колопроктологического отделения Главного военного клинического госпиталя внутренних войск МВД России; Николаев К.Н. — канд. мед. наук, старший врач-хирург 3 военного госпиталя ВВ МВД России; Капустин С.И. — доктор биол. наук, зав. лабораторией РосНИИГТ; Дворцовой С.Н. — канд. мед. наук, начальник отделения ультразвуковой диагностики Главного военного клинического госпиталя ВВ МВД России; Варданян А.В. — доктор мед. наук, профессор каф. хирургии РМАПО; Бородин И.А. — зав. филиалом поликлиники «ОАО Газпром». Для контактов: Николаев Константин Николаевич. 193029, Санкт-Петербург, пр. Елизарова, д. 11, кв. 8. Тел.: +7 (911) 131–25–42. E-mail: jonsurgeon@gmail.com.

## ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛАРА!

### СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ ИЗМАЛКОВ

25 сентября 2015 г. исполнилось 60 лет С.Н. Измалкову — доктору медицинских наук, профессору, заведующему кафедрой травматологии, ортопедии и поликлинической хирургии института последипломного образования Самарского государственного медицинского университета, председателю Самарского регионального отделения Ассоциации травматологов и ортопедов России.

С.Н. Измалков родился в г. Куйбышеве в семье учителей. Вся трудовая деятельность Сергея Николаевича связана с СамГМУ, который он окончил с отличием в 1978 г. Последовательно прошел все этапы формирования врача, научного работника и преподавателя высшей медицинской школы — был клиническим, больничным ординатором, заведующим отделением травматологии, ассистентом, затем доцентом кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии. В 1986 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, в 1993 г. стал доктором медицинских наук.

С 1994 г. по настоящее время он является заведующим кафедры травматологии, ортопедии и поликлинической хирургии института последипломного образования (ИПО). С сентября 2002 г. по апрель 2014 г. работал директором ИПО, проректором СамГМУ по последипломному образованию и лечебной работе. Внес большой вклад в реализацию разработанной в университете концепции непрерывной подготовки высококвалифицированных врачебных кадров.

Более двадцати лет заведую кафедрой, С.Н. Измалков смог превратить ее в мощный научно-практический центр по подготовке врачей травматологов-ортопедов и поликлинических хирургов. Работа возглавляемой профессором С.Н. Измалковым кафедры имеет преимущественно практическую направленность, акцент в ней сделан на укрепление амбулаторно-поликлинической службы, внедрение современных медицинских технологий в повседневную врачебную практику.

Профессор С.Н. Измалков — врач высшей квалификационной категории, опытный клиницист, осуществляющий большой объем лечебной и консультативной помощи больным Самарской области.

Область научных интересов профессора С.Н. Измалкова: совершенствование технологий стабильного остеосинтеза, сухожильно-мышечная пластика, хирургическое лечение пациентов с травмами и заболеваниями позвоночника,

политравмой. Он является соавтором трех глав в Национальных руководствах по травматологии и ортопедии и по организации здравоохранения, автором трех монографий, 276 научных работ, 48 изобретений, защищенных патентами Российской Федерации. Десятки разработанных им способов диагностики и лечения патологии органов опоры и движения внедрены в повседневную практику травматологических отделений стационаров Самарской области и других регионов России.

С.Н. Измалков в течение пяти лет выполнял обязанности ученого секретаря Ассоциации травматологов и ортопедов России, в настоящее время является президентом Самарской областной Ассоциации врачей; председателем Самарского регионального отделения Ассоциации травматологов и ортопедов России; председателем Общественного совета при министерстве здравоохранения Самарской области; председателем Общественного совета по защите прав пациентов при Управлении Росздравнадзора по Самарской области; членом Совета Национальной медицинской палаты, заместителем председателя учебно-методической комиссии по травматологии и ортопедии Учебно-методического объединения по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов Минздрава России; членом Координационного комитета отделения Центральной аттестационной комиссии в Приволжском федеральном округе.

С.Н. Измалков — отличник здравоохранения РФ, заслуженный врач РФ, лауреат премии Правительства РФ, лауреат Губернской премии. Его трудолюбие, педагогическое мастерство, организаторский талант, искренность и доброжелательность в отношениях снискали заслуженное уважение коллег по работе, учащихся и пациентов.

От всей души поздравляем профессора С.Н. Измалкова с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.



## ВЛИЯНИЕ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ ИНФУЗИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНТИОКСИДАНТОВ–АНТИГИПОКСАНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПОЖИЛЫХ ПАЦИЕНТОВ ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИИ И ОПЕРАЦИИ В СВЯЗИ С ПЕРЕЛОМОМ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

В.Г. Васильков, В.Н. Маринчев, А.Ф. Карпов, Н.Г. Емелина

ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей» Минздрава России,  
ГБУЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи им. Г.А. Захарьина», Пенза, РФ

*В статье затронута проблема безопасности пациентов пожилого возраста с переломами бедра во время оперативного вмешательства. Различные виды анестезии (регионарная и общая) оказывают как прямое, так и опосредованное влияние на параметры гемодинамики. Обследовано 90 пациентов (средний возраст  $68,4 \pm 4,2$  года), которые разделены на две группы по виду анестезии: эпидуральная и общая на основе пропофола и севофлюрана с каудальным блоком. В каждой из групп для прединфузии перед выполнением анестезиологического пособия использовали различные инфузионные среды (раствор Рингера, рефортан 10%, мафусол, кардиоксипин). Объектом исследования являлась центральная гемодинамика. Оценивали следующие параметры: среднее артериальное давление, частоту сердечных сокращений, сердечный выброс и сердечный индекс, ударный объем и ударный индекс, общее периферическое сосудистое сопротивление. Показатели фиксировали на нескольких этапах анестезии и операции. Наименее выраженные изменения гемодинамики у пожилых пациентов с переломом бедренной кости во время анестезии и операции наблюдали при использовании общей анестезии на основе пропофола и севофлюрана с каудальным блоком ропивакаином и прединфузией кардиоксипином.*

Ключевые слова: перелом бедра, пожилые пациенты, операция, анестезия, гемодинамика, прединфузия, антиоксиданты-антигипоксанта.

### *Influence of Preoperative Antioxidant-Antihypoxant Infusion on the Indices of Central Hemodynamics in Elderly Patients during Anesthesia and Surgical Intervention for Femur Fracture*

V.G. Vasil'kov, V.N. Marinchev, A.F. Karpov, N.G. Emelina

Penza Institute for Advanced Medical Education, City Emergency Care Clinical Hospital  
named after G.A. Zakhar'in, Penza, Russia

*The problem of the safety of elderly patients at surgical intervention for femur fracture is broached. Different types of anesthesia (regional and general) exert both direct and indirect influence on hemodynamics parameters. Ninety patients (mean age  $68 \pm 4.2$  years) were divided into 2 groups depending on the type of anesthesia: epidural and general anesthesia based on propofol and sevoflurane with caudal block. In every group different infusion solutions (Ringer's solution, 10% Refortan, Mafusol, Cardioxipin) were used prior to anesthesia. The following parameters of central hemodynamics were studied: mean arterial pressure, heart rate, cardiac output and cardiac index, stroke volume index, total vascular resistance. The least changes in hemodynamics were observed when general anesthesia based on propofol and sevoflurane in combination with ropivacain caudal block and cardioxipin preinfusion were used.*

Key words: femur fracture, elderly patients, surgery, anesthesia, hemodynamics, preinfusion, antioxidants-antihypoxants.

**Введение.** Переломы проксимального отдела бедренной кости (шейки и вертельной области) составляют около 30% от всех переломов у лиц пожилого и старческого возраста [1–3]. Консолидация перелома при консервативном лечении наступает лишь у 20% пациентов, у 60% пострадавших формируется ложный сустав шейки и развивается асептический некроз головки бедра [2, 4]. В связи с этим основным и оптимальным методом лече-

ния является оперативный, при котором важную роль в результативности лечения играет анестезиологическое пособие [2, 4, 5]. Оперативное вмешательство при этом может быть выполнено под региональной, общей и комбинированной анестезией [4, 6, 7].

Интраоперационная гипотония является частой проблемой при спинальной и эпидуральной анестезии [8–10]. Один из способов борьбы с ней —

прединфузия, которая может проводиться различными препаратами: коллоидами, кристаллоидами и антиоксидантами-антигипоксантами (рефортан, мафусол и кардиоксипином и др.) [7, 10–12].

Учитывая недостаточную известность новых отечественных антиоксидантов-антигипоксантов, приводим их краткую фармакодинамическую характеристику.

**Мафусол** (международное непатентованное название калия хлорид+магния хлорид+натрия хлорид+натрия фумарат) — раствор для инфузии, содержащий натрия фумарат 14 г, натрия хлорид 6 г, калия хлорид 0,3 г, магния хлорид 0,12 г, воду для инъекций до 1 л. Это комбинированный препарат, который оказывает регидратирующее, антиагрегантное, антиоксидантное, диуретическое и дезинтоксикационное действие. Активирует адаптацию клетки к недостатку кислорода, быстро восполняет объем циркулирующей крови при гиповолемических состояниях, предотвращает дегидратацию тканей, уменьшает вязкость крови, улучшает ее реологические свойства, проявляет гемодинамический эффект. Показаниями к применению являются гиповолемические и гипоксические состояния различной этиологии (кровопотеря, шок, травма, интоксикация); также его используют в качестве компонента перфузионной системы для заполнения аппарата искусственного кровообращения [13].

**Кардиоксипин** (эмоксипин, метилэтилпиридинол) — ангиопротектор, антиоксидант, уменьшающий проницаемость сосудистой стенки и являющийся ингибитором свободнорадикальных процессов; тормозит агрегацию тромбоцитов, снижает общий индекс коагуляции, увеличивает время свертывания крови; повышает устойчивость мембран клеток кровеносных сосудов и эритроцитов к механической травме и гемолизу; улучшает микроциркуляцию. Препарат эффективно ингибирует свободнорадикальное окисление липидов биомембран, повышает активность антиоксидантных ферментов; стабилизирует цитохром P-450, обладает антиоксическим действием. В экстремальных ситуациях, сопровождающихся усилением перекисного окисления липидов и гипоксией, оптимизирует биоэнергетические процессы. Кардиоксипин редуцирует признаки церебральной гемодисфункции, повышает устойчивость мозга к гипоксии и ишемии. При нарушениях мозгового кровообращения (ишемических и геморрагических) способствует коррекции вегетативных дисфункций, облегчает восстановление интегративной деятельности мозга, улучшает мнестические функции. Наряду с этим он оказывает выраженное кардиопротекторное действие: расширяет коронарные сосуды, уменьшает ишемическое повреждение миокарда; при инфаркте миокарда ограничивает величину очага некроза, ускоряет репаративные процессы, способствует нормализации метаболизма миокарда; благоприятно влия-

ет на клиническое течение инфаркта миокарда, уменьшает частоту развития острой сердечной недостаточности; оптимизирует функционирование окислительно-восстановительной системы при недостаточности кровообращения. Кардиоксипин снижает проницаемость сосудистой стенки, вязкость и свертываемость крови, способность эритроцитов к склеиванию; усиливает процесс фибринолиза. Препарат защищает сетчатку глаза от повреждающего действия света высокой интенсивности, способствует рассасыванию внутриглазных кровоизлияний; при повышенном АД оказывает гипотензивный эффект. Кроме того, он эффективен при состояниях, сопровождающихся усилением перекисного окисления липидов [14].

Цель исследования: изучить влияние прединфузии мафусолом и кардиоксипином при эпидуральной анестезии и общей анестезии с каудальным блоком на центральную гемодинамику по сравнению с раствором Рингера и рефортаном у пожилых пациентов, оперированных по поводу перелома бедренной кости.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Мы обследовали 90 пациентов (58 женщин и 32 мужчины), средний возраст которых составил  $68,4 \pm 4,2$  года. Все пациенты имели различную сопутствующую патологию. Чаще всего — 88% наблюдений — диагностировали сердечно-сосудистую патологию (ИБС, постинфарктный и атеросклеротический кардиосклероз, стенокардия, гипертоническая болезнь, аритмии), значительно реже — заболевания желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь желудка или двенадцатиперстной кишки, хронический гастрит, хронический панкреатит, хронический холецистит) — 22%, патологию дыхательных путей (хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма) — 17%, 15% пациентов имели хроническое нарушение мозгового кровообращения и другие виды цереброваскулярной патологии, 10,4% обследованных страдали ожирением, 6% — сахарным диабетом.

Операционно-анестезиологический риск по ASA соответствовал II–III степени.

Все пациенты были обследованы по программе, принятой в клинике: общий анализ крови и мочи, биохимический анализ крови (мочевина, креатинин, общий белок, глюкоза, билирубин, АлАТ, АсАТ, щелочная фосфатаза), анализ на группу крови и резус-фактор, рентгенография органов грудной клетки, УЗИ вен нижних конечностей, консультация специалистов по профилю сопутствующей патологии.

Операции выполняли на 2–3-й день после травмы. Всем больным был проведен блокирующий интрамедуллярный остеосинтез (БИОС) бедра.

Для премедикации использовали атропин 0,1% 0,5 мл, промедол 2% 1 мл.

Все обследованные были разделены на две группы. В первой группе ( $n=40$ ) выполняли эпидураль-

ную анестезию препаратом ропивакаин 0,75% в дозе 2–2,5 мг/кг на уровне Th12–L1 с использованием катетера. Во второй группе ( $n=50$ ) применяли комбинированную анестезию: эндотрахеальный наркоз с использованием пропофола 2 мг/кг, севофлюрана 1,5–2 об.%, каудальный блок (доступ в эпидуральное пространство через Hiatus sacralis) ропивакаином 0,5% в дозе 1,5–2 мг/кг.

Каждая группа была разделена на несколько подгрупп по 10 человек. В первой группе выделены 4 подгруппы: контрольная (без прединфузии), подгруппы, где для прединфузии использовали раствор Рингера (5–8 мл/кг), рефортан 10% (5–8 мл/кг) и мафусол (5–8 мл/кг).

Вторая группа состояла из 5 подгрупп: контрольной (без прединфузии) и подгрупп с прединфузией раствором Рингера (5–8 мл/кг), рефортаном 10% (5–8 мл/кг), мафусолом (5–8 мл/кг) и кардиоксипином (2–3 мл/кг).

На каждом этапе у всех пациентов регистрировали параметры центральной гемодинамики: сердечный индекс (СИ), сердечный выброс (СВ), ударный объем (УО), ударный индекс (УИ), общее периферическое сопротивление (ОПСС), среднее АД ( $AD_{cp}$ ), частоту сердечных сокращений (ЧСС) неинвазивным методом с использованием кардиомонитора «Тритон».

Этапы исследования: I этап — до анестезии (исходные показатели), II этап — после прединфузии (скорость прединфузии 6–8 мл/мин), III — через 5–7 мин после выполнения анестезиологического пособия, IV — основной этап операции (через 1–1,5 ч от начала операции), V — период восстановления (через 1 ч после окончания оперативного вмешательства).

Учитывая возраст пациентов, повышенную чувствительность их сердечно-сосудистой системы к волемической нагрузке, объем и скорость прединфузии были минимальными.

Статистическую обработку проводили с использованием компьютерной программы Statistica 6.0. Для сравнения среднеарифметических показателей в группах использовали критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p<0,05$ .

#### Влияние прединфузии на параметры центральной гемодинамики (II этап)

| Подгруппа                         | $n$ | $AD_{cp}$ ,<br>мм рт. ст. | ЧСС в 1 мин    | СИ,<br>л/мин/м <sup>2</sup> | СВ,<br>л/мин   | УО,<br>мл      | УИ,<br>мл/м <sup>2</sup> | ОПСС,<br>дин·с/см <sup>5</sup> ·м <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|-----|---------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|--------------------------|------------------------------------------------|
| До прединфузии                    | 90  | 105,3                     | 96,6           | 3,5                         | 5,94           | 68,2           | 36,6                     | 1419                                           |
| Прединфузия:<br>раствором Рингера | 20  | 97,7<br>(92,8*)           | 96,4<br>(99,8) | 3,3<br>(94,3)               | 5,8<br>(97,6)  | 64,7<br>(94,9) | 34,1<br>(93,2)           | 1398<br>(98,5)                                 |
| рефортаном 10%                    | 20  | 101,8<br>(96,7)           | 91,4<br>(94,6) | 3,5<br>(100)                | 5,9<br>(99,3)  | 67,7<br>(99,3) | 36,4<br>(99,5)           | 1373<br>(96,7)                                 |
| мафусолом                         | 20  | 98,7<br>(93,7*)           | 92,3<br>(95,5) | 3,45<br>(98,6)              | 5,81<br>(97,8) | 66,5<br>(97,5) | 35,2<br>(96,2)           | 1291<br>(91,0*)                                |
| кардиоксипином                    | 10  | 102,5<br>(97,3)           | 91,2<br>(94,4) | 3,42<br>(97,7)              | 5,7<br>(95,6)  | 67,1<br>(98,4) | 33,5<br>(91,5)           | 1364<br>(96,1)                                 |

Примечание. В скобках указан процент от значения исходного показателя. \* —  $p<0,05$  по сравнению с исходными данными.

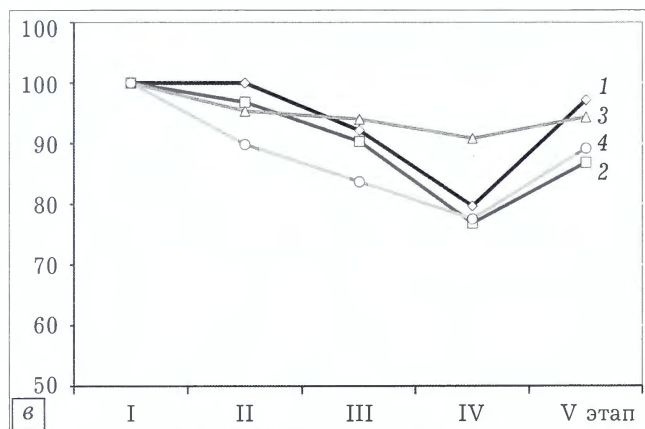
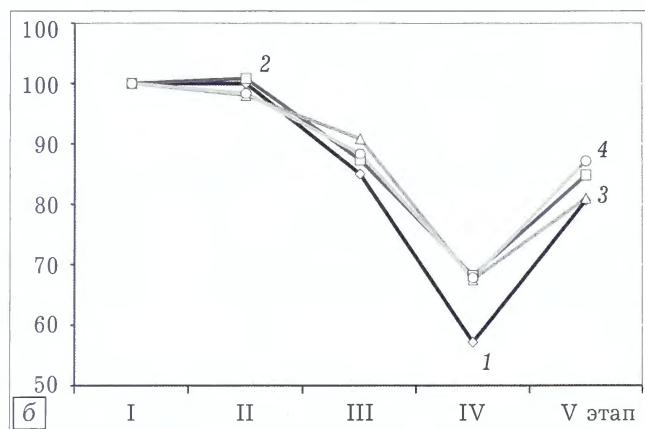
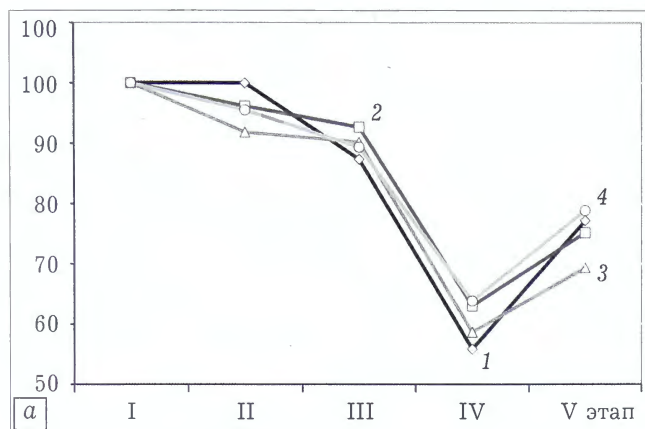
#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

До анестезии (I этап) у всех пациентов имелись отклонения от возрастной нормы показателей гемодинамики, связанные с травмой, стрессом и сопутствующей сердечно-сосудистой патологией: повышение  $AD_{cp}$ , тахикардия, нарушение сердечного ритма, повышение ОПСС, снижение СВ — эти отклонения носили умеренный характер (10–15% от возрастной нормы) и свидетельствовали об умеренном напряжении системы кровообращения, развившемся в ответ на травму, стресс, боль и т.д. (см. таблицу).

После прединфузии (II этап) раствором Рингера произошло незначительное снижение исходно повышенных показателей гемодинамики (тенденция к нормодинамии). В других подгруппах с прединфузией рефортаном и мафусолом изменения гемодинамики немногим отличались от предыдущей, однако при прединфузии мафусолом произошло значительное понижение ОПСС — на 9% ( $p<0,05$ ; см. таблицу).

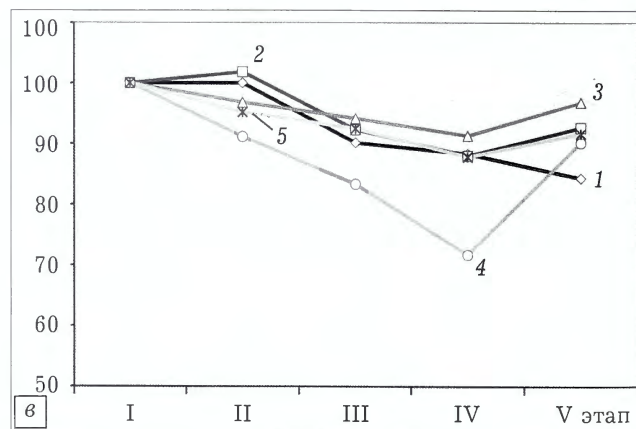
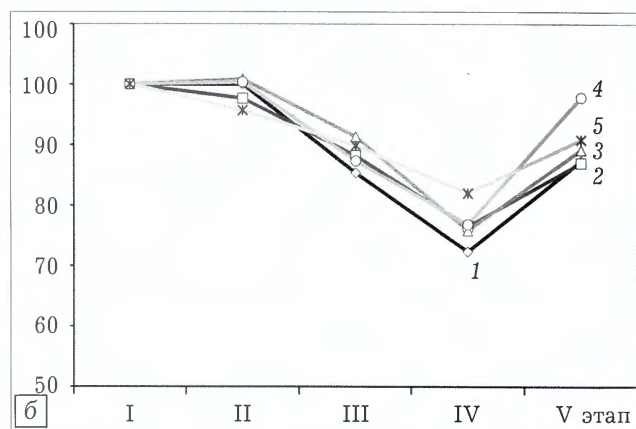
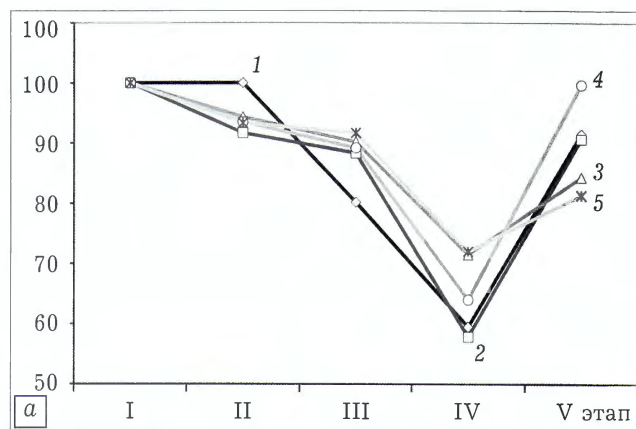
При анализе данных, полученных на III этапе исследований (после выполнения эпидуральной анестезии) существенных различий в подгруппах с прединфузией по сравнению с контрольной отмечено не было (рис. 1, см. таблицу). У пациентов в подгруппе без прединфузии  $AD_{cp}$  снизилось на 12,6%, СВ — на 15%, ОПСС — на 7,9% ( $p<0,01$ ), в подгруппе с прединфузией раствором Рингера и рефортана  $AD_{cp}$  снизилось на 7,3 и 9,9%, СВ — на 12,6 и 9,1%, ОПСС — на 9,7 и 6% соответственно, в подгруппе с прединфузией мафусолом — на 10,6, 11,7 и 16,3% соответственно ( $p<0,02$ ).

Во время основного этапа операции (IV этап) значительные изменения гемодинамики констатировали во всех подгруппах. Они характеризовались переходом гемодинамики от нормодинамического типа к гиподинамическому, объясняющимся кровопотерей и максимальным развитием симпатической блокады при эпидуральной анестезии. В контрольной подгруппе наблюдали максимальное снижение показателей гемодинамики,  $AD_{cp}$  по сравнению с исходным показателем снизилось на 44,2%, СИ и СВ — на 42,5 и 42,9%, УО и УИ — на 31,2 и 34,5% соответственно, а ОПСС на 20,4% ( $p<0,05$ ).



**Рис. 1.** Динамика АД<sub>ср</sub> (а), СВ (б) и ОПСС (в) в ходе наблюдения при эпидуральной анестезии (% от исходного). 1 — контроль, 2 — рингер, 3 — рефортан, 4 — мафусол.

В подгруппе с прединфузией раствором Рингера наблюдали меньшее снижение эффективности работы сердечно-сосудистой системы: АД<sub>ср</sub> уменьшилось на 37%, СИ и СВ — на 38,4 и 31,8%, УО и УИ — на 26,5 и 34% соответственно, ОПСС — на 23,1% ( $p < 0,05$ ). При использовании прединфузии рефортаном констатировали снижение АД<sub>ср</sub> на 41%, СИ и СВ — на 33,7 и 32,5%, УО и УИ — на 25,8 и 28,5% соответственно, ОПСС — на 9,2% ( $p < 0,05$ ). У пациентов с прединфузией мафусолом изменения гемодинамики были менее выраженными: снижение АД<sub>ср</sub> произошло лишь на 36,1%, СИ и СВ — на 33,1 и 32,1%, УО и УИ — на 32,7 и 36,5% соответственно, ОПСС — на 22,5% ( $p < 0,05$ ).



**Рис. 2.** Динамика АД<sub>ср</sub> (а), СВ (б) и ОПСС (в) в ходе наблюдения при общей анестезии с каудальным блоком (% от исходного).

1 — контроль, 2 — рингер, 3 — рефортан, 4 — мафусол, 5 — кардиоксипин.

В период восстановления (V этап) показатели гемодинамики во всех подгруппах стремились к нормальным, однако были несколько ниже исходных (см. рис. 1). В контрольной подгруппе АД<sub>ср</sub> имело тенденцию к нормализации, но по сравнению с начальным оставалось ниже на 22,8%, СИ и СВ были снижены на 22,2 и 19,4%, УО и УИ — на 16 и 16,8% соответственно ( $p < 0,05$ ). В подгруппе с прединфузией раствором Рингера показатели существенно не отличались от таковых в контрольной подгруппе; СИ и СВ оказались снижены лишь на 14,8 и 15,2% относительно исходного уровня ( $p < 0,05$ ), что было на 4,2–7,4% выше, чем

в контрольной группе и может быть расценено как положительный результат по сравнению с контролем. Значения параметров в подгруппах с прединфузией рефортаном и мафусолом были сопоставимы с показателями подгруппы раствора Рингера (СИ, стремясь к нормализации, был ниже исходного уровня на 20 и 13%, УО — на 13 и 16,7%, ОПСС — на 5,6 и 10,9% соответственно,  $p < 0,05$ ), что также считаем оптимальным результатом (см. рис. 1).

Во второй группе после выполнения анестезиологического пособия (III этап) значительных колебаний гемодинамики в подгруппах с прединфузией не выявлено (динамика показателей не превышала 10% от исходных), тогда как в контрольной подгруппе регистрировали самые значительные изменения: АД<sub>ср</sub> снизилось на 19,9%, СВ — на 14,7%, ОПСС — на 10% ( $p < 0,02$ ; рис. 2). В подгруппах с прединфузией раствором Рингера и рефортана 10% АД<sub>ср</sub> снизилось лишь на 11,6 и 9,9%, СВ — на 11 и 8,4%, ОПСС — 7,6 и 5,8% соответственно ( $p < 0,002$ ), в подгруппах с прединфузией мафусолом и кардиоксином — на 10,8 и 8,3%, 12,7 и 10,2%, 16,6 и 7,5% соответственно ( $p < 0,01$ ). В ходе основного этапа (IV) в контрольной подгруппе отмечалось максимальное снижение АД<sub>ср</sub> — на 40,5%, СИ и СВ уменьшились на 31,5 и 27,6%, УО и УИ — на 12,7 и 14,4% соответственно, ОПСС — на 11,6%, т. е. гемодинамика стала соответствовать гиподинамическому типу. В подгруппах с прединфузией центральная гемодинамика была значительно стабильнее, особенно в подгруппе с прединфузией кардиоксином: АД<sub>ср</sub> снизилось лишь на 28% от исходного, СВ, УО и ОПСС — на 18, 13,5 и 8,3% соответственно ( $p < 0,05$ ).

В подгруппах с прединфузией раствором Рингера, рефортаном и мафусолом имелись следующие изменения в гемодинамике: снижение АД<sub>ср</sub> на 42,1, 28,5 и 34% соответственно (см. рис. 2, а). Выраженность уменьшения показателей СИ и СВ в этих подгруппах варьировала от 23 до 26%, УО и УИ — от 13 до 15% (см. рис. 2, б), наиболее значимое снижение ОПСС наблюдали в подгруппе с прединфузией мафусолом — на 28,3% от исходного ( $p < 0,05$ ; см. рис. 2, в). В период восстановления (V этап) показатели гемодинамики в этих подгруппах характеризовались стремлением к исходным значениям. При этом в подгруппах с прединфузией раствором Рингера и рефортаном изменения колебались в пределах от 10 до 15%, а в подгруппе с прединфузией мафусолом — от 6 до 10% по сравнению с исходным уровнем ( $p < 0,05$ ; см. рис. 2).

В подгруппе с применением кардиоксилина после прединфузии изменения показателей гемодинамики не превышали 5% от исходного уровня. В течение основного периода в этой подгруппе произошло снижение АД<sub>ср</sub> на 28% от исходного уровня, ЧСС на 20,3%, СИ и СВ на 18 и 18,2% соответственно, УО и УИ на 13,5 и 13,2%, ОПСС на 12,2%

( $p < 0,05$ ), т. е. гемодинамика соответствовала нормодинамическому типу. В период восстановления показатели гемодинамики были сопоставимы с исходными.

В целом более стабильные показатели гемодинамики на всех этапах исследования отмечались у пациентов второй группы, где была использована комбинированная анестезия.

Таким образом, наименее выраженные изменения гемодинамики у пожилых пациентов с переломом бедра во время анестезии и операции наблюдали при использовании общей анестезии на основе пропофола и севофлюрана с каудальным блоком ропивакаином и прединфузией кардиоксином, что, по-видимому, объясняется более эффективной анестезиологической защитой и более выраженными антиоксидантными, антигипоксантами и гемодинамическими эффектами. Проведенные исследования убедительно показали, что каудальный блок вызывает менее выраженную гипотонию по сравнению с эпидуральной анестезией в поясничном отделе.

## ВЫВОДЫ

1. Прединфузия является физиологичным и эффективным способом профилактики артериальной гипотонии и других гемодинамических нарушений в периоперационном периоде при использовании эпидуральной и общей анестезии у пожилых пациентов с переломом бедренной кости.
2. Прединфузия кардиоксином (2–3 мл/кг) является наиболее эффективным методом профилактики интраоперационной гипотонии у анализируемой группы пациентов.
3. Применение антигипоксантов–антиоксидантов — эффективная мера профилактики сердечно-сосудистых нарушений как во время операции, так и в раннем послеоперационном периоде.
4. Комбинированный метод анестезии на основе пропофола и севофлюрана с каудальным блоком, с точки зрения показателей гемодинамики, является более безопасным методом обезболивания у пожилых пациентов по сравнению с эпидуральной анестезией.

## ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES |

1. Овечкин А.М., Свиридов С.В. Послеоперационная боль и обезболивание: современное состояние проблемы. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2006; 1 (3): 61–8 [Ovechkin A.M., Sviridov S.V. Postoperative pain and anesthesia: current state of a problem. Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli. 2006; 1 (3): 61–8 (in Russian)].
2. Трубников В.Ф. Травматология и ортопедия. Киев: Вища школа; 1986: 32–5 [Trubnikov V.F. Traumatology and orthopaedics. Kiev: Vishcha shkola; 1986: 32–5 (in Russian)].
3. Фролькис В.В. Старение и увеличение продолжительности жизни. Л.: 1998: 187–8 [Frol'kis V.V. Senescence and increase life expectancy. Leningrad: 1998: 187–8 (in Russian)].
4. Бабаянц А.В. Выбор метода нейроаксиальной блокады при операциях тотального эндопротезирования

- тазобедренного сустава у больных пожилого возраста: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.: 2009: 28–31 [Babayants A.V. Choice of neuroaxial blockade method at total hip arthroplasty in elderly patients. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2009: 28–31 (in Russian)].
5. Бунятян А.А., Рябов Г.А., Маневич А.З. Анестезиология и реаниматология. М.; 2004: 163–264 [Bunyatyan A.A., Ryabov G.A., Manevich A.Z. Anesthesiology and reanimatology. Moscow; 2004: 163–264 (in Russian)].
  6. Critchley L. A. H., Stuart J. C., Short T. G., Gin T. Haemodynamic effects of subarachnoid block in elderly patients. Br. J. Anaesth. 2004; 73: 464.
  7. Васильков В.Г., Маринчев В.Н., Карпов А.Ф., Емелина Н.Г. Эффект мафусола на центральную гемодинамику у травматологических больных пожилого возраста. В кн.: Материалы XI научно-практической конференции с международным участием «Безопасность больного в анестезиологии и реанимации». Ташкент; 2013: 31–2 [Vasil'kov V.G., Marincev V.N., Karpov A.F., Emelina N.G. Influence of Mafusol on central hemodynamics in elderly traumatologic patients. In: Safety of a patient in anesthesiology and resuscitation: Proc. XI Scient.-Pract. Conf. with Int. Participation. Tashkent, 2013: 31–2 (in Russian)].
  8. Jin F., Harlock A. Minimizing perioperative adverse events in the elderly. Br. J. Anaesth. 2001; 87: 608–24.
  9. Глумчер Ф.С., Трещинский А.И., ред. Руководство по анестезиологии: Учебное пособие. Киев: Медицина; 2008: 147, 201 [Glumcher F.S. Treshchinskiy A.I., ed. Manual on anesthesiology: Textbook. Kiev: Meditsina; 2008: 147, 201 (in Russian)].
  10. Haider H.Kh., Ashraf M. Preconditioning and stem cell survival. J. Cardiovasc. Transl. Res. 2010; 3: 1–3.
  11. Светлов В.А., Зайцев А.Ю., Козлов С.П. Сбалансированная анестезия на основе регионарных блокад: стратегия и тактика. Анестезиология и реаниматология. 2006; 4: 4–12 [Svetlov V.A., Zaitsev A.Yu., Kozlov S.P. Balanced regional anesthesia based on regional blockades: strategy and tactics. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2006; 4: 4–12 (in Russian)].
  12. Евдокимов Е.А., Лихванцев В.В., Виноградов В.Л. Безопасность больного в анестезиологии. Анестезиология и реаниматология. 2009; 3: 4–8 [Yevdokimov Ye. A., Likhvantsev V.V., Vinogradov V.L. A patient's safety in anesthesiology. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2009; 3: 4–8 (in Russian)].
  13. Лубнин А.Ю., Салалыкин В.И. Особенности предоперационной подготовки и анестезиологического обеспечения нейрохирургических больных. Российский медицинский журнал. 2002; 4: 49–50 [Lubnin A.Yu., Salalykin V.I. Peculiarities of preoperative management and anesthesiologic provision of neurosurgical patients. Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal. 2002; 4: 49–50 (in Russian)].
  14. Электронная энциклопедия лекарств. «Регистр лекарственных средств России». <http://www.rlsnet.ru> [Electronic Encyclopedia of Drugs. "Register of drugs in Russia". Available at: <http://www.rlsnet.ru>].

**Сведения об авторах:** Васильков В.Г. — доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи Пензенского института усовершенствования врачей; Маринчев В.Н. — канд. мед. наук, доцент той же кафедры; Карпов А.Ф. — врач анестезиолог-реаниматолог, зав. отделением анестезиологии-реанимации ГКБ СМП им. Г.А. Захарьина; Емелина Н.Г. — врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации ГКБ СМП им. Г.А. Захарьина.

**Для контактов:** Емелина Наталия Геннадиевна. 440066, Пенза, ул. Стасова, д. 8а. Тел.: +7 (908) 529–45–98. E-mail: emelinang@mail.ru.

### 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.»

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНОГО ПО ОБЪЕМУ ПОВРЕЖДЕНИЯ СПИННОГО МОЗГА КРЫСЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННЫХ ФУНКЦИЙ (ЧАСТЬ 1)

С.П. Миронов, С.В. Колесов, Г.А. Степанов, М.Л. Сажнев,  
С.П. Губин, Ю.В. Иони, В.Г. Мотин, А.А. Пантелеев

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»  
Минздрава России, ФГБУН «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова» РАН, Москва, РФ

*В статье представлен метод моделирования различного по объему повреждения спинного мозга для изучения возможностей его регенерации. Работа проведена на 80 лабораторных крысах, разделенных на 5 групп в зависимости от объема наносимого повреждения. Разработан оригинальный инструмент с ограничителями для нанесения точного, дозированного по объему повреждения спинного мозга лабораторного животного. Степень восстановления функций оценивали на основании результатов регистрации вызванных потенциалов области коры головного мозга и данных шкалы тяжести повреждения BBB. Показатели в группах были распределены однородно, что указывает на состоятельность и воспроизводимость разработанной модели неполного пересечения спинного мозга.*

**Ключевые слова:** спинной мозг, повреждение, двигательная активность, вызванные потенциалы.

### *Modeling of a Different Volume Spinal Cord Injury in Rats and Methods for Evaluation of Lost Functions Restoration*

S.P. Mironov, S.V. Kolesov, G.A. Stepanov, M.L. Sazhnev,  
S.P. Gubin, Yu.V. Ioni, V.G. Motin, A.A. Panteleev

Central Institute of Traumatology and Orthopaedics named after N.N. Priorov;  
Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, Moscow, Russia

*The method for modelling of a different volume spinal cord injury to study potentialities for its regeneration is presented. The work was performed on 80 laboratory rats divided into 5 groups according to the volume of inflicted injury. Original instrument with restrictors for the infliction of the accurate and measured by volume spinal cord injuries was elaborated. The degree of function restoration was evaluated by the results of visual assessment of the movements in animals' hind paws, records of induced potentials of the cerebral cortex region and by BBB scale. In every separate group the obtained indices were distributed uniformly that indicated justifiability and reproducibility of the elaborated model of incomplete spinal cord injury.*

**Key words:** spinal cord, injury, motor activity, injury, motor activity, induced potentials.

**Введение.** Проблема регенерации спинного мозга при его повреждении и дефектах сегодня является одной из наиболее актуальных и требующих комплексного решения. Всевозможные микрохирургические операции, направленные на прямое сшивание концов спинного мозга или использование аутоневральной пластики, не приводят к желаемому эффекту — восстановлению проводимости путей спинного мозга.

Попытки создания экспериментальной модели повреждения спинного мозга предпринимались неоднократно. Ehrlich и Brieger в 1884 г. впервые показали, что сдавление брюшной аорты у кроликов в течение 1 ч вызывает поражение серого вещества спинного мозга [1]. Известен метод моделирования травмы спинного мозга по Allen, при

котором после предварительной анестезии у животных обнажают спинной мозг и травмируют его падающим предметом определенной массы [2]. В настоящее время наиболее широко применяются методики контузионного и компрессионного повреждения, а также хирургического пересечения, так как с их помощью можно добиться нарушения проведения нервных импульсов по спинному мозгу в полном объеме.

Контузионная модель наиболее применима при необходимости изучения патофизиологии вторичного повреждения, так как она обеспечивает повреждение разной степени тяжести с соответствующими нарушениями двигательных и сенсорных функций при сохранении структурной целостности тканей. Для реализации этой модели в

последние годы было разработано несколько устройств, позволяющих довольно точно контролировать объем повреждения. Часто используется методика с падающим грузом, подразумевающая применение устройства New York University (NYU)/MASCIS или его аналогов, преимущество которой заключается в наличии специальной системы оценки силы удара, а также характеристики поверхности спинного мозга при ударе, что позволяет более точно контролировать параметры повреждения [3]. Существуют и другие методики, при которых механическое воздействие контролируется датчиками давления на ткани спинного мозга [4, 5].

Компрессионная модель имитирует устойчивое сдавление спинного мозга при сужении позвоночного канала. Для достижения компрессионного эффекта применяются хирургические клипсы с установленной силой компрессии, модифицированные пинцеты, а также устройства для контролируемой пневматической компрессии. Наиболее воспроизводимых результатов удается добиться при использовании пневматических устройств, которые обеспечивают достаточно высокую точность моделирования компрессионных повреждений и дают возможность контролировать биомеханические параметры повреждения (сила, скорость компрессии, степень смещения ткани и др.) [6, 7].

Недостатками описанных моделей являются малодоступность устройств [8], а также невозможность оценки повреждения спинного мозга с нарушением непрерывности его структуры.

Наиболее доступными и часто используемыми способами повреждения спинного мозга являются полное пересечение, фокальная миелотомия, дорсальная или латеральная гемисекция, резекция и аспирационные нарушения целостности нервной ткани спинного мозга. Преимущество данных методов заключается в достоверном полном нарушении структурной непрерывности аксонов в зоне вмешательства, что важно при исследовании регенерационных возможностей ткани спинного мозга, так как на практике такие повреждения высоко вероятны. Кроме того, они обеспечивают условия для изучения механизмов, которые препятствуют регенерации нервной ткани ЦНС в зоне механического повреждения; позволяют оценить степень последующих утраты и восстановления функций соответствующих путей проведения.

При пересечении спинного мозга создаются идеальные условия для изучения регенеративных процессов. Так, например, в работе [9] после частичного пересечения (фокальная миелотомия на уровне С4) для оценки координации движений передних конечностей у лабораторных крыс применяли поведенческие тесты. Одностороннее пересечение отдельно взятых спинальных путей проведения на одном уровне с последующим электромеханическим тестированием использу-

ется для исследования локомоторных и сенсорных нарушений, а также компенсаторного восстановления [10]. Альтернатива одностороннему пересечению — более полное дорсовентральное или вентродорсальное пересечение [11]. Недавно разработанная экспериментальная установка вибро-нож (VibraKnife) позволяет с высокой точностью выполнять миелотомии и дорсальные гемисекции, которые вызывают строго определенные сенсомоторные нарушения [8, 12]. Однако высокая стоимость и малодоступность установки значительно ограничивают возможности ее применения.

Целью настоящего исследования было разработать модель дозированного повреждения спинного мозга лабораторных животных для изучения возможностей регенерации спинного мозга.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на 80 лабораторных самках крыс породы Вистар массой тела 220–260 г. Эксперименты выполняли в соответствии с «Рекомендациями комитета по этике, проводящего экспертизу биомедицинских исследований» (ВОЗ, 2000) и «Директивами Европейского сообщества» (86-609 ЕЕС). В зависимости от объема повреждения животные были разделены на 5 групп по 16 животных: 1-я группа — пересечение 50% спинного мозга; 2-я группа — пересечение 80–90% спинного мозга; 3-я группа — полное пересечение спинного мозга (плотный контакт поврежденных концов спинного мозга); 4-я группа — резекция сегмента спинного мозга длиной 1 см; 5-я группа — полное пересечение с отсутствием контакта в зоне повреждения (концы спинного мозга в зоне повреждения разведены).

*Ход операции.* Все операции осуществлялись одной хирургической бригадой с использованием оптического микроскопа Carl Zeiss и микрохирургического инструментария. Для наркоза применяли золетил 100 в дозе 0,1 мл. Разрез кожи выполняли в проекции остистых отростков позвонков в грудном отделе позвоночника от Th6 до Th8 с помощью скальпеля, доступ к позвончику — с помощью микрохирургических ножниц. Необходимый уровень оперативного вмешательства определяли пальпаторно по соответствующим ребрам. Для визуализации спинного мозга и доступа к нему кусачками проводили ламинэктомию в проекции Th6–Th7. Затем рассекали ткани спинного мозга в грудной части (pars thoracica) при помощи скальпеля и специального инструмента, разработанного для дозированного повреждения спинного мозга. Инструмент снабжен двумя ограничителями, позволяющими наносить травму в объеме 50 и 80–90% соответственно (рис. 1). По данным [13], диаметр спинного мозга крысы в рассматриваемом сегменте составляет 5 мм. Руководствуясь этими данными, ограничитель А сделали так, чтобы он обеспечивал разрез глубиной 2,5 мм, что соответ-

ствует 50% диаметра спинного мозга, ограничитель В — 4 мм, что соответствует 80% указанного диаметра.

Ведение животных в послеоперационном периоде осуществляли в условиях, способствовавших наиболее эффективному восстановлению. Крыс содержали в оптимальных температурных условиях (27–28°C), обеспечивали доступ к еде и воде в необходимых количествах, восполняли кровопотерю путем введения физиологического раствора, в течение первых 3–4 сут после операции проводили антибиотикотерапию ветбицином (2 мл), обработку послеоперационной раны спреем тетрациклинов. Кроме того, осуществляли массаж и мануальную экскурсию мочевого пузыря с целью его опорожнения и профилактики застойных явлений и инфекционных осложнений.

Для определения степени восстановления функций использовали следующие методы:

- шкалу тяжести повреждения BBB (Basso, Beattie and Bresnahan) для объективной визуальной оценки уровня неврологических расстройств и функционального исхода повреждения [14];
- регистрацию вызванных потенциалов области коры головного мозга с помощью специального оборудования.

Исследования проводили до операции, непосредственно после операции, а также на 14-е сутки после вмешательства;

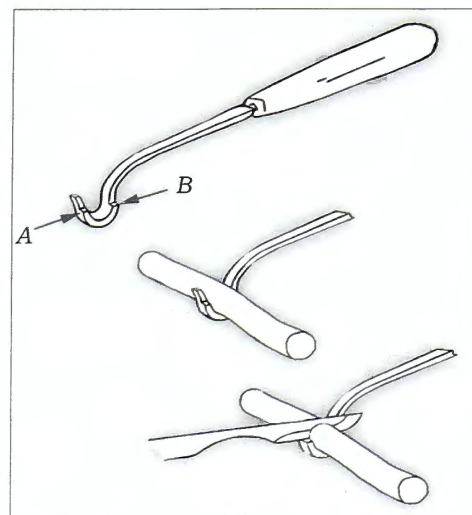
Оценка неврологического статуса при помощи шкалы BBB заключалась в визуальном анализе поведения животного и степени нарушения двигательных функций нижних конечностей в послеоперационном периоде сторонними наблюдателями, не имеющими информации о степени тяжести повреждения спинного мозга у крысы [14]. Шкала предусматривает оценку движений в диапазоне от 0 (отсутствие движений) до 21 (передвижение без нарушений) баллов, при этом оценка от 0 до 7 баллов свидетельствует о наличии движений в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах; от 8 до 13 — о постановке лап и координации движений; от 14 до 21 — о стабильности корпуса и балансировке хвоста.

Регистрирующий игольчатый электрод для получения соматосенсорных вызванных потенциалов устанавливали в череп животного в область проекции сенсомоторной коры, а стимулирующий — в область мышц сгибателей бедра. Стимуляцию проводили при помощи изолированного стимулятора постоянным током в соответствии со следующими параметрами: сила тока 3 мА, продолжительность стимула 20 мс, частота 0,5 Гц.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения MATLAB и



**Рис. 1.** Инструмент для дозированного повреждения спинного мозга с ограничителями. Объяснения в тексте.



StatSoft STATISTICA 8.0. Для определения статистической значимости использовали тест Краскела — Уоллиса и *U*-тест Манна — Уитни. Критический уровень статистической значимости в данном исследовании был принят равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Выживаемость животных напрямую коррелировала с тяжестью повреждения спинного мозга. Среди крыс с пересеченным на 50% спинным мозгом показатель выживаемости составил 81,3% (13 из 16 животных). Во 2, 3 и 4-й группах выживаемость животных в 1-е сутки после вмешательства составила соответственно 63% (10 из 16), 69% (11 из 16) и 50% (8 из 16). В группе с разведенными концами полностью пересеченного спинного мозга выжило 9 (56%) животных.

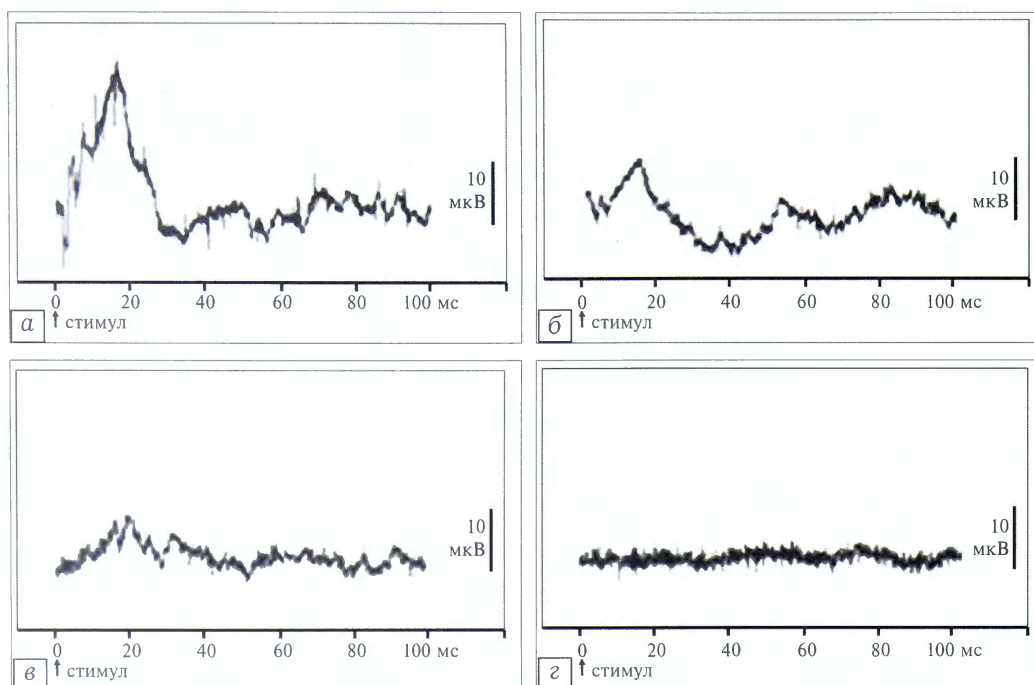
Выживаемость животных к концу 2-й недели эксперимента также соответствовала степени повреждения. В 1-й группе выжили все кроме одного животного. Во 2, 3, 4 и 5-й группах выжили соответственно 8, 8, 5 и 3 крыс. Наиболее вероятной причиной смерти животных являлся острый воспалительный процесс, осложненный инфекцией мочевыводящих путей.

Результаты комплексной оценки состояния животных в 1-е и 14-е сутки после операции представлены в таблице. В 1-е сутки умеренно выраженные движения в задних конечностях определялись только в 1-й группе, где, согласно критерию

*Результаты оценки состояния животных на разных сроках наблюдения*

| Группа | Амплитуда вызванных потенциалов, мкВ |            | Оценка по шкале BBB, баллы |            |
|--------|--------------------------------------|------------|----------------------------|------------|
|        | 1-е сутки                            | 14-е сутки | 1-е сутки                  | 14-е сутки |
| 1-я    | 5,5±3,7                              | 8,9±4,4*   | 2,7±2,1                    | 4,6±3,3*   |
| 2-я    | 1,8±1,1                              | 3,0±0,9*   | 1,1±0,7                    | 2,2±1,5*   |
| 3-я    | —                                    | 1,2±0,8*   | 0,5±0,4                    | 0,7±0,3    |
| 4-я    | —                                    | —          | —                          | —          |
| 5-я    | —                                    | —          | —                          | —          |

\*  $p < 0,05$



**Рис. 2.** Репрезентативные кривые вызванных потенциалов в сенсомоторной области коры крысы в ответ на стимуляцию мышц задней лапы.

а — до пересечения спинного мозга,  
б — сразу после пересечения 50% спинного мозга,  
в — 80% спинного мозга,  
г — после полного пересечения спинного мозга (сигнал отсутствует).

ям шкалы BBB, регистрировали умеренные движения в двух или более крупных суставах (чаще всего в тазобедренном и коленном). Во 2-й группе у большинства животных были выявлены слабые или умеренно выраженные движения только в одном крупном суставе и у некоторых животных — слабые движения во втором суставе. У животных остальных групп движения в нижних конечностях практически не определялись.

Регистрируемые потенциалы в 1-е сутки после операции демонстрировали значительное снижение амплитуды, что соответствовало механическому нарушению целостности проводящих путей. Репрезентативные графики кривых вызванных потенциалов представлены на рис. 2. Значение средней по выборке исходной амплитуды вызванных потенциалов составило  $41,7 \pm 7,5$  мкВ, при этом статистически значимых различий между группами выявлено не было. В 1-й группе снижение амплитуды составило в среднем  $86,5 \pm 3,7\%$ , во 2-й —  $95,6 \pm 4,7\%$ , в остальных группах потенциал практически не вызывался.

На 14-е сутки после операции движения различной степени выраженности в задних конечностях животных определялись только в первых трех группах. При этом в 1-й группе у всех животных отмечались выраженные движения в задних конечностях и у большинства животных — движения во всех трех крупных суставах с периодическими попытками переставлять конечность, что соответствует 4–8 баллам по шкале BBB. В группе с пересечением 80% спинного мозга у всех животных имели место умеренные движения в двух или более крупных суставах. При полном пересечении спинного мозга у части животных определялись только слабые движения в одном крупном суставе. В остальных двух группах у выживших животных движений в задних конечностях по-прежнему не

отмечалось. По результатам регистрации вызванных потенциалов установлено, что их средняя амплитуда несколько увеличилась в 1-й и 2-й группах (на 7,7 и 2,8% соответственно), а также появились слабые регистрируемые потенциалы у некоторых животных в группе со 100% пересечением ( $p < 0,05$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Задачей проведенной экспериментальной работы было разработать модель механического повреждения спинного мозга, которая могла бы быть использована при дальнейших исследованиях восстановления функций, утраченных в результате повреждения спинного мозга. Была отработана методика хирургического доступа к спинному мозгу животных посредством ламинэктомии с последующим его пересечением при помощи специального инструмента, задающего определенный объем повреждения. Такой подход обеспечил высокую воспроизводимость результатов различного по объему повреждения спинного мозга.

Использованные в ходе работы методы оценки (шкала BBB, регистрация вызванных потенциалов) позволили достоверно подтвердить нарушение непрерывности проводящих путей спинного мозга, оценить динамику восстановления проводимости и двигательной активности. Показатели были однородно распределены по группам, что подтвердило состоятельность данной модели повреждения. На основании полученных данных можно предположить, что частичное восстановление нейронных связей происходит спонтанно, однако оно коррелирует с объемом повреждения, а также с расстоянием между поврежденными фрагментами спинного мозга. Представленная модель может быть использована в исследованиях по регенерации клеток спинного мозга, так как обеспечивает досто-

верное и воспроизводимое нарушение проводимости спинного мозга. Кроме того, она дает возможность вводить в область повреждения необходимые экспериментальные агенты и достоверно оценивать динамику и степень восстановления проводимости поврежденных тканей. В целях повышения выживаемости экспериментальных животных необходимо строго соблюдать условия, обеспечивающие наиболее быстрое и эффективное послеоперационное восстановление.

### ВЫВОДЫ

1. При пересечении 50% спинного мозга его проводимость практически полностью нарушается, однако через 14 дней происходит спонтанное восстановление проводимости до уровня  $4,6 \pm 3,3$  балла по шкале BBB и увеличение амплитуды регистрируемых вызванных потенциалов на 7,7%.

2. Пересечение 80–90% спинного мозга сопровождается практически полным нарушением проводимости с незначительным спонтанным восстановлением проводимости через 14 дней до уровня  $2,2 \pm 1,5$  балла по шкале BBB и увеличением амплитуды вызванных потенциалов на 2,8%.

3. Результатом полного пересечения спинного мозга является полное нарушение проводимости. Через 14 дней у единичных животных отмечается спонтанное появление вызванных потенциалов низкой амплитуды и слабо выраженных движений.

4. При резекции спинного мозга на протяжении 1 см и его пересечении с разведением концов проводимость нарушается полностью без последующего восстановления.

5. На процесс восстановления проводимости спинного мозга влияет расстояние между его проксимальным и дистальным фрагментом.

6. Динамика моторных функций после различного по объему пересечения спинного мозга соответствует изменениям амплитуды вызванных потенциалов.

*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».*

**Сведения об авторах:** Миронов С.П. — доктор мед. наук, профессор, академик РАН и РАМН, директор ЦИТО; Колесов С.В. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением патологии позвоночника ЦИТО; Степанов Г.А. — доктор мед. наук, профессор, науч. сотр. ЦИТО; Сажнев М.Л. — канд. мед. наук, врач отделения патологии позвоночника ЦИТО; Губин С.П. — доктор мед. наук, профессор, зав. лабораторией химии наноматериалов ИОНХ РАН; Иони Ю.В. — канд. мед. наук, науч. сотр. лаборатории химии наноматериалов ИОНХ РАН; Мотин В.Г. — доктор мед. наук, старший науч. сотр. группы экспериментальной травматологии и ортопедии ЦИТО; Пантелеев А.А. — ординатор ЦИТО.

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

### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Ehrlich u. Brieger. Ueber die Aussrhaltung des Lendenmarks. Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. VII; 1884.
2. Allen A. Surgery of experimental lesion of spinal cord equivalent to crush injury of fracture dislocation of spinal column: A preliminary report. JAMA. 1911; 37: 878–80.
3. Gruner J.A. A monitored contusion model of spinal cord injury in the rat. J. Neurotrauma. 1992; 9: 123–6.
4. Scheff S.W., Rabchevsky A.G., Fugaccia I., Main J.A., Lumpp J.E. Jr. Experimental modeling of spinal cord injury: characterization of a force-defined injury device. J. Neurotrauma 2003; 20 (2): 179–93.
5. Stokes B.T., Jakeman L.B. Experimental modelling of human spinal cord injury: a model that crosses the species barrier and mimics the spectrum of human cytopathology. Spinal Cord. 2002; 40 (3): 101–9.
6. Cao Q., Zhang Y.P., Iannotti C., DeVries W.H., Xu X.M., Shields C.B., Whittemore S.R. Functional and electrophysiological changes after graded traumatic spinal cord injury in adult rat. Exp. Neurol. 2005; 191 Suppl 1: S3–S16.
7. Rabchevsky A.G., Sullivan P.G., Fugaccia I., Scheff S.W. Creatine diet supplement for spinal cord injury: Influences on functional recovery and tissue sparing in rats. J. Neurotrauma. 2003; 20: 659–69.
8. Beaumont E., Onifer S.M., Reed W.R., Magnuson D.S. Magnetically evoked inter-enlargement response: An assessment of ascending propriospinal fibers following spinal cord injury. Exp. Neurol. 2005; 201: 428–40.
9. Schrimsher G.W., Reier P.J. Forelimb motor performance following dorsal column, dorsolateral funiculi, or ventrolateral funiculi lesions of the cervical spinal cord in the rat. Exp. Neurol. 1993; 120: 264–76.
10. Webb A.A., Muir G.D. Course of motor recovery following ventrolateral spinal cord injury in the rat. Behav. Brain Res. 2004; 155: 55–65.
11. Schucht P., Raineteau O., Schwab M.E., Fouad K. Anatomical correlates of locomotor recovery following dorsal and ventral lesions of the rat spinal cord. Exp Neurol. 2002; 176: 143–53.
12. Onifer S.M., Zhang Y.P., Burke D.A., Brooks D.L., Decker J.A., McClure N.J., Floyd A.R., Hall J., Proffitt B.L., Shields C.B., Magnuson D.S. Adult rat forelimb dysfunction after dorsal cervical spinal cord injury. Exp. Neurol. 2005; 192: 25–38.
13. Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия крысы. СПб.: Лань; 2001 [Nozdrachev A.D., Polyakov E.L. Anatomy of the rat. Sankt-Peterburg: Lan'; 2001].
14. Basso D.M. Behavioral testing after spinal cord injury: Congruities, complexities, and controversies. J. Neurotrauma. 2004; 21: 395–404.



## КОРОТКИЕ СООБЩЕНИЯ

© Коллектив авторов, 2015

### ИДИОПАТИЧЕСКИЙ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫЙ ОСТЕОЛИЗ: СЛУЧАЙ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

А.П. Поздеев, Е.А. Захарьян, Д.С. Буклаев,  
И.Н. Красногорский, Т.Ф. Зубаиров

ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера»  
Минздрава России; ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет  
им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, РФ

*Идиопатический остеолиз — редко встречающееся патологическое состояние, характеризующееся спонтанной, массивной и прогрессирующей резорбцией костной ткани. Массивный остеолиз является результатом пролиферации в костной и окружающих мягких тканях тонкостенных кровеносных и лимфатических сосудов, напоминающих капилляры. В статье представлены обзор литературы по данной проблеме и описание клинического наблюдения пациентки, успешно прооперированной с использованием разработанной в нашей клинике методики. Выполненные вмешательства позволили добиться восстановления целостности трубчатых костей и обеспечили условия для самостоятельного передвижения. Продемонстрирована возможность проведения реконструктивных оперативных вмешательств с целью восстановления опороспособности конечностей, которые целесообразно сочетать с терапией бисфосфонатами.*

**Ключевые слова:** остеолиз, синдром Горхема, ложные суставы, костнопластические операции.

#### *Idiopathic Multifocal Osteolysis: Case of Surgical Treatment*

A.P. Pozdeev, E.A. Zakhar'yan, D.S. Buklaev, I.N. Krasnogorskiy, T.F. Zubairov

Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

*Idiopathic osteolysis is a rare disorder characterized by spontaneous, massive and progressive resorption of bone tissue. Massive osteolysis results from proliferation of blood and lymphatic vessels with thin walls, resembling capillaries, in the bone and surrounding soft tissues. Literature review on this problem and clinical case of a patient successfully operated on using the technique elaborated at our clinic are presented. Surgical interventions enabled to achieve the restoration of tubular bones integrity and ensured conditions for independent patient's movement. Possibility of the performance of reconstructive surgical interventions for the restoration of limb weight bearing ability that is reasonable to combine with bisphosphonate therapy.*

**Key words:** essential osteolysis, Gorham's disease, pseudarthrosis, bone plastic operations.

Идиопатический остеолиз — редко встречающееся патологическое состояние, характеризующееся спонтанной, массивной и прогрессирующей резорбцией костной ткани. Массивный остеолиз происходит в результате пролиферации в костной и окружающих мягких тканях тонкостенных кровеносных и лимфатических сосудов, напоминающих капилляры [1–3].

Впервые заболевание было описано Д. Джексоном в 1838 г. Он наблюдал полный остеолиз плечевой кости у 18-летнего юноши [2–5]. К настоящему времени в мировой литературе представлены сообщения примерно о 200 случаях идиопатического остеолиза. Несмотря на то что заболе-

вание имеет доброкачественные гистологические характеристики, результатом его агрессивного течения являются ранняя инвалидизация и даже смерть пациента [2, 6]. Процесс остеолиза может начаться в любом возрасте, локализоваться в любом отделе скелета, но чаще всего поражаются верхние конечности, ребра и кости таза. Некоторые авторы отмечают спонтанное прекращение остеолиза после долгих лет течения заболевания без видимых на то причин. Сформировавшиеся костные дефекты самостоятельно замещаются фиброзной тканью. В результате формируются множественные многоплоскостные деформации костей и контрактуры суставов [3, 7].

Заболевание не имеет специфических симптомов и начинается с появления боли, отека и ограничения функции пораженного сегмента. Биохимические и гематологические показатели обычно соответствуют норме [2, 3, 8].

Диагноз устанавливается на основании данных комплексного клинического, лабораторного, рентгенологического и гистологического обследования путем исключения заболеваний с проявлениями вторичного остеолита (ревматоидный артрит, посттравматический остеолит, костные опухоли, остеомиелит и др.).

Поражение костной ткани начинается с возникновения интрамедуллярно и субкортикально расположенного рентгенопрозрачного фокуса по типу «пятнистого остеопороза» [9–12]. Патология характеризуется медленным, неравномерным, локальным прогрессированием патологических изменений, распространяющихся от центра к периферии. Процесс идет с вовлечением окружающих мягких тканей и характеризуется разрастанием фиброзной ткани, гиперваскуляризацией и, иногда, симптомами воспаления (отек, боль). Течение заболевания осложняется спонтанными патологическими переломами костей с отсутствием тенденции к консолидации костных фрагментов и формированием ложных суставов.

**Этиопатогенез** идиопатического остеолита не ясен. На сегодняшний день предложено несколько версий патогенеза заболевания: «молчащая» гамартома после минимальной травмы становится активной и обуславливает резорбцию кости [2, 13]; нарушение васкуляризации костной ткани, которое ведет к грануляционным изменениям [2, 11]; эндотелиальная дисплазия лимфатических и кровеносных сосудов [2, 14]; развитие локальной гипоксии и ацидоза, которые вызывают активизацию гидролитических энзимов [15]; повышенная активность остеокластов [16]; повышение уровня

интерлейкина-6, являющегося важным фактором костной резорбции [17].

**Классификация.** В основу существующих классификаций положены возраст пациента, локализация поражения, наличие сопутствующей патологии и прогноз течения заболевания. Наиболее полно патологический процесс отражен в классификации, предложенной Hardegger, Simpson и Segmueller в 1985 г. (см. таблицу) [18]. Ученые дополнили классификацию Torg и Steel (1968) [4] и описали пять типов идиопатического остеолита.

Общепринятого подхода к лечению данного заболевания не существует. Медикаментозная терапия с применением гормональных препаратов (эстрогенов, соматотропного гормона, кальцитонина), минералов (магния, кальция), витаминов (витамин D, B<sub>12</sub>), аминокислот и даже переливание плацентарной крови оказались безуспешными [11]. Длительный прием бисфосфонатов и  $\alpha_2$ -интерферонов также не приносит желаемого результата [10, 17].

Из оперативных методик лечения наиболее широкое распространение получила резекция пораженного сегмента, чаще при монофокальном поражении, с последующим тотальным эндопротезированием [19, 20]. Некоторые авторы описывают случаи ампутации конечности. При вовлечении в процесс грудной клетки пациентам показана ранняя перевязка грудного лимфатического протока для профилактики развития хилоторакса [10, 21].

При тотальном поражении кости или множественных очагах прибегают к рентгенотерапии, которая направлена на склерозирование вновь образованных сосудов и профилактику дальнейшей гиперваскуляризации тканей. При этом используются довольно высокие дозы облучения (30–40 Гр). Эффективность этого метода лечения отмечается только на начальном этапе заболевания. Вопросы длительности клинического эффекта рентгеноте-

Классификация идиопатического остеолита по F. Hardegger и соавт. (1985) [18]

| Тип                                                                          | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Наследственный мультифокальный остеолит с доминантным типом наследования  | В возрасте 2–7 лет возникают спонтанная боль и отек, заболевание начинается в кистях и стопах. Карпотарзальный остеолит развивается в течение нескольких лет. В юношеском возрасте возможно самостоятельное прекращение процесса                                                                                  |
| II. Наследственный мультифокальный остеолит с рецессивным типом наследования | По своему течению имеет много общего с типом I, но может сочетаться с выраженным генерализованным остеопорозом                                                                                                                                                                                                    |
| III. Ненаследственный мультифокальный остеолит в сочетании с нефропатией     | Возникает в детстве. Характеризуется лизисом костей запястья и стопы на фоне выраженной протеинурии. Смерть больных обусловлена развитием почечной недостаточности и артериальной гипертензией                                                                                                                    |
| IV. Массивный остеолит Горхема (синдром Горхема — Стоута)                    | Монофокальное поражение. Может развиваться в любой части скелета и в любом возрасте. В очаге остеолита обнаруживается нормальная «гемангиоматозная ткань». Заболевание не носит наследственный характер, а также не связано с нефропатией. Имеет тенденцию к спонтанному прекращению процесса через несколько лет |
| V. Синдром Винчестера                                                        | Аутосомно-рецессивный тип наследования. Редкий вид остеолита кистей и стоп. Манифестирует в детстве. Характеризуется контрактурами суставов, низким ростом, кожными проявлениями, катарактой и остеопорозом. Протекает без нефропатии                                                                             |

рапии, а также риск развития онкологических заболеваний в результате получаемого облучения остаются неизученными [10, 11, 22].

Учитывая редкость заболевания, а также отсутствие в литературе сведений о благоприятных результатах применения при идиопатическом остеолите костнопластических операций, представляем собственное клиническое наблюдение.

Родители пациентки Н., 2004 года рождения (рис. 1), впервые обратились в НИДОИ им. Г.И. Турнера в возрасте девочки 4 лет (2008 г.) по поводу множественных деформаций ключиц, грудной клетки, предплечий, голени, отсутствия опорной функции нижних конечностей.

Из анамнеза известно, что девочка от первой беременности, срочных родов, протекавших на фоне анемии. При первичном осмотре в роддоме и ортопедом по месту жительства патологии со стороны костно-мышечной системы не выявлено. Ребенок рос и развивался соответственно возрасту. В возрасте 1 года появились и стали прогрессировать деформации нижних конечностей, девочка перестала ходить. На рентгенограммах нижних конечностей в возрасте 1 года 1 мес. был выявлен остеопериостоз дистальных эпифизов обеих большеберцовых костей, грубая деформация метафизов, дистальных отделов голени, варусная установка стоп. На рентгенограммах в возрасте двух лет был выявлен патологический перелом обеих лучевых костей в нижней трети. Далее в связи с прогрессированием явлений остеолита сформировались ложные суставы в средней и нижней трети костей предплечий с ульнарной девиацией кистей. Особого внимания заслуживает патологический очаг в верхней трети правой большеберцовой кости, который был выявлен в двухлетнем возрасте и при прогрессировании которого произошел патологический перелом (февраль 2008 г.). Через 2 мес. констатирована консолидация фрагментов кости без какого-либо лечения (рис. 2).

Ребенок был тщательно обследован по месту жительства, а также консультирован в НИИ педиатрии, где был поставлен диагноз: ренальная тубулопатия, витамин D-резистентный рахит. Выявлены аномалии развития почек: ротация правой почки, увеличение объема левой почки, левосторонняя пиелоколикотазия. Нейрогенная

дисфункция мочевого пузыря. В возрасте 4 лет девочка консультирована эндокринологом и генетиком. Были поставлены сопутствующие диагнозы: синдром мальабсорбции, целиакия; назначена соответствующая терапия. Был предположен диагноз «массивного остеолита» и исключен наследственный характер заболевания. *Ортопедический статус при поступлении.* Ребенок самостоятельно не ходил, передвигался только с опорой на коленные суставы. Отмечалась выраженная гипотрофия мягких тканей, диспропорциональный рост за счет укорочения туловища и нижних конечностей. При клиническом осмотре обращали на себя следующие изменения: укорочение и многоплоскостные деформации ключиц с выраженным сужением апертур, множественные деформации ребер, левосторонний грудопоясничный кифосколиоз. Выраженная варусная деформация обеих предплечий на границе средней и нижней трети (слева 90°, справа 80°) с ограничением ротационных движений. Варусноантекурвационная деформация костей обеих голени с патологической подвижностью на вершине деформации на границе средней и нижней третей. На этом же уровне определялись острые концы костных фрагментов костей голени, имели место рубцовые изменения мягких тканей вследствие многочисленных перфораций кожи концами костных фрагментов. Стопы по отношению к дистальным фрагментам голени находились в среднем физиологическом положении. Тонус мышц туловища, конечностей, а также сухожильные рефлексы были крайне низкие.

С целью верификации патологического процесса было проведено комплексное обследование: лабораторное (клинические, биохимические анализы крови и мочи), рентгенологическое, электрофизиологическое (реовазография, электронейрография); консультации неврологом и эндокринологом. Биохимическое исследование мочи выявило повышение уровня маркера остеолита (пирилинкс Д) в моче в 8 раз, снижение уровня фосфора в моче до 7,75 ммоль/л; в крови отмечалось повышение уровня щелочной фосфатазы до 238 Ед/л, фосфора — до 13,13 ммоль/л. По результатам поверхностной электронейрографии констатирована сегментарная дисфункция регуляции на уровне C5–C8, снижение электрогенеза мышц предплечий и голени.

*Рентгенологическое исследование.* На рентгенограммах при поступлении в институт в четырехлетнем возрасте (2008 г.) отмечались: патологические переломы ребер в области крепления к позвоночнику (II–X ребер спра-



Рис. 1. Внешний вид пациентки в возрасте 10 лет.

Рис. 2. Рентгенограммы верхней трети левой большеберцовой кости.

а — патологический перелом, б — самостоятельно консолидированный перелом.

Рис. 3. Рентгенограмма грудной клетки пациентки в возрасте 8 лет.

ва, II–VII ребер слева), остеолит первых ребер с двух сторон, очаги остеолита и остеопороз лопаток, области плечевых суставов. Вследствие вовлечения в процесс позвоночника наблюдалась патологическая ротация тел позвонков в груднопоясничном отделе, очаги остеолита тел позвонков с развитием компрессии IX–XI грудных позвонков, уменьшение объема грудной клетки на уровне I–VII ребер (рис. 3). Имел место практически полный остеолит дистальных фаланг обеих кистей, поражение плюсневых костей. На рентгенограммах костей предплечий с обеих сторон визуализировались ложные суставы лучевой и локтевой костей с истончением концов костных фрагментов в средней трети и выраженной деформацией (слева 90°, справа 80°). На рентгенограммах костей голени с обеих сторон определялись ложные суставы обеих берцовых костей на границе средней и нижней третей с выраженной деформацией голени и истончением концов костных фрагментов.

Учитывая тот факт, что при патологическом переломе проксимального фрагмента левой большеберцовой кости в метафизарной зоне наступила спонтанная консолидация костных фрагментов, было решено провести хирургическое лечение, направленное на устранение ложных суставов и восстановление целостности берцовых костей. Была применена методика, используемая при патологических состояниях, сопровождающихся выраженным угнетением или полным отсутствием остеогенной активности в концах костных фрагментов, и предусматривающая адаптацию концов костных фрагментов боковыми поверхностями на значительном протяжении в сочетании с устойчивым остеосинтезом аппаратом Илизарова (Андрианов В.Л., Поздеев А.П., 1981).

В феврале 2009 г. в возрасте 5 лет произведено оперативное вмешательство: удлинение ахиллова сухожилия, открытый боковой компрессионный остеосинтез костей правой голени.

**Техника операции.** Ахиллово сухожилие, препятствующее устранению антекурвационной деформации, открыто рассечено во фронтальной плоскости и удлинено на 5 см. Выполнен разрез мягких тканей по наружной поверхности голени в нижней трети. Концы костных фрагментов малоберцовой кости выделены на протяжении 3 см. Произведен овальный разрез мягких тканей по передней поверхности голени на уровне средней и нижней третей длиной 6 см. На протяжении 4 см выделены концы костных фрагментов большеберцовой кости и адаптированы боковыми поверхностями. Через оба фрагмента во встречном направлении проведены спицы с опор-

ными площадками из кортикальной аллокости. Через проксимальный, дистальный метафизы большеберцовой кости проведены по две взаимно перекрещивающиеся спицы Киршнера. Одна спица проведена через пяточную кость. Смонтирован аппарат Илизарова. Одномоментно дана боковая компрессия костных фрагментов. Концы костных фрагментов малоберцовой кости заведены друг за друга на протяжении 3 см.

Через 4 мес. на контрольных рентгенограммах констатировали консолидацию костных фрагментов берцовых костей. В феврале 2010 г. проведен демонтаж аппарата внешней фиксации, иммобилизация конечности продолжалась в течение 2 мес. циркулярной гипсовой повязкой до средней трети бедра.

Аналогичное оперативное вмешательство на левой голени было выполнено в марте 2010 г. Аппарат Илизарова демонтирован спустя 4 мес. после операции при наличии явных признаков консолидации костных фрагментов.

Благодаря выполненным операциям удалось добиться консолидации костей голени. Ребенок был снабжен ортезами в виде съемных пластиковых тугоров с посадкой на седалищный бугор и смог самостоятельно передвигаться. Начиная с 2011 г., с целью уменьшения остеопороза, ребенок получает терапию препаратом памидроновой кислоты. Данные денситометрии свидетельствуют о возрастании минеральной плотности кости во всех отделах скелета, за исключением позвоночника и костей верхних конечностей.

В апреле 2012 г. выполнено оперативное вмешательство с целью устранения ложных суставов костей левого предплечья. Был использован тот же принцип, что и при вмешательстве на костях голени: адаптация концов костных фрагментов лучевой и локтевой костей боковыми поверхностями на протяжении 3 см, их боковая компрессия спицами с опорными площадками из кортикальной аллокости и остеосинтез костей предплечья аппаратом Илизарова. Аппарат демонтирован через 5 мес. в условиях наличия признаков сращения костных фрагментов лучевой кости (рис. 4).

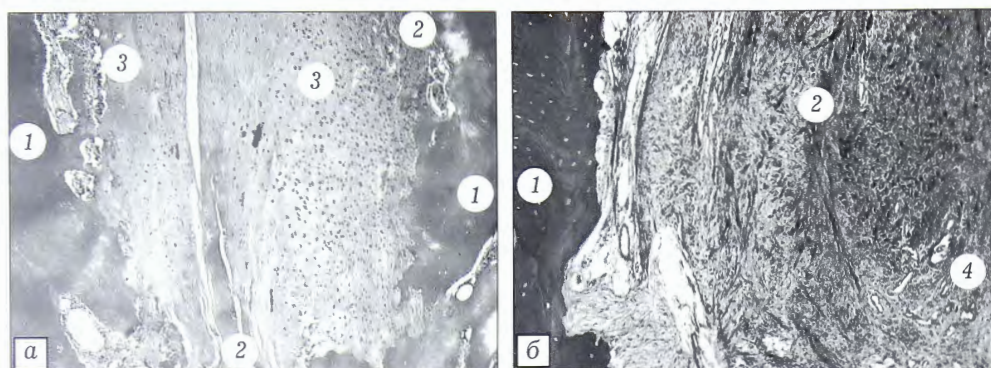
Несмотря на проводимое комплексное лечение, в 2012 г. у пациентки констатировали резорбцию костной ткани в области дистального метадиафиза правой большеберцовой кости, дистальнее бывшего ложного сустава, с формированием варусной деформации и тугой формы ложного сустава (рис. 5).

**Гистологическое исследование зоны ложного сустава костей голени.** Было проведено гистологическое ис-



Рис. 4. Рентгенограммы костей левого предплечья после оперативного лечения.

Рис. 5. Рентгенограмма костей голени в возрасте 10 лет.



**Рис. 6.** Микрофотографии среза ложного сустава правой большеберцовой кости. х 150. Объяснения в тексте.

*а* — окраска гематоксилином и эозином, *б* — трехцветная окраска пикро-Маллори.

следование тканевых компонентов, принимающих участие в формировании ложного сустава: концов костных фрагментов костей голени (из области ложного сустава), соединительнотканной прослойки между ними, а также «остатков» окружавших ложный сустав мягких тканей.

Тканевые фрагменты, первично фиксированные в 10% растворе нейтрального формалина, подвергали декальцинации при помощи раствора трилона-Б с последующей заливкой в парафин по стандартной методике. Гистологические срезы тканей после депарафинирования окрашивали гематоксилином и эозином и по методу пикро-Маллори. Исследование гистологических препаратов осуществляли на световом микроскопе AXIO Scope.A1 («Zeiss», Германия).

Два концевых участка костей голени в основном имели строение губчатой костной ткани. (рис. 6, *а*, 1). В межбалочных пространствах губчатой кости содержалась довольно хорошо васкуляризированная, рыхлая клеточно-волоконистая соединительная ткань. На поверхности костных балок выраженной активности остеобластов не отмечено, увеличение количества остеокластов вокруг костных балок также не наблюдалось. Между двумя участками губчатой кости располагалась довольно массивная прослойка фиброзной ткани, в разных полях зрения несколько различающейся по плотности, но в целом довольно плотной (см. рис. 6, *а*, 2). Местами фиброзная ткань без четкой границы сменялась тканью, сформированной по типу волокнистого хряща (см. рис. 6, *а*, 3). В отдельных местах в фиброзной прослойке присутствовали очаговые скопления довольно многочисленных мелких кровеносных сосудов (типа капилляров, пре- и посткапилляров); по строению такие участки напоминают организующуюся грануляционную ткань (рис. 6, *б*, 4). Наружная поверхность одного из костных фрагментов была ограничена тонкой пластиной кортекса, сформированного компактной костной тканью. Кортикальная пластинка снаружи покрыта довольно толстым пластом склерозированного периоста, в котором местами были видны мелкоочаговые периваскулярные (преимущественно вокруг мелких сосудов) скопления немногочисленных лимфоцитов и плазматических клеток (см. рис. 6).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Совокупность клинико-рентгенологических данных, результатов морфологического исследования костной ткани зоны ложных суставов костей голени и повышение уровня маркера остеолита (пирилинкс Д) в моче в 8 раз позволили нам предположить у данной пациентки диагноз идиопатического мультифокального остеолита. Морфологическое исследование тканей области ложного сустава выявило такие же изменения, какие были ранее отмечены различными авторами, за-

нимающимися данной патологией: отсутствие выраженной остеобластической реакции, очаговые скопления многочисленных мелких кровеносных сосудов [14]. Ввиду наличия у пациентки аномалий развития почек мы предположили III тип идиопатического остеолита — ненаследственный мультифокальный остеолит в сочетании с нефропатией (см. таблицу). В нашем наблюдении не было получено данных за нефропатию, но опыт исследователей данной патологии свидетельствует о том, что у детей признаки нефропатии на фоне аномалии развития почек могут проявиться в более позднем возрасте [3]. В ходе обследования у пациентки удалось исключить такие заболевания, характеризующиеся вторичным остеолитом, как травма, остеомиелит, ревматоидный артрит, туберкулез костей.

Спонтанное сращение патологического перелома в верхней трети левой большеберцовой кости позволило надеяться на регенерацию костной ткани в отдалении от зоны ложного сустава. Для достижения консолидации костных фрагментов была выбрана методика, обеспечивающая адаптацию костных фрагментов боковыми поверхностями на значительном протяжении, а также их устойчивый длительный остеосинтез за счет использования спиц с опорными площадками из кортикальной аллокости. Последние исключают прорезывание спиц с напайками через костную ткань, позволяют в течение продолжительного времени осуществлять стабильный остеосинтез небольших по размеру костных фрагментов и служат костнопластическим материалом в процессе их перестройки.

Наши предположения были подтверждены данными наблюдения пациентки после выполненных вмешательств. Так, в послеоперационном периоде мы констатировали консолидацию костных фрагментов берцовых костей и лучевой кости, уплотнение костной структуры, утолщение диафизов пораженных костей. Вместе с тем в последующем мы отмечали разрежение костной ткани в области дистального метафиза правой большеберцовой кости с формированием тугой формы ложного сустава.

Результатом проведенного лечения стали возможность самостоятельно передвигаться, улуч-

шение качества жизни. Восстановление целостности большеберцовых и лучевой костей у больной с идиопатическим мультифокальным остеолитом демонстрирует возможность проведения реконструктивных оперативных вмешательств при клинко-рентгенологической картине стабилизации патологического процесса и отсутствии тяжелых соматических заболеваний. Хирургическое лечение целесообразно сочетать с терапией бисфосфонатами.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Baba A.N., Bhat Y.J., Paljor S.D., Nazir A., Khan N.A. Gorham's disease of femur. Indian J. Orthop. 2011; 45 (6): 565-8.
2. Оттева Э.Н., Кочерова Т.Ю., Шепичев Е.В. Синдром Горхема — Стоута: описания случая. Научно-практическая ревматология. 2010; 4: 83-6 [Otteva E.N., Kocherova T.Y., Shepichev E.V. Gorham - Stout syndrome: description of a case. Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2010; 4: 83-6 (in Russian)].
3. Liu Y., Zhong D.R., Zhou P.R., Lv F., Ma D.D., Xia W.B. et al. Gorham-Stout disease: radiological, histological, and clinical features of 12 cases and review of literature. Clin. Rheumatol. 2014; Sep 18.
4. Torg J.S., DiGeorge A.M., Kirkpatrick J.A. Jr., et al. Hereditary multicentric osteolysis with recessive transmission: a new syndrome. J. Pediatr. 1969; 75: 243-52.
5. Ozbayrak M., Yilmaz M.H., Kantarci F., Ozer H., Harmanci K., Babacan M., Dervisoglu S. A case of an idiopathic massive osteolysis with skip lesions. Korean J. Radiol. 2013; 14 (6): 946-50.
6. Kilicoglu Z.G., Kizildemir Kis. N., Vardar Aker F., Berkman M.Z., Simsek M.M. Gorham disease of the craniocervical junction: X-ray, computed tomography, and magnetic resonance imaging findings. Spine J. 2013; 13 (5): e11-4.
7. Pazzaglia U.E., Andrini L., Bonato M., Leuther M. Pathology of disappearing bone disease: a case report with immunohistochemical study. Int. Orthop. 1997; 121: 303-7.
8. Goldfarb C.A., Steffen J.A., Whyte M.P. Idiopathic multicentric osteolysis: upper extremity manifestations and surgical considerations during childhood. J. Hand Surg. Am. 2012; 37 (8): 1677-83.
9. Gowin W., Rahmzadeh R. Radiologic diagnosis of massive idiopathic osteolysis (Gorham-Stout Syndrome). Rontgenpraxis. 1985; 38: 128-34.
10. Johnson P.M., McClure J.G. Observations of massive osteolysis: a review of the literature and report of a case. Radiology. 1958; 71: 28-42.
11. Mller G., Priemel M., Amling M., Werner M., Kuhlmeier A.S., Delling G. The Gorham-Stout syndrome (Gorham's massive osteolysis). A report of six cases with histopathological findings. J. Bone Joint Surg. Br. 1999; 81 (3): 501-6.
12. Scheller K., Herrmann-Trost P., Diesel L., Busse C., Heinzelmann C. Unspecific, idiopathic isolated osteolysis (Gorham-Stout syndrome) of the mandibular condylar process with its radiological, histological and clinical features: a case report and review of literature. Oral Maxillofac Surg. 2014; 18 (1): 75-9.
13. Knoch H.-G. Die Gorhamsche Krankheit aus klinischer Sicht. Zentralbl Chir. 1963; 18: 674-83.
14. Young J.W., Galbraith M., Cunningham J., Roof B.S., Vujic I., Gobien R.P. et al. Progressive vertebral collapse in diffuse angiomas. Metab. Bone Dis. Relat. Res. 1983; 5 (2): 53-60.
15. Heyden G., Kindblom L.-G., Nielsen J.M. Disappearing bone disease: a clinical and histological study. J. Bone Joint Surg. Am. 1977; 59 (1): 57-61.
16. Spieth M.E., Greenspan A., Forrester D.M., Ansari A.N., Kimura R.L., Gleason-Jordan I. Gorham's disease of the radius: radiographic, scintigraphic, and MRI findings with pathological correlation: a case report and review of the literature. Skeletal. Radiol. 1997; 26: 659-63.
17. Devlin R.D., Bone H.G., Roodman G.D. Interleukin-6: a potential mediator of the massive osteolysis in patients with Gorham-Stout disease. J. Clin. Endocrinol. Metab. 1996; 81: 1893-97.
18. Hardegger F., Simpson L.A., Segmueller G. The syndrome of idiopathic osteolysis: classification, review and case report. J. Bone Joint Surg. Br. 1985; 67: 89-93.
19. Garbers E., Reuther F., Delling G. Report of a rare case of Gorham-Stout disease of both shoulders: bisphosphonate treatment and shoulder replacement. Case Rep. Rheumatol. 2011; 2011: 565142.
20. Buerfeind A., Bürger H., Schlüter-Brust K., Eysel P., Delank K.S. Gorham-Stout syndrome (GSS) with fulminant aseptic osteonecrosis of the shoulder. Orthopade. 2010; 39 (10): 1003-8.
21. Deveci M., Inan N., Corapçoglu F., Ekingen G. Gorham-Stout syndrome with chylothorax in a six-year-old boy. Indian J. Pediatr. 2011; 78 (6): 737-9.
22. Heyd R., Rabeneck D., Drenenburg O., Tselis N., Zamboglou N. Gorham-Stout syndrome of the pelvic girdle treated by radiation therapy: a case report. Strahlenther Onkol. 2011; 187 (2): 140-3.

**Сведения об авторах:** Поздеев А.П. — доктор мед. наук, профессор, науч. руководитель отделения костной патологии НИДОИ им. Г.И. Турнера; Захарьян Е.А. — очный аспирант кафедры детской травматологии, ортопедии СЗГМУ им. И.И. Мечникова; Буклаев Д.С. — канд. мед. наук, зав. отделением артрогрипоза НИДОИ им. Г.И. Турнера; Красногорский И.Н. — канд. мед. наук, доцент, врач-патологоанатом высшей категории НИДОИ им. Г.И. Турнера; Зубаилов Т.Ф. — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения костной патологии НИДОИ им. Г.И. Турнера.

**Для контактов:** Захарьян Екатерина Анатольевна. 191015, Санкт-Петербург, ул. Карташыхина д.19, кв. 82. Тел.: +7 (911) 095-88-81. E-mail: zach-2008@mail.ru.

## ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ТЯЖЕЛОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

И.В. Усольцев, С.Н. Леонова, М.А. Косарева

ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутск, РФ

*Представлен результат лечения пациента 61 года с тяжелой деформацией переднего отдела стопы: правостороннее поперечно-продольное плоскостопие II степени. Деформирующий артроз I плюснефалангового сустава II–III степени справа. Вальгусное отклонение I пальца справа с подвывихом. Комбинированная контрактура I плюснефалангового сустава. Болевой синдром. В лечении использовали операцию Шедде, латеральный релиз I плюснефалангового сустава, SCARF-остеотомию I плюсневой кости, остеотомию Akin основной фаланги I пальца, тенoplastику сухожилия тыльного сгибателя I пальца. В результате удалось достигнуть коррекции деформации переднего отдела правой стопы, купировать боль, восстановить опороспособность правой нижней конечности.*

**Ключевые слова:** вальгусное отклонение I пальца, плоскостопие, хирургическое лечение, реконструкция стопы.

### *Surgical Treatment of Severe Forefoot Deformity*

I.V. Usol'tsev, S.N. Leonova, M.A. Kosareva

Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia

*Treatment results of 61 years old patient with severe forefoot deformity — right-side transverse-longitudinal stage II platypodia: right-side II–III degree deforming arthrosis of 1<sup>st</sup> metatarsophalangeal joint, hallus valgus with subluxation, combined 1st metatarsophalangeal joint contracture, pain syndrome, are presented. Surgical treatment included operation by Schede, lateral release of 1<sup>st</sup> metatarsophalangeal joint, SCARF osteotomy of 1<sup>st</sup> metatarsal bone, Akin osteotomy of proximal hallux phalanx and tenoplasty of dorsal hallux flexor. As a result correction of right forefoot deformity was achieved, pain syndrome was arrested and weight bearing ability of the right foot was restored.*

**Key words:** hallus valgus, platypodia, surgical treatment, foot reconstruction.

Интерес к лечению патологии стопы возрастает с каждым годом. С большим успехом развивается направление хирургической коррекции различных деформаций, прочно закрепив за собой приоритет одного из самых интенсивно развивающихся разделов современной ортопедии [1–4].

Арсенал используемых в лечении пациентов с деформацией переднего отдела стопы методик довольно широк, начиная от хирургических техник на капсульно-связочном аппарате, заканчивая корригирующими остеотомиями и артродезами на костях и суставах переднего отдела стопы. При этом удается получить хорошие клинические результаты, даже в отдаленном периоде.

Приводим собственное клиническое наблюдение.

Больной К., 1952 года рождения, обратился в клинику в марте 2013 г. с жалобами на деформацию переднего отдела правой стопы, болевой синдром и невозможность полноценно пользоваться правой нижней конечностью. Больной себя считает в течение 10 лет, когда впервые отметил нарастающую деформацию в области I плюснефалангового сустава правой стопы. За медицинской помощью не обращался, у ортопеда не наблюдался. Постепенно деформация переднего отдела стопы прогрессировала, присоединилась боль. Обратился к врачу по месту жительства, был направлен в поликлини-

ку НЦРВХ, где после консультации было рекомендовано оперативное лечение.

Диагноз при поступлении: правостороннее поперечно-продольное плоскостопие II степени. Деформирующий артроз I плюснефалангового сустава II–III степени справа. Вальгусное отклонение I пальца справа с подвывихом. Комбинированная контрактура I плюснефалангового сустава. Болевой синдром (рис. 1).

18.03.14 выполнена реконструктивная операция на переднем отделе правой стопы.

Под спинномозговой анестезией после обработки операционного поля, под жгутом, медиальным проекционным доступом обнажены основная фаланга I пальца, I плюснефаланговый сустав, I плюсневая кость. Выполнены резекция оссификата медиальной поверхности головки I плюсневой кости, латеральный релиз I плюснефалангового сустава. Произведена Z-образная остеотомия I плюсневой кости с фиксацией двумя винтами 2,3 мм. Затем выполнена корригирующая «минус»-клиновидная остеотомия основной фаланги I пальца с основанием медиально. Фиксация винтом 2,3 мм. Стабильно.

В связи с тем что имело место натяжение сухожилия тыльного сгибателя I пальца с тенденцией к «вальгированию» I пальца, была выполнена удлиняющая тенoplastика сухожилия тыльного сгибателя I пальца, наложен шов по Кюнео.

Интраоперационно был достигнут хороший результат (рис. 2).

В послеоперационном периоде осложнений не было. Проведен курс антибактериальной, антикоагулянтной,



**Рис. 1.** Внешний вид (а) и рентгенограммы стопы (б) до операции.

Угол отклонения I пальца  $75^\circ$ , угол между I и II плюсневой костью  $23^\circ$ .

**Рис. 2.** Интраоперационное фото (а) и рентгенограмма (б) правой стопы пациента сразу после операции.

Угол отклонения I пальца  $6^\circ$ , угол между I и II плюсневой костью  $8^\circ$ .

противовоспалительной, реологической терапии. Выполнялись перевязки с раствором бетадина. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением, швы сняты на 14-е сутки. Выписан под амбулаторное наблюдение.

Иммобилизацию правой стопы подошвенной гипсовой шиной осуществляли в течение 4 нед с последующей активизацией. Через 3 мес после операции пациент вернулся к труду, стал полноценно пользоваться правой нижней конечностью.

В результате проведенного лечения удалось достигнуть коррекции деформации переднего отдела правой стопы, купирования болевого синдрома, полностью восстановить опороспособность правой нижней конечности (рис. 3).

На контрольном осмотре спустя 2,5 года после операции пациент жалоб не предъявлял, продолжает заниматься тяжелым физическим трудом. Хромоты и деформации переднего отдела стопы нет. Результатом проведенного лечения доволен (рис. 4).

Среди возможных вариантов лечения имеющейся у данного пациента тяжелой деформации стопы мы рассматривали следующие способы хирургической коррекции: 1) артродез I плюснефалангового сустава; 2) артродез I плюснеклиновидного

**Рис. 3.** Внешний вид (а) и рентгенограмма (б) стопы через 1 год после операции.

Угол отклонения I пальца  $10^\circ$ , угол между I и II плюсневой костью  $8^\circ$ .

**Рис. 4.** Внешний вид стопы (а) и рентгенограмма (б) через 2,5 года после операции.

Угол отклонения I пальца  $10^\circ$ , угол между I и II плюсневой костью  $10^\circ$ .

сустава (операция Lapidus) в комбинации с клиновидной остеотомией проксимальной фаланги I пальца (операция Akin); 3) проксимальную клиновидную остеотомию I плюсневой кости в различных вариантах исполнения в сочетании с операцией Akin; 4) SCARF-остеотомию I плюсневой кости с большим смещением фрагментов в комбинации с операцией Akin.

Выбор конкретной хирургической техники определялся поставленной задачей: устранить деформацию переднего отдела стопы, нормализовав углы и сохранив движения в суставах, тем самым обеспечить долговременность достигнутого результата и избежать рецидива заболевания. Результатом использования первого варианта стало бы отсутствие движений в I плюснефаланговом суставе и нарушение биомеханики стопы. Выполнение вмешательств по второй и третьей методике исключает возможность нормализации угла наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости (PASA), с чем в дальнейшем будут связаны потеря коррекции и рецидив вальгусного отклонения

I пальца стопы. При этом выполнение дополнительных манипуляций по коррекции PASA (операция Weil, операция Austin) увеличило бы тяжесть хирургической агрессии. Руководствуясь данными рассуждениями, мы выбрали четвертый вариант коррекции как наиболее правильный в данном конкретном случае и отвечающий всем поставленным задачам по достижению хорошего результата.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Бережной С.Ю., Афанасьев Д.С. Двойная чрескожная остеотомия основной фаланги как способ устранения грубых вальгусных деформаций первого пальца стопы. Астраханский медицинский журнал. 2011; 6 (4): 116–8 [Berezhnoy S.Yu., Afanas'ev D.S. Double percutaneous proximal phalanx osteotomy as the way of correction of severe hallux valgus deformities. Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal. 2011; 6 (4): 116–8 (in Russian)].

2. Головаха М.Л., Шишка И.В., Банит О.В., Бабич Ю.А., Твердовский А.О., Забелин И.Н. Результаты лечения hallux valgus с применением Chevron-остеотомии. Ортопедия, травматология и протезирование. 2012; 3 (588): 42–6 [Golovakha M.L., Shishka I.V., Banit O.V., Babich Yu.A., Tverдовskiy A.O., Zabelin I.N. Results of hallux valgus treatment using Chevron osteotomy. Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye. 2012; 3 (588): 42–6 (in Russian)].
3. Ежов М.Ю. Особенности миниинвазивной коррекции первого луча стопы при лечении пациентов с hallux valgus. Современные проблемы науки и образования. 2013; 3: 109 [Ezhov M.Yu. Miniinvasive surgery in cases of surgical treatment of hallux valgus. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2013; 3: 109 (in Russian)].
4. Привалов А.М. Оперативная коррекция тяжелой вторичной деформации переднего отдела стопы. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014; 1: 84–5 [Privvalov A.M. Surgical correction of severe secondary anterior foot deformity. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2014; 1: 84–5 (in Russian)].

Сведения об авторах: Усольцев И.В. — науч. сотр. научно-клинического отдела травматологии, Леонова С.Н. — доктор мед. наук, вед. науч. сотр. того же отдела; Косарева М.А. — млад. науч. сотр. того же отдела.

Для контактов: Усольцев Иван Владимирович. 664003, Иркутск, ул. Борцов революции, д. 1. Тел.: 8 (3952) 29–03–44. E-mail: ivu38@mail.ru.

## ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ

© А.С. Бенян, 2015

### ХИРУРГИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ И ФЛОТИРУЮЩИХ ПЕРЕЛОМАХ РЕБЕР

А.С. Бенян

ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина» Самара, РФ



Статья посвящена одной из сложных проблем, находящихся на стыке торакальной хирургии и травматологии, — лечению множественных и флотирующих переломов ребер, актуальность которой определяется высокой частотой осложнений и летальностью. В статье проведен анализ хирургических методов стабилизации при множественных и флотирующих переломах ребер. Описаны способы как имеющие историческое значение, так и широко применяемые в настоящее время. Приведены данные по эффективности различных методов стабилизации.

Ключевые слова: переломы ребер, стабилизация, фиксация, пластины, биодеградируемые штифты.

#### *Surgical Stabilization of the Chest in Multiple and Floating Rib Fractures*

Samara Regional Clinical Hospital named after V.D. Seredavin, Samara, Russia

A.S. Benyan

*One of the complicated problems at the interface of thoracic surgery and traumatology is the treatment of multiple and floating rib fractures. Its urgency is determined by the high rate of complications and level of mortality. Analysis of surgical stabilization techniques in multiple and floating rib fractures is performed. Both the methods of historical significance and widely used at present are described. Data on the efficacy of various stabilization techniques are presented.*

Key words: rib fractures, stabilization, fixation, plates, biodegradable rods.

Актуальность вопроса и терминология. Повреждения органов грудной клетки традиционно являются одной из самых тяжелых форм травмы и

лидирующей причиной осложнений и летальных исходов [1, 2]. По данным [3], тяжелая травма груди ответственна за 25% летальных исходов, связанных

с травмой, и является компонентом танатогенеза еще у 25% погибших.

Тяжесть травмы грудной клетки в равной степени обусловлена как нарушениями грудного каркаса, так и повреждениями внутренних органов [4]. Переломы ребер являются наиболее частыми повреждениями при травмах грудной клетки, и их наличие считается значимым показателем тяжести повреждений, так как отражает основной удар, приходящийся на грудную стенку. При переломах более шести ребер летальность достигает 15% [5].

Основным показанием к проведению фиксации и стабилизации грудной клетки является наличие множественных двойных (фрагментарных) переломов ребер, сопровождающихся формированием патологически подвижных частей грудной клетки. Это особая и нечасто встречающаяся ситуация, при которой выявляют множественные (более двух линий переломов) переломы более двух ребер, включая хондрокостальные сочленения, что приводит к отделению части грудной стенки от остального скелета. В англоязычной литературе данное состояние принято называть «flail chest», в русскоязычной литературе единого обозначения до сих пор не существует. В фундаментальных исследованиях Е.А. Вагнера употребляется термин «реберная створка» [6], А.А. Вишневский использует понятие «окончатые переломы ребер» [7], В.В. Ключевский и Н.Г. Ушаков — «реберный клапан» [8, 9]. В последние годы торакальные хирурги используют термины «флотирующие переломы ребер», «флотирующие реберные клапаны», «флотирующие реберные фрагменты» [1, 10, 11].

При наличии указанного состояния во время дыхания наблюдается парадоксальное движение поврежденного участка по отношению к остальной грудной клетке. Появление патологической подвижности грудной стенки указывает на серьезность травмы, более чем в половине случаев приводящей к дыхательной недостаточности и требующей вентиляционной поддержки [12]. При множественных односторонних переломах ребер жизненная емкость легких на стороне повреждения снижена на 30%, при реберной створке — на 50% [6]. Установлено, что патологическая подвижность грудной стенки возникает в 1,5–10% случаев травм грудной клетки и обуславливает летальность в 12,5–33% наблюдений [13]. По данным [14], флотирующие переломы ребер встречаются у 10–20% пациентов с закрытой травмой груди при уровне летальности 10–35%.

При множественных и флотирующих переломах ребер также велика частота повреждения внутриплевральных органов и развития ряда специфических осложнений за счет постоянной травматизации отломками ребер. Такие повреждения, как разрыв аорты, разрывы трахеи и крупных бронхов, перелом грудины, сами по себе являются причиной высокой летальности, а часто развивающиеся гемо- и пневмоторакс, ушиб легких, патологические ателектазы и пневмония сказываются на течении травматической болезни [15].

Несмотря на определенные достижения в оказании помощи пострадавшим с тяжелой травмой груди, проблема лечения флотирующих переломов ребер далека от своего решения [2]. Лечение данного вида повреждений посвящено ограниченное количество работ, а предлагаемые в них методы порой противоположны [16]. Традиционное ведение заключается в принудительной продленной искусственной

вентиляции легких (ИВЛ) с целью достижения внутренней пневматической стабилизации грудной клетки [17]. Однако результаты такого подхода нельзя признать удовлетворительными в связи с высокой частотой развития осложнений, необходимостью трахеостомии, длительным пребыванием в отделении реанимации и интенсивной терапии, развитием внутрибольничных инфекций.

Именно поэтому и возникла необходимость в разработке методов лечения, направленных на фиксацию нестабильных переломов. Анализ литературы по данной теме позволил сгруппировать все известные методы стабилизации в 4 группы: 1) с использованием методов тракции грудной клетки; 2) с использованием аппаратов внешней фиксации (АВФ); 3) с использованием способов постоянной внутренней фиксации (в том числе спицами Киршнера); 4) с использованием наkostного и интрамедуллярного остеосинтеза пластинами.

*Стабилизация с использованием методов тракции грудной клетки.* Первое описание успешного хирургического вмешательства, направленного на достижение стабильности грудной клетки при флотирующих переломах ребер, принадлежит Т. Jones, который использовал технику чрескожной тракции за ребра посредством пулевых щипцов у ребенка с переломами восьми ребер с одной стороны [18]. Основная идея данной технологии в том, что тракция способна привести к расправлению легочной ткани путем создания большей жизненной емкости для легких с меньшим сопротивлением и сниженным риском ателектазов, пневмонии и дыхательной недостаточности. Кроме того, стабилизация грудной клетки должна была снижать болевой синдром и обеспечивать более комфортное состояние пациента [19].

W. Negro и соавт. [20] описали три вида флотирующих переломов с конкретными способами лечения каждого из них. Хирургический способ стабилизации авторы применяли при типичном переднем реберном клапане. При этом использовали технологию вкручивания винтов из сплава из хрома и кобальта в грудину с последующей их тракцией. Такое положение сохраняли в течение приблизительно 24 ч, после чего винты, как правило, выворачивали. Следующим этапом в два отверстия из-под винтов вводили и зацепляли хирургические щипцы, за которые осуществлялась тракция грузом массой 10 фунтов в течение 17 дней.

I. Jaslow предложил довольно причудливую технологию [21]. Пациентам с флотирующими переломами грудины и ребер проводилась стабилизация путем проведения в грудину металлического резьбового крючка от вешалки для одежды. Через небольшой разрез кожи под местной анестезией сверлили грудину и через это отверстие внедряли крючок. Крючок проворачивали 5 раз, что было достаточным и безопасным с точки зрения риска проникновения за заднюю кортикальную пластинку. Затем крючок соединяли с грузом и осуществляли подвешивание. Пациента предлагалось оставлять в подобном положении в течение 8 дней. Автор не реализовал свою идею, но, возможно, это было описанием первого варианта винта Шанца [19].

Среди других способов тракции и принципов подвешивания описаны цапки для белья или пулевые щипцы, проведение металлической проволоки вокруг ребра и даже вкручивание штопора в грудину [20, 22]. Оригинальная конструкция была предложена

на венгерским хирургом О. Constantinescu в 1965 г. Автором был сконструирован острый изогнутый под углом 90° крючок, одна часть которого сгибалась и принимала Т-образную форму в тканях. Последующая тракция осуществлялась за счет крепления крючка с металлической пластиной, расположенной над кожным покровом пациента [23].

По мнению Е.А. Вагнера, универсального метода лечения реберного клапана предложено не было, а саму тракцию грудной клетки следовало признать несовершенной. Однако в ряде работ имеются указания на использование этих методик в лечении пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер [6]. Так, В.В. Ключевский в своей монографии «Скелетное вытяжение» пишет об устранении парадоксальных смещений грудной стенки путем постоянного демпфированного скелетного вытяжения за грудину и ребра в местах наибольшего западения клапана по методикам Н.К. Митюнина и Э.Г. Грязнухина [8]. В 1996 г. А. Gyhga и соавт. [24] представили результаты исследования, посвященного сравнению двух методов внешней стабилизации: наложения адгезивного пластыря и мешочков с песком и чрескожной тракции посредством цапок для белья. Во втором случае авторы регистрировали лучшие респираторные параметры [24].

В 2004 г. А. Balci и соавт. [16] представили сравнительные результаты лечения трех групп пациентов с флотирующими переломами ребер. В группе I ( $n=27$ ) были применены методы фиксации ребер шелковыми лигатурами с последующей тракцией за выведенные через кожу нити; в группе II ( $n=19$ ) использовали вспомогательную вентиляцию через интубационную трубку; в группе III ( $n=18$ ) стабилизация осуществлялась путем ИВЛ. Больные были сопоставимы по степени тяжести травмы в соответствие со шкалой ISS. Наложение трахеостомы потребовалось в 0, 15,8 и 22,2% случаев, средние сроки ИВЛ составили 3,1, 6,6 и 7,8 сут, летальность — 11,1, 21 и 33,3% соответственно.

На эффективность чрескожной тракции указывал Н.Г. Ушаков, который сравнил результаты лечения двух групп пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер. В основной группе применялось скелетное вытяжение за ребра (грудину) посредством пулевых щипцов и бельевых цапок в сочетании с внутренней пневматической стабилизацией; пациентам контрольной группы проводилась продленная ИВЛ. Автором было отмечено уменьшение продолжительности ИВЛ с 15 до 6 сут и снижение летальности с 34,7 до 20,9% в группе пациентов со скелетным вытяжением [9].

**Стабилизация с использованием АВФ.** Оперативные технологии для лечения флотирующих переломов ребер развивались параллельно методам чрескожной тракции. С их развитием началась эра применения металлоконструкций (спицы, стержни, штифты, проволоочные швы, пластины) для фиксации поврежденных ребер. Все инвазивные оперативные методики можно условно разделить на методы, направленные на обеспечение стабилизации флотирующих переломов, и методы непосредственной фиксации зон переломов.

Одной из наиболее распространенных методик экстраплеврального остеосинтеза в нашей стране является способ А.П. Паниотова, предложенный в 1977 г. Суть его заключается во введении в плевральную полость через центр флотирующего участка грудной

клетки специального троакара, имеющего в носовой части складывающийся шарнирный четырехзвенник, плечики которого при раскрытии упираются во внутреннюю поверхность пораженных ребер, обеспечивая плотное прикрепление их к дугообразной пластмассовой панели гайками. Обязательным условием является фиксация концов дугообразной панели, превышающей по размерам участок флотации, к неповрежденным участкам ребер или грудины [25].

Метод, предложенный Н.К. Голобородько в 1967 г., предусматривал фиксацию сломанных ребер к шине из термопластика или проволоки. Пластика термопластика должна перекрывать линии переломов спереди и сзади на 5–7 см. Продолжительностью фиксации шины — 2–3 нед. К отрицательным сторонам этой методики относятся невозможность использовать ее при двусторонних многопроекционных переломах ребер, повреждении грудины, а также риск инфицирования по ходу лигатур [26].

При внеочаговом остеосинтезе по способу Ю.Б. Шапота используются неповрежденные или стабилизированные сегменты грудной стенки и надплечья. Выше и ниже флотирующего участка через неповрежденные ребра (грудину, ключицу) проводят по одной паре перекрещивающихся спиц, которые проходят через оба кортикальных слоя. Таким же образом проводят две пары спиц и через поврежденные ребра. Спицы фиксируются между собой резьбовым стержнем вдоль передней стенки груди [27].

В 2001 г. М. Glavas и соавт. [28] описали технологию, в которой флотирующий сегмент был покрыт и фиксирован с помощью протеза из костного цемента Pallasos. Протез был ручного производства и при наложении занимал площадь от проксимального до дистального неповрежденного ребра, пересекая флотирующий сегмент по касательной. Ребра крепились к протезу посредством швов или проволоки. Авторы доложили о лечении 56 пациентов с хорошими результатами, однако не раскрыли детали. Похожая технология была описана [29], которые предложили использование самоудерживающегося и легкого удаляемого протеза Sea Gull Wing Prosthesis. В нашей стране аналогами этой технологии послужили метод В.И. Маслова и М.А. Тахтамыша, [11], а также способ, предложенный В.И. Белоконовым и В.Г. Пашковым [30].

В 2009 г. Я.Г. Колкин и соавт. описали способ панельной фиксации фрагментов грудинно-реберного каркаса при множественных и флотирующих переломах. Суть изобретения сводилась к применению внешней панели, которая удерживала введенные в плевральную полость «плечики», фиксирующие отломки ребер. Авторы продемонстрировали высокую эффективность методики при показателе летальности прооперированных пациентов 4,7% [10].

Из радикальных способов стабилизации каркаса грудной стенки наиболее эффективным является метод внеочагового экстраплеврального остеосинтеза АВФ на основе заклепочных элементов или реберных крючков. Последние фиксируются к флотирующим и непораженным отделам ребер, затем подшиваются к несущей штанге и прикрепляются к ней гайками и кронштейнами. Несущая штанга прикрепляется к стабилизирующей штанге грудины [7]. Подобным образом удается устранить нестабильность каркаса грудной стенки, ее деформацию, а также восстановить объем плевральной полости. Аппарат удаляют через 3–4 нед после образования костной мозоли [31].

Таким образом, имеющиеся способы внешней фиксации при множественных и флотирующих переломах ребер доказали свою эффективность и могут рассматриваться в качестве методов временной или окончательной стабилизации.

*Стабилизация с использованием способов постоянной внутренней фиксации (в том числе спицами Киршнера).* Одними из первых публикаций в этой области были работы K. Hagen и D. Elkin [32, 33]. Этими исследователями была описана техника фиксации вдавленных переломов ребер посредством металлической проволоки или швов, реализуемая в ходе открытой операции. Аналогичная технология, предложенная А.П. Кузьмичевым и соавт. [34], предусматривала фиксацию переломов ребер танталовыми скрепками, сшивающими аппаратами СГР-20 или СРКЧ-22.

Французскому хирургу V. Dor принадлежит первая публикация по стабилизации переломов ребер во время торакотомии с помощью спиц Киршнера [35]. N. Guernelli и соавт. [36] описали метод, при котором стабилизация флотирующих переломов достигалась путем введения двух длинных спиц Киршнера под зоны реберного клапана после или во время торакотомии. Через 30 дней спицы удаляли. Авторами были отмечены хорошие результаты, но не представлен их детальный анализ.

Ю.Б. Шапот с коллегами предложили свою модификацию фиксации множественных многопроеctionных переломов ребер, которая заключается в том, что спица Киршнера изгибается по форме ребра, накладывается поверх него и фиксируется к ребру с помощью танталовых скобок модифицированным аппаратом СГР-20. Спицы удаляют через 8–10 мес. При таком способе фиксации не возникает деформации костно-мышечного каркаса грудной стенки, восстанавливаются показатели функции внешнего дыхания и кровообращения [27].

В целом за последние 50 лет опубликовано немало работ о фиксации спицами Киршнера, преимущественно с хорошими результатами [3, 37]. В проспективном рандомизированном исследовании [38] сравнили результаты лечения 20 пациентов, которым была выполнена интрамедуллярная фиксация спицами Киршнера, и 20 пациентов, которым проводилось консервативное лечение и ИВЛ. Наиболее значимыми были различия в продолжительности ИВЛ (2 дня против 12 дней в группе оперативного и консервативного лечения соответственно), сроках пребывания в отделении интенсивной терапии (9,6 дня против 14,6 дня), частоте остаточных деформаций грудной клетки (1% против 9%), пневмонии (10% против 50%) [38].

Z. Ahmed и соавт. [3] также сравнили результаты лечения аналогичных групп пациентов. Преимущества оперативного ведения пострадавших перед консервативным показаны по таким показателям, как количество дней пребывания в ОРИТ (9 дней против 21 дня), количество дней на ИВЛ (3,9 дня против 15 дней), частота трахеостомии (11% против 37%), внутригрудных инфекций (15% против 50%), сепсиса (4% против 24%), летальность (8% против 29%).

В то же время некоторые исследователи отмечают некоторую ротационную нестабильность переломов, связанную с малым круглым поперечным сечением спиц [39]. Другим недостатком является потенциальная потеря стабильности фиксации вследствие миграции спицы, что сопровождается болевым син-

дромом и дополнительной травматизацией окружающих тканей [3, 40]. Во избежание этих нежелательных последствий A. Ivancic предложил технологию, в соответствии с которой проволока к спицам Киршнера фиксируется в форме «восьмерки» [41]. Малоинвазивная модификация фиксации флотирующих переломов с помощью спиц Киршнера описана в работе [1]: проведение и фиксацию спиц осуществляли через малые разрезы мягких тканей под контролем торакоскопии. Авторами были отмечены высокая безопасность и эффективность методики.

В 1991 г. R. Landreneau и соавт. [4] описали технологию, суть которой сводилась к фиксации флотирующих сегментов с помощью металлических стержней из ортопедического набора для внешней фиксации Lunque. Стержни вводились в ребра во время торакотомии и фиксировались с помощью наружного механизма стыковки, располагающегося подкожно. Описанная техника фактически является аналогом операции Nuss, которая изначально была предложена для лечения воронкообразной грудной клетки. В другой работе для стабилизации грудной стенки при лечении флотирующих переломов использовали металлические пластины [42].

*Стабилизация с использованием наkostного и интрамедуллярного остеосинтеза пластинами* является весьма привлекательной идеей. Накостный остеосинтез подразумевает полное восстановление поврежденного ребра, а интрамедуллярные имплантаты используются в качестве своеобразных «шин», позволяющих удерживать флотирующий сегмент в более анатомичном положении и предупредить парадоксальные движения без достижения жесткой фиксации. У интрамедуллярной фиксации имеются и некоторые преимущества перед фиксацией наkostными пластинами: введение имплантата требует меньшего по объему рассечения тканей; выступающая часть имплантата меньше, что позволяет не удалять его впоследствии.

Одни авторы для проведения интрамедуллярного остеосинтеза предлагают использовать костные штифты, другие — острые стержни [43, 44]. В противоположность этим трудоемким интрамедуллярным технологиям многие хирурги предпочитают соединение мест переломов лигатурными швами или металлической проволокой [32, 33].

В 1972 г. были предложены интрамедуллярные пластины Rehbein с прямоугольным поперечным сечением, сконструированные для обеспечения ротационной стабильности сломанного ребра [45]. Один конец этой пластины располагается вне костномозгового канала и крепится к ребру швами для ограничения возможной миграции. Значительно позже была создана прекоптурированная реберная шина для интрамедуллярной фиксации переломов ребер [46]. Она имеет прямоугольное поперечное сечение, прекоптурирована по естественному изгибу ребра и фиксируется к ребру с помощью блокирующего винта, что препятствует миграции и обеспечивает угловую стабильность. Биомеханический анализ этого имплантата показал существенные преимущества по сравнению с простой фиксацией спицами Киршнера: реберная реконструкция была на 48% крепче, она позволила избежать прорывания и миграции, особенно в случаях переломов задних отрезков, когда имелись ограничения доступа для установки наkostных пластин [47].

Развитие данного направления предусматривало и совершенствование самих пластин. Первым, кто сооб-

щил об использовании пластин для стабилизации грудной клетки, был W. Sillar [48]. F. Paris и соавт. описали несколько различных способов стабилизации с использованием пластин собственной конструкции. Пластины были длиной до 40 см и служили для вытягивания флотирующих сегментов. Их накладывали вдоль ребра, между ребрами или поперек ребер с использованием швов и, как правило, удаляли после заживления переломов. Эти же авторы описали технику минимально инвазивного остеосинтеза пластинами, которая заключалась в проведении пластин над поврежденными ребрами из двух малых разрезов. Эффективность была продемонстрирована на примере лечения 4 групп пациентов: пациентам I группы ( $n=11$ ) проводилась постоянная ИВЛ (летальность 73%); у 10 пострадавших II группы ( $n=10$ ) были применены ИВЛ и хирургическая стабилизация грудной клетки (летальность 40%); в III группе ( $n=4$ ) проведена только хирургическая стабилизация (летальность 0%); в IV группе ( $n=4$ ) выполнена торакотомия, дополненная хирургической стабилизацией (летальность 25%) [49].

Совершенствовались и механизмы фиксации пластин к ребру [19]. Некоторые пластины необходимо было фиксировать к ребрам с помощью винтов. Однако в ряде случаев приходилось констатировать отрыв пластины от ребра вследствие жесткости пластин и относительной мягкости ткани ребер. Немецкий хирург R. Labitzke создал пластину с захватывающим ребро механизмом для облегчения фиксации пластины и снижения риска повреждения межреберных сосудисто-нервных структур, страдающих при фиксации обвивными швами (пластина Labitzke). Он же стал первым, кто использовал титановые пластины [50]. Однако высокая гибкость этой пластины препятствовала ригидной фиксации флотирующего сегмента.

Именно с этого времени начинается период возращения фиксации ребер с помощью пластин. Положительные отзывы об использовании стандартных пластин типа Drittelrohr были представлены H. Lindenmaier [51]. V. Vecsei и соавт. [52] внедрили низкопрофильную пластину для проволоочной фиксации, которая не требовала последующего удаления. Однако крестообразный профиль пластины в поперечном сечении не позволял осуществлять коррекцию по контуру, а длина не более 8 см не могла перекрыть весь флотирующий сегмент. У пластин Judet есть краевые сжимающие секции и плоская центральная секция длиной 5,3 см, подходящая для фиксации одиночных переломов [53]. Она позволяет захватывать относительно мягкую кость ребра посредством плоских крючков вместо фиксации с помощью винтов, тем самым снижая риск отрыва пластин и повреждения нижележащих структур от сверления дрелью. Высокая эффективность фиксации с помощью пластин Judet была продемонстрирована в проспективном рандомизированном исследовании [54], посвященном сравнению результатов оперативной фиксации и внутренней пневматической стабилизации. Были выявлены значимые различия в пользу хирургического лечения по количеству дней пребывания пациентов на ИВЛ (10,8 дня против 18,3 дня), продолжительности пребывания в отделении реанимации (16,5 дня против 26,8 дня), частоте развития пневмонии (22% против 90%), частоте возврата к трудовой деятельности через 6 мес (61% против 5%) и общей стоимости лечения.

G. Voggenreiter и соавт. [55] провели ретроспективное сравнение результатов хирургической фиксации флотирующего сегмента с помощью пластин

Judet. Основной задачей исследования было решить вопрос о необходимости фиксации у пациентов с ушибом легких. Были сравнены исходы у 10 пациентов с легочной контузией, у 10 пациентов без таковой, а также у 18 пациентов без ушиба легких, прошедших курс консервативного лечения. При оценке результатов учитывали непосредственные исходы, продолжительность ИВЛ, частоту развития пневмонии и летальность. Авторы сделали заключение о том, что у пациентов с флотирующей грудной клеткой без ушиба легких целесообразна ранняя хирургическая стабилизация, в то время как пациентам с флотирующей грудной клеткой и ушибом легких фиксация должна быть проведена при наличии парадоксального дыхания или прогрессивного коллапса легкого [55].

Руководствуясь положением о необходимости ригидной фиксации флотирующего сегмента, J. Sanches-Lloret и соавт. [56] предложил реберные пластины длиной 13–19 см с захватывающими крайними секциями, позволяющими покрыть все стороны флотирующего сегмента одним имплантатом. Циркулярная средняя секция вплотную подходила по контуру ребра, но недостатком этого был низкий профиль пластины. С этой же целью А.К. Флорикян в 1998 г. рекомендовал накладывать на ребра пластины из нержавеющей стали и фиксировать их к ребрам для надежности шурупами соответствующего диаметра. При размождении большого участка ребра после удаления костных отломков и обработки сломанных ребер формируется довольно большой диастаз, компенсировать который можно с помощью пластины [31].

В 2003 г. представлен первый опыт применения рассасывающихся пластин при лечении переломов ребер: продемонстрированы хорошие клинические результаты, а сама технология была позиционирована как метод выбора при лечении подобных повреждений [57].

Для минимально инвазивной фиксации одиночных переломов ребер группой исследователей [58] разработан новый дизайн пластин длиной не более 5 см, в которых использовались оба принципа: ввинчивания и захватывания. Результатом стало создание U-образной пластины RibLoc («Acute Innovations™»). В названии пластины кроется принцип ее работы: U-образная форма обеспечивает скольжение и надевание на ребро; последующая фиксация достигается за счет угловых стабилизирующих винтов.

В 2007 г. J. Vodicka представил 10-летний опыт лечения 40 пострадавших с переломами ребер, которые фиксировали с помощью пластин Medi. Эти пластины походили на пластины Judet, так как ребра удерживались с помощью крючков. Хирург мог также добавить несколько дополнительных винтов для достижения лучшей фиксации. Различие заключалось в том, что пластины фиксировались на поверхности ребра, а не по окружности [59].

В 2008 г. появилась новая система фиксации ребер «Stratos»® (аббревиатура от «Strasbourg thoracic osteosynthesis system»), предназначенная для лечения только переломов ребер и деформаций грудной стенки. Механизм фиксации аналогичен таковому пластин Judet. Система также оснащена дугами, которые могут быть соединены с пластинами для покрытия или подвешивания сегментов грудной стенки [19].

Новейшая система фиксации ребер представлена компанией «Synthes»™: «Matrix® rib fixation system». Эта система анатомических реберных пластин из титана и шин предназначена только для фиксации ре-

бер посредством блокирующих винтов. Пластины выполнены таким образом, что полностью соответствуют биодинамическим характеристикам ребер, тем самым исключая необходимость использования трафаретов и премоделирования пластины. Это обеспечивает снижение сложности операции и сокращение ее продолжительности, особенно при стабилизации множественных переломов и реберной створки [47].

Несмотря на появление специальных реберных пластин, стандартные трубчатые (на 1/3) и 3,5-миллиметровые реконструктивные пластины остаются наиболее часто используемыми имплантатами для фиксации переломов ребер по причине их повсеместной доступности. Эти стандартные пластины подходят по контуру и обеспечивают достаточную стабильность при фиксации флотирующего сегмента. Однако эти пластины ввиду довольно большой жесткости могут вызывать концентрацию давления и провоцировать отрыв и выход винта из ребра, измененного вследствие остеопороза [39, 46]. Более того, эти пластины требуют сгибания, что делает их применение более технически сложным и трудоемким в сравнении с гибкими захватывающими пластинами [50].

Несмотря на достаточное число пластин, публикации по отдаленным исходам применения каждого способа фиксации весьма ограничены.

Хотелось бы упомянуть еще несколько современных методов хирургической стабилизации переломов ребер, описание и результаты применения которых появились сравнительно недавно.

Н. Igai и соавт. [60] при лечении переломов ребер использовали реберный степлер и биодеградируемые штифты. Было отмечено, что при переломах ребер по длинной оси предпочтительнее использовать реберные степлеры, а при переломах по короткой оси — биодеградируемые штифты. Опыт использования биодеградируемых штифтов в лечении множественных переломов ребер был также представлен в исследовании [61]. Авторами оперировано 40 пациентов, у 9 из которых был реберный клапан. Количество переломов варьировало от 4 до 10, составив в среднем 6, количество синтезированных ребер — от 3 до 8, в среднем 5. Авторы отметили отсутствие летальности, раневых и внутриплевральных осложнений, а также статистически значимый прирост показателей сатурации и парциального давления  $O_2$  в крови уже в первые часы после операции.

Х. Chaï и соавт. [62] представили результаты лечения 248 пострадавших с множественными переломами ребер. Исследование носило ретроспективный характер. Авторы использовали биодеградируемые интрамедуллярные штифты у 28 пациентов, наkostные биодеградируемые пластины с захватывающим механизмом у 141 пациента и комбинацию методов в 79 случаях. В структуре непосредственных результатов был всего 1 (0,4%) летальный исход. В отдаленном периоде в сроки до 2 лет смещение отломков констатировали у 2 оперированных пациентов, удаление пластин понадобилось в 11 наблюдениях. Авторы позиционируют метод как простой и надежный способ лечения множественных переломов ребер, при этом отмечают большую прочность наkostных биодеградируемых пластин с захватывающим механизмом.

**Заключение.** Анализ имеющихся способов хирургического лечения множественных и флотирующих переломов ребер высветил различные взгляды на методы внутренней и внешней стабилизации. Дальнейшее развитие данного направления связано с раз-

работкой тактического алгоритма выбора оптимального способа лечения переломов в конкретной клинической ситуации с позиции научно-обоснованной медицинской практики.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Жестков К.Г., Барский В.В., Воскресенский О.В. Торакоскопическая фиксация костных отломков при флотирующих переломах ребер. Эндоскопическая хирургия. 2006; 4: 59–64 [Zhestkov K.G., Barskiy V.V., Voskresenskiy O.V. Thoracoscopic fixation of bone fragments in floating rib fractures. Endoskopeskaya khirurgiya. 2006; 4: 59–64 (in Russian)].
2. Athanassiadi K., Gerazounis M., Theakos N. Management of 150 flail chest injuries: analysis of risk factors affecting outcome. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2004; 26 (2): 373–6.
3. Ahmed Z., Mohyuddin Z. Management of flail chest injury: internal fixation versus endotracheal intubation and ventilation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1995; 110 (6): 1676–80.
4. Landreneau R.S., Hinson J.M., Hazerlrigg S.R., Johnson J.A., Boley T.B., Curtis J.J. Strut fixation of an extensive flail chest. Ann. Thorac. Surg. 1991; 51 (3): 473–5.
5. Fligel B.T., Luchette F.A., Reed R.L., Esposito T.J., Davis K.A., Santaniello J.M. et al. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. Surgery. 2005; 138 (4): 717–23.
6. Вагнер Е.А. Хирургия поврежденных груди. М.: Медицина; 1981 [Vagner E.A. Chest injuries surgery. Moscow: Meditsina; 1981 (in Russian)].
7. Вишневецкий А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. Хирургия грудной стенки: Руководство. М.: Видар-М; 2005 [Vishnevskiy A.A., Rudakov S.S., Milanov N.O. Thoracic wall surgery. Guidelines. Moscow: Vidar-M; 2005 (in Russian)].
8. Ключевский В.В. Скелетное вытяжение. Ленинград: Медицина; 1991 [Klyuchevskiy V.V. Skeletal traction. Leningrad: Meditsina; 1991 (in Russian)].
9. Ушаков Н.Г. Патогенетическое обоснование применения вытяжения реберного клапана при закрытой травме груди. Аспирантский вестник Поволжья. 2011; 1–2: 169–72 [Ushakov N.G. The pathogenic basis of application of flail chest traction in patients with closed chest trauma. Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya. 2011; 1–2: 169–72 (in Russian)].
10. Колкин Я.Г., Першин Е.С., Вегнер Д.В. Панельная фиксация фрагментов грудного-реберного каркаса при тяжелой закрытой травме груди. Хирургия Украины. 2009; 3: 62–5 [Kolkin Ya.G., Pershin E.S., Vegner D.V. Sternal and ribs fragments panel fixation for severe closed chest trauma. Khirurgiya Ukrainy. 2009; 3: 62–5 (in Russian)].
11. Маслов В. И., Тахтамыйш М.А. Лигатурная фиксация флотирующих реберных клапанов при закрытой травме груди. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2007; 3: 39–43 [Maslov V.I., Takhtamysh M.A. Ligature fixation of floating ribs at closed injury of chest. Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova. 2007; 3: 39–43 (in Russian)].
12. Velmahos G.C., Vassiliu P., Chan L.S., Murray J.A., Berne T.V., Demetriades D. Influence of flail chest on outcome among patients with severe thoracic cage trauma. Int. Surg. 2002; 87 (4): 240–4.
13. Gunduz M., Unlugenc H., Ozalevli M., Inanoglu K., Akman H. A comparative study of continuous positive airway pressure (CPAP) and intermittent positive pressure ventilation (IPPV) in patients with flail chest. Emerg. Med. J. 2005; 22 (5): 325–9.
14. Davignon K., Kwo J., Bigatello L.M. Pathophysiology and management of the flail chest. Minerva Anesthesiol. 2004; 70 (4): 193–9.
15. Ciraulo D.L., Elliott D., Mitchell K.A., Rodriguez A. Flail chest as a marker for significant injuries. J. Am. Coll. Surg. 1994; 178 (5): 466–70.
16. Balci A.E., Eren S., Cakir O., Eren M.N. Open fixation in flail chest: review of 64 patients. Asian Cardiovasc. Thorac. Ann. 2004; 12 (1): 11–5.
17. Nishiumi N., Fujimori S., Katoh N., Iwasaki M., Inokuchi S., Inoue H. Treatment with internal pneumatic stabilization for anterior flail chest. Tokai J. Exp. Clin. Med. 2007; 32 (4): 126–30.
18. Jones T., Richardson E. Traction on the sternum in the treatment of multiple fractured ribs. Surg. Gynec. Obstet. 1926; 42: 283.
19. Bemelman M., Poeze M., Blokhuis T.J., Leenen L.P.H. Historic overview of treatment techniques for rib frac-

- tures and flail chest. Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2010; 36 (5): 407–15.
20. Heroy W.W., Eggleston F.C. A method of skeletal traction applied through the sternum in «steering wheel» injury of the chest. Ann. Surg. 1951; 133 (1): 135–8.
  21. Jaslow I. Skeletal traction in the treatment of multiple fractures of the thoracic cage. Am. J. Surg. 1946; 72 (5): 753–5.
  22. Williams M. Severe crushing injury to the chest. Ann. Surg. 1948; 128 (5): 1006–11.
  23. Constantinescu O. A new method of treating the flail chest wall. Am. J. Surg. 1965; 109: 604–10.
  24. Gyhra A., Torres P., Pino J., Palacios S., Cid L. Experimental flail chest: ventilatory function with fixation of flail segment in internal and external position. J. Trauma. 1996; 40 (6): 977–9.
  25. Греджев А.Ф., Паниотов А.П. Панельная фиксация при множественных переломах ребер. Клиническая хирургия. 1977; 8: 69–78 [Gredzhev A.F., Paniotov A.P. Panel fixation in multiple rib fractures. Klinicheskaya khirurgiya. 1977; 8: 69–78 (in Russian)].
  26. Голобородько Н.К., Булага В.В. Общие принципы работы специализированного центра политравмы и шока. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1989; 6: 139–41 [Goloborod'ko N.K., Bulaga V.V. General principles of the activities of a specialized center of polytrauma and shock. Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova. 1989; 6: 139–41 (in Russian)].
  27. Шанот Ю.Б., Бесаев Г.М., Кашанский Ю.Б., Зайцев Е.Н. Техника остеосинтеза при переломах ребер, грудины и ключицы. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1985; 11: 83–7 [Shapot Yu.B., Besaev G.M., Kashanskiy Yu.B., Zaitsev E.N. Osteosynthesis technique in fractures of ribs, sternum and clavicle. Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova. 1985; 11: 83–7 (in Russian)].
  28. Glavas M., Altarac S., Vukas D., Ivancić A., Drazinić I., Gusić N. et al. Flail chest stabilization with palacos prosthesis. Acta Med. Croatica. 2001; 55 (2): 91–5.
  29. ActisDato G.M., Aidala E., Ruffini E. Surgical management of flail chest. Ann. Thorac. Surg. 1999; 67: 1826–7.
  30. Белоконов В.И., Пашиков В.Г. Способ лечения пациентов со створчатыми переломами ребер. Патент РФ №2271761; 2006 [Belokonev V.I., Pashkov V.G. Method for the treatment of patients with floating rib fractures. Patent RF, N 2271761; 2006 (in Russian)].
  31. Флорикий А.К. Хирургия повреждений груди (патология, физиология, клиника, диагностика, лечение). Избранные лекции. Харьков: Основа; 1998 [Florikiyan A.K. Thoracic injuries surgery (pathophysiology, clinical picture, diagnosis, treatment). Selected lectures. Khar'kov: Osnova; 1998 (in Russian)].
  32. Hagen K. Multiple rib fractures treated with a drinker respirator: a case report. J. Bone Joint Surg. Am. 1945; 27 (2): 330–4.
  33. Elkin D., Cooper F. Thoracic injuries: review of cases. Surg. Gynec. Obstet. 1943; 72: 271.
  34. Кузьмичев А.П., Соколов В.А. Оперативное восстановление реберного каркаса при закрытой травме грудной клетки. Хирургия. 1983; 4: 26–30 [Kuz'michev A.P., Sokolov V.A. Surgical restoration of rib cage in closed chest injury. Khirurgiya. 1983; 4: 26–30 (in Russian)].
  35. Dor V., Paoli J., Noirclerc M., Malmejac C., Chauvin G., Pons R. Lysteosynthese des volets thoraciques technique, resultants et indications apropos de 19 observations. Ann. Chir. 1967; 21 (15): 983–96 (in French).
  36. Guernelli N., Bragaglia R.B., Briccoli A., Mastroiilli M., Vecchi R. Technique for the management of anterior flail chest. Thorax. 1979; 34 (2): 247–8.
  37. Schmit-Neuerburg K.P., Weiss H., Labitzke R. Indication for thoracotomy and chest wall stabilization. Injury. 1982; 14 (1): 26–34.
  38. Granetzny A., El-Aal M.A., Emam E., Shalaby A., Boseila A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. Interact. CardioVasc. Thorac. Surg. 2005; 4: 583–7.
  39. Engel C., Krieg J.C., Madey S.M., Long W.B., Bottlang M. Operative chest wall fixation with osteosynthesis plates. J. Trauma. 2005; 58: 181–6.
  40. Shah T.J. On internal fixation for flail chest. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1996; 112 (3): 849–50.
  41. Ivancić A., Saftić I., Cicvarić T., Spanjol J., Stalekar H., Marinović M. et al. Initial experience with external thoracic stabilization by the «figure of eight» osteosynthesis in polytraumatized patients with flail chest injury. Coll. Antropol. 2009; 33 (1): 51–6.
  42. Carbognani P., Cattelan L., Rusca M., Bellini G. A technical proposal for the complex flail chest. Ann. Thorac. Surg. 2000; 70 (1): 342–3.
  43. Crutcher R.R., Nolen T.M. Multiple rib fracture with instability of chest wall. J. Thorac. Surg. 1956; 32 (1): 15–21.
  44. Klassen K.P. Medullary pegging in thoracotomy incisions. J. Thorac. Surg. 1949; 18 (1): 90–6.
  45. Schupbach P., Meier P. Indications for the reconstruction of the unstable thorax due to serial rib fractures and respiratory insufficiency. Helv. Chir. Acta. 1976; 43 (5–6): 497–502.
  46. Helzel I., Long W., Fitzpatrick D., Madey S., Bottlang M. Evaluation of intramedullary rib splints for less-invasive stabilization of rib fractures. Injury. 2009; 40 (10): 1104–10.
  47. Bottlang M., Helzel I., Long W.B., Madey S. Anatomically contoured plates for fixation of rib fractures. J. Trauma. 2010; 68 (3): 611–5.
  48. Sillar W. The crushed chest. J. Bone Joint Surg. Br. 1961; 43 (4): 738–45.
  49. Paris F., Tarazona V., Blasco E., Canto A., Casillas M., Pastor J. et al. Surgical stabilization of traumatic flail chest. Thorax. 1975; 30 (5): 521–7.
  50. Labitzke R. Early thoracotomy and chest wall stabilization with elastic rib clamps. Zentralbl Chir. 1981; 106 (20): 1351–9.
  51. Lindenmaier H.L., Kuner E.H., Walz H. The surgical treatment of thoracic wall instability. Unfallchirurgie. 1990; 16 (4): 172–7 [in German].
  52. Vecsei V., Frenzel I., Plenck H. Jr. A new rib plate for the stabilization of multiple rib fractures and thoracic wall fracture with paradoxical respiration. Hefte Unfallheilkd. 1979; 138: 279–82 [in German].
  53. Judet R. Osteosynthesecostale. Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. 1973; 59 (1): 334–5.
  54. Tanaka H., Yukioka T., Yamaguti Y., Shimizu S., Goto H., Matsuda H. et al. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients. J. Trauma. 2002; 52 (4): 727–32.
  55. Voggenreiter G., Neudeck F., Aufmkolk M., Obertacke U., Schmit-Neuerburg K.P. Operative chest wall stabilization in flail chest — outcomes of patients with or without pulmonary contusion. J. Am. Coll. Surg. 1998; 187 (2): 130–8.
  56. Sanchez-Lloret J., Letang E., Calleja M.A., Canalis E. Indication and surgical treatment of the traumatic flail chest syndrome: an original technique. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1982; 30 (5): 294–7.
  57. Mayberry J.C., Terhes J.T., Ellis T.J., Wanek S., Mullins R.J. Absorbable plates for rib fracture repair: preliminary experience. J. Trauma. 2003; 55 (5): 835–9.
  58. Sales J.R., Ellis T.J., Gillard J., Liu Q., Chen J.C., Ham B. et al. Biomechanical testing of a novel, minimally invasive rib fracture plating system. J. Trauma. 2008; 64 (5): 1270–4.
  59. Vodicka J., Spidlen V., Safranek J., Simanek V., Altmann P. Severe injury to the chest wall — experience with Surgical therapy. Zentralbl Chir. 2007; 132 (6): 542–6.
  60. Igai H., Kamiyoshihara M., Nagashima T., Ohtaki Y. Rib fixation for severe chest deformity due to multiple rib fractures. Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2012; 18 (5): 458–61.
  61. Liu J., Li K., He J. Internal fixation treatment of multiple rib fractures with absorbable rib-connecting-pins. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2011; 25 (1): 100–3.
  62. Chai X., Lin Q., Ruan Z., Zheng J., Zhou J., Zhang J. The clinical application of absorbable intramedullary nail and claw plate on treating multiple rib fractures. Minerva Chir. 2013; 68 (4): 415–20.

**Сведения об авторе:** **Бенян Армен Сисакович** — канд. мед. наук, зав. хирургическим торакальным отделением.  
**Для контактов:** 443095, Самара, ул. Ташкентская, д. 159. Тел.: +7 (846) 956–22–72. E-mail: armenbenyan@yandex.ru.

## СКОЛИОЗ И СИРИНГОМИЕЛИЯ

М.В. Михайловский, В.В. Ступак, В.В. Белозеров

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

*Высокая частота встречаемости как сколиотических деформаций у пациентов с сирингомиелией (до 74,4%), так и сирингомиелии у больных со сколиозом (до 9,7%) обуславливает интерес исследователей к пациентам с данным сочетанием заболеваний. В обзоре представлены существующие подходы к диагностике и лечению, обозначены проблемы, с которыми приходится сталкиваться при определении тактики ведения подобных пациентов, в частности взгляды на вопросы очередности нейрохирургического вмешательства и операций по коррекции сколиоза.*

**Ключевые слова:** сирингомиелия, идиопатический сколиоз, коррекция деформации позвоночника.

### *Scoliosis and Syringomyelia*

M.V. Mikhailovskiy, V.V. Stupak, V.V. Belozyorov

Novosibirsk Institute of Traumatology and Orthopaedics named after Ya. L. Tziv'yan,  
Novosibirsk, Russia

*High rate of both scoliotic deformities in patients with syringomyelia (up to 74.4%) and syringomyelia in patients with scoliosis (up to 9.7%) explains the interest of specialists to the patients with combination of such diseases. The literature review covers the modern approaches to the diagnosis and treatment, the problems in determination of treatment tactics, particularly the priority of neurosurgical intervention and intervention for scoliosis correction.*

**Key words:** syringomyelia, idiopathic scoliosis, spine deformity correction.

**Введение.** Впервые формирование полостей в спинном мозге описал Olliver в 1837 г. Он же назвал этот процесс сирингомиелией. Первые результаты хирургической коррекции сколиотических деформаций у пациентов с сирингомиелией опубликованы в 1969 г. Huebert и MacKinnon. Были прооперированы два пациента: одному из них установлен дистрактор Харрингтона, другому ввиду выраженной ликворреи последний установить не удалось. В первом случае диагноз сирингомиелии был установлен на основании данных миелографии, во втором — при выполнении ламинэктомии [1]. Несмотря на то что история изучения вопроса насчитывает уже не одно десятилетие, остается множество нерешенных проблем в отношении тактики ведения пациентов, у которых сколиотическая деформация сочетается с сирингомиелией.

**Заболеваемость.** Интерес к данной проблеме в последнее время продиктован высокой частотой встречаемости как сколиотических деформаций у пациентов с сирингомиелией, которая колеблется в пределах от 25 до 74,4% [1, 2], так и сирингомиелии у пациентов со сколиозом, которую выявляют в 1,2–9,7% случаев [1, 3–9].

**Дефиниции.** Сирингомиелия (от греч. syrinx, в родительном падеже syringos — трубка, канал и myelos — спинной мозг) — хроническое прогрессирующее заболевание нервной системы человека, характеризующееся образованием полостей в спинном мозге, разрастанием нейроглии, расстройствами чувствительности и двигательных функций, трофическими нарушениями [10]. Макроскопически на разрезе спинного мозга

определяются полости, заполненные ликвором, которые могут располагаться на различных уровнях (чаще в грудном и шейном отделах) и практически на любом протяжении [1]. Локализация очагов поражения определяет характерные симптомы: снижение температурной и болевой чувствительности, трофические нарушения, головные боли. Расширение центрального канала спинного мозга принято называть гидромиелией. Сирингобульбией обозначают вариант сирингомиелии, при котором в патологический процесс вовлекается продолговатый мозг. В зависимости от наличия связи с полостью IV желудочка сирингомиелию делят на сообщающуюся и не сообщающуюся центральноканальную и экстраканальную [11]. Полости, не сообщающиеся с центральным каналом, называют кистами спинного мозга. В нашем исследовании рассматриваются случаи спинномозговых кист, гидромиелии даже без классических проявлений сирингомиелии. Э.И. Богданов сирингомиелию трактует как процесс интрамедуллярного полостеобразования [12]. Такое определение больше всего подходит для оценки состояния пациентов со сколиозом, так как при коррекции сколиотических деформаций любые кистозные образования спинного мозга, а также расширение спинномозгового канала могут привести к неврологическим осложнениям [13]. В 30–86% случаев сирингомиелия сочетается с аномалией Арнольда — Киари [7, 14–16]. В ряде случаев причиной сирингомиелии являются ликвородинамические нарушения на уровне краниовертебрального перехода вследствие аномалии Арнольда — Киари (см. рисунок) [11].



Больной Р. 15 лет. Интрамедуллярная киста шейногрудного отдела позвоночника (на уровне С2–Th5) с ровными внутренними стенками и отдельными перетяжками шириной до 12 мм без клинических проявлений синдромов.

**Диагностика.** Синдром синдрома протекает либо бессимптомно, что бывает довольно часто, либо ее начальные симптомы принимаются врачами как проявление сколиотической болезни [17]. Описаны специфические рентгенологические признаки, которые могут свидетельствовать о наличии синдрома. К таким изменениям относится синдрома остеопатия, характеризующаяся поражением коленных, тазобедренных суставов, реже — плечевого. При этом наблюдаются дефекты роста костей и костеобразования, очаги разрыхления кости, поперечные переломы костей, окруженные обызвествляющимися мозолями. Также характерны поражения суставов кисти, кистевых фаланг. Однако указанные изменения возникают при длительном течении синдрома. По результатам МРТ, проведенной у 37 пациентов с признаками синдрома остеопатии, факт синдрома подтвержден у 7 из них [18].

Запись коротколатентных соматосенсорных вызванных потенциалов в ответ на стимуляцию срединного нерва позволяет выявить функциональные нарушения соматосенсорной системы на уровне шейного отдела спинного мозга и стволовых структур головного мозга, а также их зависимость от величины мальформации Киари и сопутствующей синдрома [14]. Однако данные изменения могут наблюдаться при грубых сколиотических деформациях и без синдрома. Таким образом, метод записи соматосенсорных вызванных потенциалов не может являться определяющим при постановке диагноза, а может быть лишь рекомендован как необходимый тест для определения показаний к операциям при сосудистых нарушениях на фоне дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника [6, 19]. В целом, несмотря на разногласия авторов в выборе оптимальной тактики лечения, практически все сходятся во мнении о необходимости обязательной МРТ-диагностики в предоперационном периоде [8, 13, 20, 21]. Данный вид обследования помогает выявить не только синдрома и аномалию Арнольда — Киари, но и другие интраканальные аномалии, которые могут потребовать первоочередного нейрохирургического пособия либо явиться фактором риска интраоперационных осложнений при оперативной коррекции сколиотических деформаций [22]. Некоторые авторы склонны считать, что синдрома чаще встречается при атипичных сколиотических деформациях. Так, например, Е. Меjia и соавт. [23] приводят данные о том, что из 29 обследованных с помо-

щью МРТ пациентов с левосторонними сколиотическими дугами синдрома выявлена у 2 больных, что составляет 7%.

Без МРТ, используя данные только клинического и рентгенологического исследований, в случае бессимптомного течения синдрома выявить аномалию и адекватно оценить возможные риски хирургического лечения сколиоза практически невозможно. Доказательством этому служит отсутствие корреляции между величиной сколиотической дуги, вершинной сколиоза, неврологическим дефицитом, размером и расположением кисты [24]. Между тем некоторые авторы приводят сведения о том, что уменьшение кифоза грудного отдела позвоночника может являться фактором риска наличия синдрома [25].

Есть исследования, в которых авторы в качестве причины формирования сколиотической деформации у пациентов с синдрома рассматривают асимметрию мышечного тонуса, связанную с выходом ацетилхолиновых рецепторов за пределы нейромышечного синапса, для диагностики которого необходима биопсия паравerteбральных мышц. Так, ацетилхолиновые рецепторы в мышечной ткани были обнаружены у 14 пациентов из 25 обследованных со сколиозом, ассоциированным с синдрома [26].

**Лечение.** Консервативное лечение синдрома считается малоэффективным и носит симптоматический характер. В литературе описаны радиологические, медикаментозные и физиотерапевтические методы лечения [27]. Одним из препаратов, применяемых в комплексном лечении данного заболевания, является «Алфлутоп», который вводят паравerteбрально. На его фоне улучшается неврологический статус и повышается уровень гликозаминогликанов в крови, который обычно снижен у больных синдрома [28]. Также в литературе представлено немало случаев самопроизвольного спадения синдрома кист; описано уменьшение полостей спинного мозга в разных возрастных группах (по результатам МРТ в динамике) [29–35].

Наиболее эффективным методом лечения синдрома остается хирургический. Разработано около 20 методик оперативных вмешательств при синдрома. Большинство операций направлено на нормализацию ликвороциркуляции на уровне краниовертебрального перехода. В результате нейрохирургических манипуляций регресс клинических проявлений синдрома отмечается у 35–45% больных, стабилизация состояния — у 45%, отсутствие клинического эффекта — у 10–20% [11]. Существуют ликворорешающие, ликвородренирующие операции, а также вмешательства с проведением пластики синдрома кисты участками твердой мозговой оболочки [36]. Нейрохирургические показания к оперативному лечению определены достаточно четко — наличие либо нарастание неврологической симптоматики, которая может проявляться по-разному в зависимости от размеров и локализации кисты, динамики заболевания. Также дренирование и опорожнение синдрома кисты может быть предварительным этапом перед коррекцией деформации позвоночника с целью снижения рисков неврологических осложнений [37, 38].

**Хирургическое лечение сколиотических деформаций при синдрома.** Мнения авторов относительно хирургической тактики коррекции сколиоза при синдрома существенно расходятся. Некоторые считают, что первым этапом должно являться нейро-

хирургическое пособие, которое может обусловить уменьшение выраженности сколиотического компонента либо свести к минимуму риск прогрессирования деформации [16, 24, 39, 40]. При этом отпадает потребность в проведении оперативной коррекции деформации позвоночника. Другие авторы показывают, что предшествующая нейрохирургическая операция не влияет на прогрессирование деформации позвоночника и впоследствии к хирургии сколиоза приходится прибегать практически в 100% случаев [25, 41, 42].

При этом можно проследить определенную закономерность: если нейрохирургическое пособие проводится в возрасте до 10 лет, то это позволяет избежать операции с целью коррекции сколиоза в 37,5–48% случаев [24, 39, 40]. Также не описано ни одного случая неврологических осложнений при коррекции сколиотических деформаций после предшествующего нейрохирургического лечения.

Много меньше в литературе упоминаний об оперативном лечении сколиоза без предшествующего нейрохирургического пособия. К. Yu и соавт. [43] приводят данные о 93 пациентах, у которых сколиотическая деформация сочеталась с сирингомиелией. Одиннадцать из них проведена селективная коррекция грудной сколиотической дуги. Коррекция составила в среднем 69,6%, спонтанная коррекция вторичной дуги — 67,9%, потеря коррекции — 6,8%. Только в одном случае констатирована декомпенсация вторичной дуги. Полученные результаты соответствовали таковым у пациентов с идиопатическим сколиозом. Неврологических осложнений не выявлено [43].

В сообщении [44] приведены данные о 17 пациентах, у которых сколиотическая деформация сочеталась с аномалией Арнольда — Киари I типа, из них у 16 выявлена сирингомиелия. Этим пациентам проведено оперативное лечение с использованием транспедикулярной фиксации, причем в 9 случаях — с применением методики VCR (vertebral column resection). Показанием к VCR являлось превышение сколиотической или кифотической деформации более 90° по Коббу. Коррекция при использовании методики VCR составила в среднем 69,4%, без нее — 63,4%. Неврологических осложнений не выявлено. Авторы сделали вывод об отсутствии необходимости предварительного нейрохирургического вмешательства.

Н. Zhang [45] прооперировал 13 пациентов с поясничным и груднопоясничным сколиозом. Процент коррекции составил 80,1, при этом каких-либо неврологических осложнений не выявлено. F. Umarhodzhaev и соавт. [46] также сообщают о двух случаях радикальной коррекции деформации позвоночника без предварительной нейрохирургической декомпрессии в отсутствие послеоперационных неврологических осложнений. И лишь R. Ozerdemoglu и соавт. [41] приводят данные о том, что у 3 (8%) из 38 пациентов, перенесших операции по коррекции сколиотической деформации, возникли неврологические осложнения.

Между тем большинство авторов сходятся во мнении, что хирургическая коррекция сколиотической деформации должна проводиться в условиях интраоперационного нейромониторинга [17].

**Заключение.** Сирингомиелия является одной из наиболее частых сопутствующих интраспинальных патологий. Самым достоверным методом диагностики сирингомиелии является МРТ, которую следует выполнять каждому пациенту, которому планируется оперативное лечение. При выявлении сирингомие-

лии пациент в обязательном порядке должен быть осмотрен нейрохирургом. Консервативное лечение сирингомиелии носит симптоматический характер. Нейрохирургическая операция, при наличии показаний, должна быть выполнена перед коррекцией сколиотической деформации. Хирургическое лечение сирингомиелии в возрасте до 10 лет может снизить риск прогрессирования сколиоза. Во время проведения хирургической коррекции сколиотической деформации обязательно использование нейромониторинга. Несмотря на то что в некоторых случаях коррекция сколиоза возможна без предварительного нейрохирургического вмешательства, риск неврологических осложнений довольно высок. Одной из задач, требующих разработки, является определение условий, при которых коррекция сколиотической деформации может быть выполнена в первую очередь.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. 2-е изд. Новосибирск; 2011: 281–2 [Mikhailovskiy M.V., Fomichyov N.G. Spine deformities surgery. 2<sup>nd</sup> ed. Novosibirsk; 2011: 281–2 (in Russian)].
2. Woods W.W., Pimenta A.M. Intramedullary lesions of spinal cord: study of sixty eight consecutive cases. Arch. Neurol. Psychiatry. 1944; 52: 383–99.
3. Менделевич Е.Г., Давлетшина Р.И., Дунин Д.Н. Клинические и МРТ особенности течения сирингомиелии, начавшейся в детском возрасте. Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева. 2011; XLIII (4): 14–9 [Mendelevich E.G., Davletshina R.I., Dunin D.N. Clinical and MRI peculiarities of dynamics in pediatric syringomyelia. Nevrologicheskiy vestnik. Zhurnal im. V.M. Bekhtereva. 2011; XLIII (4): 14–9 (in Russian)].
4. Charry O., Koop S., Winter R., Lonstein J., Denis F., Bailey W. Syringomyelia and scoliosis: a review of twenty-five pediatric patients. J. Pediatr. Orthop. 1994; 14 (3): 309–17.
5. Dobbs M.B., Lenke L.G., Szymanski D.A., Morcuende J.A., Weinstein S.L., Bridwell K.H., Sponseller P.D. Prevalence of neural axis abnormalities in patients with infantile idiopathic scoliosis. J. Bone Joint Surg. Am. 2002; 84 (12): 2230–4.
6. Fujimori T., Iwasaki M., Nagamoto Y., Sakaura H., Oshima K., Yoshikawa H. The utility of superficial abdominal reflex in the initial diagnosis of scoliosis: a retrospective review of clinical characteristics of scoliosis with syringomyelia. Scoliosis. 2010; 5: 17. doi: 10.1186/1748-7161-5-17.
7. Hausmann O.N., B ni T., Pfirrmann C.W., Curt A., Min K. Preoperative radiological and electrophysiological evaluation in 100 adolescent idiopathic scoliosis patients. Eur. Spine J. 2003; 12 (5): 501–6.
8. Koiban M., Darczuk J., Chmielnicki M. Diagnosis of syringomyelia and Chiari malformations in patients with scoliosis. Ortop. Traumatol. Rehabil. 2005; 7 (1): 36–41.
9. Singhal R., Perry D.C., Prasad S., Davidson N.T., Bruce C.E. The use of routine preoperative magnetic resonance imaging in identifying intraspinal anomalies in patients with idiopathic scoliosis: a 10-year review. Eur. Spine J. 2013; 22 (2): 355–9. doi: 10.1007/s00586-012-2538-y.
10. Шамбуров Д.А. Сирингомиелия. М.: Медгиз; 1961 [Shamburov D.A. Syringomyelia. Moscow: Medgiz; 1961 (in Russian)].
11. Евзиков Г.Ю. Сирингомиелия. Неврологический журнал. 2008; 13 (3): 4–11 [Evzikov G.Yu. Syringomyelia. Nevrologicheskiy zhurnal. 2008; 13 (3): 4–11 (in Russian)].
12. Богданов Э.И. Сирингомиелия. Неврологический журнал. 2005; 10 (6): 4–11 [Bogdanov E.I. Syringomyelia. Nevrologicheskiy zhurnal. 2005; 10 (6): 4–11 (in Russian)].
13. Ozturk C., Karadereler S., Ornek I., Enercan M., Ganiyusufoglu K., Hamzaoglu A. The role of routine magnetic resonance imaging in the preoperative evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. Int. Orthop. 2010; 34 (4): 543–6.
14. Крупина Н.Е., Патюков С.В. К вопросу о состоянии соматосенсорной системы у больных с мальформацией Киари I типа и сирингомиелией по данным вызванных потенциалов. Уральский медицинский журнал. 2011; 2 (80): 32–5 [Krupina N.E., Patyukov S.V. To the question about the somatosensory system condition in patients with

- chiari malformation type I and syringomyelia on the base of the evoked potentials data. Ural'skiy meditsinskiy zhurnal. 2011; 2 (80): 32-5 (in Russian)].
15. Менделевич Е.Г., Давлетишина Р.И., Валиева Л.К. Клинические и нейровизуальные варианты течения синингомиелии, манифестировавшей в различные возрастные периоды. Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева. 2012; XLIV (4): 45-50 [Mendelevich E.G., Davletshina R.I., Valieva L.K. The clinical and MRI variants of syringomyelia, manifesting at different ages. Nevrologicheskii vestnik. Zhurnal im. V.M. Bekhtereva. 2012; XLIV (4): 45-50 (in Russian)].
  16. Hanieh A., Sutherland A., Foster B., Cundy P. Syringomyelia in children with primary scoliosis. Child's Nerv. Syst. 2000; 16 (4): 200-2.
  17. Евтушенко С.К., Шестова Е.П., Гриневич Е.В., Прохорова Л.М., Бежок Е.И., Соловьева Е.М., Душатская А.В. Случай синингомиелии у ребенка 3 лет, верифицированный по данным МРТ. Международный неврологический журнал. 2007; 5: 156-7 [Evtushenko S.K., Shestova E.P., Grinevich E.V., Prokhorova L.M., Bezhek E.I., Solov'yova E.M., Dushatskaya A.V. Case of syringomyelia on MRI data in the 3 years old child. Mezhdunarodnyi nevrologicheskii zhurnal. 2007; 5: 156-7 (in Russian)].
  18. Хмара Т.Г., Комаров И.И. Синингомиелическая остеоартропатия. Саратовский научно-медицинский журнал. 2012; 8 (2): 509-12 [Khmara T.G., Komarov I.I. Syringomyelic osteoarthropathy. Saratovskiy meditsinskiy zhurnal. 2012; 8 (2): 509-12 (in Russian)].
  19. Вишневецкий А.А., Посохина О.В., Рыжова О.Е., Тиходеев С.А., Фадеев В.А. Возможности исследования соматосенсорных вызванных потенциалов при патологии позвоночника. Хирургия позвоночника. 2005; 3: 101-10 [Vishnevskiy A.A., Posokhina O.V., Ryzhova O.E., Tikhodeev S.A., Fadeev V.A. Value of somatosensory evoked potentials for spine pathology study. Khirurgiya pozvonochnika. 2005; 3: 101-10 (in Russian)].
  20. Freund M., Hähnel S., Thomsen M., Sartor K. Treatment planning in severe scoliosis: the role of MRI. Neuroradiology. 2001; 43 (6): 481-4.
  21. Gupta R., Sharma R., Vashisht S., Ghandi D., Jayaswal A.K., Dave P.K., Berry M. Magnetic resonance evaluation of idiopathic scoliosis: a prospective study. Australas Radiol. 1999; 43 (4): 461-5.
  22. Rajasekaran S., Kamath V., Kiran R., Shetty A.P. Intraspinal anomalies in scoliosis: An MRI analysis of 177 consecutive scoliosis patients. Indian J. Orthop. 2010; 44 (1): 57-63.
  23. Mejia E.A., Hennrikus W.L., Schwend R.M., Emans J.B. A prospective evaluation of idiopathic left thoracic scoliosis with magnetic resonance imaging. J. Pediatr Orthop. 1996; 16 (3): 354-8.
  24. Yeom J.S., Lee C.K., Park K.W., Lee J.H., Lee D.H., Wang K.C., Chang B.S. Scoliosis associated with syringomyelia: analysis of MRI and curve progression. Eur. Spine J. 2007; 16 (10): 1629-35.
  25. Bradley L.J., Ratahi E.D., Crawford H.A., Barnes M.J. The outcomes of scoliosis surgery in patients with syringomyelia. Spine. 2007; 32 (21): 2327-33.
  26. Qiu Y., Zhu Z., Wang B., Yu Y. Abnormal spread of junctional acetylcholine receptor of paraspinal muscles in scoliosis associated with syringomyelia. Stud. Health Technol. Inform. 2006; 123: 117-22.
  27. Fernández A.A., Guerrero A.I., Martínez M.I., Vázquez M.E., Fernández J.B., Chesa i Octavio E. et al. Malformations of the craniocervical junction (Chiari type I and syringomyelia: classification, diagnosis and treatment). BMC Musculoskelet. Disord. 2009; 10 Suppl 1: S1. doi: 10.1186/1471-2474-10-S1-S1.
  28. Мирсаев Т.Р., Васильева Е.А., Башкатов С.А., Борисова Н.А. Опыт применения «Алфлутопа» в терапии синингомиелии. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2007; S4: 8-10 [Mirsaev T.R., Vasil'eva E.A., Bashkatov S.A., Borisova N.A. Experience of application of «Alflutop» in treatment of syringomyelia. Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta. 2007; S4: 8-10 (in Russian)].
  29. Богданов Э.И., Менделевич Е.Г., Сурженко И.Л. Постсинингомиелический синдром у больных с коллапсом синингомиелической полости. Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева. 2009; XLI (1): 79-83 [Bogdanov E.I., Mendelevich E.G., Surzhenko I.L. Postsyringimielic syndrome in patients with collapse of syringomyelic cavity. Nevrologicheskii vestnik. Zhurnal im. V.M. Bekhtereva. 2009; XLI (1): 79-83 (in Russian)].
  30. Богданов Э.И., Михайлов И.М., Кабиров А.Р. Спонтанное спадение синингомиелической полости. Описание наблюдения и обзор литературы. Неврологический журнал. 2003; 8 (6): 26-9 [Bogdanov E.I., Mikhailov I.M., Kabirov A.R. Spontaneous collapse of the syringomyelic cavity. Case report and review of the literature. Nevrologicheskii zhurnal. 2003; 8 (6): 26-9 (in Russian)].
  31. Avellino A.M., Britz G.W., McDowell J.R., Shaw D.W., Ellenbogen R.G., Roberts T.S. Spontaneous resolution of a cervicothoracic syrinx in a child. Case report and review of the literature. Pediatr. Neurosurg. 1999; 30 (1): 43-6.
  32. Kastrup A., Nagele T., Topka H. Spontaneous resolution of idiopathic syringomyelia. Neurology. 2001; 57: 1519-20.
  33. Kyoshima K., Bogdanov E.I. Spontaneous resolution of syringomyelia: report of two cases and review of the literature. Neurosurgery. 2003; 53: 762-8.
  34. Sun P.P., Harrop J., Sutton L.N., YOUNKIN D. Complete spontaneous resolution of childhood Chiari I malformation and associated syringomyelia. Pediatrics. 2001; 107 (1): 182-4.
  35. Topka H. Spontaneous resolution of idiopathic syringomyelia. Neurology. 2002; 58:1577.
  36. Еликбаев Г.М., Самочерных К.А., Ким А.В. Усовершенствование способа хирургического лечения синингомиелии у детей с применением малоинвазивных технологий. Нейрохирургия. 2009; 3: 52-5 [Elikbaev G.M., Samochernykh K.A., Kim A.V. Improvement of surgical treatment of syringomyelia at children using miniinvasive technology. Neurokhirurgiya. 2009; 3: 52-5 (in Russian)].
  37. Akhtar O.H., Rowe D.E. Syringomyelia-associated scoliosis with and without the Chiari I malformation. J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2008; 16 (7): 407-17.
  38. Haroun R.I., Guarneri M., Meadow J.J., Kraut M., Carson B.S. Current opinions for the treatment of syringomyelia and chiari malformations: survey of the Pediatric Section of the American Association of Neurological Surgeons. Pediatr. Neurosurg. 2000; 33 (6): 311-7.
  39. Kontio K., Davidson D., Letts M. Management of scoliosis and syringomyelia in children. J. Pediatr. Orthop. 2002; 22 (6): 771-9.
  40. Muhonen M.G., Menezes A.H., Sawin P.D., Weinstein S.L. Scoliosis in pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. J. Neurosurg. 1992; 77 (1): 69-77.
  41. Ozerdemoglu R.A., Denis F., Transfeldt E.E. Scoliosis associated with syringomyelia: clinical and radiologic correlation. Spine. 2003; 28 (13): 1410-7.
  42. Sengupta D.K., Dorgan J., Findlay G.F. Can hindbrain decompression for syringomyelia lead to regression of scoliosis? Eur. Spine J. 2000; 9 (3): 198-201.
  43. Yu K.Y., Shen J.X., Qiu G.X., Zhang J.G., Wang Y.P., Zhao Y., Yu B. Selective thoracic fusion in the scoliosis associated with syringomyelia. Zhonghua Wai Ke Za Zhi. 2011; 49 (7): 627-30.
  44. Wang Y., Xie J., Zhang Y., Zhao Z., Yang Z., Liu L. et al. One-stage posterior approach and pedicle instrumentation for correction of scoliosis associated with Chiari I malformation in adolescent. Spine (Phila Pa 1976). 2014; 39 (4): E294-9.
  45. Zhang H.Q., Deng A., Liu S.H., Chen L.Q., Guo C.F., Tang M.X. et al. Adult thoracolumbar or lumbar scoliosis with Chiari malformation and syringomyelia: a retrospective study of correction and fusion strategies. Arch. Orthop. Trauma Surg. 2011; 131 (4): 475-80.
  46. Umarhodzhaev F., Ganiev A., Salamatov G. Surgical correction of the scoliosis complicated by the myelosyringosis (case from the practice). Medical Health and Science Journal. 2011; 6 (2): 108-11.

**Сведения об авторах:** Михайловский М.В. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением детской ортопедии №1; Ступак В.В. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением нейрохирургии №1; Белозеров В.В. — врач травматолог-ортопед отделения детской ортопедии №1.

**Для контактов:** Михайловский Михаил Витальевич. 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 17. Тел.: +7 (383) 201-18-29. E-mail: MMikhailovsky@niito.ru.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Тимофеев В.В., Бондаренко А.В., Подсонный А.А. Лечение переломов нижних конечностей у детей при множественной и сочетанной травме                                                                                                                                                                                                       | 5  |
| Меншикова Т.И., Аранович А.М. Оценка резервных возможностей передней группы мышц голени у больных ахондроплазией в процессе удлинения (ультразвуковое исследование)                                                                                                                                                                     | 13 |
| Беляк Е.А., Кубашев А.А., Лазко Ф.Л., Абдулхабилов М.А., Птицын К.А., Призов А.П., Куликова О.И., Савицкий П.П., Исмаилов Д.А., Меншиков В.В. Факторы риска рецидива нестабильности плечевого сустава после артроскопического лечения повреждения Банкарта                                                                              | 20 |
| Прохоренко В.М., Фоменко С.М., Филипенко П.В. Способ пластики костного дефекта гленоида при рецидивирующей передней нестабильности                                                                                                                                                                                                      | 26 |
| Пицын И.А. Оптимизация ультразвукового исследования в диагностике повреждений коленного сустава                                                                                                                                                                                                                                         | 30 |
| Миронов С.П., Балберкин А.В., Шавырин Д.А., Карпов В.Н., Колондаев А.Ф., Снетков Д.А. Результаты реконструктивных оперативных вмешательств с использованием отечественных эндопротезов при дефектах суставных концов костей                                                                                                             | 36 |
| Булгаков В.Г., Татаринов В.Ф., Гаврюшенко Н.С. Трибохимический компонент развития окислительного стресса при имплантации искусственных суставов. Часть 5. Проокислительные свойства и взаимодействие с антиоксидантами частиц износа титановых и неметаллических ортопедических материалов                                              | 41 |
| Миронов С.П., Шевцов В.И., Кононович Н.А., Степанов М.А., Горбач Е.Н., Голубев Г.Ш., Сергеев К.С., Архипенко В.И., Гринь А.А., Скрябин В.Л., Резник Л.Б., Шатохин В.Д., Баймуратов А.А. Углеродные наноструктурные имплантаты — инновационный продукт для травматологии и ортопедии. Часть I: результаты экспериментальных исследований | 46 |
| Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Ермолаев Е.Г. Возможности малоинвазивного остеосинтеза при лечении переломов лодыжек                                                                                                                                                                                                                          | 54 |
| Зубрицкий В.Ф., Колтович А.П., Николаев К.Н., Капустин С.И., Дворцевой С.Н., Варданыан А.В., Бородин И.А. Профилактика венозных тромбоэмболических осложнений у раненых с огнестрельными переломами бедренной кости                                                                                                                     | 60 |
| Васильков В.Г., Маринчев В.Н., Карпов А.Ф., Емелина Н.Г. Влияние предоперационной инфузии с применением антиоксидантов-антигипоксантов на показатели центральной гемодинамики у пожилых пациентов во время анестезии и операции в связи с переломом бедренной кости                                                                     | 67 |
| 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)                                                                                               | 73 |
| <b>Короткие сообщения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
| Поздеев А.П., Захарьян Е.А., Буклаев Д.С., Красногорский И.Н., Зубаиров Т.Ф. Идиопатический мультифокальный остеолит: случай оперативного лечения                                                                                                                                                                                       | 78 |
| Усольцев И.В., Леонова С.Н., Косарева М.А. Оперативное лечение тяжелой деформации переднего отдела стопы                                                                                                                                                                                                                                | 84 |
| <b>Обзоры литературы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
| Бенян А.С. Хирургическая стабилизация грудной клетки при множественных и флотирующих переломах ребер                                                                                                                                                                                                                                    | 86 |
| Михайловский М.В., Ступак В.В., Белозеров В.В. Сколиоз и сирингомиелия                                                                                                                                                                                                                                                                  | 93 |
| <b>Юбилей</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
| В.М. Лирцман                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 45 |
| С.Н. Измалков                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 66 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Timofeev V.V., Bondarenko A.V., Podsonnyi A.A. Treatment of Lower Limb Fractures in Children with Multiple and Concomitant Injuries</i>                                                                                                                                                                                        | 5  |
| <i>Menshchikova T.I., Aranovich A.M. Evaluation of the Resources tibialis anterior muscle of the shin in Patients with Achondroplasia during Lengthening (Ultrasound Examination)</i>                                                                                                                                             | 13 |
| <i>Belyak E.A., Kubashev A.A., Lazko F.L., Abdulkhabirov M.A., Ptitsyn K.A., Prizov A.P., Kulikova O.I., Savitskiy P.P., Ismailov D.A., Men'shikov V.V. Risk factors for Recurrence of Shoulder Instability after Bankart Lesion Arthroscopic Treatment</i>                                                                       | 20 |
| <i>Prokhorenko V.M., Fomenko S.M., Filipenko P.V. Method for Glenoid Bone Defect Plasty in Recurrent Shoulder Instability</i>                                                                                                                                                                                                     | 26 |
| <i>Pitsyn I.A. Optimization of Ultrasound Examination in Diagnosis of Knee Injuries</i>                                                                                                                                                                                                                                           | 30 |
| <i>Mironov S.P., Balberkin A.V., Shavyrin D.A., Karpov V.N., Kolondaev A.F., Snetkov D.A. Outcomes of Reconstructive Surgery for Defects of the Articular Ends of Bones Using Home Joint Implants</i>                                                                                                                             | 36 |
| <i>Bulgakov V.G., Tatarinov V.F., Gavyrshenko N.S. Tribochemical Component of Oxidative Stress Development at Artificial Joints Implantation. Part 5. Pro-oxidative Properties and Interrelation of Titanium and Non-Metallic Orthopaedic Material Wear Particles with Antioxidants</i>                                           | 41 |
| <i>Mironov S.P., Shevtsov V.I., Kononovich N.A., Stepanov M.A., Gorbach E.N., Golubev G.Sh., Sergeev K.S., Arkhipenko V.I., Grin' A.A., Skryabin V.L., Reznik L.B., Shatokhin V.D., Baimurator A.A. Carbonic Nan-Structural Grafts — Innovation Product for Traumatology and Orthopaedics. Part 1: Experimental Study Results</i> | 46 |
| <i>Solod E.I., Lazarev A.F., Ermolaev E.G. Potentialities of Minimally Invasive Osteosynthesis in Treatment of Malleolus Fractures</i>                                                                                                                                                                                            | 54 |
| <i>Zubritskiy V.F., Koltovich A.P., Nikolaev K.N., Kapustin S.I., Dvortsevov S.N., Vardanyan A.V., Borodin I.A. Prevention of Venous Thromboembolic Complications in Wounded with Gunshot Femur Fractures</i>                                                                                                                     | 60 |
| <i>Vasil'kov V.G., Marinchev V.N., Karpov A.F., Emelina N.G. Influence of Preoperative Antioxidant-Antihypoxant Infusion on the Indices of Central Hemodynamics in Elderly Patients during Anesthesia and Surgical Intervention for Femur Fracture</i>                                                                            | 67 |
| <i>Mironov S.P., Kolesov S.V., Stepanov G.A., Sazhnev M.L., Gubin S.P., Ionin 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</i>                                                                                            | 73 |
| <b>Brief Reports</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
| <i>Pozdeev A.P., Zakhar'yan E.A., Buklaev D.S., Krasnogorskiy I.N., Zubairor T.F. Idiopathic Multifocal Osteolysis: Case of Surgical Treatment</i>                                                                                                                                                                                | 78 |
| <i>Usolt'sev I.V., Leonova S.N., Kosareva M.A. Surgical Treatment of Severe Forefoot Deformity</i>                                                                                                                                                                                                                                | 84 |
| <b>Literature Review</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
| <i>Benyan A.S. Surgical Stabilization of the Chest in Multiple and Floating Rib Fractures</i>                                                                                                                                                                                                                                     | 86 |
| <i>Mikhailovskiy M.V., Stupak V.V., Belozyorov V.V. Scoliosis and Syringomyelia</i>                                                                                                                                                                                                                                               | 93 |
| <b>Jubilee</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| <i>V.M. Lirtsman</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 45 |
| <i>S.N. Izmailkov</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 66 |