Саратовский научно-медицинский ЭСУРН-АЛ

2017 Пом 13, №3 Приложение (Правматология и ортопедия) Июль— сентябрь

Saratov Journal of Medical Scientific Research

2017
Volume 13, № 3
Supplement (Traumatology and Orthopedics)
July — September





УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА — САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЕ ПО НАДЗОРУ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ОХРАНЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. ПИ № ФС77-19956 от 29 апреля 2005 г.

Журнал включен

в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, утвержденный Президиумом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации.

Журнал представлен

в Российском индексе научного цитирования, Ulrich's International Periodical Directory, Directory of Open Access Journals, Chemical Abstracts Service, Index Copernicus, EBSCO, Open J-Gate и др. (подробности см. на сайте www.ssmj.ru).

> ISSN 1995-0039 (Print) ISSN 2076-2518 (Online)

Подписной индекс

в объединенном каталоге «Пресса России» — 41908

Адрес редакции:

410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112.

Тел.: (8452) 66-97-27 Факс: (8452) 51-15-34 E-mail: ssmj@list.ru Электронная версия журнала —

на сайте www.ssmj.ru

Сведения обо всех авторах находятся в редакции.

Отпечатано в типографии

тел. Подписано в печать 28.09.2017 г. Формат $60 \times 84^{1}/_{s}$. Бумага офсетная. Гарнитура «Arial». Печать офсетная. Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 11,97. Тираж 500 экз. Заказ

© Саратовский научно-медицинский журнал, 2017

На обложке — фотография IV корпуса Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского.

Саратовский наугно-медицинский ЭСУРНАЛ

2017. Tom 13. № 3 Приложение (Травматология и ортопедия) Июль — сентябрь

Saratov Journal of Medical Scientific Research

2017. Volume 13, № 3 Suppl. (Traumatology and Orthopedics) July —September

Главный редактор П.В. Глыбочко, академик РАН, В.М. Попков, профессор

Зам. главного редактора А.С. Федонников, канд. мед. наук

Ответственный секретарь О.А. Фомкина, д-р. мед. наук

Редакционный совет:

В. Абламуниц, PhD, MD (США, Нью-Хэвен),

Н.Х. Амиров, академик РАН (Россия, Казань),

Б.П. Безручко, профессор (Россия, Саратов),

Н.Н. Боголепов, академик РАН (Россия, Москва),

Л.А. Бокерия, академик РАН (Россия, Москва),

Н.Н. Володин, академик РАН (Россия, Москва),

Л.Л. Колесников, академик РАН (Россия, Москва),

Г.П. Котельников, академик РАН (Россия, Самара),

Д.В. Крысько, PhD, MD (Бельгия, Гент),

С.Л. Кузнецов, чл.-кор. РАН (Россия, Москва),

В.К. Леонтьев, академик РАН (Россия, Москва), Е.Л. Насонов, академик РАН (Россия, Москва),

В.Н. Николенко, профессор (Россия, Москва),

В.И. Петров, академик РАН (Россия, Волгоград),

А.А. Свистунов, чл.-кор. РАН (Россия, Москва),

А.А. Скоромец, академик РАН (Россия, Санкт-Петербург),

А. Тененбаум, профессор (Израиль, Тель-Авив)

Редакционная коллегия:

В.Б. Бородулин, профессор (Россия, Саратов),

В.И. Гриднев, д-р мед. наук (Россия, Саратов),

П.Я. Довгалевский, профессор (Россия, Саратов),

Ю.Ю. Елисеев, профессор (Россия, Саратов),

В.Ф. Киричук, засл. деятель науки РФ, профессор (Россия, Саратов),

А.И. Кодочигова, профессор (Россия, Саратов),

Т.В. Кочеткова, профессор (Россия, Саратов), В.В. Кутырев, академик РАН (Россия, Саратов),

А.В. Лепилин, профессор (Россия, Саратов), Г.Н. Маслякова, профессор (Россия, Саратов),

В.В. Моррисон, профессор (Россия, Саратов),

И.А. Норкин, профессор (Россия, Саратов),

М.Д. Прохоров, д-р физ-мат. наук (Россия, Саратов),

А.П. Ребров, профессор (Россия, Саратов), И.А. Салов, профессор (Россия, Саратов),

Е.В. Чернышкова, д-р социол. наук (Россия, Саратов),

Ю.Г. Шапкин, профессор (Россия, Саратов),

И.И. Шоломов, профессор (Россия, Саратов),

А.С. Эйберман, профессор (Россия, Саратов)

Заведующий отделом по выпуску журнала А.Р. Киселев, д-р мед. наук

Ответственный выпускающий редактор

Е.В. Феклистова

Компьютерная верстка, дизайн А.В. Коваль

ВСЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ

Ни одна часть этого издания не может быть занесена в память компьютера либо воспроизведена любым другим способом без предварительного письменного разрешения редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ

Бабушкина И.В., Гладкова Е.В., Мамонова И.А., Белова С.В.	
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ7	705
Бажанов С. П., Ульянов В.Ю., Чибрикова Ю.А., Бирюкова А.В., Норкин И.А., Гуляев Д.А., Салиху Х. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РЕТРО- И ПРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ТРАВМАМИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА В ОСТРОМ И РАННЕМ ПЕРИОДАХ	710
Белова С. В., Мамонова И. А., Пучиньян Д. М., Бабушкина И. В., Гладкова Е. В., Адилов Р. Г. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФЕКЦИОННО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КРУПНЫХ СУСТАВОВ	715
Галашина Е.А., Ульянов В.Ю., Выгодчикова Г.Ю., Чибрикова Ю.А., Климов С. С. НЕЙРОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ БЕЛКИ КАК МАРКЕРЫ РЕГЕНЕРАЦИИ НЕРВНОЙ ТКАНИ ПРИ ОЧАГОВЫХ УШИБАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА	720
Гладкова Е.В., Карякина Е.В., Царева Е.Е., Персова Е.А., Белова С.В. ОСОБЕННОСТИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ КОСТНОЙ И ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА	723
Гражданов К. А., Барабаш А. П., Барабаш Ю.А., Русанов А. Г., Кауц О. А. ЛЕЧЕНИЕ КРАЕВЫХ ДЕФЕКТОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ ОТЛОМКОВ	727
Иванов А. Н., Коршунова Г. А., Матвеева О. В., Нинель В. Г., Шутров И. Е., Щаницын И. Н., Ан∂ронова Т. А., Норкин И. А.	
КОМПЛЕКСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НЕРВА ПОСЛЕ ОТСРОЧЕННОЙ НЕЙРОРАФИИ7	'32
Кауц О. А., Барабаш А. П., Барабаш Ю. А., Гражданов К. А., Русанов А. Г., Иванов Д. В.	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «КОСТЬ — ГИБРИДНЫЙ ФИКСАТОР» ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗА ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННЫХ ЗАДАЧ ПО ОСНОВНЫМ НАГРУЗКАМ	′38
Левченко К. К., Китаев И. В., Арленинова О. В., Зарецков А. В., Адамович Г. А., Белоногов В. Н., Тихов А. А., Чибрикова Ю. А., Бирюкова А. В.	
ВОЗМОЖНОСТИ MBST-ВОЗДЕЙСТВИЯ КАК МОНОТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОЙ ДОРСАЛГИИ	' 43
Лихачев С. В., Арсениевич В.Б., Салина Е.А., Степухович С. В., Норкин А.И., Мизюров С. А., Зарецков В.В. ДЕКОМПРЕССИВНО-СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОСЛОЖНЕННЫХ АГРЕССИВНЫХ ГЕМАНГИОМ ПЕРЕХОДНЫХ ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	746
Норкин И. А., Сертакова А. В., Рубашкин С. А., Зоткин В.В., Герасимов В. А., Тимаев М.Х., Чибрикова Ю. А., Купина Е. С.	40
КОКСАРТРОЗ ДЕТСКОГО И ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА: ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ (ОБЗОР)	'51
Ульянов В.Ю., Бондаренко А.С., Галашина Е.А., Чибрикова Ю.А., Адилов Р.Г., Купина Е.С. РОЛЬ МАРКЕРОВ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА И МЕТАБОЛИЗМА КОСТНОЙ ТКАНИ В ПАТОГЕНЕЗЕ ПАРАИМПЛАНТАРНОГО ВОСПАЛЕНИЯ ПОСЛЕ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА	756
	50
Федонников А. С., Еругина М.В., Андриянова Е. А., Норкин И. А. МЕДИКО-СОЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ	
ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО И КОЛЕННОГО СУСТАВОВ	'61

Шорманов А. М., Иванов Д. В., Норкин А. И., Ульянов В. Ю., Бахтеева Н. Х., Климов С. С., Чибрикова Ю. А.	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ «БЕДРЕННАЯ КОСТЬ — ЭНДОПРОТЕЗ / ТРАНСПЛАНТАТ — БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ КОСТЬ» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА	764
Шпиняк С. П., Федонников А. С., Барабаш А. П., Барабаш Ю. А.	
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХЭТАПНОГО РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА	768
Шульга А. Е., Зарецков В. В., Богомолова Н. В., Коршунова Г. А., Смолькин А. А.	
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ БОЛЬНЫХ С РИГИДНЫМИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ГРУДНОГО	
И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	772
ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ,	
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В «САРАТОВСКИЙ НАУЧНО-МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ»	780

CONTENTS

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

Babushkina I. V., Gladkova E. V., Mamonova I. A., Belova S. V.	
COMPARATIVE STUDY OF COMPLEX POWDERY PREPARATIONS FOR SOFT TISSUE REGENERATION709	5
Bazhanov S. P., Ulyanov V. Yu., Chibrikova Yu. A., Biryukova A. V., Norkin I. A., Gulyaev D. A., Salihu H.	
COMPARATIVE RETRO- AND PROSPECTIVE ANALYSIS OF TREATMENT OUTCOMES	
IN PATIENTS WITH SCI AND CERVICAL SPINE INJURIES IN ACUTE AND EARLY PERIODS OF TRAUMATIC DISEASE	^
	J
Belova S. V., Mamonova I.A., Puchinyan D.M., Babushkina I.V., Gladkova E.V., Adilov R.G.	
PROGNOSTIC OPPORTUNITIES FOR INFECTIOUS INFLAMMATORY COMPLICATIONS IN PRIMARY ENDOPROSTHESIS OF LARGE JOINTS	5
Galashina E.A., Ulyanov V. Yu., Vygodchikova G. Yu., Chibrikova Yu.A., Klimov S. S.	_
NEUROSPECIFIC PROTEINS AS MARKERS OF NERVOUS TISSUE REGENERATION	
IN FOCAL CEREBRAL CONTUSIONS	0
Gladkova E. V., Karyakina E. V., Tsareva E. E., Persova E. A., Belova S. V.	
THE PECULIARITIES OF BONE AND CARTILAGE TISSUE REMODELING	
IN PATIENTS AFTER HIP JOINT REPLACEMENT	3
Grazhdanov K.A., Barabash A.P., Barabash Yu.A., Rusanov A.G., Kauts O.A.	
TREATMENT OF BONE DEFECTS OF TIBIA EDGE DURING EXTERNAL ANCHORAGE	
OF FRAGMENTS	7
Ivanov A. N., Korshunova G. A., Matveyeva O. V., Ninel V. G., Shutrov I. E., Shchanitsyn I.N., Andronova T. A., Norkin I. A.	
COMPLEX STIMULATION OF PERIPHERAL NERVE REGENERATION AFTER DEFERRED NEURORRHAPHY732	2
Kauts O.A., Barabash A.P., Barabash Yu.A., Grazhdanov K.A., Rusanov A.G., Ivanov D.V.	
COMPUTER MODELING OF THE SYSTEM "BONE — HYBRID ANCHOR" FOR PROXIMAL	
HUMERUS FRACTURE AND SCIENTIFIC NUMERAL OUTCOMES FOR BASIC LOADS738	8
Levchenko K. K., Kitaev I. V., Arleninova O. V., Zaretskov A. V., Adamovich G. A., Belonogov V. N., Tikhov A. A., Chibrikova Yu. A., Biryukova A. V.	
MBST-EXPOSURE OPPORTUNITIES AS A MONOTHERAPY OF CHRONIC DORSALGIA	3
Likhachev S. V., Arsenievich V.B., Salina E.A., Stepukhovich S. V., Norkin A.I., Mizyurov S. A., Zaretskov V.V.	
DECOMPRESSIVE STABILIZING OPERATIONS IN THE TREATMENT	
OF COMPLICATED AGGRESSIVE HEMANGIOMAS OF TRANSITIONAL SPINE	7
Norkin I.A., Sertakova A. V., Rubashkin S. A., Zotkin V. V., Gerasimov V.A., Timaev M. Kh., Chibrikova Yu.A., Kupina E. S.	
COXARTHROSIS IN INFANCY AND ADOLESCENCE: OPPORTUNITIES OF PREVENTIVE TREATMENT (REVIEW)	1
Ulyanov V. Ju., Bondarenko A. S., Galashina E. A., Chibrikova Ju. A., Adilov R. G., Kupina E. S.	
ROLE OF HUMORAL IMMUNITY MARKERS AND BONE TISSUE METABOLISM IN PARAIMPLANT INFLAMMATION PATHOGENESIS AFTER PRIMARY KNEE ARTHROPLASTY	6
Fedonnikov A. S., Yerugina M. V., Andriyanova E. A., Norkin I. A.	
MEDICAL AND SOCIOLOGICAL ISSUES OF PATIENTS REHABILITATION AFTER HIP	
AND KNEE JOINTS REPLACEMENT76	1

Shormanov A. M., Ivanov D. V., Norkin A. I., Ulyanov V. Yu., Bakhteeva N. Kh., Klimov S. S., Chibrikova Yu. A.	
COMPUTER MODELING OF BIOMECHANICAL SYSTEMS «FEMORAL BONE — ENDOPROSTHESIS / TRANSPLANT — TIBIA» IN DIFFERENT METHODS OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT PLASTICS IN KNEE JOINT	764
Shpinyak S. P., Fedonnikov A. S., Barabash A. P., Barabash Yu. A.	
THE DYNAMICS OF PATIENTS' LIFE QUALITY INDICES UNDER THE CONDITIONS OF TWO-STAGE KNEE JOINT REPLACEMENT	768
Shul'ga A. E., Zaretskov V. V., Bogomolova N. V., Korshunova G. A., Smol'kin A. A.	
DIFFERENTIATED APPROACH TO SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH RIGID POSTTRAUMATIC DEFORMITIES OF THORACIC AND LUMBAR SPINE	772
REQUIREMENTS TO THE MANUSCRIPTS REPRESENTED IN «SARATOV JOURNAL OF MEDICAL SCIENTIFIC RESEARCH»	780

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ

УДК 615.038:615.017:616-092.19

Оригинальная статья

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

И.В. Бабушкина — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат медицинских наук; Е.В. Гладкова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, руководитель отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; И.А. Мамонова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; С.В. Белова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, доктор биологических наук.

COMPARATIVE STUDY OF COMPLEX POWDERY PREPARATIONS FOR SOFT TISSUE REGENERATION

I.V. Babushkina — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Senior Research Assistant, Candidate of Medical Science; E.V. Gladkova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of the Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Candidate of Biological Science; I.A. Mamonova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Junior Research Assistant, Candidate of Biological Science; S. V. Belova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Senior Research Assistant, Doctor of Biological Science.

Дата поступления — 3.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Бабушкина И.В., Гладкова Е.В., Мамонова И.А., Белова С. В. Сравнительное изучение комплексных порошкообразных препаратов для регенерации мягких тканей. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 705–710.

Цель: сравнительный анализ регенеративной активности порошкообразных препаратов для местного лечения повреждений мягких тканей, разработанных на основе наночастиц меди и серебра в сравнении с традиционными присыпками, содержащими антибиотики в условиях экспериментальной условно-асептической раны. *Материал и методы*. Исследование проведено на 80 белых крысах с экспериментальной условно-асептической раной. Использованы: наночастицы меди и серебра, полученные плазмохимическим методом, стерильный крахмал, оксид цинка, банеоцин. Применены планиметрические и бактериологические методы исследования. *Результаты*. Лечение разработанными препаратами в сравнении с традиционными препаратами, содержащими антибиотики, обеспечило более эффективное протекание репаративных процессов, о чем свидетельствовали данные планиметрических показателей. *Заключение*. Разработанные препараты за счет выраженного антибактериального действия обеспечивают надежную профилактику вторичного инфицирования раны, что является обязательным условием протекания процессов репаративной регенерации. Использование с этой целью наночастиц металлов позволяет исключить побочные действия, характерные для подобных препаратов, в состав которых входят антибиотики.

Ключевые слова: регенерация, наночастицы, медь, серебро экспериментальная рана, антибиотики.

Babushkina IV, Gladkova EV, Mamonova IA, Belova SV. Comparative study of complex powdery preparations for soft tissue regeneration. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 705–710.

The aim: comparative study of regenerative activity of powdery preparations for local treatment of soft tissue injuries developed from copper and silver nanoparticles in comparison with traditional powders containing antibiotics within the conditions of an experimental conditionally aseptic wound. Material and Methods. The investigation was carried out on 80 albino rats with an experimental conditionally aseptic wound. Copper and silver nanoparticles obtained by the plasma-chemical method, sterile starch, zinc oxide, Baneocin were used. Planimetric and bacteriological research methods were applied. Results. Treatment with the developed preparations in comparison with the traditional ones containing antibiotics supplied more effective course of reparative processes as evidenced by the data of the planimetric indices. Conclusion. Besides the developed preparations due to the evident antibacterial action supplied reliable prevention of the secondary infection which is a compulsory condition for the course of reparative regeneration processes. The use of metal nanoparticles for this purpose allowed to prevent the adverse reactions which are characteristic of similar preparations containing antibiotics.

Key words: regeneration, nanoparticles, copper, silver, experimental wound, antibiotics.

Введение. Существует обширная теоретическая основа и логическая обоснованность назначений препаратов для этапного лечения повреждений мягких тканей. Тем не менее продолжается рост заинтересованности в создании новых ранозаживляющих средств, что связано с многообразием форм раневых процессов, особенностями инфекционных осложнений, вызванных различными группами патогенных микроорганизмов [1].

Большинство стимуляторов влияют на регенерацию и репарацию поверхности кожи и применяются при длительно незаживающих ранах, трофических язвах, термических повреждениях, пролежнях. Регенеративные препараты стимулируют рост дермальной и соединительной ткани в зоне локального патологического процесса, а также оказывают противовоспалительное, антиоксидантное и антибактериальное действие. Антибактериальный эффект препаратов для регенерации тканей является наиболее значимым с точки зрения наличия потенциальной возможности микробной контаминации пораженных участков кожи.

Для лечения ран мягких тканей различной этиологии и локализации активно разрабатываются разнообразные формы препаратов для местного применения: мази на жиро- и водорастворимой основе, пено- и пленкообразующие аэрозоли, гидроколлоиды, раневые покрытия [2, 3].

В случаях острого или подострого течения воспаления, протекающего в поверхностных (покровных) тканях, оптимальным является использование лекарственной формы в виде присыпки (пудры). Особенно показаны данные лекарственные формы для лечения ран с обильной экссудацией. Присыпки представляют собой порошки, лечебный эффект которых зависит от степени дисперсности порошкообразной основы, определяющей выраженность дренирующего и сорбирующего эффектов. Кроме активных компонентов, оказывающих регенеративное, антибактериальное, противовоспалительное действие, в качестве порошкообразной основы эта группа препаратов содержит содержит тальк, крахмал, бентонит, ликоподий, белую глину [4].

В настоящее время в лечении повреждений мягких тканей широко используется комбинированный порошкообразный препарат банеоцин, имеющий в составе два антибиотика: бацитрацин и неомицин. Вспомогательным компонентом банеоцина является стерильный кукурузный крахмал, обладающий дренирующим и сорбционным эффектом. Широкий спектр антибактериального действия антибиотиков, входящих в состав банеоцина, позволяет назначать его без идентификации раневого возбудителя, что ускоряет начало лечения, но в то же время активно способствует селекции антибиотикорезистентных штаммов [4, 5].

В связи с многообразием вариантов течения раневого процесса мягких тканей возникает потребность в разработке новых комплексных препаратов, реализующих свои лечебные эффекты с учетом патофизиологических закономерностей развития той или иной формы патологии. Этим продиктовано возникновение новых технических решений.

Изучение биологической активности наночастиц меди и серебра доказало наличие ранозаживляющих

Ответственный автор — Бабушкина Ирина Владимировна Тел.: +79272233881

E-mail: 10051968@mail.ru

и антибактериальных свойств, что открывает возможность их использования для лечения повреждений мягких тканей [6]. Сочетание свойств наночастиц с высокой дренирующей и адсорбционной способностью порошкообразной основы, обеспечивающей адекватный влаго- и газообмен, дает возможность разработать новый класс препаратов, обладающих регенеративной и антибактериальной активностью [7, 8]. Актуальным представляется сравнительная оценка влияния местного применения разработанных комплексных препаратов из наночастиц меди и серебра в сочетании с порошкообразной основой на репарацию экспериментальной условно-асептической раны.

Антибиотики в большинстве случаев могут быть только дополнительным средством лечения повреждений мягких тканей, так как они способны замедлять заживление раны, подавляя воспалительную реакцию и угнетая иммунитет. Любые дозы антибиотиков могут вызвать аллергические реакции вплоть до анафилактического шока. Стремительное возрастание резистентности микроорганизмов к антибактериальным препаратам и антисептикам, используемым для местного лечения ран, способствует селекции антибиотикорезистентных штаммов [9].

Цель: сравнительное изучение разработанных комплексных порошкообразных препаратов с регенеративной и антибактериальной активностью на основе наночастиц меди и серебра и порошкообразных препаратов на основе антибиотиков в условиях экспериментальной условно-асептической раны.

Материал и методы. В данной работе использованы наночастицы меди и серебра (ТУ 1733-056-00209013-2008), синтезированные на плазмохимическом комплексе филиала ФГУП РФ «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений» (ФГУП РФ ГНЦ ГНИИХТЭОС, г. Москва). Нанопорошки меди и серебра синтезированы из крупнодисперсного порошка посредством плазменной технологии, в основе которой лежит испарение сырья до ультрадисперсных частиц в плазменном потоке: меди 30–40 нм; серебра 30–70 нм.

Эксперимент проводился на 80 белых нелинейных крысах массой 170±20 г. Исследования проводились в соответствии с Хельсинкской декларацией 1975 г. и ее пересмотром в 1983 г. Животные содержались в индивидуальных клетках со свободным доступом к воде и пище. Все манипуляции проводились в рамках Правил и рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных работах. Содержание животных, питание и уход за ними проводились согласно «Санитарным правилам по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) от 06.04.1973», эвтаназия осуществлялась в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приложение 3.4 к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 №755), и не противоречили Женевской конвенции 1985 г. «О международных принципах биомедицинских исследований с использованием животных».

Модель полнослойной условно-асептической раны была получена на 80 экспериментальных животных следующим образом: после предварительной обработки кожи, в асептических условиях, под наркозом, на выбритом от шерсти участке в межло-

паточной области иссекалась кожа с подкожной клетчаткой в виде квадрата 2x2 см (400 мм²) по контуру, предварительно нанесенным трафаретом.

Животные были разделены на четыре группы: группа сравнения 1 (экспериментальная рана заживала самостоятельно); группа сравнения 2 (на раневую поверхность наносили 300 мг препарата банеоцин); опытная группа 3 (на раневую поверхность наносили комплексный препарат с наночастицами меди и серебра); опытная группа 4 (на раневую поверхность наносили комплексный препарат с наночастицами меди и серебра и оксидом цинка).

В опытных группах и группах сравнения с экспериментальной раной после первичной обработки препараты наносили из расчета 300 мг препарата на 400 мм² раневой поверхности, оставляли на 3–5 мин до адсорбции раневого экссудата препаратом и фиксации его на поверхности раны. При наличии раны с обильным экссудатом обработку повторяли по мере необходимости при появлении экссудата на поверхности раны (через 2–3 дня).

Во всех группах животных учитывали наличие и характер воспалительной реакции, состояние краев и дна раны, сроки очищения раны от некротических тканей и появления грануляций, сроки начала эпителизации ран. Изменения перечисленных признаков фиксировали и выражали количественно с учетом сроков лечения; планиметрические и бактериологические методы исследования ран использовали на третьи, 5, 7, 10 и 14-е сутки наблюдения.

Выделение и идентификация микроорганизмов происходили по общепринятой методике (приказ №535 МЗ СССР). Штаммы микроорганизмов выделяли из раневого отделяемого экспериментальных животных. Взятие материала осуществляли в асептических условиях стерильными тампонами Transport swab w/o medium (Citoswab, China), перед взятием материала края раны обрабатывали дезинфицирующем раствором. Высев исследуемого материала производили на селективные и диференциально-диагностические питательные среды: 5%-ный кровяной агар (основа агара Agar nutrient (Becton Dickinson, США)), среда Эндо (Endo Agar, Special (Hi Media, Индия)), желточно-солевой агар (основа агара Gelatin Mannitol Salt Agar (Staphylococcus agar №110) (Hi Media, Индия)), сахарный бульон (ГМФ-бульон (НИЦФ, Россия). Посевы инкубировали при температуре 37°C в течение 24 часов. После окончания инкубации изучали морфологические, культуральные и тинкториальные свойства микроорганизмов; для дифференциации бактерий проводили окраску по Граму (набор реагентов для окраски по Граму (ЭКОлаб. Россия)).

Микроорганизмы идентифицировали на микробиологическом анализаторе BD BBL $^{\text{тм}}$ Crystal $^{\text{тм}}$ AutoReader (Becton Dickinson, CШA) с применением панелей Crystal $^{\text{тм}}$ Enteric/Nonfermenter ID Kit (Becton Dickinson, США), Crystal $^{\text{тм}}$ Gram-Positive ID Kit (Becton Dickinson, США).

Для получения объективных показателей активности вторичного заживления ран вторичным натяжением использовали ряд планиметрических методов: изменение площади раны, скорость заживления раны (мм²/сут.). На рану помещалась стерильная пластинка полимера, на нее наносили контур раны, с помощью компьютерной программы подсчитывали площадь раны.

Скорость заживления раны определяли по формуле М. Г. Маркаряна и Г. Ц. Саркисяна:

$$C3 = \frac{3 - 3_1}{n},$$

где C3 — скорость заживления площади раны в сутки; 3 — исходная площадь раны; 3_1 — площадь ее к моменту измерения; n — количество суток.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 6.0. Проверку нормальности распределения количественных показателей выполняли с использованием критерия Колмогорова - Смирнова, коэффициентов асимметрии и эксцесса. Оценку различий между выборками проводили с использованием t-критерия Стьюдента, так как переменные соответствовали нормальному распределению. В анализе использованы следующие статистические показатели: п — число наблюдений; М — среднее арифметическое значение; т — среднеквадратическая ошибка; р — коэффициент достоверности. Различия считали статистически значимыми при p<0,05, что соответствует требованиям, предъявляемым к медико-биологическим исследованиям.

Результаты. Разработан ранозаживляющий препарат с регенеративной и антимикробной активностью для лечения повреждений мягких тканей, предупреждающий вторичное инфицирование и обладающий дренирующим и сорбционным свойствами. Составляющие компоненты препарата (наночастицы меди и серебра, а также стерильный кукурузный крахмал) и их количественное соотношение были подобраны экспериментально.

При нанесении препарата на раневую поверхность и взаимодействии с раневым экссудатом образуется гигроскопичная корочка, позволяющая изолировать раневую поверхность от проникновения внешней микрофлоры, обеспечивающая абсорбцию раневого экссудата, что является важным условием процесса регенерации. Препарат не предусматривает травматичного удаления с раневой поверхности и не формирует пленку на ее поверхности, обеспечивая свободный доступ кислорода к поврежденным клеткам тканей и ускоряя естественные процессы репарации раны.

Разработана также модификация данного порошкообразного препарата на основе наночастиц меди и серебра; задачей которой стало расширение диапазона применения при различных формах раневого процесса, сопровождающихся обильной экссудацией и инфицированных не только бактериями, но и грибами рода *Candida*. Препарат отличается от прототипа введением в состав оксида цинка, обладающего фунгицидным, выраженным адсорбирующим и противовоспалительным эффектами.

Задачей настоящего исследования было сравнительное изучение регенеративной активности двух разработанных порошкообразных препаратов на основе наночастиц меди и серебра и банеоцина, имеющего порошкообразную основу и сочетание двух антибиотиков широкого спектра действия в условиях условно-асептической раны.

Сроки регенерации раны, заживающей вторичным натяжением, определяются продолжительностью фаз раневого процесса, являются наиболее показательными клиническими характеристиками динамики заживления, проявляются в постепенном уменьшении, а затем в полном закрытии раневой поверхности. Изучение планиметрических характери-

Динамика изменения площади условно-асептической раны

	Площадь раневой поверхности, <i>M</i> ±						
Группа животных	Срок исследования, сутки						
	1-e	3-и	5-e	7-e	14-e		
Группа сравнения 1, n=20	487,8±12,8	678,7±18,4	785,2±14,9	564,7±19,2	186,3±15,7		
Группа сравнения 2, n=20	497,3±10,7	402,3±8,6	362,5±18,1	143,74±15,4	67,5±18,9		
Опытная группа 3, n=20	428,4±15,7	232,0±14,5 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₃₋₂ =0,0000001	135,8±19,6 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₃₋₂ =0,0000001	98,3±4,7 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₃₋₂ =0,007177	0,0 p=0,0000001 p=0,0000001		
Опытная группа 4, n=20	398,2±18,5	167,7±15,9 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₄₋₂ =0,0000001	91,2±7,7 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₄₋₂ =0,0000001	15,0±2,1 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₄₋₂ =0,0000001	0,0 p=0,0000001 p=0,0000001		

Примечание: р — уровень достоверности различий показателей опытных групп по отношению к группам сравнения.

стик является объективным показателем заживления раны.

У животных группы сравнения 1, рана которых заживала самостоятельно, площадь раневой поверхности сокращалась медленно, к 14-м суткам наблюдения полного заживления ран не наблюдалось у всех животных. Также в группе сравнения 1 у пяти животных с 3-х по 7-е сутки исследования площадь раны увеличилась на 32,8—46,9% по отношению к исходным показателям (табл. 1), отмечалось гнойное отделяемое. При бактериологическом исследовании у данных животных с раневой поверхности выделена и идентифицирована *E. coli* в количестве 5·10° КОЕ/мл. Таким образом, наблюдалось вторичное инфицирование раны флорой кишечника животных, приводящее к увеличению раневой поверхности и замедлению регенерации раны.

У всех животных группы сравнения 2 раневая поверхность обрабатывалась банеоцином. В этой группе раневая поверхность на 5-е сутки наблюдения сократилась на 27,4%, полное заживление раны к 14-м суткам наступило только у 9% животных (см. табл. 1). В то же время следует отметить, что по результатам бактериологических исследований на протяжении всего периода наблюдения рана оставалась стерильной, вторичного инфицирования не наблюдалось, что свидетельствует о выраженном антибактериальном влиянии банеоцина.

В опытной группе 3, в которой раневую поверхность обрабатывали разработанным комплексным препаратом на основе наночастиц меди, серебра и порошкообразной основы (стерильный кукурузный крахмал), отмечали достоверно более активное уменьшение раневой поверхности по отношению к обеим группам сравнения на всех сроках наблюдения и полное заживление раны к 14-м суткам наблюдения у всех животных опытной группы 3 (см. табл. 1).

В опытной группе 4 раневую поверхность обрабатывали комплексным порошкообразным препаратом на основе наночастиц меди и серебра с добавлением оксида цинка (см. табл. 1). Уменьшение площади раневой поверхности также было достоверно выше, чем в обеих группах сравнения, и доказывало высокую регенеративную активность разработанных препаратов. На протяжении всего срока наблюдения бактериологические исследования подтверждали стерильность раневой поверхности.

Одной из основных планиметрических характеристик репаративной регенерации экспериментальной раны является скорость заживления ран (в мм²/сут.).

У животных группы сравнения 1, рана которых заживала естественным путем, до 5-х суток площадь раны не уменьшалась ввиду вторичного инфицирования аутофлорой кишечника, поэтому скорость заживления раны определить не представлялось возможным. Отмечали увеличение раневой поверхности на 32,8—46,9%. К 7-м суткам началось очищение раны от *E. coli*, вызвавшей вторичную контаминацию и препятствующей полноценной репаративной регенерации, поэтому отмечали увеличение скорости заживления раны, начиная с 7-х суток и к 14-м суткам она становилась максимальной, но полного заживления раны к 14-м суткам, как в опытных группах, не происходило (табл. 2).

Лечение банеоцином экспериментальной раны в группе сравнения 2 обеспечивало стабильную скорость заживления раны на протяжении всего периода наблюдения: 20,1–26,9 мм²/сут., что было обусловлено выраженным антибактериальным действием банеоцина и отсутствием вторичного инфицирования раны. Однако скорость заживления в этой группе была недостаточной для заживления раны к 14-м суткам, полное заживление раневой поверхности к этому сроку наступило только у 15 животных (см. табл. 2).

У животных опытной группы 3, раневую поверхность которых обрабатывали разработанным комплексным препаратом на основе наночастиц меди, серебра и порошкообразной основы (стерильный кукурузный крахмал), отмечали достоверно более высокую скорость заживления (р<0,001) по отношению к обеим группам сравнения. Максимальная скорость заживления наблюдалась на 5-е сутки наблюдения и составляла 98,7 мм²/сут. Скорость заживления раневой поверхности в этой группе была достаточной для полного заживление раны к 14-м суткам наблюдения у всех животных группы (см. табл. 2).

У животных, раневую поверхность которых обрабатывали разработанным модифицированным комплексным препаратом с введением в состав оксида цинка, скорость заживления раневой поверхности была максимально высокой уже на 5-е сутки наблюдения. К 7-м суткам эксперимента скорость заживления раны снизилась и достоверно не отличалась от показателей в группах сравнения. Это связано с тем, что у 16 животных опытной группы 4 уже произошло полное заживление ран, у четырех оставались раны небольшой площади, в то время как в группах сравнения к этому сроку только началось активное заживление раны. К 14-м суткам в опытной группе 4 раны

Скорость заживления условно-асептических ран

	Скорость заживления условно-асептических ран, мм²/сут, <i>M</i> ±					
Группа животных	Срок исследования, сутки					
	3-и	5-e	7-e	14-e		
Группа сравнения 1, n=20	0,0	0,0	35,4±5,8	74,7±11,0		
Группа сравнения 2, n=20	20,1±6,4	17,8±3,2	21,3±6,8	26,9±3,1		
Опытная группа 3, n=20	34,5±5,8 p ₃₋₁ =0,0000001	98,7±6,7 p ₃₋₁ =0,0000001 p ₃₋₂ =0,0000001	61,3±7,1 p ₃₋₁ =0,007671 p ₃₋₂ =0,000006	0,0 p=0,0000001 p=0,0000001		
Опытная группа 4, n=20	$\begin{array}{c} 46,3\pm 8,9 \\ p_{4-1} = 0,0000001 \\ p_{4-2} = 0,048250 \end{array}$	85,1±7,6 p ₄₋₁ =0,0000001 p ₄₋₂ =0,0000001	39,5±8,1	0,0 p=0,0000001 p=0,0000001		

Примечание: р — уровень достоверности различий показателей опытных групп по отношению к группам сравнения.

полностью зажили у всех животных, соответственно скорость заживления была равна нулю и достоверно (p<0,001) отличалась от высокой скорости заживления в группах сравнения в эти сроки (см. табл. 2). На протяжении всего срока наблюдения бактериологические исследования подтверждали стерильность раневой поверхности в обеих опытных группах.

Обсуждение. В работе проведен сравнительный анализ регенеративного действия двух разработанных порошкообразных препаратов на основе наночастиц меди и серебра по отношению к часто применяемому в практической медицине порошкообразному препарату на основе комбинации антибиотиков широкого спектра действия (банеоцину) в условиях экспериментальной условно-асептической раны. Проведенные планиметрические исследования (изменение площади раневой поверхности в динамике и скорость заживления раны) доказали, что разработанные препараты на основе наночастиц металлов и оксида цинка обладают более выраженным регенераторным эффектом, который является статистически достоверным (р<0,001). Анализ скорости заживления раневой поверхности наглядно показал, что наиболее активное заживление раневой поверхности под влиянием разработанных препаратов происходит в ранние сроки эксперимента — до 7-х суток наблюдения, что является важным для практического применения.

В качестве препарата сравнения был выбран порошкообразный препарат банеоцин с комбинацией антибиотиков в составе. Его регенеративное действие на экспериментальные раны было достоверно слабее, чем у разработанных препаратов, скорость заживления была постоянной на всех сроках наблюдения и оказалась недостаточной для полного восстановления повреждений к 14-м суткам наблюдения. Для обеспечения полноценной репаративной регенерации необходимо комплексное действие препарата, обязательно включающее антибактериальную активность. Наночастицы меди обладают высокой антимикробной активностью в отношении широкого спектра возбудителей раневой инфекции, что доказано рядом авторов и нашими предыдущими исследованиями [10]. У банеоцина антимикробное действие обеспечено комбинацией антибиотиков, что может оказывать отрицательное влияние на регенеративную активность препарата. Антибиотики, даже при местном применении, обладают рядом побочных действий, включающих аллергические эффекты, селекцию резистентных штаммов и, что особенно актуально при их местном использовании, вызывают подавление воспалительной реакции в ране и замедление репаративной регенерации. Вероятно, именно этот эффект мы и наблюдали в данном исследовании.

По результатам проведенных исследований доказано, что использование наночастиц меди, серебра и оксида цинка в составе комплексных порошкообразных препаратов для регенерации ран мягких тканей является более эффективным по сравнению с использованием антибиотиков, обладающих негативными свойствами, способными нарушать процессы репаративной регенерации. Отсутствие антибактериального компонента в составе комплексного препарата часто приводит к вторичному инфицированию и значительному замедлению заживления ран, что доказано исследованиями у животных группы сравнения 1.

Заключение. Исследования показали, что разработанные порошкообразные препараты на основе наночастиц меди, серебра и оксида цинка обладают регенерирующим и антимикробным действием и могут быть использованы при лечении повреждений мягких тканей. Регенеративное действие этих препаратов является более выраженным по сравнению с порошкообразными препаратами, содержащими антибиотики. Применение разработанных препаратов позволяет оптимизировать репаративную регенерацию, дает возможность не применять системную антимикробную терапию, предупреждает развитие побочных явлений и селекцию антибиотикорезистентных штаммов.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Экспериментальное обоснование регенеративного и антибактериального влияния комплексного препарата на экспериментальные раны». Регистрационный номер 115032440030.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, получение данных — И.В. Бабушкина, Е.В. Гладкова; анализ данных — И.А. Мамонова, С.В. Белова; интерпретация результатов — И.В. Бабушкина, Е.В. Гладкова, И.А. Мамонова, С.В. Белова; написание статьи — И.В. Бабушкина; утверждение рукописи для публикации — И.В. Бабушкина.

References (Литература)

- 1. Blatun LA. Local medicamentous treatment of wounds. Problems and new perspectives of solution. Infektsiya i antimikrobnaya terapiya 2011; 9 (1): 25–29. Russian (Блатун Л. А. Местное медикаментозное лечение ран: проблемы и новые возможности их решения. Инфекция и антимикробная терапия 2011; 9 (1): 25–29).
- 2. Bogdanets LI, et al. The stimulation of II–III grade regeneration of venous trophic ulcers by hydroactive wound coverings. Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova 2014; 6: 61–66). Russian (Богданец Л.И. Стимуляция II–III стадии регенерации венозных трофических язв гидроактивными раневыми покрытиями. Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова 2014; 6: 61–66).
- 3. Zorin VL, Zorina AI, Cherkasov VR. The analysis of the foreign market of regenerative medicine. Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya 2009; 3: 68–78. Russian (Зорин В.Л., Зорина А.И., Черкасов В.Р. Анализ зарубежного рынка регенеративной медицины. Клеточная трансплантология и тканевая инженерия 2009; 3: 68–78).
- 4. Zorin AN, Guzey TN. Clinical practice of Baneocin medication in the therapy of infectious skin lesions. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya 2005; 1: 65–67. Russian (Зорин А.Н., Гузей Т.Н. Клинический опыт применения препарата банеоцин в терапии инфекционных поражений кожи. Клиническая дерматология и венерология 2005; 1: 65–67).
- 5. Pritulo OA, Prokhorov DV, Ispiryan MB. Clinical experience of using Baneocin in external treatment of bacterial skin diseases. Ukrainian Journal of Dermatology, Venereology, Cosmetology 2008; 2: 62–64. Russian (Притуло О. А. Клинический опыт применения препарата «Банеоцин» в наружной терапии бактериальных инфекций кожи. Український журнал дерматології, венерології, косметології 2008; 2: 62–64).
- 6. Babushkina IV, Mamonova IA, Gladkova EV. Etiological role of chronic osteomyelitis agents and copper nanoparticles

- influence on clinical Staphylococcus aureus strains. Bulletin of Perm University. Biology 2014: 2: 52–56. Russian (Бабушкина И.В., Мамонова И.А., Гладкова Е.В. Этиологическая роль возбудителей хронического остеомиелита и влияние наночастиц меди на клинические штаммы Staphylococcus aureus. Вестник Пермского университета. Сер.: Биология 2014; 2: 52–56).
- 7. Mamonova IA, Matasov MD, Babushkina IV, et al. Study of physical properties and biological activity of copper nanoparticles. Nanotechnologies in Russia 2013; 8 (2-6): 25–29. Russian (Мамонова И.А., Матасов М.Д., Бабушкина И.В. и др. Изучение физических свойств и биологической активности наночастиц меди. Российские нанотехнологии 2013; 8 (5-6): 25–29).
- 8. Babushkina IV, Chebotareva EG, Borodulina EV, et al. Studying the effect of metal nanoparticles on the antibiotic susceptibility of microorganism clinical cultures. Journal of new medical technologies 2011; 18 (3): 258–260. Russian (Бабушкина И.В., Чеботарева Е.Г., Бородулина Е.В. и др. Изучение влияния наночастиц металлов на чувствительность к антибиотикам клинических штаммов микроорганизмов. Вестник новых медицинских технологий 2011; 18 (3): 258–260).
- 9. Kozlov RS. Selection of Resistance Associated with the Use of Antimicrobial Agents: Collateral Damage Concept. Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy 2010; 12 (4): 284—294. Russian (Козлов Р.С. Селекция резистентных микроорганизмов при использовании антимикробных препаратов: концепция «параллельного ущерба». Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия 2010; 12 (4): 284—294).
- 10. Babushkina IV, Dudakova YuS, Borodulin VB, et al. Antibacterial action iron and copper nanoparticles on strains of Pseudomonas Aeruginosa and Mycobacterium Tuberculosis. Nanotechnics 2009; 19: 69–71. Russian (Бабушкина И.В., Дудакова Ю.С., Бородулин В.Б. и др. Антибактериальное действие наночастиц железа и меди на клинические штаммы Pseudomonas aeruginosa и Муcobacterium tuberculosis. Нанотехника 2009: 19: 69–71).

УДК 616-08-07:616-001:611.711.1:611.82

Оригинальная статья

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РЕТРО- И ПРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ТРАВМАМИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА В ОСТРОМ И РАННЕМ ПЕРИОДАХ

С. П. Бажанов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; В.Ю. Ульянов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, заместитель директора по научной и инновационной деятельности, доктор медицинских наук; Ю. А. Чибрикова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса печебного факультета; А.В. Бирюкова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса педиатрического факультета; И.А. Норкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, директор, заведующий федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, руководитель отделения хирургии опухолей головного и спинного мозга №2, доктор медицинских наук; Д. Салиху — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, аспирант кафедры травматологии и ортопедии.

COMPARATIVE RETRO- AND PROSPECTIVE ANALYSIS OF TREATMENT OUTCOMES IN PATIENTS WITH SCI AND CERVICAL SPINE INJURIES IN ACUTE AND EARLY PERIODS OF TRAUMATIC DISEASE

S. P. Bazhanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovations in Vertebrology and Neurosurgery, Senior Research Assistant, Candidate of Medical Science; V. Yu. Ulyanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Deputy Director for Science and Innovations, Doctor of Medical Science; Yu.A. Chibrikova — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, General Medicine Department, 6-year-student; A. V. Biryukova — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Pediatrics Department, 6-year-student; I.A. Norkin — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Director, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science; D.A. Gulyaev — Almazov National Medical Research Centre, Head of the Second Department of the Cerebrum and Spinal Cord Tumor Surgery, Doctor of Medical Science, H. Salihu — Saratov State Medical University n. a. V.I. Razumovsky, Department of Traumatology and Orthopedics, graduate student.

Дата поступления — 3.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Бажанов С. П., Ульянов В.Ю., Чибрикова Ю.А., Бирюкова А.В., Норкин И.А., Гуляев Д.А., Салиху Х. Сравнительный ретро- и проспективный анализ результатов лечения больных с травмами шейного отдела позвоночника и спинного мозга в остром и раннем периодах. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 710–715.

Цель: провести сравнительный ретро- и проспективный анализ результатов лечения больных с травмами ШОП и СМ на основе определения количественных значений показателей оценочных шкал. Материал и методы. Объекты исследования: 217 пациентов с закрытыми травмами ШОП и СМ, сопоставимых по возрасту, степени выраженности неврологического дефицита и острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния: 177 из них составили основную группу (проспективное исследование) и 40 — группу сравнения (ретроспективное исследование). Для сравнения результатов лечения использовали количественное определение показателей шкал врачебной оценки общего статуса больного (по Карновскому, 1949), острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния АРАСНЕ II (по Кпаиѕ — Draper, 1985) и адаптации оперированных больных SCIМ III. Результаты. Сравнительный анализ результатов, основанный на определении количественных значений показателей оценочных шкал, свидетельствует об улучшении ближайших результатов лечения больных с травмами ШОП и СМ в основной группе. Заключение. Комплексный подход к тактике дифференцированного применения методов хирургического лечения, оригинальных способов нейропротекции достоверно улучшает ближайшие результаты лечения, оказывая позитивное влияние на общий статус больных с травмами ШОП и СМ, выраженность острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния, а также степень адаптации в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: травма, позвоночник, спинной мозг, хирургическое лечение, локальная гипотермия, комплексная нейромодуляция, результаты.

Bazhanov SP, Ulyanov VYu, Chibrikova YuA, Biryukova AV, Norkin IA, Gulyaev DA, Salihu H. Comparative retro- and prospective analysis of treatment outcomes in patients with SCI and cervical spine injuries in acute and early periods of traumatic disease. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 710–715.

The aim: to conduct comparative retro- and prospective study of treatment outcomes in patients with cervical spine and SC injuries on the basis of assessment scale analysis. *Material and Methods*. 217 patients with closed cervical spine and SC injuries commeasurable by age, degree of neurological deficit, acute physiological and chronic state disorders were enrolled into the study. 177 patients comprised the main group (prospective study) and 40 — comparison group (retrospective study). To compare treatment outcomes we used Karnofsky score (Karnofsky, 1949), a quantitative assessment score for general patient status scales, APACHE II, Acute Physiology and Chronic State Evaluations (Knaus — Draper, 1985) and SCIM II, Spinal Cord Independence Measure Scale. *Results*. Comparative analysis based on the quantitative values of assessment scales, indicates an improvement of short-term treatment outcomes in patients with SC and cervical spine injuries in the main group. *Conclusion*. Complex approach to differentiated surgical treatment management and unique neuroprotection methods significantly improves short-term treatment outcomes having positive effect on general patient status, severity of acute physiological and chronic state disorders and patients' independence in the post-surgical period.

Key words: injury, spine, spinal cord, surgical treatment, local hypothermia, complex neuromodulation, outcomes.

Введение. С учетом серьезной медицинской, социальной и экономической значимости проблемы лечения больных с травмами шейного отдела позвоночника (ШОП) и спинного мозга (СМ) представляется бесспорной необходимость поиска новых принципов комплексного подхода к их комплексной хирургической реабилитации и интенсивной терапии, проводимой в посттравматическом периоде [1, 2]. Данные принципы могут основываться на применении дифференцированной тактики выбора средств и способов комплексного лечебного воздействия с учетом характера травмы костных и дискосвязочных анатомических образований позвоночного столба на шейном уровне, объема альтерации нервной ткани и выраженности неврологического дефицита. Основу такого комплексного лечения больных с осложненными травмами ШОП на современном этапе составляют декомпрессивно-стабилизирующие хирургические вмешательства, однако их применение не может решительно препятствовать формированию глиомезодермального рубца или очага миелопатии, а также не сохраняет жизнеспособность пула функционально активных нейронов в зоне «пенумбры» и отдельных проводников по поперечнику и длиннику СМ [3, 4]. Нерешенные с помощью хирургического вмешательства проблемы сохранения максимального объема вещества СМ, которые в конечном итоге определят выраженность неврологического дефицита в позднем периоде травмы ШОП, могут быть нивелированы путем применения новых

Ответственный автор — Бажанов Сергей Петрович

E-mail: baj.s@mail.ru

способов немедикаментозной нейропротекции, основанных на использовании физического воздействия (локальная гипотермия, импульсный ток и переменное электромагнитное поле) на анатомические структуры центральной нервной системы [5, 6]. Сведения о положительном влиянии на поврежденный СМ физических факторов в разные периоды травматической болезни приводятся в доступных литературных источниках [7, 8], однако они не систематизированы и не содержат конкретных данных о методах их осуществления, что не дает возможности сделать вывод об улучшении результатов лечения больных с осложненными травмами ШОП на фоне применения локальной гипотермии или комплексной нейромодуляции. По этой причине очевидна актуальность исследования, которое на основе сравнительного анализа результатов лечения больных с травмами ШОП и СМ сможет продемонстрировать эффективность применения, наряду с хирургическим вмешательством, физических лечебных факторов в остром и раннем периодах травматической болезни.

Цель: провести сравнительный ретро- и проспективный анализ результатов лечения больных с травмами ШОП и СМ на основе определения количественных значений показателей оценочных шкал.

Материал и методы. Объектом исследования стали 217 больных с закрытыми травмами ШОП и СМ, сопоставимых по возрасту и степени выраженности неврологического дефицита: 177 из них составили основную группу (проспективный анализ) и 40 — группу сравнения (ретроспективный анализ). По выраженности неврологического дефицита в каждой группе больные разделены на 4 подгруппы, соот-

Сопоставительный анализ динамики изменений индекса Карновского, %

Период наблюдения			льный класс 970; ASIA/IMSOP, 1992)	
	A ₁ (условно)	А ₂ (условно), В	C, D	Е
	На 1-е сутки	после хирургического вм	ешательства	
основная группа	10,00 (10,00; 10,00)	30,00 (30,00; 35,00)	50,00 (50,00; 60,00)	100,00 (100,00; 100,00)
группа сравнения	10,00 (10,00; 10,00) p ₁ =0,067	20,00 (10,00; 20,00) p ₁ =0,0076	40,00 (30,00; 40,00) p ₁ =0,0029	100,00 (90,00; 100,00)
	На 14-е сутки	после хирургического вм	ешательства	
основная группа	20,00 (20,00; 20,00)	30,00 (20,00; 30,00)	55,00 (50,00; 70,00)	100,00 (100,00; 100,00)
группа сравнения	10,00 (10,00; 10,00) p ₁ =0,0023	20,00 (20,00; 30,00) p ₁ =0,0017	30,00 (20,00; 30,00) p ₁ =0,0025	90,00 (80,00; 90,00) p ₁ =0,013
	На 30-е сутки	после хирургического вм	ешательства	
основная группа	30,00 (20,00; 30,00)	40,00 (30,00; 40,00)	100,00 (90,00; 100,00)	100,00 (100,00; 100,00)
группа сравнения	20,00 (20,00; 20,00) p ₁ =0,0067	30,00 (20,00; 30,00) p ₁ =0,0037	80,00 (60,00; 80,00) p ₁ =0,0051	100,00 (90,00; 100,00) p ₁ =0,087

Примечания: 1) медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; 2) р, — (двусторонний) показатель достоверности по сравнению с данными группы сравнения; 3) в качестве контрольного рассматривали значение индекса Карновского (1949), равное 100%.

ветствующие функциональным классам A_1 (условно), A_2 (условно) и B, C и D, E (по шкалам.

Критерии включения больных в основную группу и группу сравнения: возраст на момент исследования от 17 до 60 лет; время поступления в стационар (на 1–3-и сутки с момента травмы); компенсация общего состояния на момент госпитализации не менее 20 баллов по шкале Карновского (1949); изолированный характер травмы ШОП и/или СМ; отсутствие в анамнезе патологии СМ, хронических суб- и декомпенсированных заболеваний внутренних органов.

Оригинальными способами нейропротекции, применяемыми в основной группе, явились локальная гипотермия СМ, комплексная нейромодуляция, основанная на сочетанном попеременном использовании транскраниальной магнитостимуляции (ТКМС) и эпидуральной электростимуляции (ЭЭС) СМ.

Проведен сравнительный анализ результатов дифференцированного комплексного лечения (основная группа) и комплексного лечения (группа сравнения) больных с травмами ШОП и СМ на основании изучения динамики индекса Карновского (%) шкалы врачебной оценки общего статуса больного (1949), показателя количественной оценки острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния APACHE II (по Knaus — Draper, 1985) и показателя адаптации оперированных больных (шкала SCIM III по Catz — Itzkovich, 2000).

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ IBM SPSS 20 Statistics. Проверяли гипотезы о виде распределений (критерий Шапиро — Уилка). Большинство полученных данных не соответствовало закону нормального распределения, поэтому для сравнения значений использовали непараметрический U-критерий Манна — Уитни и показатель достоверности (р).

Результаты. Сравнительный ретро- и проспективный анализ динамики изменений индекса Кар-

новского (%) шкалы врачебной оценки общего статуса больного (1949) свидетельствовал о том, что у больных основной группы, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональному классу А, (условно) (по шкалам Frankel, 1970; ASIÁ/IMSOP, 1992), на 1-е сутки после операции индекс Карновского не изменялся (р,=0,067) относительно группы сравнения, на 14-е сутки происходило увеличение индекса Карновского в 2 раза (р,=0,0023) и на 30-е сутки в 1,5 раза по сравнению с предыдущими сроками. У больных, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональным классам А, (условно) и В, на 1-е сутки исследуемый показатель увеличивался в 1,5 раза (р,=0,0076), на 14-е сутки изменений индекса Карновского выявлено не было (р₁=0,057), на 30-е сутки происходило его увеличение в 1,33 раза (р,=0,001). У больных, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональным классам С и D, на 1-е сутки происходило увеличение индекса Карновского в 1,25 раза (р,=0,0029), на 14-е сутки происходило его увеличение в 1.83 раза (р.=0.0025). на 30-е сутки в 1,25 раза (р₃=0,0051). У больных без неврологического дефицита, соответствующих функциональному классу Е, на 1-е и 30-е сутки изменений индекса Карновского выявлено не было (р>0,05), а на 14-е сутки происходило его увеличение в 1,11 раза (р₁=0,013) (табл. 1).

Сравнительный ретро- и проспективный анализ динамики изменений показателя количественной оценки острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния АРАСНЕ II (по Knaus — Draper, 1985) в основной группе показал, что у больных, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональному классу А₁ (условно), на 1-е сутки после хирургического вмешательства изучаемый показатель увеличился в 1,29 раза (р₁=0,0031) относительно группы сравнения, на 7-е сутки в 1,17 раза (р₁=0,0077), на 14-е сутки в 1,2

Таблица 2 Сопоставительный анализ динамики изменений показателя количественной оценки острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния APACHE II (по Knaus — Draper, 1985), %

Период наблюдения			альный класс 1970; ASIA/IMSOP, 1992)	
пориод пасилодонии	А, (условно)	A ₂ (условно), В	C, D	E
	На 1-е сутки	после хирургического вм	ешательства	
основная группа	46,50	38,00	32,00	24,00
	(44,50; 54,50)	(34,50; 39,550)	(26,50; 36,00)	(22,00; 26,00)
группа сравнения	36,00	30,50	28,00	20,00
	(32,50; 37,00)	(29,00; 32,00)	(26,50; 34,00)	(18,00; 22,50)
	p ₁ =0,0031	p ₁ =0,0043	p ₁ =0,0015	p ₁ =0,0056
	На 7-е сутки	после хирургического вм	ешательства	
основная группа	41,00	35,50	26,00	20,00
	(41,00; 41,00)	(35,00; 36,00)	(26,00; 27,00)	(22,00; 22,00)
группа сравнения	35,00	25,00	20,00	20,00
	(30,00; 40,00)	(23,00; 28,00)	(18,00; 23,00)	(18,00; 21,00)
	p ₁ =0,0077	p ₁ =0,0066	p ₁ =0,0044	p ₁ =0,076
	На 14-е сутки	после хирургического вм	иешательства	
основная группа	36,00	33,00	24,00	20,00
	(36,00; 37,00)	(32,00; 33,00)	(24,00; 25,00)	(20,00; 20,00)
группа сравнения	30,00	25,00	20,00	18,00
	(25,00; 32,00)	(20,00; 30,00)	(16,00; 24,00)	(16,00; 20,00)
	p ₁ =0,0011	p ₁ =0,0022	p ₁ =0,0013	p ₁ =0,019
	На 21-е сутки	после хирургического вм	иешательства	
основная группа	36,00	30,00	23,50	18,00
	(36,00; 37,00)	(29,00; 30,00)	(23,00; 24,00)	(17,50; 19,00)
группа сравнения	30,00	25,00	20,00	18,00
	(24,00; 31,00)	(21,00; 28,00)	(17,00; 24,00)	(16,00; 20,00)
	p ₁ =0,0062	p ₁ =0,0089	p ₁ =0,0014	p ₁ =0,139
	На 30-е сутки	после хирургического вм	иешательства	
основная группа	30,50	26,00	20,00	15,00
	(30,00; 31,00)	(25,50; 27,50)	(20,00; 21,00)	(15,00; 15,00)
группа сравнения	25,00	20,00	20,00	15,00
	(22,00; 28,00)	(19,00; 24,00)	(16,00; 22,00)	(15,00; 15,00)
	p ₁ =0,0066	p ₁ =0,0088	p ₁ =0,055	p ₁ =0,074

Примечания: 1) медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; 2) р, — (двусторонний) показатель достоверности по сравнению с данными группы сравнения; 3) в качестве контрольного рассматривали значение показателя количественной оценки острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния APACHE II (по Knaus — Draper, 1985), равное 15 баллам

раза (р,=0,0011), на 21-е сутки в 1,22 раза (р,=0,0062) и на 30-е сутки в 1,22 раза (р,=0,0066). У больных, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональным классам А₂ (условно) и В, на 1-е сутки показатель увеличивался в 1,24 раза (р₁=0,0043) относительно группы сравнения, на 7-е сутки в 1,42 раза (p₁=0,0066), на 14-е сутки в 1,32 раза (р₄=0,0022), на 21-е сутки в 1,2 раза (р₄=0,0088) и на 30-е сутки в 1,3 раза (р,=0,0089). У больных, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональным классам С и D, на 1-е сутки показатель увеличивался в 1,14 раза (р,=0,0015) относительно группы сравнения, на 7-е сутки в 1,3 раза (р₄=0,0044), на 14-е сутки в 1,2 раза (р₄=0,0013), на 21-е сутки в 1,17 раза (р,=0,0014), на 30-е сутки изменений не было (р,=0,055). У больных без неврологического дефицита, соответствующих функциональному классу Е, на 1-е сутки показатель увеличивался в 1,2 раза (р,=0,0056) и на 14-е сутки в 1,11 раза (р,=0,019) относительно группы сравнения, на 7-е, 21-е и 30-е сутки не изменялся (р>0,05) (табл. 2).

Сравнительный ретро- и проспективный анализ динамики изменений показателя адаптации оперированных больных (шкала SCIM III по Catz — Itzkovich, 2000) свидетельствовал о том, что у больных, выра-

женность неврологического дефицита которых соответствовала функциональному классу A_1 (условно), достоверных различий исследуемого показателя на 30-е сутки отмечено не было (p_1 =0,072). У больных выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональным классам A_2 (условно) и В, показатель увеличивался в 1,61 раза относительно группы сравнения (p_1 =0,072). У больных, выраженность неврологического дефицита которых соответствовала функциональным классам С и D, — в 1,27 раза (p_1 =0,0036). У больных без неврологического дефицита, соответствующих функциональному классу E, — в 1,09 раза (p_1 =0,0036) (табл. 3).

Обсуждение. Для изучения результатов комплексного лечения больных с травмами ШОП и СМ важную роль играет применение унифицированных международных протоколов обследования больных, которые обеспечивают шкалирование неврологического дефицита и степени функциональной адаптации больных в послеоперационном периоде [9, 10]. На основании примененных в работе шкальных методик нами продемонстрировано достоверное влияние хирургической агрессии на выраженность неврологического дефицита только у больных, относящихся к функциональному классу А (по шкалам

Сопоставительный анализ динамики изменений показателя адаптации оперированных больных (шкала SCIM III по Catz — Itzkovich, 2000), %

Период наблюдения			альный класс 1970; ASIA/IMSOP, 1992)			
	A ₁ (условно)	A ₂ (условно), В	C, D	E		
На 30-е сутки после хирургического вмешательства						
основная группа	6,00 (4,00; 8,00)	10,50 (9,00; 11,50)	28,00 (27,00; 30,00)	91,00 (89,00; 94,00)		
группа сравнения	6,00 (4,00; 8,00) p ₁ =0,072	6,50 (3,00; 9,00) p ₁ =0,0025	22,00 (20,00; 24,00) p ₁ =0,0036	83,00 (73,50; 85,00) p ₁ =0,0028		

П р и м е ч а н и я : 1) медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; 2) р, — (двусторонний) показатель достоверности по сравнению с данными группы сравнения; 3) в качестве контрольного рассматривали значение показателя адаптации оперированных больных (шкала SCIM III по Catz — Itzkovich, 2000), равное 100 баллам.

Frankel, 1970; ASIA/IMSOP, 1992), что характеризовалось достоверным ухудшением количественных показателей как по шкале Карновского (1949), так и по шкале острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния APACHE II (по Knaus — Draper, 1985). Это, по нашему мнению, обусловлено возникновением в раннем послеоперационном периоде восходящего отека СМ, сопровождающегося витальными нарушениями, что позволило нам выделить функциональный класс А, (условно). Подобное ранжирование функционального класса А (по шкалам Frankel, 1970; ASIA/IMSOP, 1992) на условно выделенные нами А, и А, представляется целесообразным, так как это влияет на тактику интенсивного комплексного лечения в ближайшем послеоперационном периоде.

Заключение. Комплексный подход к тактике дифференцированного применения методов хирургического лечения, оригинальных способов нейропротекции достоверно улучшает ближайшие результаты лечения, оказывая позитивное влияние на общий статус больных с травмами ШОП и СМ, выраженность острых физиологических расстройств и хронических нарушений состояния, а также степень адаптации в послеоперационном периоде.

Конфликт интересов не заявляется.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — С. П. Бажанов, В.Ю. Ульянов, И.А. Норкин, Д.А. Гуляев; получение данных и написание статьи — С. П. Бажанов, В.Ю. Ульянов; обработка данных — Ю.А. Чибрикова, А.В. Бирюкова, Х. Салиху; анализ и интерпретация результатов — В.Ю. Ульянов; утверждение рукописи для публикации — И.А. Норкин, В.Ю. Ульянов.

References (Литература)

- 1. Ulyanov VJu, Nikolenko VN, Drozdova GA, Norkin IA. Spinal cord traumatic disease: pathogenetic and sanogenetic elements of the homeostasis. Saratov, 2016; 196 р. Russian (Ульянов В.Ю., Николенко В.Н., Дроздова Г.А., Норкин И.А. Травматическая болезнь спинного мозга: патогенетические и саногенетические звенья гомеостаза. Саратов, 2016; 196 с.).
- 2. Konyuchenko ÉA, Ulyanov VJu, Puchin'yan DM, et al. Comparative analysis of content neurospecific proteins and cytokines in serum of the patients in the acute and early periods traumatic spinal cord diseases. Fundamental research 2014;

- 7 (5): 974–979. Russian (Конюченко Е.А., Ульянов В.Ю., Пучиньян Д.М. и др. Сопоставительный анализ содержания нейроспецифических белков и цитокинов в сыворотке крови пациентов в остром и раннем периодах травматической болезни спинного мозга. Фундаментальные исследования 2014; 7 (5): 974–979).
- 3. Ulyanov VJu, Norkin IA, Shchukovskiy VV, et al. Characteristic of cytokine profile in acute and early periods of spinal cord traumatic disease. University proceedings:Volga region: Medical sciences 2011; (3): 114—122. Russian (Ульянов В.Ю., Норкин И.А., Щуковский В.В. и др.). Характеристика цитокинового профиля в остром и раннем периодах травматической болезни спинного мозга. Известия высших учебных заведений: Поволжский регион: Медицинские науки 2011; (3): 114—122).
- 4. Konyuchenko EA, Ulyanov VJu, Bazhanov SP, et al. Features of peroxidant antioxidant balance in conditions of physiological norm and its changes in the progression process of the traumatic disease of the spinal cord. Fundamental research 2012; 4 (2): 291–294. Russian (Конюченко Е.А., Ульянов В.Ю., Бажанов С. П. и др.) Особенности перекисноантиоксидантного баланса в условиях физиологической нормы и его изменения при развитии травматической болезни спинного мозга. Фундаментальные исследования 2012; 4 (2): 291–294).
- 5. Belyaevskiy ÁD, Lebedeva EA, Kurtasov AA, Nemkova ZA. Processes of adaptation and pathological influence in development of the traumatic illness. Modern problems of science and education 2012; (3): 82. Russian (Беляевский А.Д., Лебедева Е.А., Куртасов А.А. Процессы адаптации и патологического воздействия в развитии травматической болезни. Современные проблемы науки и образования 2012; (3): 82).
- 6. Bublik LA, Bublik NL. The modern understanding of spinal cord traumatic disease and neuroprotection of spinal cord secondary injury. International Neurological Journal 2007; 6 (16): 19–22. Russian (Бублик Л. А., Бублик Н. Л. Современные представления о травматической болезни спинного мозга и нейропротекция вторичного повреждения спинного мозга. Международный неврологический журнал 2007; 6 (16): 19–22).
- 7. Aarabi B, Harrop JS, Totor CH Predictors of pulmonary complications in blunt traumatic spinal cord injury. J Neurosurg Spine 2012; (17): 38–45.
- 8. Godier A, Susen S. Trauma-induced coagulopathy. Ann Fr Anesth Reanim 2013; 32 (7-8): 527–530.
- 9. Radulovic M, Yoon H, Larson N. Kallicrein cascades in traumatic spinal cord injury: in vitro evidence for roles in axonopathy and neuron degeneration. J Neuropathol Exp Neurol 2013; 72 (11): 1072–1089.
- 10. Kusiak AN, Selzer ME. Neuroplasticity in the spinal cord. H Clin Neurolog 2013; (110): 23–42.

УДК 550.343.64:616-002:617-089.844:611.72

Оригинальная статья

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФЕКЦИОННО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КРУПНЫХ СУСТАВОВ

С. В. Белова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, доктор биологических наук; И.А. Мамонова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; Д.М. Пучиньян — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, главный научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, профессор, доктор медицинских наук; И.В. Бабушкина — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат медицинских наук; Е.В. Гладкова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, руководитель отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; Р.Г. Адилов — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студент 6-го курса лечебного факультета.

PROGNOSTIC OPPORTUNITIES FOR INFECTIOUS INFLAMMATORY COMPLICATIONS IN PRIMARY ENDOPROSTHESIS OF LARGE IOINTS

S. V. Belova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research, Senior Research Assistant, Doctor of Biological Science; I.A. Mamonova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research, Junior Research Assistant, Candidate of Biological Science; D.M. Puchinyan — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research, Chief Research Assistant, Professor, Doctor of Medical Sciences, I.V. Babushkina — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research Assistant, Candidate of Medical Science, E.V. Gladkova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research, Candidate of Biological Sciences; R.G. Adilov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Faculty of General Medicine, 6-year-student.

Дата поступления — 10.07.2017.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Белова С. В., Мамонова И. А., Пучиньян Д. М., Бабушкина И. В., Гладкова Е. В., Адилов Р. Г. Возможность прогнозирования инфекционно-воспалительных осложнений при первичном эндопротезировании крупных суставов. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 715–719.

Цель: изучение возможности прогнозирования и диагностики инфекционно-воспалительных осложнений после эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов на основе определения показателей клеточного иммунитета. Материал и методы. В исследование включены 174 больных остеоартрозом крупных суставов в возрасте 61±13 лет, которым проведено эндопротезирование суставов. Опытную группу составили 22 пациента с инфекционно-воспалительными осложнениями, возникшими через 6–12 месяцев после операции; в группу сравнения вошли 152 пациента, у которых послеоперационный период проходил без особенностей. До и после первичного эндопротезирования пациентам проводили дифференцировку лейкоцитов по субпопуляциям (лимфоциты, моноциты, гранулоциты) и их иммунофенотипирование. Группу контроля составили 40 здоровых лиц. Результаты оценивали при помощи разработанной балльной системы. Результаты. У больных с благоприятным течением послеоперационного периода суммарные значения показателей составляют не более 4–6 баллов. Во всех остальных случаях риск развития инфекционно-воспалительных осложнений существенно повышается и достигает максимальных значений у пациентов с суммой баллов 10–12. Заключение. Определение лабораторных показателей, характеризующих иммунную реактивность организма, позволяет оценить риск развития инфекционно-воспалительных послеоперационных осложнений и диагностировать их у больных остеоартрозом крупных суставов III стадии после тотального их замещения.

Ключевые слова: эндопротезирование крупных суставов, иммунологическая реактивность, инфекционно-воспалительные осложнения, прогнозирование.

Belova SV, Mamonova IA, Puchinyan DM, Babushkina IV, Gladkova EV, Adilov RG. Prognostic opportunities for infectious inflammatory complications in primary endoprosthesis of large joints. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 715–719.

The aim: to study prognostic and diagnostic opportunities for infectious inflammatory complications of primary endoprosthesis of hip and knee joints on the basis of cellular immunity indices. *Material and Methods.* 174 patients with large joint osteoarthrosis aged 61±13 yrs which had undergone total joint replacement were enrolled into the study. The experimental group consisted of 22 patients with infectious inflammatory complications emerging from 6 up to 12 months postsurgically. The comparison group included 152 patients with favorable postsurgical period. We carried out WBC differentiation by subpopulations (lymphocytes, monocytes, granulocytes) and their immunophenotyping. 40 conventionally healthy individuals comprised the control group. The outcomes were estimated using the worked-out score system. *Results.* In patients with favorable postsurgical period total value of indices equaled not more than 4–6 points. In all the other cases the risk of infectious inflammatory complications is significantly higher and reaches its maximal values in patients with 10–12 points. *Conclusion.* The assessment of laboratory indices reflecting immune response of the body allows estimating the risk of infectious inflammatory postsurgical complications and diagnosing them in III grade large joint osteoarthorisis patients after total replacement.

Key words: large joint endoprosthesis, immune response, infectious inflammatory complications, prognostic opportunities.

Введение. Дегенеративно-дистрофические заболевания суставов — широко распространенная патология опорно-двигательной системы, приводящая к разрушению хрящевых и костных структур, следствием чего является потеря трудоспособности, невозможность самостоятельного обслуживания, что негативно сказывается на социальной и экономической составляющих современного общества [1].

Основу патогенеза остеоартроза составляют метаболические нарушения взаимодействия суставного хряща, субхондральной кости и синовиальной жидкости, которые, наряду с иммунологической депрессией, развивающейся на фоне выполнения оперативного вмешательства и проявляющейся несостоятельностью клеточного и гуморального звеньев, приводят к развитию инфекционно-воспалительных осложнений после проведения первичного эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов и требуют комплексной коррекции, включающей консервативные и хирургические методы лечения [2, 3]. В связи с этим дальнейшего изучения требуют механизмы участия метаболических и иммунологических реакций в возникновении и прогрессировании дегенеративного процесса в тазобедренных и коленных суставах, знание особенностей которых даст практикующим врачам возможность эффективно диагностировать и прогнозировать вероятность развития инфекционно-воспалительных осложнений после первичного эндопротезирования [4-7].

Цель: изучение возможности прогнозирования и диагностики инфекционно-воспалительных осложнений после первичного эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов на основе определения показателей клеточного иммунитета.

Материал и методы. В исследование включены 160 больных (117 женщин и 43 мужчины) в возрасте 61±13 лет с остеоартрозом тазобедренных и коленных суставов III стадии, которым на базе НИИТОН СГМУ им. В.И. Разумовского проводили первичное эндопротезирование суставов, у 152 из них послеоперационный период проходил без инфекционновоспалительных осложнений (группа сравнения). В опытную группу включили 8 больных (по результатам собственных наблюдений) и 14 архивных историй болезни пациентов, у которых в сроки от 6 до 12 месяцев после хирургического вмешательства развились инфекционно-воспалительные осложнения. Данные больные не имели в анамнезе указаний на наличие сопутствующих аллергических и аутоиммунных заболеваний, способных оказать влияние на изучаемые показатели. В группу контроля вошли 40 условно здоровых лиц (22 мужчины и 18 женщин), сопоставимых по возрасту, не имеющих патологии опорно-двигательного аппарата и сопутствующих аллергических и аутоиммунных заболеваний, которые были обследованы однократно.

В периферической крови исследуемых больных до хирургического вмешательства, а также через 4—5 месяцев после его осуществления проводили дифференцировку лейкоцитов по субпопуляциям (лимфоциты, моноциты, гранулоциты) с помощью гематологического анализатора МЕК 8222 К (Nihon Konden, Япония). Иммунофенотипирование лимфоцитов осуществляли методом лазерной проточной цитофлюориметрии на цитометре BD FACSCantoll (BD, CШA) с

Ответственный автор — Белова Светлана Вячеславовна Тел.: +79063095543 E-mail: sarniito bsv@mail.ru помощью набора реактивов для прямой иммунофлюоресценции BD Multitest 6-Color TBNK Reagent (BD, CШA); зрелых Т-лимфоцитов (CD3+), Т-хелперов (CD3+CD4+), цитотоксических Т-лимфоцитов (CD3+CD8+), В-лимфоцитов (CD3-CD19+), натуральных киллеров (CD3-CD16+CD56+) — с помощью наборов моноклональных антител, меченых фикоэритрином (PE), флуоресцинизотиоцианатом (FITC), перидинин-хлорофилл протеином (Per-CP), алофикоцианином (APC).

Обработка цифрового материала проведена с использованием пакета программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 6.0. Осуществлена проверка нормальности распределения вариационных рядов по Колмогорову — Смирнову, последнее оказалось нормальным. Определены: средняя арифметическая (М), среднеквадратическое отклонение (о), средняя ошибка средней арифметической (m), коэффициент достоверности по Стьюденту (t) и показатель вероятности (p).

Результаты. У большинства обследованных больных до операции имелось статистически значимое повышение количества лейкоцитов при увеличении относительного и абсолютного содержания моноцитов, а также абсолютного и относительного количества гранулоцитов. Абсолютное и относительное количество лимфоцитов было незначительно снижено (табл. 1).

При изучении иммунопатологических изменений у больных с остеоартрозом (ОА) тазобедренного и коленного суставов до первичного эндопротезирования установлено снижение абсолютного и относительного числа Т-лимфоцитов по сравнению с показателями лиц контрольной группы, преимущественно за счет Т-супрессоров (CD3+CD8+). На этом фоне проходило статистически значимое увеличение относительного количества Т-хелперов (CD3+CD4+) при существенном снижении абсолютного и относительного количества Т-супрессоров. Обнаружено статистически значимое увеличение относительного числа лимфоцитов с киллерной активностью — NK-клеток. Параллельно с этим наблюдали статистически значимое снижение абсолютного числа В-лимфоциты (CD3-CD19+) (табл. 2).

У пациентов с развившимися в послеоперационном периоде инфекционно-воспалительными осложнениями до операции имелись более выраженные негативные сдвиги иммунологических показателей по сравнению с теми пациентами, у которых они соответствовали тяжести состояния и послеоперационный период у которых протекал без осложнений. В данной группе в лейкоцитарной формуле наблюдали выраженный лейкоцитоз с увеличением абсолютного и относительного количества нейтрофильных гранулоцитов с превалированием палочкоядерных форм по сравнению с группой пациентов без инфекционно-воспалительных осложнений. Кроме того, определяли снижение абсолютного и относительного количества лимфоцитов при повышении абсолютного и относительного содержания моноцитов и гранулоцитов.

У этих же больных по сравнению со значениями в контрольной группе отмечали статистически значимое уменьшение абсолютного и относительного содержания Т-лимфоцитов. При этом наблюдали существенное снижение абсолютного содержания Т-хелперов, а также абсолютного и относительного содержания Т-супрессоров (см. табл. 2).

Таблица 1 Показатели лейкоцитарной формулы при эндопротезировании крупных суставов (М±m)

				Группы пациентов	
Показатели лейкоцитарной формулы		Контрольная группа	до проведения эндопротезиро- вания	без инфекционно-воспали- тельных осложнений после эндопротезирования	с инфекционно-воспали- тельными осложнениями после эндопротезирования
Лейкоциты	абс. (10 ⁹ /л)	5,10±0,28	7,39±0,37 (p=0,000002)	7,16±0,16 (p=0,000001) (p=0,568713)	12,80±0,22 (p=0,000001) (p ₁ =0,000001) (p ₂ =0,000001)
Durchouse	абс. (10 ⁹ /л)	2,30±0,14	2,24±0,05 (p=0,686942)	2,78±0,07 (p=0,002482) (p ₁ =0,000001)	1,73±0,09 (p=0,001125) (p ₁ =0,000002) (p ₂ =0,000001)
Лимфоциты	%	30,60±0,84	29,93±0,97 (p=0,602154)	31,50±0,60 (p=0,384392) (p ₁ =0,169662)	23,17±1,44 (p=0,000038) (p ₁ =0,000139) (p ₂ =0,000001)
Моноциты	абс. (10 ⁹ /л)	0,26±0,03	0,37±0,01 (p=0,000620)	0,45±0,01 (p=0,000001) (p ₁ =0,000001)	0,48±0,01 (p=0,000001) (p ₁ =0,000001) (p ₂ =0,035336)
	%	4,10±0,24	5,29±0,16 (p=0,000047)	5,64±0,12 (p=0,000001) (p ₁ =0,081111)	6,00±0,21 (p=0,000001) (p ₁ =0,007837)
Гранулоциты	абс. (10 ⁹ /л)	3,20±0,17	5,78±0,37 (p=0,000001)	5,33±0,09 (p=0,000001) (p ₁ =0,238210)	7,90±0,16 (p=0,000001) (p ₁ =0,000001) (p ₂ =0,000001)
	%	61,38±2,03	65,73±1,31 (p=0,073311)	62,57±1,61 (p=0,646552) (p ₁ =0,128922)	71,03±0,40 (p=0,000018) (p ₁ =0,000153) (p ₂ =0,000001)

Примечания (здесь и далее): р — показатель достоверности по сравнению с контрольной группой пациентов; р, — показатель достоверности различий по сравнению с группой пациентов до проведения эндопротезирования; р, — показатель достоверности различий по сравнению с группой пациентов без инфекционно-воспалительных осложнений после эндопротезирования.

Таблица 2 Показатели клеточного иммунитета у пациентов при эндопротезировании крупных суставов (М±m)

				Группы пациентов		
Показатели Конт		Контрольная группа		после эндопротезирования		
Hokasa	пациентов		до проведения эндопротезирования	без инфекционно- воспалительных осложнений	с инфекционно- воспалительными осложнениями	
CD2+	абс.	1737,93±33,71	1278,13±76,18 (p=0,000001)	1370,21±51,12 (p=0,000001) (p ₁ =0,316318)	1127,82±53,64 (p=0,000001) (p,=0,108443 (p ₂ =0,001295)	
CD3+	%	75,22±1,04	72,04±1,09 (p=0,366053)	69,53±1,41 (p=0,001377) (p ₁ =0,160024)	71,47±1,21 (p=0,022120) (p,=0,726748) (p ₂ =0,297900)	
CD3+	абс.	683,60±20,64	381,15±40,31 (p=0,000001)	473,74±48,80 (p=0,000106) (p ₁ =0,144533)	405,31±23,5 (p=0,000001) (p ₁ =0,605245) (p ₂ =0,208167)	
CD8+	%	29,5±0,8	22,4±1,5 (p=0,000044)	22,3±2,4 (p=0,004915) (p ₁ =0,971837)	$25,5\pm1,0$ (p=0,002769) (p ₁ =0,087239) (p ₂ =0,220099)	

				Группы пациентов	
Показатели		Контрольная группа		после эндопро	гезирования
		пациентов	до проведения эндопротезирования	без инфекционно- воспалительных осложнений	с инфекционно- воспалительными осложнениями
CD3+	абс.	984,5±7,0	867,4±60,1 (p=0,075541)	894,6±57,6 (p=0,122963) (p ₁ =0,744082)	698,3±39,3 (p=0,000001) (p ₁ =0,019613) (p ₂ =0,005448)
CD4+	%	42,6±0,1	49,1±1,1 (p=0,000001)	46,9±2,1 (p=0,042211) (p ₁ =0,354125)	44,6±1,1 (p=0,075277) (p ₁ =0,004293) (p ₂ =0,333319)
CD16+	абс.	234,0±24,5	272,1±34,8 (p=0,371761)	300,1±57,5 (p=0,291603) (p ₁ =0,677260)	222,3 \pm 16,8 (p=0,695112) (p ₁ =0,199158) (p ₂ =0,195780)
CD56+	%	10,1±1,0	14,8±1,6 (p=0,013565)	18,9±1,7 (p=0,000014) (p ₁ =0,080037)	14,5±1,0 (p=0,002870) (p ₁ =0,873848) (p ₂ =0,026989)
CD40+	абс.	325,6±3,0	229,7±28,1 (p=0,000834)	218,3±14,6 (p=0,000001) (p ₁ =0,719092)	196,5±16,4 (p=0,000001) (p ₁ =0,308907) (p ₂ =0,322191)
CD19+	%	14,1±0,1	11,9±1,2 (p=0,069213)	10,6±0,7 (p=0,000002) (p ₁ =0,350127)	12,4±1,0 (p=0,096005) (p ₁ =0,749272) (p ₂ =0,142154)

При сравнительном исследовании с группой пациентов с благоприятным течением послеоперационного периода установлено статистически значимое уменьшение абсолютного содержания Т-лимфоцитов (CD3+), что обусловлено статистически значимым снижением абсолютного количества Т-хелперов (CD3+CD4+) и относительного содержания Т-супрессоров (CD3+CD8+).

Относительное содержание натуральных киллеров (CD16+CD56+) у пациентов с инфекционно-воспалительными осложнениями после протезирования крупных суставов оказалось статистически значимо выше контрольных значений и ниже по сравнению с результатами, полученными у пациентов с нормальным течением послеоперационного периода. Абсолютное же содержание натуральных киллеров существенно не отличалось от контроля и значений у больных без осложнений.

Анализ полученных результатов показал, что осложненный инфекционно-воспалительным процессом послеоперационный период наблюдался, как правило, у тех пациентов, у которых изучаемые лабораторные показатели имели более выраженную отрицательную направленность еще до операции.

Результаты собственного исследования, а также архивные материалы легли в основу разработки способа прогнозирования развития и диагностики гнойных осложнений после эндопротезирования крупных суставов путем сравнения значений показателей иммунологического статуса пациента до проведения первичного эндопротезирования и через 6—12 месяцев после выполнения операции.

Для этого оценивали полученные результаты по отдельным показателям в баллах и затем по сумме баллов всех показателей прогнозировали вероятность развития инфекционно-воспалительного

процесса в области оперативного вмешательства. В способе использовали следующие обязательные составляющие: 1) определение абсолютного количества лейкоцитов, содержание которых в периферической крови >10·10⁹/л. соответствовало 3 баллам: $8-9\cdot10^9-2$ баллам; $5-7\cdot10^9/л$ — 1 баллу; 2) определение абсолютного количества Т-супрессоров (CD3+CD8+) по сравнению со значением, полученным до проведения оперативного вмешательства, при этом сохранение значений показателя на уровне дооперационных значений соответствовало 3 баллам; повышение значений показателя не более чем на 5% — 2 баллам; повышение на 15-20% — 1 баллу; 3) определение абсолютного количества Т-хелперов (CD3+CD4+) по сравнению со значением, полученным до проведения оперативного вмешательства, при этом снижение содержания на 17-25% соответствовало 3 баллам; повышение содержания не менее чем на 5% — 2 баллам; изменения в диапазоне: от уменьшения менее чем на 5% до возрастания не более чем на 17% — 1 баллу; 4) определение абсолютного количества NK-клеток (CD16+CD56+) по сравнению со значением, полученным до проведения оперативного вмешательства, при этом повышение содержания на 5-10% соответствовало 3 баллам; сохранение значений показателя на уровне дооперационных показателей — 2 баллам; снижение содержания на 5-15% — 1 баллу.

Согласно нашим данным у больных с благоприятным течением послеоперационного периода суммарные значения показателей составляют не более 4—6 баллов. Во всех остальных случаях риск развития инфекционно-воспалительных осложнений существенно повышается и достигает максимальных значений у пациентов с суммой баллов 10—12.

Обсуждение. Данные, полученные в ходе проведения исследования, показали достаточно выраженные иммунологические нарушения у больных с остеоартрозом крупных суставов нижних конечностей как до, так и после хирургического вмешательства. Обнаруженные изменения изучаемых показателей после оперативного вмешательства расценены как специфическая реакция организма на тяжелую хирургическую агрессию, связанную с эндопротезированием. Аналогичные результаты были описаны в обзоре литературы [8, 9] по анализу лабораторных диагностических маркеров у больных с остеартрозом крупных суставов при их эндопротезировании. В работе основное внимание уделяли гемостазиологическим, биохимическим и иммунологическим тестам. Иммунологические нарушения у данного контингента больных заключались в изменениях клеточного и гуморального иммунитета, не обеспечивающих адекватную защитную реакцию организма. Об этом же свидетельствуют и результаты, представленные в работе [10-12], в которой показано, что у больных при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава снижена фагоцитарная активность сегментоядерных нейтрофилов, повышены уровни Т- и В-лимфоцитов и содержание иммуноглобулинов.

Заключение. Оценка иммунной реактивности организма позволяет оценить риск развития инфекционно-воспалительных послеоперационных осложнений и диагностировать их у больных остеоартрозом крупных суставов III стадии после тотального их замещения. Своевременная коррекция иммунологического статуса позволит уменьшить частоту развития инфекционных послеоперационных осложнений, улучшить качество жизни больных и снизить стоимость послеоперационной реабилитации больных.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Роль серологических маркеров в дифференциальной диагностике новообразований костной системы». Регистрационный номер 115032440021.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — С. В. Белова; получение и обработка данных — С. В. Белова, И.А. Мамонова, Д.М. Пучиньян, И.В. Бабушкина, Е.В. Гладкова, Р.Г. Адилов; анализ и интерпретация результатов — С. В. Белова, И.А. Мамонова, Д.М. Пучиньян, И.В. Бабушкина, Е.В. Гладкова; написание статьи — С. В. Белова; утверждение рукописи для публикации — С. В. Белова, Д.М. Пучиньян.

References (Литература)

- 1. Dmitrieva LA, Korshunova EYu, Lebedev VF. Immunopathologic manifestations in patients with severe forms of coxarthrosis. Medical Immunology (Russia) 2009; 11 (2-3): 161–168. Russian (Дмитриева Л.А., Коршунова Е.Ю., Лебедев В.Ф. Иммунологические проявления у больных с тяжелыми формами коксартроза. Медицинская иммунология 2009; (2-3): 161–168).
- 2. Norkin IA, Shpinyak SP, Girkalo MV, Barabash AP. Outcomes of surgical treatment of infectious complications of total endoprosthesis of large joints. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova 2014; (3): 67–71. Russian (Норкин И.А., Шпиняк С. П., Гиркало М. В., Барабаш А. П. Исходы хирургического лечения инфекционных осложнений тотального эндопротезирования крупных суставов. Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова 2014; (3): 67–71).

- 3. Shpinyak SP, Barabash AP, Lyasnikova AV. The use of spacers in the treatment of infectious complications in total knee replacement. Modern problems of science and education 2015; (5): 3. Russian (Шпиняк С. П., Барабаш А.П., Лясникова А.В. Применение спейсеров в лечении инфекционных осложнений тотального эндопротезирования коленного сустава. Современные проблемы науки и образования 2015; (5): 3).
- 4. Belova SV, Mamonova IA, Gladkova EV, Babushkina IV. Features of the status of the metabolic status of patients with lesion of large joints in surgical treatment. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy 2016; (11-3): 430–433. Russian (Белова С. В., Мамонова И. А., Гладкова Е. В., Бабушкина И. В. Особенности состояния метаболического статуса больных с поражением крупных суставов при оперативном лечении. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2016; (11-3): 430–433).
- 5. Worthington T, Duntop D, Casey A, et al. Serum procalcitonin, interleukin-6, soluble intercellular adgesin molecule-1 and Ig G to short-chain exocecellular lipoteichoic acids as prediction of infection in total joint prosthesis revision. Br J Biomed Sci 2010; 71–76.
- 6. Markelova EV, Winchell RV, Kuzmin IN. Monitoring the level of IL-2, IL-2sR, IL-6, IL-6sR in patients before and after replacement of hip joint. Byulleten' VSNTs SO RAMN 2006; 4 (50): 181–185. Russian (Маркелова Е.В., Винчель Р.В., Кузьмин И.Н. Мониторинг уровня IL-2, IL-2sR, IL-6, IL-6sR у больных до и после эндопротезирования тазобедренных суставов. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН 2006; 4 (50): 181–185).
- 7. Karyakina EV, Norkin IA, Gladkova EV, et al. Structural and functional characteristics of bone tissue and blood cytokines in health and disease of the joints. Russian Journal of Physiology 2014; (100-2): 238–247. Russian (Карякина Е.В., Норкин И.А., Гладкова Е.В. и др. Структурно-функциональные особенности костной ткани и цитокины крови в норме и при патологии суставов. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова 2014; (100-2): 238–247).
- 8. Gladkova EV, Karyakina EV, Mamonova IA, et al. Immune reactivity of bone tissue in osteoarthrosis patients. Medical immunology (Russia) 2015; (17-S): 329. Russian (Гладкова Е.В., Карякина Е.В., Мамонова И.А. и др. Иммунная реактивность костной ткани у пациентов с остеоартрозом. Медицинская иммунология 2015; (17-S): 329).
- 9. Chebotar IV. Mechanisms of antibiocytic immunity. Vestnik RAMN 2011; (2): 22–29. Russian (Чеботарь И.В. Механизмы антибиопленочного иммунитета. Вестник РАМН 2011; (2): 22–29).
- 10. Diagnostic program for infectious complications after endoprosthetics of large joints. Patent №2016663062. Russian Federation / Mamonova IA, Moiseev EP, Babushkina IV, Gladkova EV, Puchinyan DM. Claimed: 10/20/2016. Published on: 12/20/2016. Date of registration: 11/28/2016. Russian (Программа диагностики инфекционных осложнений после эндопротезирования крупных суставов / Мамонова И.А., Моисеев Е.П., Бабушкина И.В., Гладкова Е.В., Пучиньян Д.М. №2016663062. Дата публикации: 20.12.2016. Номер и дата поступления заявки: 201666101320.10.2016. Дата регистрации: 28.11.2016).
- 11. Filipenko VA, Leont'eva FS, Morozenko DV, Korzh IV. Laboratory diagnostic markers in the assessment of patients with osteoarthritis requiring replacement of large joints (literature review). Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie 2013; (2): 122–126. Russian (Филипенко В.А., Леонтьева Ф.С., Морозенко Д.В., Корж И.В. Лабораторные диагностические маркеры при оценке состояния больных остеоартрозом, требующих эндопротезирования крупных суставов (обзор литературы). Ортопедия, травматология и протезирование 2013; (2): 122–126).
- 12. Voloshin VP, Eremin AV, Onoprienko GA, et al. Revision hip arthroplasty for deep infection. Al'manakh klinicheskoy meditsiny 2008; (18): 35–44. Russian (Волошин В.П., Еремин А.В., Оноприенко Г.А. и др. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава при глубокой инфекции. Альманах клинической медицины 2008; (18): 35–44).

УДК 577.13:616-092.1:611.811.018:616-001.31:611.813

Оригинальная статья

НЕЙРОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ БЕЛКИ КАК МАРКЕРЫ РЕГЕНЕРАЦИИ НЕРВНОЙ ТКАНИ ПРИ ОЧАГОВЫХ УШИБАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Е.А. Галашина — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; **В.Ю. Ульянов** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заместитель директора по научной и инновационной дея-тельности, доктор медицинских наук; **Г.Ю. Выгодчикова** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, врач-исследователь; **Ю.А. Чибрикова** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса лечебного факультета; **С. С. Климов** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студент 6-го курса лечебного факультета.

NEUROSPECIFIC PROTEINS AS MARKERS OF NERVOUS TISSUE REGENERATION IN FOCAL CEREBRAL CONTUSIONS

E.A. Galashina — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research, Junior Research Assistant, Candidate of Biological Science; V.Yu. Ulyanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Deputy Director for Science and Innovation, Doctor of Medical Science; G.Yu. Vygodchikova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Medical Researcher; Yu.A. Chibrikova — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, General Medicine Department, 6-year-student Department, 6-year-student.

Дата поступления — 3.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Галашина Е.А., Ульянов В.Ю., Выгодчикова Г.Ю., Чибрикова Ю.А., Климов С. С. Нейроспецифические белки как маркеры регенерации нервной ткани при очаговых ушибах головного мозга. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 720-722.

Цель: изучение динамики содержания иммунологических маркеров регенерации нервной ткани у пациентов с очаговыми ушибами головного мозга в посттравматическом периоде. Материал и методы. Методом иммуноферментного анализа изучали количественное содержание в сыворотке крови нейрегулина1-beta1 (human NRG1-beta1), глиального фибриллярного кислого протеина (GFAP), антител человека к сульфатированному 3-глюкуронилпараглобозиду (anti-SGPG) у больных с очаговыми ушибами головного мозга на 1–4-е, 7-е, 14-е, 21-е и 30-е сутки с момента получения травмы, у пациентов контрольной группы — однократно. *Результаты*. У больных с очаговыми ушибами головного мозга в посттравматическом периоде содержание NRG1-beta1 характеризовалось двухфазным повышением концентраций на 7-е и 21-е сутки, GFAP — на 14-е сутки, anti-SGPG на 21-е и 30-е сутки в отличие от пациентов контрольной группы. Заключение. Функциональное восстановление головного мозга при его очаговых ушибах в посттравматическом периоде базируется на значительном усилении процессов регенерации аксонов и периферических нервных волокон и меньшем усилении внутриклеточных структур, выраженность и направленность которых может определяться динамикой иммуноцитохимических маркеров.

Ключевые слова: нейроспецифические белки, регенерация, нервная ткань, головной мозг, очаговый ушиб.

Galashina EA, Ulyanov VYu, Vygodchikova GYu, Chibrikova YuA, Klimov SS. Neurospecific proteins as markers of nervous tissue regeneration in focal cerebral contusions. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 720-722.

The aim: to study the dynamics of immunological markers of nervous tissue regeneration in patients with focal cerebral contusions in posttraumatic period. Material and Methods. Quantitative content of human NRG1-beta1, GFAP and anti-SGPG in patients with focal cerebral contusions was analyzed on the 1st-4th, 7th, 14th, 21st and 30th day post-injury, and one time only — in patients of control group. Results. In patients with focal cerebral contusions the content of NRG-1beta1 was characterized by two-phase increase on the 7th and 21st day, GFAP — on the 14th day, anti-SGPG — on the 21st and 30th day compared to the patients of control group. *Conclusion*. Functional restoration of the brain in cerebral focal contusions in the posttraumatic period is based on the significantly intensified axon and peripheral nervous fiber regeneration processes with intercellular structure regeneration being less intensified. The degree and direction of these processes is predicated upon the dynamics of immunocytochemical markers.

Key words: neurospecific proteins, regeneration, nervous tissue, cerebrum, focal contusion,

Введение. При очаговых ушибах головного мозга патогенетическими звеньями травматической болезни являются аксональный и нейрональный некрозы, нарушения метаболизма нервной ткани, нейровоспаление. Наряду с патогенетическими происходит активация и саногенетических звеньев, которая включает внутриклеточную регенерацию, ремиелинизацию и нейропластичность [1, 2]. Функционирование нервных клеток после травмы, а именно их самовыживание, пролиферация, созревание и дифференцирование обеспечивают нейротрофические факторы, реализующие медленную несинаптическую межклеточную коллаборацию.

Ответственный автор — Галашина Елена Анатольевна Тел.: +79271345529

E-mail: koniuchienko1983@mail.ru

Нейроспецифические белки в зависимости от картировочной гомологии формируют всевозможные подсемейства. Наиболее исследованным и крупным из них является подсемейство нейрегулинов-1, которые содержатся в нервной ткани. Повышение содержания нейрегулина1-beta1 (NRG1-beta1) способствует пролиферации и дифференцировке различных клеток, а именно нейронных, глиальных, образующих функциональный синцитий. Сигнальные направления нейрегулин-ErbB имеют ведущее значение в регуляции роста шванновских клеток, образующих миелиновую оболочку, а также в дифференцировке клеток-предшественниц нейроцитов, регенерации мотонейронов и микроглии в периоды максимальной утраты клеточной популяции вещества головного мозга [3].

Содержание иммунологических маркеров регенерации нервной ткани у пациентов
с очаговыми травматическими повреждениями головного мозга

		Осложненная травма шейного отдела позвоночника, n=40				
Показатели	Контроль, n=40	Сутки				
		1–4-e	7-e	14-e	21-e	30-e
NRG1-beta1, пг/мл	127,6 (115,6; 186,6)	691,2 (621,4; 727,0) p<0,001	4770,5 (4555,2; 5015,7) p<0,001 p ₁ <0,001	1254,6 (1110,2; 1389,5) p<0,001 p ₂ <0,001	2344,9 (2074,4; 2996,2) p<0,001 p ₃ <0,001	407,3 (377,7; 466,4) p<0,001 p ₄ <0,001
GFAP, нг/мл	0,31 (0,30; 0,33)	1,28 (1,25; 1,31) p<0,001	1,31 (1,29; 1,34) p<0,001 p ₁ >0,05	5,09 (4,57; 5,15) p<0,001 p ₂ <0,001	1,29 (1,24; 1,32) p<0,001 p ₃ <0,001	1,21 (0,91; 1,23) p<0,001 p ₄ <0,001
Анти-SGPG, Ratio	0,15 (0,11; 0,19)	0,16 (0,13; 0,19) p>0,05	0,18 (0,14; 0,22) p>0,05 p ₁ >0,05	0,17 (0,15; 0,21) p>0,05 p ₂ >0,05	0,76 (0,69; 0,78) p<0,001 p ₃ <0,001	0,79 (0,71; 0,83) p<0,001 p ₄ >0,05

П р и м е ч а н и е : формат представления данных — медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; р — показатель достоверности по сравнению с контролем; р, — показатель достоверности по сравнению с 1-4-ми сутками; р, — показатель достоверности по сравнению с 7-ми сутками; р, — показатель достоверности по сравнению с 21-ми сутками.

Завершение раннего периода травматической болезни головного мозга знаменует начало образования прочной глиомезодермальной ткани, образуемой из «реактивных» астроцитов, олигодендроцитов, фибробластов, лейкоцитов и макрофагов. Последние усиливают образование белка промежуточных микрофиламентов: глиального фибриллярного кислого протеина (GFAP), который высокоспецифичен для нервной ткани, обеспечивает образование и жизнедеятельность ее цитоскелета, а также дифференцирование астроцитов, обеспечение макроэргами нейроцитов при усилении синаптической активности, построение гематоэнцефалического барьера, рост астроцитарных отростков, контакты их с олигодендроглиоцитами, миелиновыми оболочками и синапсами [4]. Сульфатированный глюкуронилпараглобозид (SGPG), олигосахаридные цепи которого близко расположены к липидному бислою клеточной мембраны, вовлечен в адгезию и межклеточные взаимодействия, присутствует в шванновских клетках и мембранах нейронов, в том числе в миелиновой оболочке и аксолемме, а также эндотелиальных клетках нервных волокон [5].

Ограниченность систематических литературных сведений об изменении уровней иммуноцитохимических маркеров регенерации нервной ткани у больных с очаговыми ушибами вещества головного мозга делает весьма актуальным данное исследование.

Цель: изучить динамику содержания иммунологических маркеров регенерации нервной ткани у пациентов с очаговыми ушибами головного мозга в посттравматическом периоде.

Материал и методы. Объектом исследования стали 40 больных обоего пола с очаговыми ушибами вещества головного мозга. Все больные поступили в институт в течение 1—4-х суток с момента травмы и были сопоставимы по механизму, тяжести повреждений и выраженности неврологического дефицита. Контрольную группу составили 40 условно здоровых доноров сыворотки крови, не имеющих явных метаболических нарушений гомеостаза, тестируемых общеклиническими методами. У всех пациентов обследование осуществляли в ранние утренние часы до приема пищи путем пункции кубитальной вены, получая образец крови в объеме 5 мл. Кровь экспонировали для коагуляции при комнатной темпера-

туре, центрифугировали при 2000 об./мин 10 минут до получения сыворотки. Методом твердофазного иммуноферментного анализа изучали концентрации нейрегулина1-beta1 (human NRG1-beta1) (RayBio, USA), глиального фибриллярного кислого протеина (GFAP) (BioVendor, Czech Republic), антител человека к сульфатированному 3-глюкуронилпараглобозиду (anti-SGPG) (Buhlmann Laboratories, Switzerland) в соответствии с инструкциями к наборам на 1-е, 7-е, 14-е, 21-е и 30-е сутки после травмы в основной группе и однократно — в контрольной группе. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ IBM SPSS-20 Statistics. Большинство полученных данных не соответствовало закону нормального распределения, по этой причине для сравнения средних значений использовали непараметрический U-критерий Манна — Уитни. Рассчитывали показатель достоверности р, значения которого считали статистически достоверными при р<0,05.

Результаты. Изменения **у**ровня NRG1-beta1 в сыворотке крови у больных основной группы характеризовались двухфазными изменениями: увеличением на 7-е сутки в 6,9 раза (p_1 <0,001) и на 21-е сутки в 1,9 раза (p_3 <0,001) и уменьшением на 14-е сутки в 3,8 раза (p_2 <0,001) и на 21-е сутки в 5,8 раза (p_4 <0,001) по сравнению с другими контрольными точками

Содержание GFAP в сыворотке крови больных основной группы характеризовалось пиковым повышением на 14-е сутки в 4,1 раза по сравнению с предыдущими сутками (p_2 <0,001). В остальные периоды наблюдения содержание изучаемого параметра оставалось стабильно высоким по сравнению с контрольным (p<0,001).

Уровень anti-SGPG не продемонстрировал достоверных изменений на 1–4-е, 7-е, 14-е и 30-е сутки после травмы, и статистически значимое его увеличение отмечено только на 21-е сутки в 4,5 раза (p_3 <0,001) (таблица).

Обсуждение. Согласно данным литературы, функциональное восстановление головного мозга при очаговых ушибах головного мозга базируется на усилении процессов регенерации аксонов, в нейронах возможна только внутриклеточная регенерация. Отдельные авторы приводят разрозненные, а порой и противоречивые сведения об изменениях содержа-

ния цитоплазматических нейроспецифических белков с преимущественно нейрональной и глиальной локализацией при альтерации нервной ткани [6].

Отмеченное нами пиковое увеличение NRG1-beta1 на 7-е сутки исследования является одним из механизмов саногенеза, нацеленных на увеличение чувствительности нервной ткани к действию данного маркера регенерации. Полученные сведения об изменении концентрации NRG1-beta1 соответствуют литературным [7] о тропных влияниях на нервную ткань. Второй, менее выраженный подъем концентрации NRG1-beta1, фиксирующийся на 21-е сутки посттравматического периода, способствует выживанию нейронов, их дифференцировке, регенерации мотонейронов, активации микроглии в периоды максимальной потери клеточного пула вещества головного мозга в зоне «ишемической полутени».

Максимальная концентрация GFAP на 14-е сутки с момента получения травмы в сыворотке крови пострадавших, на наш взгляд, связана с увеличением объема очага первичного повреждения, что инициирует усиленный синтез GFAP астроцитами, способствуя их дальнейшей дифференцировке, росту астроцитарных отростков. Кроме того, с помощью GFAP протекают процессы митоза астроцитов, что имеет исключительное значение при повреждениях головного мозга. Полученные данные об изменении концентрации данного показателя совпадают с данными, приведенными в некоторых источниках [8, 9], рассматривающих исследования факторов роста нервной ткани при патологии головного мозга различной этиологии.

Статистически достоверное повышение содержания anti-SGPG в сыворотке крови на 21-е и 30-е сутки посттравматического периода соответствует литературным данным [10, 11] о развитии вторичных аутоиммунных механизмов в раннем периоде травматической болезни и выработки антител, главными мишенями для которых является сульфатированный 3-глюкуронилпараглобозид.

Заключение. Функциональное восстановление головного мозга при его очаговых ушибах в посттравматическом периоде базируется на значительном усилении процессов регенерации аксонов и периферических нервных волокон и меньшем усилении внутриклеточных структур, выраженность и направленность которых может определяться динамикой иммуноцитохимических маркеров.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках инициативного плана НИР НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Роль нейроспецифических белков в механизмах альтерации и регенерации нервной ткани при очаговых ушибах головного мозга малого объема: их диагностическое и прогностическое значение». Регистрационный номер АААА-А17-117070760041-0. Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — В.Ю. Ульянов; получение данных — Е.А. Галашина, Г.Ю. Выгодчикова, Ю.А. Чибрикова, С. С. Климов; анализ данных — Е.А. Галашина; интерпретация результатов — Е.А. Галашина; написание статьи — Е.А. Галашина; утверждение рукописи для публикации — В.Ю. Ульянов.

References (Литература)

- 1. Agadzhanyan VV. Septic complications inpolytrauma. Polytrauma 2006; (1): 9–17. Russian (Агаджанян В. В. Септические осложнения при политравме. Политравма 2006; (1): 9–17).
- 2. Moroz BB. Actual problems of pathophysiology. M.: Meditsina, 2001; 424 р. Russian (Мороз Б.Б. Актуальные проблемы патофизиологии. М.: Медицина, 2001; 424 с.).
- 3. Konyuchenko EA, Vygodchikova GYu, Ulyanov VJu, et al. Comparative analysis of neuregulin1-β1 and cytokines content in blood serum of patients with focal brain injuries. Modern problems of science and education 2016; (3): 166. Russian (Конюченко Е.А., Выгодчикова Г.Ю., Ульянов В.Ю. и др. Сопоставительный анализ содержания нейрегулина1-be-ta1 и цитокинов в сыворотке крови пациентов с очаговыми травматическими повреждениями головного мозга. Современные проблемы науки и образования 2016; (3): 166).
- 4. Ulyanov VJu, Nikolenko VN, Drozdova GA, Norkin IA. Spinalcord traumatic disease: pathogenetic and sanogeneticelements of the homeostasis. Saratov, 2016; 196 р. Russian (Ульянов В.Ю., Николенко В.Н., Дроздова Г.А., Норкин И.А. Травматическая болезнь спинного мозга: патогенетические и саногенетические звенья гомеостаза. Саратов, 2016; 196 с.).
- 5. Sufianova GZ, Shapkin AG. Nervous tissue damage: mechanisms, models, methods of assessment. М.: Izdatel'stvo RAMN, 2014; 288 р. Russian (Суфианова Г.З., Шапкин А.Г. Повреждение нервной ткани: механизмы, модели, методы оценки. М.: Изд-во РАМН, 2014; 288 с.).
- 6. Ulyanov VYu, Norkin IA, Drozdova GA, Konyuchenko EA. Nerve tissue growth factors as markers of evaluation of neuro-genesis processes in traumatic spinal cord disease. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2014; 10 (3): 446–449. Russian (Ульянов В.Ю., Норкин И.А., Дроздова Г.А., Конюченко Е.А. Факторы роста нервной ткани как маркеры оценки процессов нейрогенеза при травматической болезни спинного мозга. Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 10 (3): 446–449).
- 7. Glauser TA. Neuregulin-1 and ErbB4 Immunoreactivity is Associated with Neuritic Plaques in Alzheimer Disease Brain and in Transgenic Model of Alzheimer Disease. Journal Neuropathology and Experimental Neurology 2013; 62 (1): 42–54.
- 8. Odinak MM, Tsygan NV. Growth factors of nervous tissue in the central nervous system. SPb.: Nauka, 2005; 157 р. Russian (Одинак М.М., Цыган Н.В. Факторы роста нервной ткани в центральной нервной системе. СПб.: Наука, 2005; 157 с.).
- 9. Krasnov AV. Astrocytic brain proteins: structure, function and clinical relevance. The Neurological Journal 2012; (1): 37–42. Russian (Краснов А. В. Астроцитарные белки головного мозга: структура, функции, клиническое значение. Неврологический журнал 2012; (1): 37–42).
- 10. Ber M. Neuroprotection: models, mechanisms, therapy. M.: BINOM; Laboratoriyaznaniy, 2011; 429 р. Russian (Бэр М. Нейропротекция: модели, механизмы, терапия. М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2011; 429 с.).
- 11. Zhang Q. Effect of ciliary neurotrophic factor for the expression of glial fibrillary acidic protein for spinal cord injury in the rat. Acta Acad Med Mil Tertiae 2000; (5): 477–480.

УДК 616-008.9:611.018 (4; 5):617-089.844:611.728.2

Оригинальная статья

ОСОБЕННОСТИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ КОСТНОЙ И ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Е.В. Гладкова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, начальник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; Е.В. Карякина — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, главный научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, профессор, доктор медицинских наук; Е.Е. Царева — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, врач-рентенолог отделения лучевой диагностики, кандидат медицинских наук; Е.А. Персова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; С.В. Белова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, доктор биологических наук.

THE PECULIARITIES OF BONE AND CARTILAGE TISSUE REMODELING IN PATIENTS AFTER HIP JOINT REPLACEMENT

E.V. Gladkova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of the Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Candidate of Biological Science; E.V. Karyakina — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Chief Research Assistant, Professor, Doctor of Medical Science; E.E. Tsareva — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, roentgenologist in X-ray Department, Candidate of Medical Science; E.A. Persova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Junior Research Assistant of the Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Candidate of Medical Science; S. V. Belova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Senior Research Assistant of the Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Doctor of Biological Science.

Дата поступления — 5.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Гладкова Е.В., Карякина Е.В., Царева Е.Е., Персова Е.А., Белова С.В. Особенности ремоделирования костной и хрящевой ткани у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 723–727.

Цель: изучение особенностей структурно-метаболического состояния костной и хрящевой ткани у пациентов в первые 12 месяцев после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в зависимости от иммунного статуса и активности процессов липопероксидации. Материал и методы. Выявлены значимые лабораторные предикторы развития начальных признаков асептической нестабильности, позволяющие оценить особенности ремоделирования костной ткани, состояния гуморального и клеточного иммунитета. Результаты. Полученные данные показали, что у пациентов с начальными признаками асептической нестабильности эндопротеза нарушения в системе Т-лимфоцитов сопровождаются снижением общего их числа (СD3+), в том числе за счет популяции цитотоксических (CD3+CD8+) клеток при одновременном возрастании количества Т-хелперов (CD3+CD4+). Отмечается активизация сывороточных проостеокластогенных факторов (TNF-α и Ил-1β) на фоне признаков несостоятельности противовоспалительного звена гуморального иммунитета (Ил-10). Заключение. Оценка состояния клеточного иммунитета, содержания про- и противовоспалительных цитокинов в сыворотке крови в сочетании с маркерами состояния ремоделирования костной ткани и показателей системы ПОЛ/АОС, а также проведение двухэнергетической абсорбциометрии позволяют выявлять пациентов с высотим риском дальнейшего развития асептической нестабильности имплантата тазобедренного сустава в срок до
2 месяцев после эндопротезирования, что может быть использовано при разработке системы мероприятий, направленных на профилактику нестабильности эндопротеза и его компонентов.

Ключевые слова: остеоартроз, тотальное эндопротезирование, ремоделирование костной ткани, цитокины, субпопуляции лимфоцитов.

Gladkova EV, Karyakina EV, Tsareva EE, Persova EA, Belova SV. The peculiarities of bone and cartilage tissue remodeling in patients after hip joint replacement. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 723–727.

The aim: to study the peculiarities of structural and metabolic state of bone and cartilage tissue in patients in the first 12 months after total hip replacement with respect to their immune state and lipid peroxidation activity. Material and Methods. Significant laboratory predictors of initial signs of aseptic instability were singled out allowing estimating the peculiarities of bone tissue remodeling as well as humoral and cellular immunity state. Results. The obtained results demonstrated that impairments in T-lymphocyte system in patients with initial signs of aseptic instability of endoprosthesis were accompanied by reduction of its total number (CD3+), among that due to the population of cytotoxic (CD3+CD8+) cells with simultaneous increase of T-helpers (CD3+CD4+) number. Activation of serum proosteoclastogenic factors (TNF-α and IL-1β) was noticed on the background of anti-inflammatory humoral immunity failure (IL-10). Conclusion. The estimation of cellular immunity state, content of pro- and anti-inflammatory cytokines in blood serum combined with the bone tissue state markers and indexes of lipid peroxidation and antioxidant system as well as dual-energy absorptiometry allows identifying patients with high risk of further development of aseptic instability in hip joint implant in the period of up to 12 months postsurgically which can be useful while planning prevention management of implant or its components instability.

Key words: osteoarthrosis, total replacement, bone tissue remodeling, cytokines, lymphocyte subpopulations.

Введение. Ортопедическая заболеваемость занимает лидирующие позиции и приобретает мас-

увеличения доли пожилых людей и общей гиподинамии в популяции. Ключевая роль в патогенезе поражения тазобедренных суставов при остеоартрозе

(ОА) принадлежит изменениям метаболизма хряще-

штаб общемировой проблемы в силу неуклонного

Ответственный автор — Гладкова Екатерина Вячеславовна

Тел.: +79093377357

E-mail: gladckowa.Katya@yandex.ru

вой и костной ткани, что проявляется нарушением соотношения катаболических и анаболических процессов и ассоциировано с выраженным цитокиновым дисбалансом и гиперэкспрессией прорезорбтивных иммунных реакций [1]. Установка эндопротезов крупных суставов в исходно неблагоприятных условиях способствует быстрому улучшению качества жизни пациентов: биомеханически — за счет создания условий для восстановления опороспособности конечности, метаболически — за счет устранения хронического очага, являющегося субстратом деструктивно-воспалительных процессов [2]. Несмотря на несомненные успехи первичных операций по замене сустава, потребность в реэндопротезировании нередко возрастает пропорционально давности хирургического вмешательства и во многом зависит от степени остеолиза в зоне имплантации, приводящего к развитию асептической нестабильности имплантируемой конструкции и ее компонентов. Причиной подобного неблагоприятного течения послеоперационного периода являются нарушения перестройки костного регенерата в результате стрессового ремоделирования с формированием отрицательного костного баланса [3]. В связи с изложенным представляется актуальным направлением исследований изучение особенностей ремоделирования костной ткани после тотального эндопротезирования (ТЭП) тазобедренного сустава (ТБС) с выявлением диагностически значимых критериев развития нестабильности имплантата и его компонентов.

Цель: изучение особенностей структурно-метаболического состояния костной и хрящевой ткани у пациентов в первые 12 месяцев после ТЭП ТБС в зависимости от состояния иммунного статуса и активности процессов липопероксидации.

Материал и методы. В исследовании принимали участие 130 пациентов (83 женщины и 47 мужчин) в возрасте 63,4±6,5 года с ОА ТБС после первичного ТЭП ТБС.

Всем пациентам через 12 месяцев после ТЭП ТБС проводили измерение минеральной плотности костной ткани (МПКТ) методом двухэнергетической абсорбциометрии (DXA), выполненной на аппарате Hologic Discovery QDR (США) с использованием ортопедической программы, позволяющей наряду со стандартными участками обследования проксимальных отделов бедренных костей оценивать также состояние зон Груэна R1, R2, R3, R 4 и R5. На основании результатов оценки МПКТ были сформированы: опытная группа, состоящая из 57 пациентов, у которых выявили зоны резорбции губчатого слоя непосредственно вокруг ножки эндопротеза, а также наличие участков склерозированного кортикального слоя, что было отнесено к первичным признакам нестабильности имплантата; группа сравнения, состоящая из 73 пациентов без клинических и инструментальных признаков нестабильности установленного эндопротеза ТБС.

У всех пациентов изучены особенности ремоделирования костной ткани на основании содержания в сыворотке С-концевых телопептидов коллагена I типа (Serum Cross Laps One Step) и основного матриксного белка остеокальцина (ОК), синтезируемого остеобластами (N-MID Osteocalcin). Определение маркеров метаболизма кости осуществляли методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с применением спектрофотометра Еросh™. В качестве одного из наиболее значимых метаболитов, сопровождающих деструкцию матрикса хрящевой ткани

и определяемых в сыворотке крови также методом ИФА, рассматривали концентрацию олигомерного протеина (COMP).

Об особенностях субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови судили по результатам измерений, произведенных методом проточной цитометрии с использованием 6-цветных моноклональных антител CD3/CD8/CD45/CD4/CD16+CD56/CD19, носителей флюорохромов FITC, PE, PerCP-Cy5.5, PE-Cy7, APC, APC—Cy7K1, а также клонов SK7/B73.1 и NCAM16.2/2D1 (HLe-1)/SK3/SJ25C1/S на цитометре FACS Canto II (BD, CШA).

В качестве основных патогенетически значимых факторов гуморального иммунитета, способных оказывать регуляторное влияние на ремоделирование костной и хрящевой ткани рассматривали определяемые методом ИФА соотношения про- и противовоспалительных цитокинов: TNF- α , ИЛ-1, ИЛ-4, ИЛ-10 в сыворотке крови.

С целью оценки состояния процессов липопероксидации определен уровень малонового диальдегида (МДА) — в реакции с тиобарбитуровой кислотой по методу Коробейниковой Э. Н. [4]. О состоянии антиоксидантной системы (АОС) судили по концентрации альфа-2-гликопротеина — церулоплазмина (ЦП) в сыворотке крови. Содержание основного неклеточного антиоксиданта ЦП производили с использованием наборов «SENTINEL» спектрофотометрически с применением «ПЭ-5400 УФ».

Сорок добровольцев-доноров без выявленных соматических заболеваний и патологии опорно-двигательного аппарата, способных вызывать существенные изменения параметров изучаемых показателей, составили контрольную группу и были обследованы однократно.

Исследование выполнялось в рамках Good Clinical Practice и в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом. У всех участников исследования предварительно получено письменное информированное согласие.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием программы «Medstat». Размер выборки определен на основании предварительного анализа мощности по O'Brien с использованием «Unify Pow» в «SAS macro». Нормальность распределения вариационных рядов проверялась и была подтверждена с использованием критерия согласия Колмогорова — Смирнова. Достоверность различий между двумя независимыми выборками с нормальным распределением установлена по t-критерию Стьюдента о равенстве средних. На основании требований, предъявляемых к медико-биологическим исследованиям, различия в группах считали статистически значимыми при уровне значимости р<0,05.

Результаты. У пациентов опытной группы через 12 месяцев после ТЭП ТБС результаты двухэнергетической абсорбциометрии свидетельствовали о неблагоприятном течении процессов адаптивного стрессового ремоделирования кости и позволяли говорить о возникновении первичных признаков нестабильности имплантата, которые не имели каких-либо клинических проявлений. Практически все пациенты полностью использовали при ходьбе оперированную конечность и передвигались без дополнительной опоры или использовали трость, не отмечая наличия болевого синдрома.

Вместе с тем на данном этапе в биологических образцах пациентов опытной группы отмечалось

более высокое, чем в группе сравнения и контрольной группе, значение С-концевых телопептидов коллагена І типа (табл. 1), что свидетельствовало об интенсификации процессов костной резорбции. У пациентов группы сравнения данный показатель также оставался выше нормальных значений, зарегистрированных в контрольной группе. Интенсивность костеобразования, оцененная на основании содержания ОК в сыворотке крови, оставалась ниже у пациентов опытной группы, чем в группе сравнения и контрольной группе. В группе сравнения же уровень ОК не отличался от показателей, зарегистрированных в контрольной группе.

При исследовании содержания основного показателя репарации хряща СОМР обнаружены более высокие его концентрации у пациентов с ОА в послеоперационном периоде по сравнению с данными, полученными в контрольной группе. Каких-либо существенных различий у пациентов опытной группы и группы сравнения не выявляли.

Изменения состояния клеточных иммунных реакций у пациентов опытной группы в послеоперационном периоде сопровождались уменьшением как абсолютных, так и относительных показателей содержания клеток популяции (CD3+CD8+) и (CD3+CD4+CD8+) на фоне возрастания числа хелперов (CD3+CD4) по отношению к показателям в группе сравнения (табл. 2).

У пациентов после ТЭП ТБС отмечали признаки повышенной прорезорбтивной активности, носившие более выраженный характер в опытной группе и характеризовавшиеся увеличением содержания ТNF-α, ИЛ-1β по сравнению с данными контрольной группы (табл. 3). Поддержание нарушений ремоделирования костной ткани у пациентов опытной группы проходило на фоне интенсификации синтеза ИЛ-10. Адекватная же адаптация эндопротеза у пациентов

Таблица 1 Уровень маркеров ремоделирования костной и хрящевой ткани в сыворотке крови (M±m)

Показатель	Контрольная группа	Группа сравнения	Опытная группа
Serum Cross Laps, нг/мл	0,37±0,015	0,416±0,029 P ₁₋₂ =0,045010	0,636±0,023 P _{1.3} =0,000001 P _{2.3} = 0,000001
Остеокальцин, нг/мл	20,31±2,14	19,44±1,19	13,73±1,16 P ₂₋₃ =0,000798
СОМР, нг/мл	527,14±31,14	671,45±46,35 P ₁₋₂ =0,010725	711,52±54,92 P ₁₋₃ =0,000236

Примечание: Р — достоверность различий между группами.

Таблица 2 Субпопуляционный состав лимфоцитов периферической крови (M±m)

	1		
Показатели	Контрольная группа	Группа сравнения	Опытная группа
CD 3+	1742,00 ±30,81	1457,53± 50,14 P ₁₋₂ =0,000012	1274,35± 48,10 P ₁₋₃ =0,000001 P ₂₋₃ =0,009662
CD 3+ CD 8+	683,19±22,66	567,17±41,74 P ₁₋₂ =0,015948	426,19±46,81 P _{1.3} =0,000008 P _{2.3} =0,026694
CD 3+ CD4+	984,72±27,69	857,98±54,18 P _{1.2} =0,039260	1027,34±57,30 P ₂₋₃ =0,03406
CD3+ CD4+ CD8+	39,17±1,09	26,81±2,40 P _{1.2} =0,000007	17,31±2,22 P _{1:3} =0,000001 P _{2:3} =0,004476

Примечание: Р — достоверность различий между группами.

Показатели цитокинового профиля сыворотки крови (M±m)

Показатель	Контрольная группа	Группа сравнения	Опытная группа
TNF-α-, пг/мл	7,41±0,63	9,60±0,20 P ₁₋₂ =0,000001	15,90±0,20 P ₁₋₃ = 0,000001 P ₂₋₃ = 0,000001
ИЛ-1β, пг/мл	10,29±0,92	19,50±0,36 P ₁₋₂ =0,000001	22,10±0,42 P ₁₋₃ =0,000001 P ₂₋₃ =0,000001
ИЛ-4, пг/мл	19,6±0,81	20,78±2,05	23,16±1,82
ИЛ-10, пг/мл	11,8±0,6	11,9±0,3	14,3±0,5 P =0,002296 P _{2,3} =0,000069

Примечание: Р — достоверность различий между группами.

Таблица 3

Содержание МДА и ЦП в биологических средах (M±m)

Показатель/ группы пациентов	Контрольная группа	Группа сравнения	Опытная группа
МДА, мкмоль/л	2,70±0,10	5,04±0,81 P ₁₋₂ = 0,004739	8,90±1,12 P ₁₋₃ =0,000001 P ₂₋₃ =0,006037
ЦП, мкг/дл	63,15±1,94	69,03±1,17 P ₁₋₂ =0,010385	76,58±1,05 P ₁₋₂ =0,000001 P ₂₋₃ =0,000004

Примечание: Р-достоверность различий между группами

группы сравнения сопровождалась нормализацией активности противовоспалительного звена гуморального иммунитета.

При исследовании содержания ИЛ-4 какой-либо существенной разницы показателей во всех трех группах не отмечали.

Обнаружили признаки интенсификации процессов липопероксидации по повышению уровня (МДА) в плазме крови через 12 месяцев после ТЭП ТБС, более выраженные в опытной группе. Содержание ЦП в сыворотке крови пациентов опытной группы также было существенно выше значений в контрольной группе и группе сравнения. У пациентов группы сравнения изучаемый показатель превышал концентрации в контрольной группе (табл. 4).

Обсуждение. ТЭП ТБС широко используется в ортопедической практике и является основным методом восстановления функциональной активности пациента [5]. Восстановление функции конечности возвращает пациента к полноценной, социально активной жизни. К сожалению, даже при отсутствии ранних и поздних инфекционных осложнений и технических погрешностей во время операции значительное количество больных через определенные промежутки времени нуждается в повторном оперативном вмешательстве. По данным ведущих ортопедических клиник, через 5-10 лет после операции реэндопротезирование показано в 25-60% случаев от общего количества выполненных операций, причем так называемая «ранняя» асептическая нестабильность имплантата развивается в течение первых 1,5-2 лет после эндопротезирования при восстановлении повседневной физической активности у 3,5-5,2% прооперированных пациентов.

Одной из причин асептической нестабильности имплантируемой конструкции является неудовлетворительная постоперационная регенерация кости, прилежащей к эндопротезу [6]. Особенности стрессового ремоделирования костной ткани, приводимые в многочисленных научных публикациях, достаточно известны и проявляются компенсаторной интенсификацией обменных процессов с первоначальным превалированием костной резорбции и последующим компенсаторным усилением костеобразования. Подобная направленность изменений метаболизма костной ткани в послеоперационном периоде характерна для пациентов с локальным и системным остеопорозом [7]

В данной работе выяснено, что у ряда больных с ОА без исходного системного остеопороза уже через 12 месяцев после операции развиваются доклинические признаки асептической нестабильности имплантата, свидетельствующие о нарушении формирования костного регенерата и невозможности создания устойчивой системы «кость — эндопротез». Неблагоприятные результаты ТЭП ТБС в данном случае

обусловлены нарушением процессов стрессового ремоделирования кости в перипротезной зоне с выраженным усилением резорбции, сопровождающимся повышением уровня Serum Cross Laps на фоне снижения синтетических способностей остеобластов, в свою очередь сопровождающегося снижением уровня ОК. Полученные данные свидетельствуют о несостоятельности адаптационно-компенсаторных механизмов регенерации костной ткани. Несомненным условием для формирования отрицательного костного баланса в данном случае является напряженность иммунопатологических реакций с активизацией прорезорбтивных факторов и несостоятельностью противовоспалительного звена [8, 9], что нашло свое подтверждение в существенном нарушении соотношения TNF-α, ИЛ-1β, а также ИЛ-10. Кроме того, отмечалось существенное изменение регулирующего влияния факторов клеточного иммунитета со стороны субпопуляции Т-лимфоцитов. У пациентов опытной группы отмечена более выраженная интенсификация процессов липопероксидации и несостоятельность антиоксидантной системы. что способствует поддержанию неблагоприятного метаболического фона для осуществления ремоделирования костной ткани.

Заключение. Оценка состояния клеточного иммунитета, содержания про- и противовоспалительных цитокинов в сыворотке крови в сочетании с маркерами состояния ремоделирования костной ткани и показателей системы ПОЛ/АОС, а также проведение двухэнерегетической абсорбциометрии позволяют выявлять пациентов с высоким риском дальнейшего развития асептической нестабильности имплантата тазобедренного сустава через 12 месяцев после эндопротезирования, что может быть использовано при разработке системы мероприятий, направленных на профилактику нестабильности эндопротеза и его компонентов.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Роль иммунопатологических реакций в ремоделировании костной ткани у пациентов после эндопротезирования крупных суставов». Регистрационный номер 115032440027.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация результатов, утверждение рукописи для публикации — Е.В. Гладкова, Е.В. Карякина; получение данных — Е.А. Персова, Е.Е. Царева; обработка данных — Е.В. Гладкова, С.В. Белова; написание статьи — Е.В. Гладкова.

References (Литература)

1. Gladkova EV, Karyakina EV, Mamonova IA, et al. Immune reactivity of bone tissue in patients with large joints os-

teoarthrosis. Medical Immunology 2015; 17 (S2): 329. Russian (Гладкова Е.В., Карякина Е.В., Мамонова И.А. и др. Иммунная реактивность костной ткани у пациентов с остеоартрозом крупных суставов. Медицинская иммунология 2015; 17 (S2): 329).

- 2. Belová SV, Karyakina EV, Gladkova EV, et al. The state of metabolic homeostasis in patients with deforming osteoarthrosis: a surgical guidance. Clinical Laboratory Diagnostics 2013; 9: 110. Russian (Белова С. В., Карякина Е.В., Гладкова Е.В. и др. Состояние метаболического гомеостаза больных деформирующим артрозом при оперативном пособии. Клиническая лабораторная диагностика 2013; 9: 110).
- 3. Stogov MV, Ovchinnikov EN. Laboratory techniques for diagnosing and risk evaluation for complications after arthroplasty of large joints: An analytical review. The Ilizarov Journal of Clinical and Experimental Orthopedics 2016; 3: 87–93. Russian (Стогов М.В., Овчинников Е.Н. Лабораторные методы диагностики и оценки риска осложнений после эндопротезирования крупных суставов: аналитический обзор. Журнал клинической и экспериментальной ортопедии им. Г.А. Илизарова 2016; 3: 87–93).
- 4. Korobeynikova EN. The modification of lipid peroxidation products identification in the reaction with thiobarbituric acid. Lab Practice 1989; 7: 8–10. Russian (Коробейникова Э.Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой. Лабораторное дело 1989; 7: 8–10).
- 5. Fedoseev AV, Chekushin AA, Filonenko PS, et al. Quality of life in patients after total cement or cementless hip arthroplasty. I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald 2014; 4: 120–123. Russian (Федосеев А.В., Чекушин А.А., Филоненко П.С. и др. Качество жизни у пациентов после тотального бесцементного и цементного эндопротезирования тазобедренного сустава. Российский медико-биологический вестник им. И.П. Павлова 2014; 4: 120–123).

- 6. Izmalkov SN, Bratiychuk AN, Usov AK, et al. Improving the diagnosis of aseptic instability of the acetabular component of the hip joint and making a decision on revision hip arthroplasty. Health and Education in the XXI century: Magazine of Scientific Articles 2017; 19 (10): 86–90. Russian (Измалков С. Н., Братийчук А. Н., Усов А. К. и др. Совершенствование диагностики асептической нестабильности вертлужного компонента тазобедренного сустава и принятия решения о ревизионном эндопротезировании. Здоровье и образование в XXI веке: журнал научных статей 2017; 19 (10): 86–90).
- 7. Rodionova SS, Torgashin AN. The prophylaxis of early aseptic instability of large joint endoprotheses (M16; M17; M80; M81; M85.9): Clinical protocol. Moscow, 2013. 20 р. Russian (Родионова С. С., Торгашин А.Н. Профилактика ранней асептической нестабильности эндопротезов крупных суставов (М16; М17; М80; М81; М85.9): клинический протокол. М., 2013; 20 с.).
- 8. Karyakina EV, Norkin IA, Gladkova EV, et al. Bone tissue remodeling after total hip replacement in men with coxarthrosis and osteopenia of different grade. Mezhdunarodnyj Jurnal Prikladnykh i Fundamentalnykh Issledovaniy 2017; 4 (рагt 3): 511–515. Russian (Карякина Е.В., Норкин И.А. Гладкова Е.В. и др. Ремоделирование костной ткани после тотального эндопротезирования мужчин с коксартрозом и остеопенией различной степени. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2017; 4 (ч. 3): 511–515).
- 9. Karyakina EV, Norkin IA, et al. Structural and functional characteristics of bone tissue and blood cytokines in health and disease of the joints. Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova 2014; 100 (2): 238–247. Russian (Карякина Е.В., Норкин И.А. и др. Структурно-функциональные особенности костной ткани и цитокины крови в норме и при патологии суставов. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова 2014; 100 (2): 238–247).

УДК 616-001.511:611.718.5:617-089.844

Оригинальная статья

ЛЕЧЕНИЕ КРАЕВЫХ ДЕФЕКТОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ ОТЛОМКОВ

К.А. Гражданов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; А.П. Барабаш — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, руководитель отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии и ортопедии и ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, главный научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; А.Г. Русанов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии кандидат медицинских наук; О.А. Кауц — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук: О.А. Кауц — НИИ травматологии от ортопедии, кандидат медицинских наук.

TREATMENT OF BONE DEFECTS OF TIBIA EDGE DURING EXTERNAL ANCHORAGE OF FRAGMENTS

K.A. Grazhdanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; A.P. Barabash — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of the Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Doctor of Medical Science, Professor; Yu.A. Barabash — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Chief Research Scientist, Doctor of Medical Science; A.G. Rusanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Res

Дата поступления — 20.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Гражданов К. А., Барабаш А. П., Барабаш Ю.А., Русанов А. Г., Кауц О. А. Лечение краевых дефектов большеберцовой кости в условиях внешней фиксации отломков. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 727–731.

Цель: определить эффективность усовершенствованной технологии лечения краевых дефектов большеберцовой кости с использованием гранулированных композитных костно-пластических материалов в условиях внешней фиксации отломков. *Материал и методы*. Группу наблюдения составили 12 пациентов с последствиями травм нижних конечностей, которым выполнен остеосинтез переломов аппаратом внешней фиксации с аллопластикой дефекта. Для контроля процессов восстановления целостности костных структур использовали клинический и лучевые методы исследования, а также стандартизированную систему оценки исходов переломов костей и их последствий (СОИ-1). Результаты. Степень восстановления анатомо-функциональных показателей по системе СОИ-1 через 12–18 месяцев на фоне реабилитационных мероприятий составила 92±5%. Плотность костной ткани по шкале Хаунсфилда до операции составила 91,3±0,54 HU (p<0,05), увеличение данного параметра наблюдали к 1,5 месяца после операции до 153,1±0,97 HU, к 3-му месяцу до 162,7±0,78 HU. Заключение. Применение гранулированных композитных костно-пластических материалов для пластики краевых дефектов большеберцовой кости в условиях внешней фиксации отломков позволяет осуществить анатомическую реконструкцию кости, снизив травматичность хирургического вмешательства за счет отсутствия необходимости забора аутотканей из других зон.

Ключевые слова: большеберцовая кость, несросшийся перелом, ложный сустав, дефект кости, костно-пластический материал.

Grazhdanov KA, Barabash AP, Barabash YuA, Rusanov AG, Kauts OA. Treatment of bone defects of tibia edge during external anchorage of fragments. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 727–731.

The aim: to identify the efficiency of the improved technology of treatment of tibia marginal defects with the use of granular composite osteoplastic materials during external fixation of fragments. *Material and Methods*. The observation group was made up of 12 patients with the consequences of lower extremity traumas who had undergone osteosynthesis of fractures by an external fixation device with defect alloplasty. We used clinical and ray-tracing testing methods and also standardized system of assessment of outcomes of bone fractures and their consequences to control the processes of restoration of bone structure integrity. *Results*. According to the standardized system of assessment of outcomes in 12–18 months in the course of the rehabilitation measures degree of restoration of anatomic functional indices was 92±5%. Bone density made up 91,3±0,54 HU (p<0,05) before surgery according to the Hounsfield scale, increase in the given parameter was observed in a month and a half after surgery up to 153,1±0,97 HU and in 3 months up to 162,7±0,78 HU. *Conclusion*. Application of granular composite osteoplastic materials for plastic surgery of tibia marginal defects during external fixation of fragments allow us to carry out anatomic reconstruction of the bone reducing surgery injury rate based on the absence of necessity of taking autogenous tissues from the other zones.

Key words: tibia, incomplete fracture, false joint, bone defect, osteoplastic material.

Введение. Формирование дефектов длинных костей обусловлено онкологическими поражениями, врожденной патологией скелета, а также тяжестью травматических поражений и их последствий, в связи с чем актуальность проблемы лечения данной патологии не вызывает сомнения. Удаление костных опухолей, первичная хирургическая обработка открытого перелома костей голени или секвестрэктомия на фоне хронического остеомиелита преобладают в патогенезе краевых дефектов большеберцовой кости. Когда сформировавшийся дефицит костной ткани сопровождается значительным снижением механической прочности кости и может стать причиной патологического перелома, возникает необходимость в замещении дефекта и восстановлении анатомического образа кости [1–3].

Наименее инвазивным способом восполнения дефицита костной массы является пломбировка дефекта композитными гранулированными костно-пластическими материалами. Использование последних требуется для механической пломбировки области дефекта кости и укрытия ее прилежащими тканями [3–6]. Однако в ходе замещения зоны костного дефицита композитными гранулами далеко не всегда удается полностью осуществить герметизацию области костной пластики. Неплотное укрытие пластического материала прилежащими мягкими тканями вследствие их рубцового перерождения приводит к миграции композитных гранул, что уменьшает вероятность восстановления костной ткани и создает условия для развития гнойно-воспалительных осложнений в послеоперационном периоде.

Цель: определить эффективность усовершенствованной технологии лечения краевых дефектов большеберцовой кости с использованием гранулированных композитных костно-пластических материалов в условиях внешней фиксации отломков.

Материал и методы. Группу наблюдения составили 12 пациентов обоего пола в возрасте от 35 до 65 лет, находившихся на лечении в НИИТОН СГМУ

Ответственный автор — Гражданов Константин Александрович Тел.: +79063023094 E-mail: koctas1976@mail.ru

нечностей, критерием для отбора которых было наличие краевого дефекта вполовину или более диаметра диафиза большеберцовой кости. У 9 (75%) больных дефект сформировался на фоне несросшегося перелома костей голени, у 3 (25%) больных перелом большеберцовой кости сросся, но величина дефекта дискредитировала прочность костных структур и могла быть причиной повторного перелома. Все больные ранее лечились по месту жительства и поступили в наше отделение для продолжения восстановительного лечения. Последствия травмы и ятрогенных вмешательств неблагоприятно отразились на состоянии мягких тканей в области перелома, в связи с чем для хирургической реабилитации этих пациентов нами избран наименее инвазивный способ оперативного вмешательства — остеосинтез перелома аппаратом внешней фиксации с аллопластикой дефекта по оригинальной методике [7].

с 2012 по 2016 г., с последствиями травм нижних ко-

Для контроля процессов ремоделирования костной ткани использовали клинический и лучевые (рентгенография, КТ с определением плотности костной ткани) методы исследования.

Для динамической оценки показателей ремоделирования костной ткани определяли значения плотности большеберцовой кости на уровне перелома в соответствии со шкалой Хаунсфилда до операции, а также через 1,5 и 3 месяца после нее.

Для оценки результатов лечения пациентов использовали стандартизированную систему оценки исходов переломов костей и их последствий СОИ-1 [8]. На момент начала лечения с поправкой на ограничения опороспособности поврежденного сегмента анатомо-функциональные показатели пациентов в среднем составляли 55,2±3,6%.

Для оценки полученных результатов использовали экспресс-метод статистической обработки экспериментальных и клинических данных (по Р.Б. Стрелкову, 1999) [9], основанный на принципе расчета стандартного отклонения по разности величин вариационного ряда. Среднеквадратическую (стандартную) ошибку и доверительные интервалы средних арифметических величин вычисляли по таблицам.



Рис. 1. Больная С., перелом левой голени при поступлении в клинику

Степень достоверности различий между сравниваемыми группами устанавливали по величине интеграла вероятности (Т), при значениях которого, равных 1,96 со степенью вероятности 95,0%, различия считали достоверными.

Для объективизации описания алгоритма выполнения хирургического вмешательства по оригинальной технологии мы совместили на рисунках схемы операции и клинический пример ее исполнения. Клинический пример представлен серией рентгенограмм больной С. 53 лет, которая обратилась в клинику с последствиями множественных открытых переломов левой голени. При поступлении диагностирован несросшийся фрагментарный перелом левой большеберцовой кости с краевым дефектом более половины диаметра на уровне средней трети диафиза (рис. 1).

С учетом тяжести повреждения и выраженных рубцовых трансформаций мягких тканей в области перелома для репозиции и фиксации перелома применен аппарат внешней фиксации, операцию выполняли по методике профессора А.П. Барабаша [10, 11] (рис. 2).

После стабилизации перелома осуществляли пластику костного дефекта, ревизию зоны патологического процесса, иссечение рубцово-измененных тканей, рассечение и мобилизацию надкостницы в области дефекта на 2/3 диаметра кости. Выполняли экономную резекцию концов отломков до границы здоровых тканей, вскрытие костномозговых каналов отломков кости. Для предупреждения кровотечения из костномозговых каналов дистального и проксимального отломков и проникновения костно-пластических гранул в костную полость осуществляли пломбировку костномозговых каналов путем выполнения новообразованных окон гемостатической губкой. Заполняли зону дефекта кости композитным гранулированным костно-пластическим материалом. С целью герметизации области дефекта и реставрации анатомической

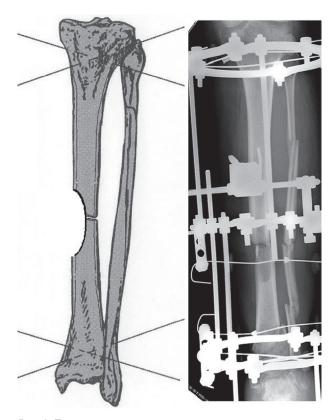


Рис. 2. Технология оперативного вмешательства и рентгенограммы левой голени больной С. после репозиции перелома большеберцовой кости в аппарате внешней фиксации

формы кости на костно-пластический материал дополнительно помещали гомеостатическую губку. Края гемостатической губки фиксировали узловыми швами поднадкостнично, рану послойно ушивали [7].

На рис. 3 представлена технология пластики краевого дефекта большеберцовой кости и клинический пример, демонстрирующий положительный результат ее выполнения, а именно полную перестройку костных трансплантатов и полноценное восстановление анатомического образа большеберцовой кости в зоне дефекта через 2 года после хирургического вмешательства.

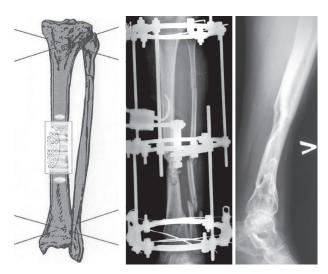


Рис. 3. Технология оперативного вмешательства, рентгенограммы левой голени больной С. после замещения дефекта большеберцовой кости со стабилизацией перелома в аппарате внешней фиксации и через 2 года после операции

Результаты. Хирургическая реабилитация 12 пациентов с краевыми дефектами большеберцовой кости включала остеосинтез перелома аппаратом внешней фиксации с аллопластикой костного дефекта. У девяти из двенадцати пациентов применяли спицестержневой аппарат по технологии А.П. Барабаша; у трех — спицевой вариант аппарата внешней фиксации из двух опор на основании наличия массивного дефекта, компрометирующего прочность костных структур на фоне сросшегося перелома. У семи пациентов выполняли одномоментное оперативное вмешательство; у пяти двухэтапное в связи с неудовлетворительным состоянием мягких тканей. Во всех клинических наблюдениях после репозиции и стабилизации перелома для замещения дефектов диафиза большеберцовой кости использовали гранулированные композитные костно-пластические материалы с антибиотиком с последующей герметизацией гемостатической губкой.

Аппараты внешней фиксации демонтировали в сроки от 5 до 8 месяцев после оперативного вмешательства на фоне отсутствия болевого синдрома и подвижности в зоне перелома, а также наличия удовлетворительных признаков консолидации по данным контрольных рентгенограмм. Четкие рентгенологические признаки перестройки костно-пластического материала в зоне дефекта в структуры, подобные костной ткани, с восстановлением анатомического образа большеберцовой кости отмечены в сроки позднее 12 месяцев после оперативного вмешательства. Степень восстановления анатомофункциональных показателей по системе СОИ-1 у пациентов через 6-8 месяцев после оперативного вмешательства на момент удаления аппарата внешней фиксации в среднем составила 75±5% от анатомо-функциональной нормы. Через 12-18 месяцев данные показатели на фоне реабилитационных мероприятий увеличивались до 92±5%.

По данным компьютерной томографии поврежденной большеберцовой кости отмечали положительную динамику изменения плотности костной ткани, которая до операции по шкале Хаунсфилда составила 91,3±0,54 HU. Через 1,5 месяца после операции наблюдали увеличение данного параметра до 153,1±0,97 HU (p<0,05), через три месяца до 162,7±0,78 HU (p<0,05).

На рис. 4 представлены результаты хирургического лечения больной Х. 62 лет, которая обратилась в клинику с последствиями открытого перелома правой большеберцовой кости в верхней трети диафиза после неоднократных оперативных вмешательств. При обследовании выявлено парциальное сращение большеберцовой кости по наружной и задней поверхности с дефектом на протяжении 5 см по длине и более 2/3 диаметра диафиза по ширине. Несмотря на наличие частичного сращения в зоне перелома, учитывая величину дефекта большеберцовой кости, конечность не являлась опороспособной из-за высокой вероятности развития патологического перелома. После предоперационной подготовки больной наложен аппарат внешней фиксации из двух опор для стабилизации большеберцовой кости. Затем по передневнутренней поверхности верхней трети голени выполнили дугообразный доступ к зоне дефекта длиной 6 см, послойно обнажили область дефекта большеберцовой кости. При осуществлении ревизии выявлен краевой дефект размером 50х20х30 мм. После освобождения области дефекта от рубцовых тканей произвели вскрытие костномозговых каналов путем рассверливания посредством развертки диаметром 9 мм и резецировали



Рис. 4. Рентгенограммы правой голени больной X. на момент поступления в клинику и после замещения дефекта большеберцовой кости со стабилизацией перелома в аппарате внешней фиксации

концы отломков в пределах здоровых тканей. Выполнили пломбировку костномозговых каналов отломков большеберцовой кости гемостатической губкой. Область дефекта заполнили гранулами костно-пластического материала. Поверх костно-пластического материала уложили гемостатическую губку, края которой заправили поднадкостнично. Рану ушили послойно. Через 3 месяца после оперативного вмешательства рентгенологически отмечали частичную перестройку костно-пластического материала в области замещенного дефекта, утолщение кортикального слоя кости в области сращения перелома. Аппарат внешней фиксации демонтирован через 5 месяцев после операции. Через 2 года после оперативного лечения на контрольных рентгенограммах отмечали полное восстановление анатомического образа большеберцовой кости, костно-пластический материал практически полностью трансформировался и имел вид склерозированного кортикального слоя кости (рис. 5).

Обсуждение. Разработанная технология пластики краевых дефектов большеберцовой кости в условиях внешней фиксации отломков позволяет максимально использовать основные положительные качества композитных костно-пластических гранулированных материалов, а именно выполнить замещение дефекта костного вещества без забора аутокости, что уменьшает травматичность и продолжительность оперативного вмешательства. Герметизация области дефекта путем пломбировки костномозговых каналов и укладка поверх костно-пластического материала гемостатической губки позволяет предотвратить его проникновение в костномозговую полость и в окружающие мягкие ткани. Оригинальная технология обеспечивает надежную



Рис. 5. Рентгенограммы правой голени больной X. через 3 и 24 месяца после замещения дефекта большеберцовой кости

фиксацию аллотрансплантатов и максимально плотное заполнение области дефекта, что формирует оптимальные условия для перестройки костно-пластического материала и уменьшает сроки восстановления анатомического образа кости.

Внешняя фиксация большеберцовой кости при лечении краевых дефектов диафиза обладает несколькими весомыми преимуществами по сравнению с погружными конструкциями. Прежде всего, аппарат внешней фиксации уменьшает травматичность операции и обеспечивает полноценную нагрузку и раннюю функциональную реабилитацию оперированной конечности. Отсутствие погружной конструкции в зоне дефекта, исключающее контакт между внутренним фиксатором и костно-пластическим материалом, позволяет восстановить анатомический образ кости и уменьшить риски возникновения воспалительных осложнений.

Заключение. Применение гранулированных композитных костно-пластических материалов для пластики краевых дефектов большеберцовой кости в условиях внешней фиксации отломков позволяет осуществить анатомическую реконструкцию кости, снизив травматичность хирургического вмешательства за счет отсутствия необходимости забора аутотканей из других зон.

Конфликт интересов не заявляется.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — А.П. Барабаш, Ю.А. Барабаш, К.А. Гражданов; получение данных — К.А. Гражданов, О.А. Кауц; обработка данных — К.А. Гражданов, А.Г. Русанов, О.А. Кауц; анализ и интерпретация результатов — А.П. Барабаш, К.А. Гражданов; написание статьи — К.А. Гражданов; утверждение рукописи для публикации — А.П. Барабаш.

References (Литература)

- 1. Norkin IA, Kireev SN, Morozov VP, et al. Current treatment of locomotor apparatus injuries: trainer's guidance manual. Saratov: ООО «Reklamniy Saratov», 2012; 75 р. Russian (Норкин И. А., Киреев С. Н., Морозов В. П. и др. Современные методы лечения повреждений опорно-двигательного аппарата: метод. пособие для преподавателей. Саратов: ООО «Рекламный Саратов», 2012; 75 с.).
- 2. Borzunov DJu. Reabilitatsia s psevdoartrozami i kostnymi defektami metodom chreskostnogo osteosinteza po G.A. Ilizarovu. In: Povrezhdenya pri dorozhno-transportnykh proisshestviyakh i ikh posledstviya: nereshonnye voprosy, oshibki i oslozhnenya: sb. tez. II Mosk. mezhdunar. kongr. travmatol. i ortopedov. M., 2011; p. 82–83. Russian (Борзунов Д.Ю. Реабилитация с псевдоартрозами и костными дефектами методом чрескостного остеосинтеза по Г.А. Илизарову. В кн.: Повреждения при дорожно-транспортных происшествиях и их последствия: нерешенные вопросы, ошибки и осложнения: сб. тез. II Моск. междунар. конгр. травматол. и ортопедов. М., 2011; с. 82–83).
- 3. Varganov EV. Resultaty primenenya gidroksiapatitnykh soedineniy pri zameshchenii postrezektsionnykh defektov kostey opukholevoy etiologii. In: Priminenie iskusstvennykh kaltsievo-fosfatnykh biomaterialov v travmatologii i ortopedii: sb. rab. Vseros. nauch.-prakt. konf. M., 2010; p. 14. Russian (Варганов Е.В. Результаты применения гидроксиапатитных соединений при замещении пострезекционных дефектов костей опухолевой этиологии. В кн.: Применение искусственных кальциево-фосфатных биоматериалов в травматологии и ортопедии: сб. работ Всерос. науч.-практ. конф. М., 2010; с. 14).
- 4. Lekishvili MV, Vasil'ev MG. Kostno-plasticheskie materialy dlya travmatologii i ortopedii: nastoyashchee i perspektivy. In: Sbornik tezisov IX s'ezda travmatologov-ortopedov Rossii: v 3 t. Saratov: Тіродгаfуа ТІSAR, 2010; Vol. III, р. 1115. Russian (Лекишвили М.В., Васильев М.Г. Костно-пластические материалы для травматологии и ортопедии: настоящее и перспективы. В кн.: Сб. тез. IX съезда травматол.-ортопедов России: в 3 т. Саратов: Типография ТИСАР, 2010; т. III, с. 1115).
- 5. Barabash AP, Kaplunov AG, Barabash JuA, Norkin IA. False joints of long bones (treatment technologies, outcomes). Saratov: Sarat. St. Med. University Press, 2010; 130 р. Russian (Барабаш А. П., Каплунов А. Г., Барабаш Ю. А., Норкин И. А. Ложные суставы длинных костей (технологии лечения, исходы). Саратов: Изд-во Сарат. гос. мед. ун-та, 2010; 130 с.).
- 6. Barabash AP, Norkin IA, Barabash JuA, et al. Method of treating long-healing fractures and false joints of long bones: Patent RU 2375006 C1. Published 10.12.2009. Bull. №34. Russian (Барабаш А.П., Норкин И.А., Барабаш Ю.А. и др. Способ лечения длительно срастающихся переломов и ложных суставов длинных костей: патент RU 2375006 C1. Опубл. 10.12.2009. Бюл. №34).
- 7. Grazhdanov KA, Rusanov AG. Method of plasty of defects of long tubular bones: Patent RU 2463012 C1. Published 10.10.12. Bull. №28. Russian (Гражданов К.А., Русанов А.Г. Способ пластики дефектов длинных трубчатых костей: патент RU 2463012 C1. Опубл. 10.10.12. Бюл. №28)
- 2463012 С1. Опубл. 10.10.12. Бюл. №28).

 8. Mironov SP, Mattis ER, Trotsenko VV. Standardized assessment of outcomes of locomotor apparatus bone fractures and their consequences (SOI-1). In: Standardized research in traumatology and orthopedics, 2008; p. 24–26. Russian (Миронов С. П., Маттис Э.Р., Троценко В.В. Стандар тизированная оценка исходов переломов костей опорнодвигательного аппарата и их последствий (СОИ-1). В кн.: Стандартизированные исследования в травматологии и ортопедии, 2008; с. 24–26).
- 9. Strelkov RB. Tablicy Strelkova i e'kspress-metod statistiki. М.: PAIMS, 1999; 50 р. Russian (Стрелков Р.Б. Таблицы Стрелкова и аксплесс-метод статистики. М.: ПАИМС, 1999; 50 с.)
- экспресс-метод статистики. М.: ПАИМС, 1999; 50 с.).

 10. Barabash AP, Ivanov VM, Rusanov AG, Morozov VP. Managed transosseous osteosynthesis of diaphyseal tibial fractures. Sibirskii meditsinskii zhurnal 2006; 5 (63): 30–33. Russian (Барабаш А.П., Иванов В.М., Русанов А.Г., Морозов В.П. Управляемый чрескостный остеосинтез диафизарных переломов костей голени. Сибирский медицинский журнал 2006: 5 (63): 30–33).

 11. Barabash AP, Norkin IA, Barabash JuA. Atlas of the
- 11. Barabash AP, Norkin IA, Barabash JuA. Atlas of the ideal osteosynthesis of diaphyseal tibial fractures: training manual. Saratov, 2009; 62 р. Russian (Барабаш А.П., Норкин И.А., Барабаш Ю.А. Атлас идеального остеосинтеза диафизарных переломов костей голени: учеб. пособие. Саратов, 2009; 62 с.).

УДК 616-003.93-611.835.8-615.83

Оригинальная статья

КОМПЛЕКСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НЕРВА ПОСЛЕ ОТСРОЧЕННОЙ НЕЙРОРАФИИ

А. Н. Иванов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, доктор медицинских наук; Г. А. Коршунова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; О.В. Матвеева — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, врач отделения клинической лабораторной диагностики, кандидат медицинских наук; В.Г. Нинель — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, главный научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, профессор, доктор медицинских наук; И.Е. Шутров — ГУЗ «Саратовская областная детская клиническая больница», врач травматолог-ортопед; И.Н. Щаницын — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; Т.А. Андронова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, доцент, кандидат медицинских наук; И.А. Норкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, доцент, кандидат медицинских наук.

COMPLEX STIMULATION OF PERIPHERAL NERVE REGENERATION AFTER DEFERRED NEURORRHAPHY

A. N. Ivanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Leading Researcher, Doctor of Medical Science; G. A. Korshunova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Department of Clinical Laboratory Medicine, Doctor, Candidate of Medical Science; O. V. Matveyeva — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Laboratory Medicine, Doctor, Candidate of Medical Science; V. G. Ninel — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Chief Researcher, Professor, Doctor of Medical Science; I. E. Shutrov — Saratov Regional Children's Clinical Hospital, Traumatologist-orthopedist, I.N. Shchanitsyn — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Junior Researcher, Candidate of Medical Science; T.A. Andronova — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Associate Professor at the Department of Biology, Associate Professor, Candidate of Medical Science; I.A. Norkin — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Director, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science:

Дата поступления — 30.06.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Иванов А.Н., Коршунова Г.А., Матвеева О.В., Нинель В.Г., Шутров И.Е., Щаницын И.Н., Андронова Т.А., Норкин И.А. Комплексная стимуляция регенерации периферического нерва после отсроченной нейрорафии. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 732–737.

Цель: изучение влияния комплексной стимуляции, включающей аутотрансплантацию кожного лоскута и электростимуляцию седалищного нерва, на микроциркуляторные, электрофизиологические и морфологические изменения после отсроченной нейрорафии у крыс. *Материал и методы*. Эксперимент выполнен на 50 белых крысах, разделенных на контрольную, сравнительную и опытную группы. В опытной группе на фоне отсроченной нейрорафии выполняли аутотрансплантацию кожного лоскута и электростимуляцию седалищного нерва. В группе сравнения проводили отсроченную нейрорафию. Контрольная группа состояла из интактных животных. Методы исследования: лазерная допплеровская флоуметрия, электронейромиография и морфологическое исследование оперированного нерва. *Результаты*. Комплексная стимуляция, включающая аутотрансплантацию кожного лоскута и прямое воздействие электрических импульсов на седалищный нерв после его отсроченной нейрорафии, вызывает нормализацию кровотока в оперированной конечности, способствует интенсификации восстановления нервных волокон. *Заключение*. Интенсификация регенерации седалищного нерва после отсроченной нейрорафии у крыс под влиянием комплексной стимуляции, включающей аутотрансплантацию кожного лоскута и прямое воздействие электрических импульсов, экспериментально обосновывает целесообразность клинической апробации данного способа для лечения пациентов с травмами периферических нервов.

Ключевые слова: регенерация, периферический нерв, микроциркуляция, аутотрансплантация, электростимуляция.

Ivanov AN, Korshunova GA, Matveyeva OV, Ninel VG, Shutrov IE, Shchanitsyn IN, Andronova TA, Norkin IA. Complex stimulation of peripheral nerve regeneration after deferred neurorrhaphy. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 732–737.

The aim is to study the complex stimulation effect including skin autotransplantation and electrical stimulation of the sciatic nerve on microcircular, electrophysiological and morphological changes after deferred neurorrhaphy in rats. Material and methods. The experiment was performed in 50 albino rats divided into control, comparative and experimental groups. In the experimental group, on the background of deferred neurorrhaphy, skin autotransplantation and electrical stimulation of the sciatic nerve had been carried out. In the comparative group only deferred neurorrhaphy was performed. Research methods included laser doppler flowmetry, electroneuromyography and morphological analysis of the operated nerve. Results. Complex stimulation including skin autotransplantation and direct action of electrical pulses on the sciatic nerve after its deferred neurorrhaphy causes restoration of bloodstream in the operated limb, promotes intensification of restoration of nerve fibers. Conclusion. Intensification of sciatic nerve regeneration after deferred neurorrhaphy in rats under the influence of complex stimulation including full-thickness skin graft autotransplantation and direct action of electrical pulses substantiates experimentally appropriateness of clinical testing of the given method for treatment of patients with peripheral nerve injuries.

Key words: regeneration, peripheral nerve, microcirculation, autotransplantation, electrical stimulation.

Введение. Лечение и реабилитация пациентов с повреждениями периферических нервов является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины в связи с высокой инвалидизацией данного контингента больных [1].

Хирургическое лечение травм периферических нервов представляет собой обязательный и неотъемлемый компонент структурно-функционального восстановления нервно-мышечного аппарата, критически важный для обеспечения направленной регенерации нервных волокон. Вместе с тем даже безупречно выполненная нейрорафия не всегда обеспечивает полное восстановление проводимости поврежденных нервных стволов. Среди факторов, препятствующих эффективной реиннервации, особо следует отметить медленное прорастание нервных волокон через зону шва из-за непродолжительного периода активного течения регенеративных процессов с формированием дистрофических изменений в денервированных мышечных волокнах [1]. Кроме того, травма периферического нерва обусловливает нарушение вегетативной иннервации и развитие денервационной гиперчувствительности, сопровождающиеся спазмом сосудов микроциркуляторного сосудистого русла [2, 3]. Система микроциркуляции находится в тесном физиологическом и патогенетическом сопряжении с параметрами тканевого гомеостаза как в условиях нормы, так и при различных пато- и саногенетических процессах [3, 4]. В связи с этим нарушение функции микроциркуляторного русла, обусловленное денервационной гиперчувствительностью, оказывает выраженное негативное влияние на протекание репаративных процессов [3, 41. Следует также отметить, что выполнение нейрорафии не всегда возможно непосредственно после травмы, и в этих случаях производят отсроченное наложение швов на поврежденный периферический нерв, что необходимо учитывать при моделировании условий регенерации нервных волокон в эксперименте [1].

Для решения комплекса проблем, возникающих при регенерации периферических нервов, весьма перспективными представляются различные виды стимуляции. В частности, было показано положительное влияние электростимуляционного воздействия на регенерацию нервных волокон как в условиях эксперимента, так и в клинике [1]. В настоящее время активно ведется поиск различных биологических стимуляторов регенерации нервных волокон, факторов роста, стволовых клеток и др. [1]. Кроме того, источником веществ, стимулирующих регенерацию, могут выступать и собственные ткани организма. Так, кратковременная ишемия и реперфузия в тканях вызывает образование биологически активных веществ, которые при попадании в кровоток оказывают дистантное протекторное действие на удаленные органы и могут улучшать регенерацию [5]. Стимулирующее влияние на метаболические и репаративные процессы продемонстрировано при трансплантации аллотканей [6, 7]. Однако при использовании аллотканей возникает риск развития инфекционных и иммунных осложнений, что обусловливает преимущества использования для биостимуляции аутотканей [8, 9]. Следует отметить, что в доступной литературе крайне мало сведений о применении аутотрансплан-

Ответственный автор — Иванов Алексей Николаевич

E-mail: lex558452@gmail.com

тации тканей для стимуляции регенерации нервов и возможностей сочетания подобных способов лечения с физиотерапией, в частности с воздействием электрических импульсов.

Цель: изучение влияния комплексной стимуляции, включающей аутотрансплантацию полнослойного кожного лоскута и прямую электростимуляцию седалищного нерва, на микроциркуляторные, электрофизиологические и морфологические изменения после отсроченной нейрорафии у крыс.

Материал и методы. Исследования выполнены на 50 белых беспородных крысах-самцах массой 200—250 г, разделенных на три группы: 1) контрольная группа включала 15 интактных белых крыс; 2) группа сравнения содержала 20 крыс с полным поперечным пересечением седалищного нерва и его нейрорафией на 21 сутки после пересечения (отсроченная нейрорафия); 3) опытная группа состояла из 15 животных, которым одновременно с наложением отсроченного шва устанавливали электроды в зону нейрорафии для последующего проведения курса прямой электростимуляции (ПЭС) и выполняли аутотрансплантацию полнослойного кожного лоскута (АТПКЛ) в межлопаточную область.

При проведении экспериментов соблюдали этические принципы в соответствии с Хельсинкской декларацией 1975 г. и ее пересмотром в 1983 г., при работе с экспериментальными животными руководствовались требованиями приказа Министерства здравоохранения РФ от 23 августа 2010 г. №708н «Об утверждении Правил лабораторной практики». Всех животных за 5 минут до проведения манипуляций наркотизировали введением внутримышечно комбинации золетила (Virbac Sante Animale, Франция) в дозе 0,1 мл/кг и ксилазина (Interchemie, Нидерланды) в дозе 1 мг/кг.

Пересечение и нейрорафию седалищного нерва производили на уровне средней трети бедра. Электроды подводили к проксимальному и дистальному отделам сшитого нерва, так что расстояние между ними составляло 20 мм. Наложение эпиневральных швов при нейрорафии и фиксацию электродов к эпиневрию осуществляли с применением микрохирургической техники, атравматических игл и шовного материала 8/0 USP. Электростимуляцию проводили в период с 3-х по 21-е сутки после выполненной нейрорафии при помощи аппарата «Миоволна» (ООО «Трима», Россия) с амплитудой стимулирующего тока 0,5-2,0 мА, частотой 25-30 Гц, длительностью 0,1 мс биполярными электрическими импульсами прямоугольной формы в течение 20 минут 3 раза в день.

АТПКЛ выполняли в межлопаточной области на депилированном участке кожи в асептических условиях. Предварительно иссекали полнослойный кожный лоскут размером 0,1% от площади поверхности тела, затем лоскут помещали в сформированный в ране подкожный карман, для фиксации лоскута рану ушивали.

Микроциркуляцию в оперированной конечности исследовали методом лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ) с помощью анализатора «ЛАКК-ОП» (производство НПП «Лазма», Россия) и программы LDF 3.0.2.395. Регистрацию ЛДФ-грамм выполняли у сравнительной и опытной групп на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии, располагая световодный зонд на коже тыльной поверхности стопы. В качестве контроля использовали ЛДФ-граммы интактных животных. При исследовании микроциркуляции

Изменения микроциркуляции в тканях оперированной конечности под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва

Группо	M goods on	Нормированная амплитуда колебаний, отн. ед.			
Группа	М, перф. ед.	эндотелиальных	нейрогенных	миогенных	
Контроль (n=15)	11,6 (10,1;13,3)	13,01 (10,33;17,93)	11,3 (10,52;12,62)	6,55 (5,00;7,88)	
Отсроченная нейрорафия (n=10)	7,5 (6,4;8,3) p ₁ =0,001175	17.99 (11,08;21,58) p ₁ =0,174143	8,61 (6,33;9,39) p ₁ =0,000646	6,31 (4,41;7,30) p ₁ =0,304800	
Отсроченная нейрорафия и комплексная стимуляция (n=10)	11,7 (8,8;15,2) p ₁ =0,864395; p ₂ =0,004578	17,41 (16,09;20,46) p ₁ =0,006767; p ₂ =0,817483	12,74 (9,96;15,08) p ₁ =0,317167; p ₂ =0,001099	5,23 (3,69;6,52) p ₁ =0,112777; p ₂ =0,575157	

П р и м е ч а н и е : в каждом случае приведены медиана, верхний и нижний квартили; p_1 , p_2 — по сравнению с контролем и группой животных, которым не выполнялась стимуляция после отсроченной нейрорафии.

определяли показатель перфузии в перфузионных единицах и с помощью вейвлет-анализа рассчитывали нормированные амплитуды эндотелиальных, нейрогенных и миогенных колебаний, позволяющих оценить состояние соответствующих активных механизмов модуляции микрокровотока.

Для оценки динамики проводимости нервных волокон через зону нейрорафии седалищного нерва, а также активности процессов реиннервации в мышцах оперированной конечности на 21-е сутки эксперимента проводили электронейромиографию (ЭНМГ) с помощью электромиографа Keypoint (Alpain Biomed ApS, Дания) с набором стандартных стимулирующих и регистрирующих электродов. Для выделения у животных вызванных потенциалов нерва (ВП) регистрирующий электрод располагали на седалищном нерве выше и ниже места повреждения. Для регистрации вызванного мышечного ответа (М-ответа) игольчатый электрод располагали в икроножной мышце. Нерв раздражали прямоугольными импульсами длительностью 0,1 мс и частотой 1 Гц. При ЭНМГ регистрировали латентный период (ЛП) и амплитуду ВП.

Выведение животных из эксперимента осуществляли путем передозировки препаратов для наркоза. Для определения степени тяжести и течения регенеративно-дегенеративных процессов в оперированном нерве готовили гистологические препараты. Участок нерва длиной от 15 до 20 мм, включавший зону нейрорафии с маркировкой проксимального и дистального отрезков, фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина (ООО «Биовитрум», Россия), обезвоживали в спиртах восходящей плотности, заливали в парафин. Срезы проксимальных (выше шва) и дистальных (ниже шва) отделов толщиной 5-7 мкм окрашивали гематоксилином Майера и эозином (ООО «Биовитрум», Россия). Для покрытия срезов применяли монтирующую среду Bio-Mount (BioOptica, Италия).

Препараты исследовали при помощи микроскопа AxioImager Z2 (Carl Zeiss, Германия). На серии окрашенных поперечных срезов проксимального и дистального участков сшитого седалищного нерва животных определяли среднее число неизмененных, регенерирующих и дистрофически измененных нервных волокон в поле зрения при увеличении объектива 100х и окуляра 10х (Ув. х 100).

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ Statistica 10.0. Проверяли гипотезы о виде распределений вариационных рядов (критерий Шапиро — Уилкса). Большинство наших данных не соответствовали закону нормального распределения, поэтому для

сравнения значений использовался U-критерий Манна — Уитни, на основании которого рассчитывали Z-критерий и показатель достоверности различия р. Различия считали значимыми при p<0,05.

Результаты.

1. Изменения микроциркуляции в оперированной конечности под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва у крыс. В результате проведенных исследований установлено, что на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии (42-е сутки после перерезки седалищного нерва) снижение перфузионного показателя кожи тыльной поверхности стопы у животных достигало в среднем 35% (табл. 1). Снижение перфузионного показателя сопровождалось повышением нейрогенного тонуса микрососудов, что проявлялось уменьшением нормированной амплитуды нейрогенных колебаний. Величины нормированных амплитуд эндотелиальных и миогенных колебаний на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии не имели статистически значимых отличий от уровня контроля, однако отмечалась тенденция к увеличению среднего значения нормированных амплитуд эндотелиальных колебаний (см. табл. 1).

У животных, подвергавшихся комплексной стимуляции, включающей АТПКЛ и ПЭС, на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии перфузионный показатель находился на уровне контрольных значений (табл. 1). При этом перфузионный показатель был статистически значимо выше, чем у животных группы сравнения. У животных при выполнении им комплексной стимуляции происходила выраженная перестройка активной модуляции микрокровотока в конечности. На 21-е сутки после отсроченной нейрорафии амплитуды эндотелиальных колебаний статистически значимо превышали контрольный уровень, однако вариабельность эндотелиальных колебаний перекрывала квартиль-диапазон соответствующего показателя группы сравнения. Нормированные амплитуды нейрогенных колебаний кровотока у животных опытной группы были статистически значимо выше, чем у крыс группы сравнения, и находились в пределах вариабельности значений контроля (см. табл. 1). Нормированная амплитуда миогенных колебаний при этом не имела статистически значимых отличий как от контрольного уровня, так и от группы сравнения.

Таким образом, комплексная стимуляция, включающая АТПКЛ и ПЭС, оказывает выраженное нормализующее влияние на микроциркуляцию в тканях оперированной конечности после отсроченной нейрорафии седалищного нерва у крыс. Восстановле-

ние адекватного уровня перфузии оперированной конечности при комплексной стимуляции сопровождается резкой интенсификацией активной модуляции кровотока прежде всего за счет нейрогенных и эндотелиальных механизмов, что свидетельствует об эффективной редукции явлений денервационной гиперчувствительности сосудов микроциркуляторного русла.

2. Изменения электрофизиологических параметров под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва у крыс. С помощью ЭНМГ установлено, что на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии у животных группы сравнения регистрируется низкоамплитудный ВП нерва ниже зоны наложения швов, что свидетельствует о частичном восстановлении проводимости через область нейрорафии. В то же время амплитуда вызванного потенциала нерва у крыс группы сравнения составляет только 3% от его величины у интактных животных, а латентный период превышает таковой в контрольной группе в 8 раз (табл. 2), отражая низкую скорость проведения возбуждения по поврежденному нерву. На 21-е сутки после отсроченной нейрорафии получить М-ответ икроножной мышцы у животных группы сравнения не удалось (см. табл. 2), что свидетельствовало об отсутствии процессов реиннервации мышечных во-

При ЭНМГ-тестировании седалищного нерва на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии у животных, подвергнутых комплексной стимуляции, также регистрировали низкоамплитудные невральные потенциалы ниже зоны наложения швов. При этом амплитуда ВП нерва опытной группы значимо превышала аналогичный показатель группы сравнения, достигая в среднем 13% величины контрольных значений (см. табл. 2). У животных опытной группы также отмечали сокращение ЛП ВП седалищного нерва в среднем в 2 раза относительно группы сравнения, что свидетельствует о выраженном увеличении проводимости через зону нейрорафии под влиянием комплексной стимуляции, включающей АТПКЛ и ПЭС.

Важным отличием опытной группы от группы сравнения являлось наличие низкоамплитудного мышечного ответа, регистрируемого с икроножной мышцы при стимуляции нерва выше места пересечения (см. табл. 2). Появление М-ответа отражает начало процесса реиннервации мышечных волокон у животных опытной группы и переход процесса регенерации в импульсную стадию, чего не отмечалось у животных группы сравнения.

Таким образом, электрофизиологические показатели животных, которым выполняли АТПКЛ в сочетании с ПЭС после отсроченной нейрорафии, свидетельствуют о выраженном положительном влиянии комплексной стимуляции на функциональное состояние оперированного нерва. Увеличение скорости проведения возбуждения и появление признаков реиннервации мышц у животных опытной группы отражают стимулирующее действие комплекса АТПКЛ и ПЭС на регенерацию нервных волокон после отсроченной нейрорафии седалищного нерва у крыс.

3. Морфологические изменения оперированного нерва под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва у крыс. Для верификации нарушений, обнаруженных в ходе функциональных исследований, проведен анализ морфологических изменений в проксимальном и дистальном отделах оперированного нерва на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии. В проксимальном отделе оперированного нерва у животных группы сравнения обнаруживали в среднем 38 (30; 45) нервных волокон в поле зрения при увеличении 1000, из которых более половины имели дистрофические изменения. В среднем только 16% нервных волокон в проксимальном отделе имели нормальную гистологическую структуру (табл. 3).

В дистальном отделе оперированного седалищного нерва среднее количество нервных волокон статистически значимо снижалось и составило 29 (23; 33) в поле зрения при увеличении 1000 (см. табл. 3). Так же как и в проксимальном сегменте, преобладали дистрофически измененные волокна, но в отличие от проксимального отдела полностью отсутствовали неизмененные нервные волокна (см. табл. 3). Наличие регенерирующих нервных волокон в дистальном сегменте подтверждает результаты функционального исследования седалищного нерва. Характер морфологических изменений свидетельствует о выраженных дегенеративных процессах, развивающихся в оперированном нерве как в проксимальном, так и в дистальном его отделах. При этом более интенсивно данные процессы протекают в дистальном отделе.

При исследовании гистологических препаратов опытной группы установлено, что в проксимальном отделе седалищного нерва животных, подвергнутых комплексной стимуляции, на 21-е сутки после отсроченной нейрорафии среднее количество нервных волокон в 2 раза превысило аналогичный показатель в группе сравнения и составило 78 (74; 92) в поле зрения (см. табл. 3). При этом количество регенерирующих нервных волокон также было вдвое больше, чем в группе сравнения. Кроме того, значительно возрас-

Таблица 2
Изменения электрофизиологических параметров под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва

Группа	ЛП нерва (мс)	Амплитуда ВП нерва (мкв)	ЛП М-ответа (мс)	Амплитуда М-ответа (мкв)
Контроль (n=12)	1,8 (1,45; 2,7)	222,5 (199; 297)	3,5 (3,2; 4,85)	19608 (14163; 21372)
Отсроченная нейрорафия (n=20)	14,8 (12,8;16,2) p ₁ =0,000003 p ₂ =0,000833	7,6 (4; 14) p ₁ =0,000003 p ₂ =0,006665	_	_
Отсроченная нейрорафия и комплексная стимуляция (n=10)	7 (6;10) p ₁ =0,000453; p ₂ =0,000107	29 (19,3;43,4) p ₁ =0,000453; p ₂ =0,000462	14,1 (13;14,8) p ₁ =0,001874	94,4 (76;102) p ₁ =0,000453

Примечание: в каждом случае приведены медиана, верхний и нижний квартили; p_1 , p_2 — по сравнению с контролем и группой животных, которым не выполнялась стимуляция после отсроченной нейрорафии.

Изменения морфологических параметров под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва

	Согласит	Количество нервных волокон в поле зрения (Ув. 1000)			
Группа	Сегмент нерва	неизмененных	дистрофи-чески измененных	регенери-рующих	Всего
Отсроченная нейрорафия	Проксимальный	6 (3; 19)	18 (13; 24)	7 (3; 11)	38 (30; 45)
(n=15)	Дистальный	0 (0; 0) p ₁ =0,000001	15 (8; 21) p ₁ =0,433082	10 (5; 15) p ₁ =0,427208	29 (23; 33) p ₁ =0,001346
Отсроченная нейрорафия и комплексная стимуляция (n=15)	Проксимальный	62 (52; 69) p ₂ =0,000001	5 (4; 8) p ₂ =0,0000011	13 (8; 18) p ₂ =0,014130	78 (74; 92) p ₂ =0,000001
	Дистальный	0 (0; 0) p ₁ =0,000001; p ₂ =0,587594	4 (2; 10) p ₁ =0,394560; p ₂ =0,000677	27 (18; 40) p ₁ =0,000162; p ₂ =0,000002	35 (33; 50) p ₁ =0,000004; p ₂ =0,001800

Примечание: в каждом случае приведены медиана, верхний и нижний квартили; р, — по сравнению с проксимальным отделом нерва, р, — по сравнению с аналогичным сегментом нерва группы животных, которым не выполнялась стимуляция после отсроченной нейрорафии.

тала доля неизмененных нервных волокон, достигая 79% (табл. 3).

В дистальном отделе оперированного нерва животных опытной группы среднее количество нервных волокон относительно проксимального отдела значимо снижалось и составило 35 (33; 50) в поле зрения. При этом общее количество нервных волокон в дистальном сегменте оперированного нерва статистически значимо превышало значения группы сравнения (см. табл. 3). Число дистрофически измененных нервных волокон в проксимальном сегменте оперированного нерва у животных опытной группы было статистически значимо ниже, чем у крыс группы сравнения. Регенерирующие нервные волокна составили 77% от общего количества нервных волокон в дистальном сегменте оперированного нерва у животных, подвергнутых комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии.

Таким образом, комплексная стимуляция, включающая АТПКЛ и ПЭС, снижает выраженность дегенеративных изменений в седалищном нерве после отсроченной нейрорафии, а также стимулирует прорастание нервных волокон в дистальный сегмент оперированного нервного ствола, что согласуется с результатами электронейромиографии, свидетельствующими об ускорении репаративных процессов у животных опытной группы.

Обсуждение. Интенсификация прорастания нервных волокон в дистальный сегмент оперированного нервного ствола, увеличение скорости проведения возбуждения через зону наложения шва и ускорение реиннервации, обнаруженные у животных опытной группы, свидетельствуют о регенеративном эффекте комплексной стимуляции, включающей АТПКЛ и ПЭС, после отсроченной нейрорафии седалищного нерва у крыс. Восстановление адекватного уровня перфузии тканей оперированной конечности у животных опытной группы, в отличие от группы сравнения, позволяют выделить стимулирующее действие комплекса АТПКЛ и ПЭС на микроциркуляцию после отсроченной нейрорафии. Нормализующее влияние комплексной стимуляции на микроциркуляцию в оперированной конечности после отсроченной нейрорафии может являться одним из ключевых механизмов, обеспечивающих восстановление структуры и функции нервных волокон, так как уменьшение выраженности денервационной гиперчувствительности сосудов обеспечивает оптимальную трофику при репаративных процессах [4]. Восстановление адекватной перфузии конечности после отсроченной нейрорафии седалищного нерва может быть реализовано за счет дистантного стимулирующего действия АТПКЛ на микроциркуляцию, которое выявлено в условиях сохраненной и нарушенной иннервации и описано в предшествующих работах [8, 9]. Вместе с тем данные литературы свидетельствуют о стимулирующем влиянии воздействия электрических импульсов на микрокровоток [1, 10]. В связи с этим, вероятно, взаимопотенцирование активирующего действия АТПКЛ и ПЭС на микроциркуляторное русло объясняет обнаруженное в данной работе эффективное восстановление перфузии тканей оперированной конечности под влиянием комплексной стимуляции после отсроченной нейрорафии седалищного нерва.

Увеличение темпов регенерации нервных волокон у животных опытной группы может быть объяснено не только восстановлением трофики, но и прямым влиянием электрической стимуляции на нервную ткань. Согласно данным литературы, электростимуляция приводит к увеличению внутриклеточного уровня цАМФ, повышению экспрессии нейротрофических факторов и экспрессии генов, регулирующих регенерацию, что способствует усилению аксонального транспорта тубулина, актина и белка GAP-43 [1]. Кроме того, недавно проведенные исследования свидетельствуют о стимуляции и пролонгации продукции нейротрофина-3 при АТПКЛ на фоне нейрорафии седалищного нерва у крыс, выполненной непосредственно после его перерезки [10], что, вероятно, также вносит вклад в ускорение темпов регенерации у животных опытной группы. Вместе с тем следует отметить, что реиннервация сосудов, в свою очередь, обеспечивает поддержание адекватной перфузии тканей конечности, и обнаруженное увеличение амплитуды нейрогенных колебаний может отражать восстановление функции вегетативных волокон, обеспечивающих реализацию данного механизма.

Таким образом, совокупность собственных исследований и данных литературы свидетельствуют, что комплекс АТПКЛ и ПЭС, синергично действуя на взаимосвязанные саногенетические процессы восстановления кровотока и прорастания аксонов нейронов с реиннервацией органов-мишеней (скелетных мышц и гладких мышц сосудов), обеспечивают выраженный регенеративный эффект после отсроченной нейрорафии седалищного нерва.

Заключение. Представленные результаты проведенных экспериментов позволяют заключить,

что комплексное воздействие, включающее АТПКЛ и ПЭС, обеспечивает стимулирующее действие на механизмы модуляции микрокровотока и восстановление адекватного уровня перфузии тканей оперированной конечности, интенсификацию прорастания нервных волокон в дистальный сегмент поврежденного нервного ствола, облегчая проведение возбуждения через зону наложения шва и ускоряя реиннервацию при отсроченной нейрорафии седалищного нерва у белых крыс. Полученные данные экспериментально обосновывают целесообразность клинической апробации комплексной стимуляции, включающей АТПКЛ и ПЭС у пациентов с травмами периферических нервов.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Комплексная стимуляция регенеративных процессов при повреждении седалищного нерва». Регистрационный номер 115032440029.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — А.Н. Иванов, В.Г. Нинель; получение данных — А.Н. Иванов, Г.А. Коршунова, О.В. Матвеева, И.Е. Шутров, И.Н. Щаницын; анализ данных — А.Н. Иванов, Г.А. Коршунова, О.В. Матвеева, И.Е. Шутров; интерпретация результатов — А.Н. Иванов, Г.А. Коршунова, О.В. Матвеева; написание статьи — А.Н. Иванов, Т.А. Андронова, И.А. Норкин.

References (Литература)

- 1. Shchanitsyn IN, Ivanov AN, Bazhanov SP, et al. Stimulation of peripheral nerve regeneration: current status, problems and perspectives. Uspehi fiziologicheskih nauk 2017; 48 (3): 92–11. Russian (Щаницын И.Н., Иванов А.Н., Бажанов С. П. и др. Стимуляция регенерации периферического нерва: современное состояние, проблемы и перспективы Успехи физиологических наук 2017; 48 (3): 92–111).
- 2. Ivanov AN, Norkin IA, Ninel VG, et al. Peculiarities microcirculatory changes in regeneration of the sciatic nerve under the experimental conditions. Fundamental research 2014; 4 (2): 281–285. Russian (Иванов А.Н., Норкин И.А., Нинель В.Г. и др. Особенности изменений микроциркуляции при регенерации седалищного нерва в условиях эксперимента. Фундаментальные исследования 2014; 4 (2): 281–285).
- 3. Shchanitsyn IN, Ivanov AN, Bajanov SP, et al. Methods for studying changes in the spinal cord after traumatic injuries of peripheral nerves. Regional Haemodynamics and Microcirculation 2015; 1 (49): 13–22. Russian (Щаницын И. Н., Иванов А. Н., Бажанов С. П. и др. Методы изучения изменений в спинном мозге при травматических повреждениях периферического

- нерва. Регионарное кровообращение и микроциркуляция 2014: 1 (49): 13–22).
- 4. Krupatkin AI. Information aspects of microcirculation after surgical sympathectomy in posttraumatic complex regional pain syndrome. Neuroscience and Behavioral Physiology 2013; 113 (6-1): 17–21. Russian (Крупаткин А. И. Информационные аспекты состояния микроциркуляции после десимпатизирующих операций при посттравматическом комплексном регионарном болевом синдроме. Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова 2013; 113 (6-1): 17–21).
- 5. Lyamina NP, Karpova ES, Kotel'nikova EV, et al. Preconditioning at the stages of invasive and rehabilitative treatment of patients with coronary heart disease. Klin med 2015; 93 (3): 14—20. Russian (Лямина Н.П., Карпова Э.С., Котельникова Е.В. и др. Прекондиционирование на этапах инвазивного и восстановительного лечения больных ишемической болезнью сердца. Клиническая медицина 2015; 93 (3): 14—20).
- 6. Muldashev ER, Nigmatullin RT, Galimova VU. The concept of regenerative medicine "Alloplant". In: The newest methods of cellular technologies in medicine. Novosibirsk, 2014; р. 10. Russian (Мулдашев Э.Р., Нигматуллин Р.Т., Галимова В.У. Концепция регенеративной медицины «Аллоплант». В сб.: Новейшие методы клеточных технологий в медицине. Новосибирск, 2014; с. 10).
- 7. Pasechnikova EV, Maltsev EV, Sotnikova EP, et al. Preparations of tissue therapy. Part 1. Ophthalmological journal 2011; 3: 79–88. Russian (Пасечникова Е.В., Мальцев Э.В., Сотникова Е.П. и др. Препараты тканевой терапии. Ч. 1. Офтальмологический журнал 2011; 3: 79–88).
- 8. Ivanov AN, Matveeva OV, Shutrov IE, et al. Cellular mechanisms of skin autograft distant stimulating effect on microcirculation. Journal of New Medical Technologies 2016; 23 (2): 72–78. Russian (Иванов А.Н., Матвеева О.В., Шутров И.Е. и др. Клеточные механизмы дистантного стимулирующего влияния аутотрансплантированного кожного лоскута на микроциркуляцию. Вестник новых медицинских технологий 2016; 23 (2): 72–78).
- 9. Ivanov AN, Shutrov IE, Norkin IA. Skin flap autografting as a method of microcirculation biostimulation in the conditions of normal and impaired innervation. Regional Haemodynamics and Microcirculation 2015; 14 (3): 59–65. Russian (Иванов А. Н., Шутров И. Е., Норкин И. А. Аутотрансплантация полнослойного кожного лоскута как способ биостимуляции микроциркуляции в условиях нормальной и нарушенной иннервации. Регионарное кровообращение и микроциркуляция 2015; 14 (3): 59–65).
- 10. Ivanov AN, Shutrov IE, Ninel', et al. The influence of skin flap autotransplantation and direct electrostimulation of sciatic nerve on nervous fiber regeneration. Cell and Tissue Biology 2017; 59 (7): 489–497. Russian (Иванов А.Н., Шутров И.Е., Нинель В.Г. и др. Влияние аутотрансплантации кожного лоскута и прямой электростимуляции седалищного нерва на регенерацию нервных волокон. Цитология 2017; 59 (7): 489–497).

УДК 004.942:617-089.844:611.717.4:616-001.5:004.02

Оригинальная статья

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «КОСТЬ — ГИБРИДНЫЙ ФИКСАТОР» ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗА ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННЫХ ЗАДАЧ ПО ОСНОВНЫМ НАГРУЗКАМ

О.А. Кауц — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; А.П. Барабаш — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, руководитель отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, профессор, доктор медицинских наук; Ю.А. Барабаш — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, главный научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; К.А. Гражданов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; А.Г. Русанов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; Д.В. Иванов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, аналитик отдела интеллектуальной собственности и трансфера технологий, кандидат физико-математических наук.

COMPUTER MODELING OF THE SYSTEM "BONE — HYBRID ANCHOR" FOR PROXIMAL HUMERUS FRACTURE AND SCIENTIFIC NUMERAL OUTCOMES FOR BASIC LOADS

O.A. Kauts — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; A.P. Barabash — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of the Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science; Yu.A. Barabash — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology, Orthopedics, Chief Research Scientist, Doctor of Medical Science; K.A. Grazhdanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; A.G. Rusanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology, Orthopedics, Research Scientist, Candidate of Medical Science; D.V. Ivanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Intellectual Property and Technologies Transfer, Analyst, Candidate of Physical and Mathematical Science.

Дата поступления — 7.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Кауц О.А., Барабаш А.П., Барабаш Ю.А., Гражданов К.А., Русанов А.Г., Иванов Д.В. Компьютерное моделирование системы «кость — гибридный фиксатор» для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости и результаты численных задач по основным нагрузкам. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 738–742.

Цель: изучить показатели напряженно-деформированного состояния биомеханической системы «кость — гибридный фиксатор» при переломах проксимального отдела плечевой кости. *Материал и методы.* Произведено изучение жесткости фиксации околосуставного перелома (тип 11АЗ по AO/ASIF) путем нагружения тремя типами нагрузок: осевой (200 H), поперечной (30 H) и скручивающей (5 H*м) и автоматизированное проектирование в программе SolidWorks с последующим изучением напряженно-деформированного состояния системы «кость — фиксатор». *Результаты.* При исследовании стабильности системы «кость — фиксатор» выявлено, что новое устройство для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости при рассмотренных нагрузках не разрушается, максимальные перемещения костных отломков и максимальные эквивалентные напряжения в них наблюдаются при скручивающей нагрузке и составляют 1,6 мм и 152 МПа соответственно. *Заключение.* Использование гибридных устройств для остеосинтеза околосуставных переломов плечевой кости позволяют осуществлять малотравматичную фиксацию с последующей ранней функцией поврежденного

Ключевые слова: гибридный фиксатор, остеосинтез, околосуставной перелом, плечевая кость, моделирование, биомеханика.

Kauts OA, Barabash AP, Barabash JuA, Grazhdanov KA, Rusanov AG, Ivanov DV. Computer modeling of the system "bone — hybrid anchor" for proximal humerus fracture and scientific numeral outcomes for basic loads. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 738–742.

The aim: to study the indices of stress-deforming state of biomechanical system «bone — hybrid anchor» in proximal humerus fractures. *Material and Methods*. The study of anchorage stiffness in juxta-articular fracture (type 11A3 by AO/ASIF) through applying three load types: axial (200 N), transverse (30 N) and torsional (5 N*m) was conducted followed by CAD modeling in SolidWorks and the analysis of stress-deforming state of the system «bone — anchor». *Results*. While studying the stability of «bone — anchor» system it was found that a new device for proximal humerus fracture ostheosynthesis under the applied loads do not decompose with maximal translocations of bone fragments and maximums of equivalent stress being present under torsional load and comprise 1.6 mm. and 152 Mpa respectively. *Conclusion*. The application of hybrid devices for juxta-articular fractures of humerus allows carrying out minimally traumatic anchorage with the following early functionality of the injured segment.

Key words: hybrid anchor, osteosynthesis, juxta-articular fracture, humerus, modeling, biomechanics.

Введение. Одной из актуальных проблем травматологии и ортопедии является лечение переломов проксимального отдела плечевой кости, что обусловлено высокой частотой их встречаемости.

Ответственный автор — Кауц Олег Андреевич Тел.: +79873054505 E-mail: Oandreevi@yandex.ru достигающей 4–7% от общего числа переломов конечностей и 80% в структуре переломов плечевой кости. Переломы проксимального отдела плечевой кости в большинстве случаев встречаются в пожилом и старческом возрасте даже при незначительной травме, что обусловлено возрастными изменениями

плотности костной ткани, заключающимися в разви-

тии выраженной остеопении и остеопороза. Данные переломы в 60% случаев приводят к значительному ограничению функции верхней конечности из-за развития тугоподвижности плечевого сустава, несмотря на применение современных методов лечения [1, 2].

В настоящее время значительно расширились показания к применению хирургических методов лечения, включающих чрескостный, накостный или интрамедуллярный остеосинтез переломов проксимального отдела плеча, что способствовало совершенствованию оперативной техники и увеличению потребности клиницистов в разработке новых металлофиксаторов, конструктивные особенности которых учитывают анатомию плечевой кости и типы возникающих переломов [3].

Одним из наиболее применяемых видов остеосинтеза является накостный, который позволяет достичь хорошей репозиции и желаемой фиксации перелома на весь период консолидации. Однако применение данных методик ограничивается их высокой травматичностью за счет обширного рассечения мягких тканей, возникновением циркуляторных расстройств, повышающих риск развития асептического некроза головки плечевой кости и глубоких нагноений, а также необходимостью повторного хирургического вмешательства для извлечения металлоконструкции. Достоинствами чрескостного остеосинтеза являются малая инвазивность операции и упрощение технологии установки металлофиксатора, что делает возможным его применение у лиц с тяжелой сопутствующей патологией. Наряду с этим выполнение репозиции отломков закрытым способом далеко не всегда дает возможность достичь удовлетворительных результатов, а применяемые аппараты внешней фиксации являются громоздкими, вызывают ограничение движений в смежных суставах, повышают риск возникновения инфекционновоспалительных осложнений в зоне проведения спиц и стержней, а также требуют постоянного тщательного туалета [4, 5].

Применение блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза позволяет при минимальной инвазивности добиться значительной прочности фиксации перелома и ранней активизации больных, что особенно значимо для больных пожилого и старческого возраста. Однако интрамедуллярный остеосинтез при околосуставном переломе плечевой кости применяется в основном для фиксации двухфрагментарных переломов, использование же его при оскольчатых переломах не позволяет обеспечить необходимую стабильность [6].

Улучшение исходов хирургического лечения травм проксимального отдела плеча видится нам в совершенствовании методики накостного остеосинтеза с изменением конструктивных особенностей металлоконструкций, которые должны обеспечить достаточную прочность фиксации отломков перелома при малой инвазивности оперативного вмешательства, что позволит проводить его больным, в том числе пожилого и старческого возраста.

Цель: изучить показатели напряженно-деформированного состояния биомеханической системы «кость — гибридный фиксатор» при переломах проксимального отдела плечевой кости.

Материал и методы. После изучения литературных данных о погружной фиксации переломов проксимального отдела плечевой кости нами разработано устройство для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости [7], которое

объединило положительные стороны, нивелировало некоторые недостатки накостных и интрамедуллярных фиксаторов и было отнесено к категории гибридных. Перед проектированием устройства нами проанализированы рентгенограммы и КТ-сканы десяти неповрежденных сегментов проксимальных отделов плечевой кости (до нижней трети). Опираясь на полученные цифровые данные, мы выбрали размеры отдельных частей устройства, места и протяженность изгибов, а также расположение и углы введения фиксирующих элементов в кость.

Устройство для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости состоит из накостной части (1) в виде пластины в форме равнобедренного треугольника, обращенного основанием вверх, а вершиной переходящего в интрамедуллярную часть в виде волнообразно изогнутого стержня с прямоугольным сечением (рис. 1). Накостная часть устройства фиксируется к плечевой кости четырьмя винтами, введенными в проксимальный отдел плечевой кости; интрамедуллярная часть устройства блокируется в канале плечевой кости двумя винтами, введенными в диафиз плеча до упора в стержень. Основание треугольника (2) шириной 30 мм желобовато изогнуто в сагиттальной плоскости, повторяет контур головки и шейки плечевой кости. Накостная пластина на протяжении 30 мм от основания треугольника имеет дугообразный изгиб (3) кнаружи (15°) во фронтальной плоскости, выпрямляясь на протяжении 10 мм до места перехода в интрамедуллярную часть, и снабжена четырьмя отверстиями (4) с внутренней резьбой для введения фиксирующих винтов (5), веерообразно расходящихся во фронтальной и сагиттальной плоскостях под определенными углами. Интрамедуллярная часть (6) имеет ширину 5 мм, высоту 3 мм и протяженность 80 мм. Интрамедуллярная часть имеет по наружной поверхности треугольную борозду (7) на всем протяжении, а также 2 изгиба (8, 9). Длина устройства подобрана нами таким образом, что интрамедуллярная часть конструкции, введенная в полость плечевой кости. не достигает места входа артерии, питающей плечевую кость, отверстие которой более чем в 85% случаев располагается ниже середины диафиза.

Треугольная борозда, располагающаяся по наружной поверхности интрамедуллярной части устройства, предназначена для упора блокирующих винтов (10), которые вводятся под контролем электронно-оптического преобразователя, упираясь в остронно-оптического преобразователя (11) и потронно-оптического преобразователя (11) и потронно-оттического преобразователя (11) и потронно-оттического преобразователя (11) и потронно-оттического преобразователя (11) и потронно-оттического преобра

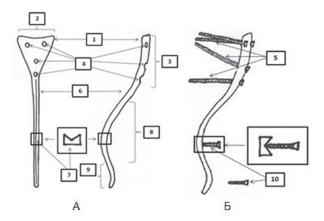
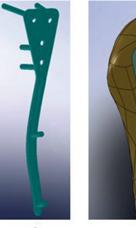


Рис. 1. Внешний вид устройства для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости: А — вид спереди; Б — вид сбоку

нование верхнего изгиба и верхушку второго изгиба. Таким образом, обеспечивается не менее четырех точек фиксации интрамедуллярной части устройства в костномозговом канале (первая точка на уровне введения стержня в канал кости, вторая на уровне контакта верхушки первого изгиба к внутреннему кортикальному слою, третья при упоре фиксирующего винта в основание первого изгиба на наружном кортикальном слое, четвертая на уровне дистального конца стержня по внутреннему кортикальному слою при упоре фиксирующего винта в верхушку нижнего изгиба конструкции). Ведение двух фиксирующих винтов с упором в основание и верхушку изгибов интрамедуллярной части конструкции вызывает упругонапряженное состояние в системе «кость — гибридный фиксатор», обеспечивая прочную фиксацию отломков плечевой кости за счет встречно-боковой компрессии отломков. Техническим результатом создания предлагаемого устройства для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости было обеспечение достаточной прочности фиксации околосуставных переломов проксимального отдела плечевой кости при малой травматичности оперативного вмешательства.

Изучено напряженно-деформированного состояния системы «кость — гибридный фиксатор» при трех типах нагрузок. При моделировании принималось, что гибридные фиксаторы выполнены из нержавеющей стали, модуль Юнга которой составляет 1,93·10¹¹ Па, а коэффициент Пуассона 0,33. Диапазон величин модулей упругости кости был значительным, что обусловлено различиями в методиках исследования, способах подготовки экспериментальных образцов. Механические параметры трабекулярного и кортикального слоев основаны на данных литературы: модуль Юнга трабекулярной кости считали на 20-30% ниже, чем у кортикальной кости: для трабекулярного слоя 1,2·10¹⁰Па, для кортикального 1,8·10¹⁰Па, коэффициент Пуассона обоих слоев 0,3 [8, 9]. Материалы гибридных фиксаторов и кости считали изотропными идеально-упругими. При вычислениях учитывали большие деформации, возникающие в кости и в ги-



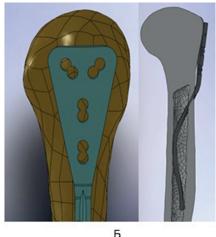


Рис. 2. Трехмерные геометрические модели: А — гибридной пластины; Б — системы «плечевая кость — фиксатор»

бридных фиксаторах, т.е. постановка задачи включала геометрическую нелинейность.

Численные расчеты осуществляли в системе Ansys (ANSYS, Inc.) 18.0 в среде Workbench. Решали статические задачи теории упругости при нагружении систем «кость — гибридный фиксатор» тремя типами нагрузок: осевой (200 H), поперечной (30 H) и скручивающей (5 H*м), прикладываемых к головке плечевой кости, дистальный конец которой жестко закрепляли. При постановке и решении статических задач о взаимодействии костных отломков и гибридных фиксаторов учитывали их контактное взаимодействие без трения. Между блокирующими винтами и костными отломками задавали контакт типа «bonded», исключающий их взаимное перемещение и скольжение.

Трехмерная модель оригинального гибридного устройства построена на основе чертежей и текстового описания в системе автоматизированного проектирования SolidWorks. (рис. 2 A).

На следующем этапе работы на основе анализа данных компьютерной томографии создана трехмерная модель плечевой кости. В специализированной

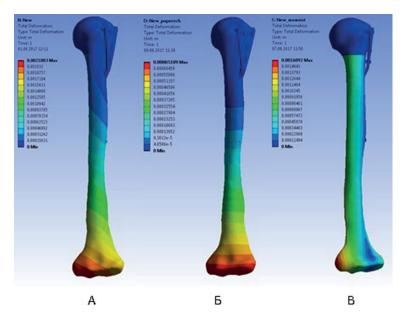


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние системы «кость — гибридный фиксатор»: перемещения костных отломков при осевой (A); поперечной (Б); скручивающей (В) нагрузке

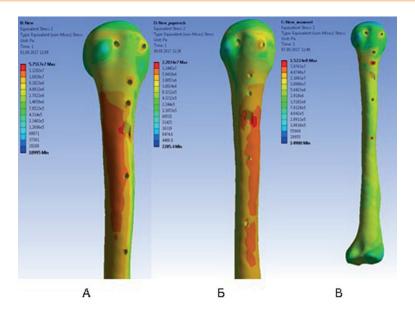


Рис. 4. Демонстрация зон максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу в костных отломках при осевой (A); поперечной (Б); скручивающей (В) нагрузке

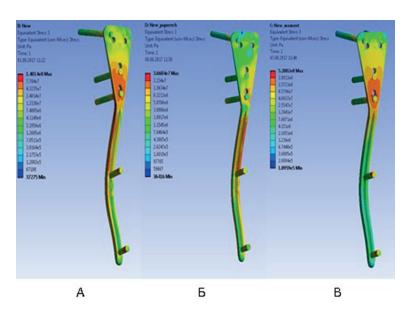


Рис. 5. Демонстрация зон максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу в гибридном фиксаторе при осевой (A); поперечной (Б); скручивающей (В) нагрузке

системе Mimics обрабатывали срезы компьютерной томограммы, далее в системе SolidWorks совмещали трехмерные модели кости и гибридного фиксатора. При моделировании рассматривали околосуставной перелом (рис. 2 Б). Костные отломки показаны разными цветами (зеленый и желтый).

Результаты. Выполнено компьютерное биомеханическое конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния системы «плечевая кость — гибридный фиксатор» под действием трех типов нагрузок (рис. 3). Максимальные перемещения костных отломков при осевой нагрузке в 200 Н составили 2,2 мм, при поперечной (30 H) 0,6 мм, при скручивающей (5 H*м) 1,6 мм.

Максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу в костных отломках при осевой, поперечной и скручивающей нагрузке составили соответственно 57; 22 и 152 МПа (рис. 4).

Максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу в гибридном фиксаторе при осевой, поперечной и скручивающей нагрузке были равны 140; 37 и 530 МПа соответственно (рис. 5).

Обсуждение. Проанализировав полученные в результате компьютерного трехмерного моделирования и изучения стабильности системы «кость — гибридный фиксатор» данные, выявили, что новое устройство для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости при рассмотренных нагрузках не разрушается, так как наибольшие напряжения в нем ниже минимального предела прочности медицинской нержавеющей стали марки 304, составляющего 540 МПа (стандарты ASTM F138 и ASTM F2181) [10]. Максимальные перемещения костных отломков и максимальные эквивалентные напряжения в них наблюдаются при скручивающей нагрузке и составляют 1,6 мм и 152 МПа соответственно.

Технологические особенности изготовления интрамедуллярной части устройства, обеспечивающие ее введение в костномозговой канал плечевой кости, не достигая зоны входа артерии, питающей плечевую кость, отверстие которой в 85% наблюдений находится ниже середины тела, позволяют уменьшить вероятность интраоперационной травмы внутрикостно расположенных сосудов. Наличие анатомически обусловленных технологических изгибов интрамедуллярной части металлоконструкции определяет упругонапряженное состояние в системе «кость — гибридный фиксатор», обеспечивая надежную фиксацию отломков перелома плечевой кости за счет обеспечения встречно-боковой компрессии.

Выводы:

- 1. Компьютерное биомеханическое моделирование позволило предварительно оценить жесткость фиксации околосуставного перелома проксимального отдела плечевой кости предлагаемым гибридным устройством, а также эквивалентные напряжения, возникающие в костных отломках и в самом фиксаторе при приложении трех типов нагрузки.
- 2. Полученные в результате моделирования цифровые данные представляют интерес в сравнении с фиксаторами, широко применяемыми для остеосинтеза переломов проксимального отдела плеча и показавшими клиническую эффективность, что и планируется осуществить нами на следующем этапе исследования.
- 3. Применение технологии остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости с помощью гибридного фиксатора, сочетающей в себе преимущества интрамедуллярного и накостного остеосинтеза, позволяет уменьшить до минимума риск осложнений в послеоперационном периоде и надежно стабилизировать поврежденный сегмент конечности.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Остеосинтез околосуставных переломов длинных костей конечностей». Регистрационный номер 115032440022.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — А.П. Барабаш, Ю.А. Барабаш, К.А. Гражданов; получение данных — К.А. Гражданов, О.А. Кауц; обработка данных — Д.В. Иванов; анализ и интерпретация результатов — А.П. Барабаш, К.А. Гражданов; написание статьи — К.А. Гражданов; утверждение рукописи для публикации — А.П. Барабаш.

References (Литература)

- 1. Lazarev AF, Solod EI. Treatment of proximal humeral fractures in osteoporotic bone. Vrach (The Doctor) 2011; 7: 70–73. Russian (Лазарев А.Ф., Солод Э.И. Лечение переломов проксимального отдела плечевой кости при остеопорозе. Врач 2011; 7: 70–73).
- 2. Dunay OG, Suvorov OE, Markin GA, et al. Treatment of proximal humeral fractures. Travma 2014; 15 (4): 108–110. Russian (Дунай О.Г., Суворов О.Е., Маркин Г.А. и др. Лечение переломов проксимального отдела плечевой кости. Травма 2014; 15 (4): 108–110).
- 3. Makarova SI, Vorob'ev AV. The choice of osteosynthesis method in the surgical treatment of fractures of the proximal humerus. Kazan Medical Journal 2010; 91 (2): 197–204. Russian (Макарова С. И., Воробьев А.В. Выбор метода остеосинтеза при оперативном лечении переломов проксимального отдела плечевой кости. Казанский медицинский журнал 2010; 91 (2): 197–204).
- 4. Dubrov VE, Sidorov VS, Ragozin AO, et al. Surgical treatment of proximal humerus fractures by the method of multidimensional interlocked intramedullary osteosynthesis. Moscow Surgical Journal 2013; 4: 32–37. Russian (Дубров В.Э., Сидоров В.С., Рагозин А.О. и др. Оперативное лечение переломов проксимального отдела плечевой кости методом многоплоскостного блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза. Московский хирургический журнал 2013; 4: 32–37).
- 5. Kaplunov AG, Barabash AP, Norkin IA, et al. Classics and novations of transosseous osteosynthesis in orthopedics. Saratov, 2007; 321 р. Russian (Каплунов А.Г., Барабаш А.П., Норкин И.А. и др. Классика и новации чрескостного остеосинтеза в ортопедии. Саратов, 2007; 321 с.).
- 6. Grazhdanov KA, Barabash AP, Kauts OA, et al. Our experience on proximal humerus fractures treatment. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij 2016; 5–1: 33–37. (Гражданов К.А., Барабаш А.П., Кауц О.А. и др. Наш опыт лечения переломов проксимального отдела плечевой кости. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2016; 5–1: 33–37).
- 7. Grazhdanov KA, et al. A device for osteosynthesis of fractures of the proximal humerus: Patent RU 162494 U1. Published 10.06.2016. Bull. №16 Russian (Гражданов К.А. и др. Устройство для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости: патент RU 162494 U1. Опубл. 10.06.2016. Бюл. №16).
- 8. Feodos'yev VI Resistance of materials. Moscow: Publishing House of BMSTU, 1999; 590 р. Russian (Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана; 1999, 590 с.).
- 9. Cowin SC. Bone Mechanics Handbook. 2nd Edition. CRC Press. 2001.
- 10. Slobodskoy AB, Norkin IA, Popov AYu. Three-dimensional modeling of fragments in long cortical bone fractures. Saratov: ITS "Nauka", 2012; 140 р. Russian (Слободской А.Б., Норкин И.А., Попов А.Ю. Трехмерное моделирование репозиции отломков при переломах длинных трубчатых костей. Саратов: ИЦ «Наука», 2012; 140 с.).

УДК 617–7: 616–008.8 Оригинальная статья

ВОЗМОЖНОСТИ MBST-ВОЗДЕЙСТВИЯ КАК МОНОТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОЙ ДОРСАЛГИИ

К.К. Левченко — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; И.В. Китаев — сеть «Клиники суставов и позвоночника Артромедцентр», (Саратов), главный врач; О.В. Арленинова — сеть «Клиники суставов и позвоночника Артромедцентр», (Саратов), заместитель главного врача по медицинской части; А.В. Зарецков — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; Г.А. Адамович — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; В.Н. Белоногов — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; А.А. Тихов — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, ординатор кафедры травматологии и ортопедии; Ю.А. Чибрикова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса лечебного факультета; А.В. Бирюкова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса печебного факультета; А.В. Бирюкова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса педиатрического факультета.

MBST-EXPOSURE OPPORTUNITIES AS A MONOTHERAPY OF CHRONIC DORSALGIA

K.K. Levchenko — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Traumatology and Orthopedics, Professor of Department of Traumatology and Orthopedics, Doctor of Medical Science; I.V. Kitaev — the chain "Clinic of Joint and Spine Diseases Artromedtsentr" (Saratov), Chief Doctor; O.V. Arleninova — the chain "Clinic of Joint and Spine Diseases Artromedtsentr" (Saratov), Deputy Chief Doctor for Treatment; A.V. Zaretskov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Candidate of Medical Science; G.A. Adamovich — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Candidate of Medical Science; V.N. Belonogov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Candidate of Medical Science; A.A. Tikhov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Medical Resident, Department of Traumatology and Orthopedics; Yu.A. Chibrikova — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Faculty of General Medicine, 6-year-student; A.V. Biryukova — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Faculty of Pediatrics.

Дата поступления — 7.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Левченко К.К., Китаев И.В., Арленинова О.В., Зарецков А.В., Адамович Г.А., Белоногов В.Н., Тихов А.А., Чибрикова Ю.А., Бирюкова А.В. Возможности MBST-воздействия как монотерапии хронической дорсалгии. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 743–746.

Цель: проанализировать клинический эффект воздействия на болевой синдром, обусловленный дегенеративно-дистрофическими процессами структур позвоночного столба, монотерапии с помощью метода на основе принципа магнитного резонанса (MBST). *Материал и методы*. В исследование вошли 132 пациента обоего пола с дорсопатией шейной и поясничной локализации. Курс лечения включал 9 процедур длительностью 60 мин ежедневно. В качестве инструментов оценки эффективности проведенного лечения применяли результаты МРТ соответствующих отделов позвоночника и визуально-аналаговую шкалу определения уровня боли в сроки до, сразу после, через 3, 6 и 12 месяцев после завершения MBST. *Результаты*. Объективно подтвержденные результаты структурной трансформации патологически измененных образований позвоночно-двигательных сегментов коррелировали с выраженным снижением интенсивности болевого синдрома на всех этапах контрольных исследований. *Заключение*. Применение MBST-воздействия является эффективным методом неинвазивной, бесконтактной монотерапии пациентов с хронической дорсалгией, обусловленной дегенеративной дорсопатией.

Ключевые слова: боль, ядерный магнитный резонанс, MBST-терапия, дегенеративные изменения позвоночника, дорсопатия.

Levchenko KK, Kitaev IV, Arleninova OV, Zaretskov AV, Adamovich GA, Belonogov VN, Tikhov AA, Chibrikova Yu.A., Biryukova AV. MBST-exposure opportunities as a monotherapy of chronic dorsalgia. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 743–746.

The aim: to analyze the clinical effect of MBST-exposure monotherapy, a magnetic resonance method, on the pain syndrome caused by degenerative dystrophic changes of vertebral column structures. *Material and Methods.* 132 patients both male and female with cervical and lumbar dorsopathy were enrolled into the study. Treatment course included 9 sessions of 60 min. daily. MRI-results of corresponding spine regions and visual analogue pain intensity scale were used as assessment tools for treatment efficiency before, immediately after, 3, 6 and 12 months after MBST-treatment. *Results.* The objective results of structural transformation of pathological formations in vertebral motional segments correlated with significant decrease of pain syndrome at all stages of control tests. *Conclusion.* MBST-exposure is an effective method of non-invasive, notouch monotherapy for patients with chronic dorsalgia caused by degenerative dorsopathy.

Key words: pain, nuclear magnetic resonance, MBST-therapy, degenerative spine changes, dorsopathy.

Введение. Патология позвоночника различной этиологии является одной из распространенных проблем не только медицинской, но и социальной значимости. Заболевания, сопровождающиеся болью в спине, относятся к одним из самых частых причин временной нетрудоспособности на амбулаторном этапе медицинской помощи населению [1]. При всем разнообразии нозологических единиц вертебрологической патологии основополагающей причиной обращения пациентов за специализированной помощью по-прежнему остается боль, первичным морфологи-

ческим субстратом которой в большинстве случаев являются периферические невральные конфликты, обусловленные дегенерацией и дистрофией межпозвонковых дисков, суставов, связочного аппарата, нестабильностью [2, 3].

При отсутствии положительного результата лечения и при сохраняющейся боли патологические процессы замыкаются в центральной нервной системе, что приводит к хронизации болевого синдрома или его централизации, требующей проведения более длительной комплексной реабилитации. На фоне увеличения периодов обострения и сокращения светлых промежутков между ними формируется некоторый порочный круг, требующий привлечения в каждом конкретном клиническом наблюдении все

Ответственный автор — Левченко Кристина Константиновна

Тел.: +79873245086 E-mail: obeydik@yandex.ru большего числа специалистов различного профиля, усилия которых нацелены на решение одной проблемы — дорсалгии. В то же время необходимо отметить, что эффективное купирование болевого синдрома в области спины при сохраняющихся дегенеративно-дистрофических структурных изменениях нельзя приравнивать к факту излечения [4].

Перспективным направлением представляется использование неинвазивных, бесконтактных лечебных технологий, способствующих репаративным процессам в структурах позвоночного столба, которое позволяло бы рассчитывать как на восстановление морфологии измененных элементов, так и на купирование болевого синдрома. К таким технологиям относится ядерно-магнитно-резонансная терапия (MBST). Данный метод терапевтического воздействия с целью регенерации структур опорно-двигательной системы разработан в конце прошлого века в Германии. В его основе лежит принцип ядерного магнитного резонанса, который нашел широкое применение в качестве диагностического метода и получил повсеместное распространение и признание [5]. Рядом исследователей изучался эффект лечебного воздействия MBST, свидетельствующий об эндогенной стимуляции собственных регенеративных процессов, в целевых клеточных группах как «in vitro», так и «in vivo». Принцип данного эффекта основан на первичной вибрации в атомных структурах анатомической области, подвергшихся воздействию электромагнитными волнами, которые приводят к собственным колебаниям молекулярных структур в клетках целевых тканей (хрящевой, костной, соединительной, мышечной), что создает резонирующую вибрацию, которая способствует улучшению клеточного метаболизма и структурному восстановлению клетки [6, 7].

В установках MBST с помощью двенадцати независимых катушечных систем, часть из которых расположена в ортогональном порядке, под углом 90° друг к другу, строятся сложные трехмерные комбинированные (постоянные и пульсирующие) поля, которые в комбинации с постоянным магнитным полем образуют ядерно-резонансную область в центре системы катушек [8].

Неоспоримым преимуществом применения MBST-терапии являются неинвазивность, бесконтактность, а также доказанное рядом исследований отсутствие побочных действий и канцерогенного эффекта [9, 10]. Все перечисленное позволяет рассматривать MBST-воздействие как возможный вариант монотерапии при различных дегенеративно-дистрофических процессах опорно-двигательной системы.

Цель: оценка эффективности MBST-воздействия в качестве монотерапии у пациентов с хронической дорсалгией, обусловленной дегенеративно-дистрофическими процессами структур позвоночного столба.

Материал и методы. Под нашим наблюдением в период с апреля 2015 по сентябрь 2017 г. находились 132 пациента (53 мужчин и 79 женщин), средний возраст которых составил 49 лет (от 32 до 77 лет). Наибольшую по численности группу составили лица обоего пола трудоспособного возраста от 32 до 50 лет (78 человек).

Критериями включения в исследование явились: хронический (более двух месяцев) выраженный болевой синдром (не менее 5 баллов по 10-балльной шкале ВАШ) в области спины, МРТ-признаки дегенеративных изменений позвоночного столба той же локализации.

Критериями исключения были тяжелые общие соматические состояния, тяжелые заболевания сердечно-сосудистой системы, психические расстройства, деформирующий спондилез 3-й степени, операции на межпозвонковых дисках в анамнезе и системные заболевания соединительной ткани.

При наличии MPT-подтвержденных изменений в обоих отделах зону MBST-воздействия определяли в соответствии с локализацией более интенсивного болевого синдрома. Дорсопатия поясничной локализации наблюдалась у 92 пациентов, шейной — у 40.

Большая часть пациентов до обращения в «Артромедцентр» неоднократно проходили комплексное консервативное лечение у специалистов различного профиля (неврологов, ортопедов-травматологов, нейрохирургов, методистов лечебной физкультуры), включавшее прием пероральных форм лекарственных препаратов (нестероидные противовоспалительные средства, хондропротекторы, витамины группы В), применение методик локального инъекционного лечения боли (комбинации анестетиков и глюкокортикостероидов, гомеопатических препаратов), тракционную терапию, физиотерапевтические процедуры, лечебную физкультуру. Несмотря на использование столь широкого спектра лечебных воздействий, результаты лечения оставались неудовлетворительными с точки зрения снижения выраженности боли и продолжительности безболевого периода.

Обследование всех пациентов в день обращения включало в себя: клинический осмотр, оценку ортопедического и неврологического статусов, болевого синдрома по 10-балльной визуально-аналоговой шкале, фиксацию результатов магнитно-резонансной томографии позвоночника.

При магнитно-резонансной томографии в 78 наблюдениях диагностированы экструзии межпозвонковых дисков в комбинации с выраженным фасеточным остеоартрозом, в 35 — комбинации экструзии или протрузии дисков с умеренными явлениями фасеточного остеоартроза, в 11 — экструзии межпозвонковых дисков с минимальными изменениями в фасеточных суставах, в 8 — явления спондилоартроза на фоне отсутствующих изменений в межпозвонковых дисках.

Для MBST-терапии использовали установку MBST Open System 700, произведенную MedTec Medizintechnik GmbH, Вецлар, Германия.

Для проведения сеанса терапии пациентов комфортно располагали на ортопедической кушетке таким образом, чтобы болезненная область спины была помещена в катушку прибора. Курс MBST-терапии хронической дорсалгии, обусловленной дегенеративно-дистрофической дорсопатией, в соответствии с рекомендациями разработчиков состоял из девяти ежедневных последовательных непрерывных сеансов длительностью по 60 минут каждый с использованием смарт-карты для межпозвонкового диска. Необходимо отметить, что дополнительных назначений или рекомендаций применения других методов лечения не применяли.

Основным протоколом регистрации результатов MBST-терапии являлась 10-балльная визуально-аналоговая шкала (ВАШ) оценки уровня боли: а) уровень пиковой боли, b) средний уровень боли при движении и с) уровень боли в покое, показатели которой оценивали в сроки до лечения, на следующий день после последнего сеанса, а также через 3, 6 и 12 месяцев после завершения терапии. Ближайшие

результаты (в сроки: до, сразу после лечения) оценены у всех 132 человек; в сроки до, сразу после, через 3 месяца после лечения — у 112 человек; в сроки до, сразу после, через 3 и 6 месяцев после лечения — у 73 человек; на всех временных контрольных этапах (до, сразу после, через 3, 6 и 12 месяцев после лечения) — у 53 человек.

Регистрация длительно сохраняющегося безболевого периода после проведения курса MBST-воздействия в качестве монотерапии по результатам расширенного клинико-неврологического осмотра и контрольного MPT-исследования, проведенного на том же диагностическом оборудовании, что и при первичном обращении, выполнена у 35 пациентов, проходивших лечение в 2015 и 2016 гг.

Для оценки результатов применяли экспресс-метод статистической обработки экспериментальных и клинических данных (по Р.Б. Стрелкову, 1986), основанный на расчете стандартного отклонения по разности величин вариационного ряда [11]. Вычисление среднеквадратической (стандартной) ошибки и доверительных интервалов средних арифметических величин определяли по таблицам. Степень достоверности различий между сравниваемыми группами вычисляли по величине интеграла вероятности (Т), при значениях которого, равных 1,96, со степенью вероятности 95,0% различия считали достоверными.

Результаты. Во всех наблюдениях пациенты отмечали отсутствие каких-либо побочных эффектов, неблагоприятно сказавшихся на самочувствии; у 29 человек на начальном этапе терапии фиксировали эпизоды кратковременного (до трех дней) и незначительного (на 1–1,3 балла от исходного) обострения, не потребовавшего дополнительных назначений.

Первичная посттерапийная оценка изменения интенсивности боли по результатам ВАШ (n=132) продемонстрировала достоверное ее снижение по всем видам: а) уровню пиковой боли на 47%, b) среднему уровню боли при движении на 45% и с) уровню боли в покое на 52%.

Последующая оценка боли констатировала совершенно четкую тенденцию к продолжающемуся значимому уменьшению ее интенсивности во всех временных контрольных точках исследования после проведения МВЅТ-монотерапии вплоть до полного купирования (0 баллов) боли в покое в сроки 6 (n=73) и 12 месяцев (n=53). Снижение уровня пиковой боли к 12 месяцам наблюдения (n=53) произошло до 2,6% от исходного уровня (на 97,4%) и средней боли до 2% от исходного уровня (на 98%) (рис. 1).

Перспективными, на наш взгляд, являются результаты МРТ-подтвержденных морфологических трансформаций структур позвоночно-двигательных сегментов шейного и поясничного отделов позвоночника, которые мы регистрировали на этапе годового посттерапийного контрольного обследования, заключающиеся в стойком снижении уровня боли, вплоть до ее отсутствия в покое, и в регенерации межпозвонковых дисков в виде регресса экструзий (до 41% от исходных размеров) и увеличения их высоты (рис. 2 и 3).

Обсуждение. Представленные результаты демонстрируют, что применение MBST-терапии является эффективным методом неинвазивной, бесконтактной монотерапии пациентов с хронической дорсалгией, обусловленной дегенеративной дорсопатией.

Применение метода подтверждает достижение положительных не только функциональных результатов лечения, обусловленных купированием болевого

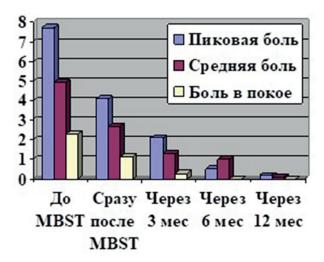


Рис. 1. Динамика оценки уровня боли у пациентов с хронической дорсалгией, обусловленной дегенеративно-дистрофической дорсопатией, по результатам ВАШ.

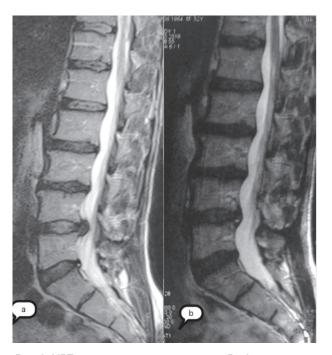


Рис. 2. МРТ поясничного отдела пациента Р. 52 лет: a — до; b — через 9 месяцев после MBST-терапии



Рис. 3. МРТ шейного отдела пациента И. 42 лет: *а* — до; *b* — через 12 месяцев после MBST-терапии

синдрома, в том числе и хронического, но и анатомических, проявляющихся регенерацией патологически измененных межпозвонковых дисков.

Неисследованным является факт избирательного воздействия магнитно-резонансного регенерирующего эффекта на максимально патологически измененный компонент, а не на все сразу. Это хорошо иллюстрировали пациенты с множественными протрузиями межпозвонковых дисков и экструзиями. В ходе посттерапийного динамического наблюдения на фоне стойкого купирования болевого синдрома отмечали достоверный регресс экструзии наибольших размеров, в отличие от незначительно изменивших свои размеры протрузий.

Необходимо также отметить четкую корреляцию между сроками достижения купирования болевого синдрома, регенерацией структур позвоночного столба и возрастом пациентов: чем меньше возраст, тем в более ранние сроки достигаются положительные результаты лечения, что тоже требует дальнейшего изучения.

Заключение. Применение MBST-воздействия является эффективным методом неинвазивной, бесконтактной монотерапии пациентов с хронической дорсалгией, обусловленной дегенеративной дорсопатией.

Конфликт интересов не заявляется.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, утверждение рукописи для публикации — К.К. Левченко, И.В. Китаев; получение данных — И.В. Китаев, О.В. Арленинова; обработка данных — А.А. Тихов, Ю.А. Чибрикова, А.В. Бирюкова; анализ и интерпретация результатов — К.К. Левченко: написание статьи — К.К. Левченко.

References (Литература)

- 1. Norkin IA, Zaretskov VV, Levchenko KK, et al. Perspectives for vertebrology teaching development in higher medical schools. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2015; 11 (2): 210–212. Russian (Норкин И. А., Зарецков В. В., Левченко К. К. и др. Перспективы совершенствования преподавания вопросов вертебрологии в высшей медицинской школе. Саратовский научно-медицинский журнал 2015; 11 (2): 210–212).
- 2. Danilov AB, Danilov AlB. Pain Control: Biopsychosocial approach. M.: AMM Press, 2016; 636 р. Russian (Данилов А.Б.,

Данилов Ал.Б. Управление болью: биопсихосоциальной подход. М.: АММ ПРЕСС, 2016; 636 с.).

- 3. Ninel VG, et al. Treatment of chronic discogenic pain and radiculomyelopathic syndromes in patients with lumbar osteochondrosis. Saratov, 2008; 239 р. Russian (Нинель В.Г. и др. Лечение хронических дискогенных болевых и радикуломиелопатических синдромов у больных с поясничным остеохондрозом. Саратов, 2008; 239 с.).
 4. Zaretskov VV, Arsenievich VB, Rubashkin SA. Sur-
- 4. Zaretskov VV, Arsenievich VB, Rubashkin SA. Surgical correction of scoliotic deformation in a patient with continuing growth. Journal of Spine Surgery 2007; (3): 36–38. Russian (Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Рубашкин С. А. Хирургическая коррекция сколиотической деформации в условиях продолжающегося роста больного. Хирургия позвоночника 2007; (3): 36–38).

 5. Тетіz-Artmann A, Linder P, Kayser P, et al. NMR in vitro
- 5. Temiz-Artmann A, Linder P, Kayser P, et al. NMR in vitro effects on proliferation, apoptosis, and viability of human chondrocytes and osteoblasts. Methods Find Exp Clin Pharmacol. 2005; 27 (6): 391–394.
- 6. Kullich W, Fagerer N, Machreich K, Schwann H. Nuclear Magnetic Resonance therapy improves the successful rehabilitation of chronic back pai:. Scientific Lecture at the Annual Meeting of the Austrian Society for Rheumatology and Rehabilitation, 2005, 25 November, Vienna. Scriptum Wiener Wochenschrift 20005: 11–12.
- 7. Kullich W, Schwann H, Machreich K, Ausser-Winkler M. Additional outcome improvement in the rehabilitation of chronic low back pain after nuclear resonance therapy. Rheumatologia 2006: (1): 7–12
- tologia 2006; (1): 7–12.

 8. Kullich W, Overbeck J. One year survey with multicenter data of more than 4500 patients with degenerative rheumatic disease treated with therapeutic nuclear magnetic resonance. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 2013; (26): 93–104.
- 9. Steinecker-Frohnwieser B, Weigl L, Kullich W, et al. Influence of NMR therapy on metabolism of osteosarcoma and chondrosarcoma cell lines. Bone: official Journal of the International Bone and Mineral Society 2009; 44 (2): 295.
- 10. Norkin IA, Zaretskov VV, Arsenievich VB, et al. Hightech solutions in surgical treatment of spine injuries and disease. In: Papers of Russian research and practice conference and exhibition "High Medical Technologies". Moscow, 2007; р. 217–218. Russian (Норкин И.А., Зарецков В.В., Арсениевич В.Б. и др. Высокие технологии в хирургическом лечении повреждений и заболеваний позвоночника. В сб.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции и выставочной экспозиции «Высокие медицинские технологии». М., 2007; с. 217–218).
- 11. Strelkov RB. Tablicy Strelkova i e'kspress-metod statistiki. M.: PAIMS, 1999; 50 р. Russian (Стрелков Р.Б. Таблицы Стрелкова и экспресс-метод статистики. М.: ПАИМС, 1999; 50 с.).

УДК 611.711. (5+6):616.006

Оригинальная статья

ДЕКОМПРЕССИВНО-СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОСЛОЖНЕННЫХ АГРЕССИВНЫХ ГЕМАНГИОМ ПЕРЕХОДНЫХ ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

С. В. Лихачев — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; В.Б. Арсениевич — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заведующий травматолого-ортопедическим отделением №3, кандидат медицинских наук; Е.А. Салина — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры нервных болезней, кандидат медицинских наук; С.В. Степухович — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолого-ортопеди травматолого-ортопедического отделения №3, кандидат медицинских наук; А.И. Норкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, запирант кафедры травматологии и ортопедии; В.В. Зарецков — НИИ травматологии, ортопедии; В.В. Зарецков — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, доктор медицинских наук.

DECOMPRESSIVE STABILIZING OPERATIONS IN THE TREATMENT OF COMPLICATED AGGRESSIVE HEMANGIOMAS OF TRANSITIONAL SPINE

S. V. Likhachev — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Senior Research Scientist, Candidate of Medical Science; V.B. Arsenievich — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of the Third Traumatology and Orthopedics Department, Candidate of Medical Science; E.A. Salina — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Associate Professor of Neuropathology Department, Candidate of Medical Science; S. V. Stepukhovich — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, traumatologist-orthopedist of the Third Traumatology and Orthopedics Department, Candidate of Medical Science; A.I. Norkin — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, traumatologist-orthopedist of the First Traumatology and Orthopedics Department, Assistant of Traumatology and Orthopedics Department, Candidate of Medical Science; S. A. Mizyurov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Postgraduate of Traumatology and Orthopedics Department; V. V. Zaretskov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Leading Research Scientist, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 10.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Лихачев С. В., Арсениевич В.Б., Салина Е.А., Степухович С. В., Норкин А.И., Мизюров С. А., Зарецков В.В. Декомпрессивно-стабилизирующие операции при лечении осложненных агрессивных гемангиом переходных отделов позвоночника. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 746–751.

Цель: изучение эффективности хирургического лечения при осложненных агрессивных гемангиомах переходных отделов позвоночника. *Материал и методы*. Декомпрессивно- стабилизирующие операции выполнены 26 пациентам в возрасте от 35 до 52 лет с гемангиомами тел позвонков. Индивидуальные особенности операции зависели от характера и уровня поражения. *Результаты*. В исследуемой группе пациентов при поступлении выявлялся неврологический дефицит компрессионного генеза, связанный с формированием критических величин сужения просвета позвоночного канала за счет эпидурального компонента новообразования. После операции отмечался стойкий анталгический эффект, а также регрессировал неврологический дефицит. *Заключение*. При выборе методики проведения декомпрессивно-стабилизирующих операций необходимо учитывать рентгеноморфометрические параметры поврежденного позвонка. Правильно спланированное и выполненное с учетом характера повреждения вмешательство дает возможность получения благоприятных результатов. При этом достигаются значимое улучшение качества жизни пациента, регресс неврологического дефицита и устранение болевого синдрома.

Ключевые слова: гемангиома, позвоночник, лучевая терапия, декомпрессивно-стабилизирующие операции.

Likhachev SV, Arsenievich VB, Salina EA, Stepukhovich SV, Norkin AI, Mizyurov SA, Zaretskov VV. Decompressive stabilizing operations in the treatment of complicated aggressive hemangiomas of transitional spine. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 746–751.

The aim: to study the efficiency of surgical treatment of complicated aggressive hemangiomas in transitional spine. Material and Methods. Decompressive stabilizing operations were made to 26 patients aged 35–52 years with hemangiomas of vertebral bodies. Individual surgical features varied due to the character and level of the injury. Results. In the experimental patients' group in admission there was neurological deficit of compressional origin associated with the critical values of luminal narrowing due to the epidural component of the neoformation. Stable antalgic effect and decrease in neurological deficit were seen postsurgically. Conclusion. While choosing the surgical option of decompressive stabilizing treatment a surgeon should take into account roentgenomorphometric features of the injured vertebrae. Adequately planned intervention fulfilled with the account of the injury character allows obtaining favorable outcomes as well as LQ improvement, neurological deficit decrease and the elimination of pain syndrome.

Key words: hemangioma, spinal cord, luchevaya terapiya, decompressive-stabilizing operation.

Введение. Гемангиомы в общей структуре заболеваний позвоночника встречаются в 11,0% наблюдений, 3,7% из них имеют агрессивный характер [1]. Одним из этиологических факторов роста гемангиомы является механическая нагрузка. По сравнению с другими позвоночно-двигательными сегментами переходные отделы позвоночника наиболее подвержены статодинамическим нагрузкам, что обусловливает высокую вероятность возникновения и прогрессирования гемангиом на уровне шейно-грудного (C7-Th3), грудопоясничного (Th11-L2) и пояснично-крестцового (L5-S1) переходов [2, 3]. Уникальная биомеханика переходных отделов позвоночника, их высокая функциональная активность и подверженность тяжелым механическим воздействиям увеличивают вероятность патологического перелома при гемангиомах и предъявляют повышенные требования к надежности стабилизации позвоночно-двигательных сегментов [4].

Сегодня, несмотря на актуальность вопроса хирургической реабилитации пациентов с повреждениями и заболеваниями переходных отделов позвоноч-

Ответственный автор — Лихачев Сергей Вячеславович

Тел.: +79042417001 E-mail: likha4@mail.ru ника, дискутабельными остаются вопросы выбора тактики и методов оперативного вмешательства в зависимости от характера и локализации процесса. Хирургическая реконструкция при повреждениях и заболеваниях переходных отделов позвоночника предполагает применение всего спектра хирургических доступов и различных вариантов спондилосинтеза [5].

Агрессивные гемангиомы позвоночника, сопровождающиеся интраканальным ростом, встречаются в 1% случаев. Увеличение размеров гемангиомы приводит к формированию стеноза позвоночного канала и сужению межпозвонковых отверстий. Медленный рост опухоли в сочетании с компенсаторными нейроваскуляторными механизмами обусловливают постепенное нарастание неврологических выпадений. Данный период занимает от нескольких месяцев до нескольких лет. В течение этого времени усиливаются боли в спине, возникают радикулярный синдром, парастезии, проводниковые чувствительные расстройства, развитие парезов и параличей, нарушение функции тазовых органов [6].

Одной из методик хирургического лечения агрессивных гемангиом позвоночника с интраканальным ростом являются декомпрессивно-стабилизирующие

операции (ДСО) в сочетании с предоперационной лучевой терапией (ЛТ) [7]. Из зарубежной литературы известно, что при хирургическом лечении осложненных агрессивных гемангиом используется открытая декомпрессивная операция (ламинэктомия) в сочетании с заполнением полиметилметакрилатом тела пораженного гемангиомой позвонка пункционным методом. С минимальной операционной травмой и незначительной кровопотерей, как правило, достигаются удовлетворительные результаты в виде регресса как неврологического дефицита, так и локального болевого синдрома [8, 9]. Выбор метода хирургического лечения у больных с агрессивными гемангиомами позвонков, сопровождающимися выраженным неврологическим дефицитом и наличием мягкотканого компонента, не всегда однозначно определенным: в одних случаях требуется направленная лучевая терапия (ЛТ), в других — декомпрессивно-стабилизирующая операция (ДСО) на уровне повреждения [10, 11].

Цель: изучение эффективности хирургического лечения при осложненных агрессивных гемангиомах переходных отделов позвоночника.

Материал и методы. Обследованы и прооперированы 26 пациентов в возрасте 35-52 лет с агрессивными гемангиомами переходных отделов позвоночника, сопровождающимися экстравертебральным распространением и компрессионным синдромом. Лиц мужского пола было 9 (34,6%), женского 17 (65,4%). Всем больным до операции выполняли магнитно-резонансную (МРТ) и компьютерную (КТ) томографии. КТ-исследование позволяло достоверно определить размеры опухоли, степень выраженности деструкции костной ткани; МРТ давала возможность точнее дифференцировать мягкотканый паравертебральный компонент, степень инвазии по отношению к анатомическим структурам позвоночного канала. После оперативного вмешательства КТ повторяли с целью контроля стабильности имплантированной металлоконструкции, оценки полноты заполнения костным цементом зоны гемангиомы и выявления миграции полиметилметакрилата. При поступлении больного в стационар и через 2 месяца после операции для объективизации вербальной характеристики боли и оценки ее регресса использовали десятибалльную визуально-аналоговую шкалу (ВАШ-10), выраженность нарушения качества жизни определяли по индексу Освестри. Оценку неврологических нарушений до и после операции оценивали по шкале ASIA/IMSOP.

Индивидуальные особенности операции зависели от характера поражения, выявленного при предоперационном обследовании. ДСО в объеме ламинэктомии, транспедикулярной бисегментарной фиксации и открытой вертебропластики тела позвонка полиметилметакрилатом осуществлена 22 больным, вентральный спондилодез имплантатом МЕSH в сочетании с транспедикулярной фиксацией — 4 пациентам. Всем больным ДСО выполнялась после курса ЛТ, выполненной по стандартной методике (доза 30 Гр, количество сеансов 10, продолжительность 2 недели).

Для оценки полученных результатов использовали экспресс-метод статистической обработки экспериментальных и клинических данных (по Р.Б. Стрелкову, 1999), основанный на принципе расчета стандартного отклонения по разности величин вариационного ряда [12]. Вычисляли значения сред-

них арифметических с их среднеквадратическими (стандартными) ошибками.

Результаты. Неврологический дефицит до выполнения хирургического вмешательства имелся у всех 26 больных, при этом моторная функция отсутствовала при сохранении сенсорной у 1 (3,8%) пациента с гемангиомой S1 позвонка (функциональный класс В по шкале ASIA/IMSOP). Сохранение моторной функции ниже 3 баллов каудальнее уровня поражения (функциональный класс C по шкале ASIA/ IMSOP) выявлено у 6 (23%) больных. Нижний парапарез с сохранением мышечной силы более и равной 3 баллам наблюдался у 19 (73,2%) пациентов (функциональный класс D по шкале ASIA/IMSOP). Постоянным клиническим признаком, выявляемым у больных с гемангиомой позвоночника до операции, являлся болевой синдром. По результатам предоперационного тестирования с помощью ВАШ-10 слабую боль (2-3 балла) испытывали 6 (23%) пациентов, умеренную (4-6 баллов) 9 (34,6%), сильную (7-10 баллов) 11 (42,4%); средние значения интенсивности болевого синдрома составили 7,10±0,12 балла. Степень нарушения качества жизни, определяемая по величине индекса Освестри до хирургического вмешательства, составила 44±6,2%. Применение ЛТ в предоперационном периоде позволило снизить объем интраоперационной кровопотери до 400±140 мл.

После выполнения ДСО больных с выраженностью неврологического дефицита, соответствующей функциональному классу В по шкале ASIA/IMSOP, не выявлено; количество больных, имеющих выраженность неврологического дефицита, соответствующую функциональному классу С, достигло 3 (11,5%), D — 10 (38,4%), E — 13 (50,1%). Значения показателей индекса Освестри после операции составило 23±1,0%. Через 2 месяца после операции интенсивность болевого синдрома существенно регрессировала до 2,30±0,10 балла, что указывало на выраженный анталгический эффект ДСО в послеоперационном периоде. Восстановление двигательной функции после декомпрессии содержимого позвоночного канала заняло от 2 до 6 месяцев.

Для демонстрации результатов применения ДСО при лечении осложненных агрессивных гемангиом переходных отделов позвоночника приводим следующие клинические примеры.

Больной И., 46 лет. Поступил в травматолого-ортопедическое отделение №3 с жалобами на боль в грудопоясничном отделе позвоночника, иррадиирующую в левую нижнюю конечность, слабость в левой нижней конечности. Больным себя считает около полугода, когда без видимой причины возникли боли в грудопоясничном отделе позвоночника. Около двух месяцев назад интенсивность болевого синдрома значительно увеличилась. Проводимое консервативное лечение эффекта не дало. При КТ диагностирована гемангиома, тотально поражающая тело L2 позвонка, с мягкотканой эпидуральной экспансией (рис. 1). В неврологическом статусе пациента: мышечная сила в левой нижней конечности снижена до 3 баллов, выраженность неврологического дефицита соответствует функциональному классу D по шкале ASIA/IMSOP. Боль в грудопоясничном отделе позвоночника больной оценивает в 6 баллов по ВАШ. В плане предоперационной подготовки была выполнена глубокая ЛТ новообразования. Интенсивность болевого синдрома в грудопоясничном отделе позвоночника и нижней конечности уменьшилась. Больному выполнена ДСО — ламинэктомия L2 позвонка,



Рис. 1. КТ-скан L2 позвонка до операции

транспедикулярная фиксация в сегментах L1-L3, открытая вертебропластика L2 позвонка (рис. 2). Послеоперационный период протекал без осложнений. На следующий после операции день больной оценивал свои болевые ощущения в 3 балла по ВАШ. На контрольных рентгенограммах определялось заполнение литической полости костным цементом, утечек за границы тела позвонка выявлено не было, металлоконструкция стабильна (рис. 3). Выписан на 14-е сутки. Через 6 месяцев после операции отмечен полный



Рис. 3. Рентгенограмма позвоночника после операции, боковая проекция

регресс болевого синдрома и преходящих двигательных и чувствительных нарушений.

Больная А., 48 лет. Поступила с жалобами на боли в области пояснично-крестцового отдела позвоночника, отсутствие активных движений в обеих нижних конечностях, нарушение функций тазовых органов (функциональный класс В по шкале ASIA/IMSOP). Болевой синдром больная оценивала в 8 баллов по ВАШ. Больной себя считает около двух лет. Получала лечение амбулаторно по поводу

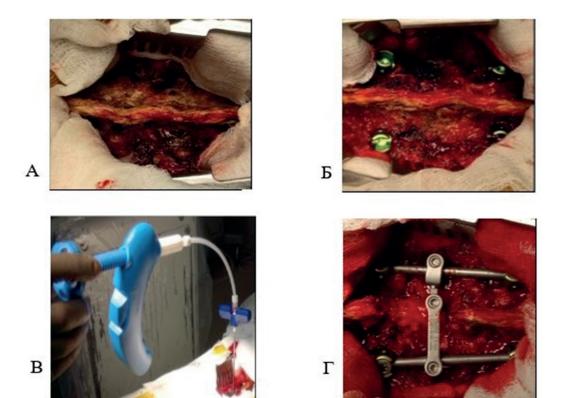


Рис. 2. Этапы ДСО: A — доступ к сегментам L1-L3; Б — установка винтов; В — открытая вертебропластика; Г — монтаж транспедикулярной системы

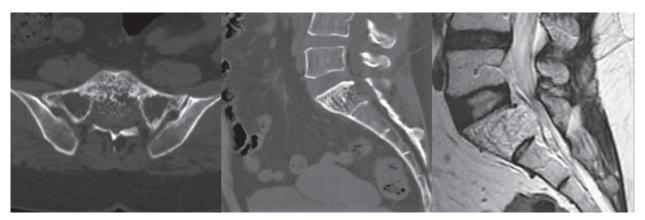


Рис. 4. КТ- и MPT-сканы S1 позвонка до операции

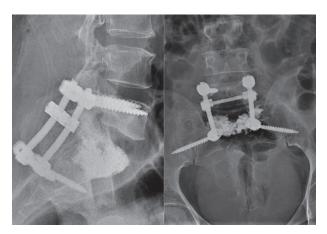


Рис. 5. Рентгенограммы после операции

остеохондроза. Гемангиома позвоночника выявлена при МРТ около двух недель до госпитализации: MP сигнал от S1 позвонка неоднородно повышен в T1 и T2 ВИ, тело позвонка вздуто, вследствие чего значительно сужен крестцовый канал на этом же уровне (рис. 4). Больной после проведения курса ЛТ выполнена ДСО в объеме ламинэктомии крестца, открытой вертебропластики S1 позвонка, sine-pelvic фиксации дорзальной конструкцией. Послеоперационный период протекал без осложнений. Больная активизирована на 2-е сутки после вмешательства. На момент выписки из стационара оценивала свои болевые ощущения в 2 балла по ВАШ. На контрольных рентгенограммах (рис. 5) определялось полное заполнение литической полости костным цементом, утечек за границы тела позвонка выявлено не было, металлоконструкция была стабильна. Отрицательной динамики неврологического статуса не наблюдалось. Через 6 месяцев после операции отмечали полный регресс болевого синдрома, частичное восстановление активных движений в нижних конечностях (функциональный класс C по шкале ASIA/IMSOP).

Обсуждение. Около 1% гемангиом позвоночника сопровождаются распространением опухоли в позвоночный канал с компрессией его содержимого, хирургия этого заболевания требует применения более агрессивных методик. Одной из проблем, сопровождающих выполнение ДСО, является риск неконтролируемого кровотечения при резекции патологически измененных тканей. Поэтому нами применялась ЛТ у всех больных в качестве предоперационной подготовки, при этом описанных в литературе осложнений

(лучевая миелопатия, ожоги кожи) выявлено не было. Эффект ЛТ в отношении снижения кровопотери при вмешательстве в зоне гемангиомы объясняется фиброзными изменениями сосудов новообразования. Таким образом, ЛТ в контексте лечения гемангиом позвоночника, по нашему мнению, можно рассматривать только как один из аспектов предоперационной подготовки. При агрессивных гемангиомах с наличием мягкотканого компонента и неврологического дефицита необходимо применение декомпрессии спинного мозга со стабилизацией.

Заключение. Выполнение ДСО всем пациентам в сочетании с предоперационной ЛТ является эффективным методом лечения агрессивных гемангиом позвоночника с экстравертебральным распространением.

При выборе методики проведения ДСО необходимо учитывать рентгеноморфометрические параметры поврежденного позвонка. Правильно спланированное и выполненное с учетом характера повреждения вмешательство дает возможность получения благоприятных результатов. При этом достигаются значимое улучшение качества жизни пациента, регресс неврологического дефицита и устранение болевого синдрома.

Конфликт интересов не заявляется.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — В.В. Зарецков, С. В. Лихачев; получение данных — В.Б. Арсениевич, Е.А. Салина, С. В. Степухович, А.И. Норкин, С. А. Мизюров; обработка данных — С. В. Лихачев, Е.А. Салина; анализ и интерпретация результатов — В.В. Зарецков, С. В. Лихачев; написание статьи — С. В. Лихачев; утверждение рукописи для публикации — В.В. Зарецков.

References (Литература)

- 1. Zaretskov VV, Likhachev SV, Arsenievich VB, et al. Vertebral hemangiomas: Diagnostics and surgical treatment. Advances in current natural sciences 2015; 6: 22–27. Russian (Зарецков В.В., Лихачев С. В., Арсениевич В. Б и др. Гемангиомы позвоночника: особенности диагностики и хирургического лечения. Успехи современного естествознания 2015; 6: 22–27).
- 2. Karagodin DF, Ptashnikov DA, Usikov VD, et al. Osteosynthesis of the spine at pathological fractures against the background of extensive metastatic spread in combination with radio- and chemotherapy. Traumatology and orthopedics of Russia 2010; 1 (55): 14–20. Russian (Карагодин Д.Ф., Пташников Д.А., Усиков В.Д. и др. Остеосинтез позвоночника при патологических переломах на фоне распространенного метастатического поражения в сочетании с лучевой и химиотерапией. Травматология и ортопедия России 2010; 1 (55): 14–20).

- 3. Sumin DYu, Zaretskov VV, Titova Yul, et al. X-Ray Morphometry as Part of Vertebroplasty Planning in Osteoporosis. Medical visualization 2016; 4: 119–124. Russian (Сумин Д.Ю., Зарецков В.В., Титова Ю. И и др. Рентгеноморфометрия как составляющая планирования вертебропластики при остеопорозе. Медицинская визуализация 2016; 4: 119–124).
- 4. Likhachev SV, Zaretskov VV, Arsenievich VB, et al. Aggressive hemagiomas of the vertebral bodies: Peculiarities of the regional blood flow. Diagnostics and surgical treatment. Kremlyovskaya meditsina: Klinicheskiy vestnik 2015; 4: 107–115. Russian (Лихачев С. В., Зарецков В.В., Арсениевич В. Б и др. Агрессивные гемангиомы тел позвонков: Особенности регионарного кровотока. Диагностика и хирургическое лечение. Кремлевская медицина: Клинический вестник 2015; 4: 107–115).
- 5. Kravtsov MN, Manukovskiy VA, Zharinov GM, et al. Aggressive vertebral hemangiomas: optimization of management tactics. Voprosy neirokhirurgii 2012; 2: 23–32. Russian (Кравцов М.Н., Мануковский В.А., Жаринов Г.М. и др. Агрессивные гемангиомы позвонков: оптимизация тактики лечения. Вопросы нейрохирургии 2012; 2: 23–32).
- 6. Musaev ER. Primary tumors of the spine: literature review. Practical oncology 2010; 11 (1): 19–24. Russian (Мусаев Э.Р. Первичные опухоли позвоночника: обзор литературы. Практическая онкология 2010; 11 (1): 19–24).

- 7. Zaretskov VV, Sumin DYu, Arsenievich VB, et al. Vertebroplasty for lumbar vertebral body injury in patients with osteoporosis. Journal of spine surgery 2011; 3: 26–30. Russian (Зарецков В.В., Сумин Д.Ю., Арсениевич В.Б. и др. Вертебропластика при повреждениях тел поясничных позвонков у пациентов с остеопорозом. Хирургия позвоночника 2011; 3: 26–30).
- 8. Acosta FL Jr, Sanai N, Cloyd J, et al. Treatment of Enneking stage 3 aggressive vertebral hemangiomas with intralesional spondylectomy: report of 10 cases and review of the literature. J Spinal Disord Tech 2011; 24 (4): 268–275.
- 9. Ropper AE. Primary vertebral tumors: A review of epidemiologic, histological, and imaging findings. Part I: Benign tumors. Neurosurgery 2011; 69 (6): 1171–1180.
- 10. Miszczyk L, Tukiendorf A. Radiotherapy of painful vertebral hemangiomas: the single center retrospective analysis of 137 cases. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2012; 82 (2): 173–180.
- 11. Tarantino R, et al. Surgery in extensive vertebral hemangioma: case report, literature review and a new algorithm proposal. Neurosurgical review 2015.
- 12. Strelkov RB. Tablicy Strelkova i e'kspress-metod statistiki. Moscow: PAIMS, 1999; 50 р. Russian (Стрелков Р.Б. Таблицы Стрелкова и экспресс-метод статистики. М.: ПАИМС, 1999; 50 с.)

УДК 617.3:616-007.15:616.72

Обзор

КОКСАРТРОЗ ДЕТСКОГО И ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА: ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ (ОБЗОР)

И.А. Норкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, директор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, профессор, доктор медицинских наук; А.В. Сертакова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; С. А. Рубашкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; В.В. Зоткин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолого-ортопед; В.А. Герасимов — НИИ травматолого-ортопед детского отделения; М.Х. Тимаев — НИИ травматологии, врач травматолого-ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолого-ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолого-ортопедического отделения; М.Х. Тимаев — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса лечебного факультета; Е.С. Купина — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» факультета.

COXARTHROSIS IN INFANCY AND ADOLESCENCE: OPPORTUNITIES OF PREVENTIVE TREATMENT (REVIEW)

I.A. Norkin — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Director, Head of Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science; A.V. Sertakova — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Department of Innovation Projects in Vertebrology and Neurosurgery, Senior Research Assistant, Candidate of Medical Science; S. A. Rubashkin — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Department of Innovation Projects in Vertebrology and Neurosurgery, Research Assistant, Candidate of Medical Science; V.V. Zotkin — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, traumatologist-orthopedist; V.A. Gerasimov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Children's Traumatology and Orthopedics Department, traumatologist-orthopedist; M.Kh. Timaev — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Faculty of General Medicine, 6-year-student; E.S. Kupina — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Faculty of Pediatrics, 6-year-student;

Дата поступления — 12.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Норкин И.А., Сертакова А.В., Рубашкин С. А., Зоткин В.В., Герасимов В.А., Тимаев М.Х., Чибрикова Ю.А., Купина Е.С. Коксартроз детского и подросткового возраста: возможные пути профилактики (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 751–755.

В обзоре систематизированы сведения об основных группах гетерогенных болезней, исходом которых является коксартроз детского и подросткового возраста. Представлены данные об этиологии; патогенезе; методах диагностики, лечения и возможной профилактики развития осложнения (дистрофических изменений в тазобедренных суставах) для каждого заболевания.

Ключевые слова: коксартроз, детский и подростковый возраст, профилактика.

Norkin IA, Sertakova AV, Rubashkin SA, Zotkin VV, Gerasimov VA, Timaev MKh, Chibrikova YuA, Kupina ES. Coxarthrosis in infancy and adolescence: opportunities of preventive treatment (review). Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 751–755.

The review systematizes scientific data on the major groups of heterogeneous diseases which have infant and adolescence coxarthrosis as their outcome and contains materials on etiology, pathogenesis, diagnostic, treatment and precaution methods of complication (dystrophic changes in hip joints) for each disease.

Key words: coxarthrosis, infancy and adolescence, preventive treatment.

Коксартроз представляет собой гетерогенную группу патологических заболеваний тазобедренного сустава (ТС), частный случай остеоартроза, для которого характерны нарушения анатомо-функционального суставного гомеостаза различной степени тяжести [1, 2]. Например, одни изменения связаны с патологией структурных компонентов сустава (вертлужная впадина, головка бедренной кости), другие — со специфическими расстройствами метаболизма синовиальной жидкости и клеточного состава суставной полости и т.д. Независимо от этиологических факторов коксартроз занимает одну из лидирующих позиций в отрицательном рейтинге влияний на качество жизни человека [3]. Статистические данные неутешительны: частота встречаемости увеличивается, как и затраты на лечение (прямые и непрямые). Так, в Великобритании около 13% населения страдает коксартрозом (8,75 млн человек), общие расходы достигают £ 21 млрд. В США в 2017 г. выявлено около 50 млн человек с остеоартрозом крупных суставов, потери государства (лечение, нетрудоспособность, пособия по инвалидности) составили \$128 млрд; в Австралии: 16,3% населения и \$500 млн соответственно [4]. В России около 14 млн человек живут с коксартрозом, показатель инвалидности 4,36.

Встречается данное заболевание и в практике детских врачей (ортопедов, педиатров, хирургов), представляя такую же серьезную проблему в медицине. Ведь исходом коксартроза детского и подросткового возраста являются: потеря функции крупного осевого сустава скелета, раннее развитие физической ограниченности (инвалидность) и, как следствие, неполноценность социальной и психологической интеграции в общество. Однако фокус врачей в педиатрической практике связан не столько с возможностями диагностики и лечения коксартроза, сколько с мерами профилактики его развития, а также предшествующих ему состояний, с умением распознавать их и нивелировать в максимально короткие сроки [5].

Самым частым и общим потенциальным предиктором остеоартроза ТС у детей и подростков служит боль в тазобедренном суставе (hippain) [6]. Не являясь самостоятельным заболеванием, она маркирует любые нарушения в системе взаимодействия «вертлужная впадина — суставная полость — головка бедра». Около 5% всех обращений к ортопедам / хирургам связано с синдромом боли в ТС, средний возраст обращения составляет 4,35–9 лет [7].

Боль в ТС у детей и подростков является признаком гетерогенных групп заболеваний, возможным исходом которых может быть коксартроз [8]. К таким заболевания относятся следующие:

группа заболеваний инфекционной природы и транзиторный синовит (септический артрит, реак-

Ответственный автор — Сертакова Анастасия Владимировна Теп: +79272240280

Тел.: +79272240280

E-mail: anastasiya-sertakova@yandex.ru

тивный артрит, остеомиелит, токсический артрит, туберкулезный артрит);

группа заболеваний травматической природы (посттравматический артрит, генерализованная гипермобильность);

группа заболеваний системного аутоиммунного характера (ювенильный ревматоидный артрит, артрит при системной красной волчанке, полимиозит);

злокачественные болезни (коксартроз на фоне опухоли, нейробластомы, гемобластозов);

группа заболеваний ортопедического характера (дисплазия ТС, болезнь Легга — Кальве — Пертеса, эпифизеолиз головки бедра и др.).

Группа заболеваний инфекционной природы и транзиторный синовит. Все варианты заболеваний данной категории представляют собой случаи воспаления в полости сустава на фоне системного воспалительного ответа, доброкачественный характер которых доказан лишь для единичного транзиторного синовита. Даже транзиторный синовит, возникающий несколько раз на протяжении года, способен вызвать необратимые изменения в суставных поверхностях, в частности гиалиновом хряще. Частота их встречаемости варьируется от 3 до 80 на 100000 детей в возрасте 3-12 лет [9]. Общими для группы болезней являются основные патогенетические механизмы развития нарушений в суставе [10]: 1) реакции клеток синовиальной полости (преимущественно синовиальные макрофаги), клеток суставных концов на антигены флогогенных агентов или развитие асептического воспаления за счет предшествующей макрофагальной реакции; 2) выброс биологически активных веществ (цитокинов, гуморальных субстанций), реализующих типовые клеточные и сосудистые изменения в очаге воспаления. Сила, продолжительность, клеточная активность воспаления часто запускает генерализованный апоптоз клеточного микроокружения ТС, дегенеративно-дистрофические изменения в хрящевой и костной тканях, что обусловливает развитие раннего коксартроза.

Для диагностики данных заболеваний используют критерии Коcher: наличие лихорадки (>38,5°С), СОЭ>40 мм/ч, лейкоцитоз (>12×10⁹/л), С-реактивный белок>20мг/л, отсутствие нагрузки на пораженную конечность [11]. Кроме того, обязательно применяют инструментальные методы диагностики (рентгенография, ультразвуковое исследование, магнитнорезонансная и компьютерная томография), которые позволяют дифференцировать костные и тканевые изменения в полости сустава.

Для профилактики развития коксартроза вследствие инфекционных поражений полости ТС необходимо диагностировать патологический процесс на ранних сроках и начать специфическое этиотропное лечение (антибиотикотерапия) в первые 72 часа, полностью исключить нагрузку на пораженные суставы до окончательного выздоровления. При возникновении транзиторного синовита необходимо применять терапию нестероидными противовоспалительными

средствами и методы физиолечения в первые 72 часа, строгое ограничение нагрузки на пораженный сустав. В противном случае на фоне системной воспалительной реакции вероятность повторного асептического воспаления в суставе велика, что, в свою очередь, запустит процесс апоптоза и деградации гиалинового хряща [10].

Группа заболеваний травматической природы. Данные патологические состояния напрямую связаны с силой и моментом действия повреждающего агента, нередко на фоне генетически обусловленной дисплазии соединительной ткани. Генетические нарушения строения опорных коллагенов I и II типов (мутации линий COLI/II) приводят к врожденной слабости хряща, кости и связок, что способствует увеличению воздействия даже умеренного травмирующего агента [12]. Распространенность травмы ТС среди детей и подростков гораздо меньше, чем у взрослых, и не превышает 4% в популяции различных стран [13]. Травма вызывает типовые клеточные реакции на повреждение (чаще необратимого характера) без нарушения компонентов ТС или с нарушениями (разрывы связок, повреждение гиалинового хряща и переломы субхондральной кости). В патогенезе преобладают механизмы развития асептического воспаления. Для диагностики обязательно наличие анамнеза в виде травмы, а также традиционных инструментальных методов исследований в ортопелии.

Для профилактики развития коксартроза при данных патологических состояниях необходимо применять неотложное ортопедическое лечение в виде иммобилизации, максимально возможной реконструкции поврежденного сустава (закрытым или открытым методом) при нарушении анатомических взаимоотношений. Важное место в данном случае занимает медицинская реабилитация после ликвидации травмирующего начала. Часто неудовлетворительное состояние капсульно-связочного аппарата ТС после травмы на фоне нормальных взаимоотношений суставных концов способно спровоцировать развитие хронического болевого синдрома, позиционной контрактуры и локального дегенеративного процесса в суставе.

Группа заболеваний системного аутоиммунного характера и злокачественного характера. Для этих заболеваний характерно развитие воспаления вследствие аутоиммунной агрессии собственных Т- и В-лимфоцитов. Подобная реакция приводит к специфическому хроническому пролиферативному воспалению в тканях ТС, активации лимфоцитарномакрофагальных образований и быстрой альтерации и лизису структур сустава. Даже при грамотном лечении пациентов этой категории развивается тяжелый коксартроз в детском и подростковом возрасте [14]. Распространенность варьируется от 2-16:100000 детей (ювенильный ревматоидный артрит) до 10-20:100000 для системной красной волчанки. Патогенез множества аутоиммунных болезней в настоящее время не раскрыт, однако выделяют следующие теории: нарушение контроля иммунной реакции; появление «запретных» аутоклонов Т/В-лимфоцитов; теория поликлональной активации В-лимфоцитов, а также генетическая предрасположенность (специфические мутации в локусах систем HLA Iи II типов) [15].

Для диагностики заболеваний используются различные критерии, разработанные ревматоло-

гическим обществом, связанные с определением специфических аутоантител, элементов клеточной сенсибилизации, иммунорегуляторных индексов и циркулирующих иммунных комплексов [16]. Профилактика коксартроза для аутоиммунных поражений ТС сводится к выполнению строгих рекомендаций врачей ревматологического профиля, а также возможной замене сустава на эндопротез для сохранения качества жизни молодого пациента.

Природа злокачественных образований области ТС не уточнена, как и для большинства злокачественных опухолей, поэтому методы профилактики развития коксартроза в данном случае не разработаны, поскольку основным методом лечения является резекция сустава по показаниям и установка специального эндопротеза (при гемобластозах и локальных опухолях).

Группа заболеваний ортопедического характера. Специфические ортопедические заболевания занимают лидирующую позицию по частоте возникновения коксартроза молодого возраста. Различные по этиологии, патогенезу и клинической картине они приводят к типичным дегенеративно-дистрофическим нарушениям тазобедренного сустава [17, 18]. Наиболее значимые из них: дисплазия ТС, болезнь Легга-Кальве-Пертеса и юношеский эпифизеолиз.

Дисплазия ТС представляет собой генетически детерминированное мультифакториальное заболевание, приводящее к недоразвитию одного или обоих суставных компонентов (вертлужная впадина, головка бедра) различной степени тяжести [19]. Эпидемиологическая разница в странах огромна, поэтому частота встречаемости достигает 1-35:1000 новорожденных, количество девочек с патологией значимо выше и составляет 8:1 по сравнению с мальчиками [20]. Диагностика болезни включает клинический осмотр ортопеда на 1-м месяце жизни с оценкой тестов Барлоу/Ортолани, общего развития тазобедренных суставов, УЗИ-скрининг (преимущественно у детей до 6 мес.), рентгенографию. Для профилактики развития коксартроза, который неизбежен в отсутствие лечения, применяют специальные методы ортопедической коррекции: функциональный метод при дисплазии легкой и средней степени тяжести (ношение стремян Павлика, абдукционных шин и физиотерапевтические методы лечения), направленный на нормализацию процессов развития суставных концов и суставных взаимоотношений [21]. В тяжелых случаях применяют реконструктивные оперативные вмешательства (остеотомии) на тазовом кольце и бедренной кости для создания анатомо-биомеханически выгодного положения ТС [22].

Для пациентов с клинически «молчащей» и нелеченой дисплазией по тем или иным причинам основным методом лечения остается тотальное эндопротезирование пораженного сустава.

Болезнь Легга-Кальве-Пертеса (БЛКП) описана более ста лет назад, однако до настоящего времени ее этиология не уточнена. Заболевание представляет собой этапное развитие некроза головки бедра у детей в возрасте 4—8 лет (встречаются случаи возникновения до 15 лет). Частота встречаемости составляет 1:1200 детей, зависит от климато-георгафических условий, соотношение мальчики/девочки — 5:1, двусторонне поражение отмечают в 10—15% случаев [23]. Среди теорий возникновения БЛКП выделяют травматическую, первоначальных микроциркулятор-

ных нарушений, генетически детерминированную и гормонозависимый остеонекроз. В основе патогенеза ключевым событием служит локальная ишемия головки бедра. БЛКП — 4-стадийный процесс, включающий начальный ишемический костный инсульт, фрагментацию и резорбцию кости, реоссификацию (продолжительность составляет не менее 1 года) и ремоделирование головки бедра (полный процесс занимает 3-5 лет). БЛКП характеризуется постепенным нарастанием хромоты, ограничений движений в тазобедренном суставе и появлением хронического болевого синдрома. Исходом заболевания даже при легкой степени служит деформация головки бедра и ранний коксартроз. Диагностику проводят при наличии жалоб с помощью рентгенографии, на ранних стадиях эффективно применение магнитно-резонансной томографии. Классификация стадий болезни основана на степени поражения головки бедра с модификацией критериев Caterall — Burgener.

Для предотвращения развития коксартроза тяжелой степени у детей и подростков необходимы активные ортопедические вмешательства, направленные на улучшение и стимуляцию кровотока в пораженном сустава [24]. В частности, на ранних стадиях могут применить консервативный метод и полное исключение нагрузки на конечность; также используют миниинвазивные процедуры (лазерные и оперативные туннелизации); при тяжелых степенях — декомпрессионные операции с наложением эндоаппарата, разгружающего головку бедра, или комбинированное хирургическое лечение с демпферной динамической разгрузкой [25, 26] для улучшения биомеханической функциональности ТС, когда вертлужная впадина полностью обхватывает головку, оказывая положительное влияние на ремоделирование бедренной кости, поскольку не происходит вторичных изменений.

Юношеский эпифизеолиз головки бедра (ЮЭГБК) также принадлежит к группе остеонекроза костной ткани, однако возраст возникновения патологии ближе к подростковому — 12-14 лет. Доказанным этиопатогенетическим началом ЮЭГБК считают гормональные нарушения на фоне гипофизарного подросткового ожирения. Частота заболеваемости сравнительно невелика (около 2-3%) и повышена в странах, угрожаемых эпидемией детского ожирения [26]. На фоне гормональных расстройств (снижения уровня анаболических гормонов, тиреоидных гормонов) и ожирения возникает остеолизис в метафизарной зоне эпифиза бедренной кости и постепенная утрата сферичной формы головки. Данные условия провоцируют развитие тяжелого раннего коксартроза уже через год после начала болезни. Классифицируют ЮЭГБК на стабильные (без смещения по зоне метаэпифиза) и нестабильные формы (смещение различной степени по зоне метаэпифиза), в зависимости от этого фактора отличается прогноз применяемого метода лечения.

Для профилактики возникновения как ЮЭГБК, так и вторичного коксартроза рекомендовано ведение здорового образа жизни с соблюдением диеты и физической активности [27]. При диагностировании патологии (рентгенография, компьютерная томография) основным методом лечения остается хирургический: фиксация проксимального отдела бедра металлоконструкцией [28–30], в отдельных случаях эндопротезирование в подростковом возрасте.

Таким образом, для профилактики возникновения вторичного раннего коксартроза необходимо соблюдать несколько важных условий, прежде всего имеются в виду следующие принципы:

- 1) поддержание здорового образа жизни детей с балансом физической активности и периодов отдыха, коррекция избытка или дефицита массы тела;
- 2) широкий спектр инструментальных возможностей и высокая квалификация ортопедов для обеспечения ранней диагностики заболевания;
- 3) выбор адекватной тактики лечения с учетом степени тяжести патологического процесса. Возможность применения реконструктивных оперативных вмешательств для достижения удовлетворительного анатомо-биомеханического состояния пораженного тазобедренного сустава.

Авторский вклад: написание статьи — И.А. Норкин, А.В. Сертакова, С. А. Рубашкин, В.В. Зоткин, В.А. Герасимов, М.Х. Тимаев, Ю.А. Чибрикова, Е.С. Купина; утверждение рукописи для публикации — И.А. Норкин, А.В. Сертакова.

References (Литература)

- 1. Shostak NA, Pravdyuk NG. Osteoarthrosis: clinical pattern, diagnostics, therapeutic approaches. Supplement of Consilium Medicum 2012; (1): 45–49. Russian (Шостак Н.А., Правдюк Н.Г. Остеоартроз: клиническая картина, диагностика, подходы к терапии. Неврология и ревматология: Приложение к журналу Consilium Medicum 2012; (1): 45–49).
- 2. Rosenberg JH, Rai V, Dilisio MF, Agrawal DK. Damage-associated molecular patterns in the pathogenesis of osteoarthritis: potentially novel therapeutic targets. Mol Cell Biochem 2017 May 4. Doi: 10.1007/s11010-017-3047-4.
- 3. Ebell MH, Grad R. Top 20 Research Studies of 2016 for Primary Care Physicians. Am Fam Physician 2017 May 1; 95 (9): 572–579.
- 4. Ackerman I, Bohensky M, Pratt C, Gorelik A, Liew D. Counting the cost. Part 1: Healthcare Costs: The current and future burden of arthritis. Arthritis Australia 2016.
- 5. Bakhteeva NKh, KrasnovAF, Norkin IA. Preventive treatment of infant and adolescence coxarthrosis due to hip joint pathology. Saratov, 2005; 205 р. Russian (Бахтеева Н.Х., Краснов А.Ф., Норкин И.А. Профилактика развития коксартроза у детей и подростков с патологией тазобедренного сустава. Саратов, 2005; 205 с.).
- 6. Herman MJ, Martinek M. The limping child. Pediatr Rev 2015; (36):184–195.
- 7. Petrov AB, Dokhov MM, Norkin IA, et al. Experimental grounding of supra-acetabular area correction prosthesis in surgical preventive treatment of dysplastic coxarthrosis. Modern problems of science and education 2015; (6-0): 6. Russian (Петров А.Б., Дохов М.М., Норкин И.А., Пучиньян Д.М. Экс периментальное обоснование применения коррекционного протеза надвертлужной области при хирургической профилактике диспластического коксартроза. Современные проблемы науки и образования 2015; (6-0): 6).
- 8. Flynn JM, Widmann RF. The limping child: Evaluation and diagnosis. J Am Acad Orthop Surg 2001; (9): 89–98.
- 9. Nouri A, Walmsley D, Pruszczynski B, et al. Transient synovitis of the hip: A comprehensive review. J Pediatr Orthop B 2014; (23): 32–36.
- 10. Suschuk EA, Kolesnikova IYu, Zaporoschenko AV, et al. Acute arthropathies: diagnosis, differential diagnosis and emergency therapy in outpatient practice. Lekarstvennyiy vestnik 2015; 4 (60): 29–41. Russian (Сущук Е.А., Колесникова И.Ю., Запорощенко А.В. и др. Острые артропатии: диагностика, дифференциальная диагностика и неотложная терапия в амбулаторной практике. Лекарственный вестник 2015; 4 (60): 29–41).
- 11. Kocher MS, Zurakowski D, Kasser JR, et al. Differentiating between septic arthritis and transient synovitis of the hip in children: An evidence based clinical prediction algorithm. J Bone Joint Surg Am 1999; (81): 1662–1670.

- 12. Kadurina TI, Gnusaev SF, Abbakumova LN, et al. Nasledstvennye i mnogofaktornye narusheniya soedinitelnoy tkani u detey. Algoritmy diagnostiki, taktika vedeniya. Pediatriya: Zhurnal im. G.N. Speranskogo 2014; 93 (5-2): 1–40. Russian (КадуринаТ.И., Гнусаев С. Ф., Аббакумова Л.Н. и др. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей: Алгоритмы диагностики, тактика ведения. Педиатрия: Журнал им. Г.Н. Сперанского 2014: 93 (5-2): 1–40).
- 13. Furuya H, Shimamura Y, Kaneko K, et al. Traumatic dislocation of the hip in a child caused by trivial force for age. Case Rep Orthop 2014; 467246. Doi: 10.1155/2014/467246.
- 14. Sharif K, Sharif A, Jumah F, et al. Rheumatoid arthritis in review: Clinical, anatomical, cellular and molecular points of view. Clin Anat 2017 Aug 17. Doi: 10.1002/ca.22980.
- 15. Kuca-Warnawin EH, Kurowska WJ, Radzikowska A, et al. Different expression of chemokines in rheumatoid arthritis and osteoarthritis bone marrow. Reumatologia 2016; 54 (2): 51–3. Doi: 10.5114/reum.2016.60212.
- 16. Nigrovic PA, Raychaudhuri S, Thompson SD. Genetics and the classification of arthritis in adults and children. Arthritis Rheumatol 2017 Oct 12. Doi: 10.1002/art.40350.
- 17. Mironov SP, ed. Traumatology and orthopedics of infancy and adolescence: Clinical guidance. M.: GEOTAR-Media, 2017; 416 р. Russian (Травматология и ортопедия детского и подросткового возраста: клинические рекомендации / под ред. С. П. Миронова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017; 416 с.).
- 18. Bakhteeva NKh, Korshunova GA, Zotkin VV, Norkin IA. Orthopaedic and Neurologic Aspects of Early Coxarthrosis Development in Children with Hip Dysplasia. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N. N. Priorova 2016; (1): 55–61. Russian (Бахтеева Н. Х., Коршунова Г. А., Зоткин В. В., Норкин И. А. Ортопедические и неврологические аспекты развития раннего коксартроза у детей с дисплазией тазобедренных суставов. Вестник травматологии и ортопедииим. Н. Н. Приорова 2016; (1): 55–61).
- 19. Sertakova AV. Pathogenetic substantiation of new diagnostic methods of severity degree and efficiency estimation of hip joint dyslasia treatment in children: PhD abstract. Saratov, 2013; 18 р. Russian (Сертакова А.В. Патогенетическое обоснование новых принципов диагностики степени тяжести и оценки эффективности лечения дисплазии тазобедренных суставов у детей: автореф. дис.... канд. мед. наук. Саратов, 2013; 18 с.).
- 20. Rhodes A-ML, Clarke N-MP. A review of environmental factors implicated in human developmental dysplasia of the hip. J Child Orthop 2014; 8: 375–379. Doi: 10.1007/s11832-014-0615-y.
- 21. Larson JE, Patel AR, Weatherford B, Janicki JA. Timing of Pavlik Harness Initiation: Can We Wait? J Pediatr Orthop 2017 Jan 16. Doi: 10.1097/BPO.0000000000000930.
- 22. Bakhteeva NKh, Rubashkin SA, Maksyushina TD, Zotkin VV. The prognosis of intertrochanteric correction osteotomies in children with rudimentary hip joint after dyslasia treatment. Medical visualization 2012; 4: 87–90. Russian (Бахтеева Н.Х., Рубашкин С. А., Максюшина Т.Д.,

- Зоткин В.В. Прогнозирование исходов межвертельных корригирующих остеотомий у детей с остаточной нестабильностью тазобедренного сустава после лечения дисплазии. Медицинская визуализация 2012; 4: 87–90).
- 23. Krutikova NJu, Vinogradova AV. Legg Calve Perthes disease. Current Pediatrics 2015; 14 (5): 548–552. Russian (Крутикова Н.Ю., Виноградова А.В. Болезнь Легга Кальве Пертеса. Вопросы современной педиатрии 2015; 14 (5): 548–552).
- 24. Rubashkin SA, Sertakova AV, Dokhov MM, Timaev MH. Methods of surgical treatment of Legg Calve Perthes disease. International Journal of Applied and Fundamental Research 2016; 11 (1): 84–88. Russian (Рубашкин С. А., Сертакова А. В., Дохов М. М., Тимаев М. Х. Методы хирургического лечения болезни Легга Кальве Пертеса у детей. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2016: 11 (1): 84–88).
- 25. Mosow N, Vettorazzi E, Breyer S, et al. Outcome After Combined Pelvic and Femoral Osteotomies in Patients with Legg Calvé Perthes Disease. Bone Joint Surg Am 2017 Feb 1; 99 (3): 207–213. Doi: 10.2106/JBJS.16.00255.
- 26. Kadowaki S, Hori T, Matsumoto H, et al. Prepubertal onset of slipped capital femoral epiphysis associated with hypothyroidism: a case report and literature review. BMC Endocr Disord. 2017 Sep 18; 17 (1): 59.
- 27. Pulatov AR. Juvenile epiphysiolysis of femoral head: Diagnosis, treatment. Ekaterinburg: IzdatNaukaServis, 2009; 140 р. Russian (Пулатов А.Р. Юношеский эпифизеолиз головки бедренной кости: диагностика, лечение. Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2009; 140 с.).
- 28. Bakhteeva NKh, Zotkin VV, Sertakova AV, Yusupov KS. Hip development in response to undifferentiated dysplasia of connective tissue in children. Modern problems of science and education 2015; 5: 259. Russian (Бахтеева Н.Х., Зоткин В.В., Сертакова А.В., Юсупов К.С. Формирование проксимального отдела бедренной кости у детей при дисплазии. Современные проблемы науки и образования 2015; 5: 259).
- 29. Dokhov MM, Barabash AP. Changes in internal architectonics of proximal femur in children with hip dysplasia development. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2014; 4 (10): 635–638. Russian (Дохов М. М., Барабаш А. П. Изменение внутренней архитектоники проксимального отдела бедренной кости при дисплазии тазобедренного сустава у детей. Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 4 (10): 635–638).
- 30. Dokhov MM, Barabash AP, Kurkin SA, Norkin IA. Results of surgical treatment of deformities of the proximal femur in children with developmental hip dysplasia. Fundamental research 2015; 1 (рагt 9): 1810–1814. Russian (Дохов М.М., Барабаш А.П., Куркин С. А., Норкин И.А. Результаты хирургического лечения деформаций проксимального отдела бедренной кости при дисплазии тазобедренных суставов у детей. Фундаментальные исследования 2015; 1 (часть 9): 1810–1814).

УДК 616-092:616-008.6:616-002:616.72-089.843:611.728.2

Оригинальная статья

РОЛЬ МАРКЕРОВ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА И МЕТАБОЛИЗМА КОСТНОЙ ТКАНИ В ПАТОГЕНЕЗЕ ПАРАИМПЛАНТАРНОГО ВОСПАЛЕНИЯ ПОСЛЕ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

В.Ю. Ульянов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заместитель директора по научной и инновационной деятельности, доктор медицинских наук; А.С. Бондаренко — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заместитель декана лечебного факультета и факультета клинической психологии; Е.А. Галашина — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; Ю.А. Чибрикова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студентка 6-го курса лечебного факультета; Р.Г. Адилов — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студент 6-го курса лечебного курса педиатрического факультета.

ROLE OF HUMORAL IMMUNITY MARKERS AND BONE TISSUE METABOLISM IN PARAIMPLANT INFLAMMATION PATHOGENESIS AFTER PRIMARY KNEE ARTHROPLASTY

V. Ju. Ulyanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Deputy Director in Scienceand Innovation, Doctor of Medical Science; A. S. Bondarenko — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Deputy Dean of Department of General Medicine and Department of Clinical Psychology; E.A. Galashina — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Junior Research Assistant, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Candidate of Medical Science; Ju. A. Chibrikova — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, 6th-year Student of the Department of General Medicine; R. G. Adilov — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, 6th-year Student of the Department of Pediatrics.

Дата поступления — 10.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Ульянов В.Ю., Бондаренко А.С., Галашина Е.А., Чибрикова Ю.А., Адилов Р.Г., Купина Е.С. Роль маркеров гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани в патогенезе параимплантарного воспаления после первичного эндопротезирования коленного сустава. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 756–761.

Цель: изучить особенности патогенеза параимплантарного воспаления после первичного эндопротезирования коленного сустава на основе динамических изменений маркеров гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани. Материал и методы. Объект исследования: 140 обследуемых, среди которых основную группу составили 50 пациентов с параимплантарным воспалением, первую группу сравнения — 30 пациентов с ранней асептической нестабильностью, вторую группу сравнения — 30 пациентов, перенесших первичное эндопротезирование; контрольную группу — 30 условно здоровых доноров сыворотки крови. Во всех группах обследуемых методом твердофазного иммуноферментного анализа определяли содержание маркеров гуморального иммунитета (циркулирующие иммунные комплексы, связывающие C3d и содержащие IgG, триггерный рецептор миелоидных клеток) и метаболизма костной ткани (фактор некроза опухоли α, интерлейкин-1β, костный изофермент щелочной фосфатазы). Результаты. У больных с имплантат-ассоциированным воспалением отмечали увеличение в сыворотке крови активности циркулирующих иммунных комплексов, связывающих C3d и содержащих IgG, триггерного рецептора миелоидных клеток, провоспалительных цитокинов и щелочной фосфатазы; у больных с ранней асептической нестабильностью фиксировали увеличение провоспалительных цитокинов и щелочной фосфатазы; у больных, перенесших первичное эндопротезирование, изменений исследуемых показателей не было. Заключение. Важную роль в патогенезе имплантат-ассоциированного воспаления после первичного эндопротезирования коленного сустава играет усиление экспрессии триггерного рецептора миелоидных клеток, вызывающего релиз провоспалительных цитокинов, а также повышение активности циркулирующих иммунных комплексов, связывающих C3d и содержащих IgG, и костного изофермента щелочной

Ключевые слова: гуморальный иммунитет, метаболизм костной ткани, патогенез, параимплантарное воспаление, первичное эндопротезирование, коленный сустав.

Ulyanov VJu, Bondarenko AS, Galashina EA, Chibrikova JuA, Adilov RG, Kupina ES. Role of humoral immunity markers and bone tissue metabolism in paraimplant inflammation pathogenesis after primary knee arthroplasty. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017: 13 (3): 756–761.

The aim: is to study the peculiarities of paraimplant inflammation pathogenesis after primary knee arthroplasty on the basis of dynamic changes of humoral immunity markers and bone tissue metabolism. Material and Methods. Research object includes 140 cases: 50 patients with paraimplant inflammation make up the main group; 30 patients with early aseptic instability make up the first experimental group; 30 patients undergoing primary arthroplasty make up the second experimental group; 30 conditionally healthy blood serum donors make up the control group. We determined the content of humoral immunity markers (circulating immune complexes binding C3d and containing IgG, triggering receptor expressed on myeloid cells) and bone tissue metabolism (tumor necrosis factor α , interleukin 1 β , bone isoenzyme of alkaline phosphatase) by the method of hardphase immune-enzyme analysis in all the groups. Results. We noticed elevated activity of circulating immune complexes binding C3d and containing IgG, triggering receptor expressed on myeloid cells, proinflammatory cytokines and alkaline phosphatase — in patients with early aseptic instability; there were no changes in the studied indicators— in patients undergoing primary arthroplasty. Conclusion. Increased expression of triggering receptor expressed on myeloid cells causing release of proinflammatory cytokines and also elevated activity of circulating immune complexes binding C3d and containing IgG and bone isoenzyme of alkaline phosphatase play a significant role in paraimplant inflammation pathogenesis after primary knee arthroplasty.

Key words: humoral immunity, bone tissue metabolism, pathogenesis, paraimplant inflammation, primary arthroplasty, knee joint.

Введение. Имплантат-ассоциированное воспаление, развивающееся в 0,3–4% случаев после первичного эндопротезирования коленного сустава, является одним из наиболее серьезных осложнений в послеоперационном периоде, требующих, как правило, выполнения ревизионного двухэтапного хирургического вмешательства [1, 2].

Одним из основных механизмов развития имплантат-ассоциированного воспаления является экзогенная микробная контаминация операционной раны аэрогенным или контактным путем, возникающая в ходе осуществления оперативных приемов при первичной имплантации эндопротеза коленного сустава. Наряду с экзогенной, важное значение имеет эндогенная контаминация, появляющаяся в результате гематогенной транслокации микроорганизмов из других локусов инфекции, сопоставимых по своим фенотипическим признакам с идентифицируемыми возбудителями из локуса патологического процесса [3, 4].

Системные факторы, способствующие развитию имплантат-ассоциированного воспаления, следующие: перенесенные ранее инфекции, предшествующие хирургические вмешательства на сегменте конечности, избыточная масса тела и ожирение, неконтролируемый сахарный диабет, курение и злоупотребление алкоголем, наркомания и ВИЧ-инфекция, заболевания печени в стадии обострения. Локальными факторами, вызывающими воспалительный процесс, являются ранняя асептическая нестабильность эндопротеза, обусловленная повышением резорбции костной ткани в результате нарушения клеточного взаимодействия остеобластов и остеокластов, а также воздействие частиц износа металлов (кобальт, хром, титан, ванадий), высвобождаемых парами трения в перипротезное пространство и оказывающих, с одной стороны, ингибирующее влияние на лимфоциты, а с другой — активирующее воздействие на макрофаги, антигенпредставляющие клетки и стимулирование остеолиза.

Системные и локальные факторы вызывают развитие относительной иммунологической недостаточности и активацию инфекционного процесса. Возбудителями имплантат-ассоциированного воспаления являются условно патогенные микроорганизмы, а именно стафилококки, стрептококки, энтерококки, энтеробактерии, псевдомонады, анаэробы, грибки, микобактерии, которые колонизируют абиотические и биотические поверхности за счет раздражения рецепторов клеток окружающих тканей, химических и электромагнитных свойств пар трения, а также создания иммуноинкомпетентной фиброинфломмационной зоны. Взаимодействие окружающих мягких тканей и имплантированного эндопротеза приводит к появлению иммунной реакции, результатом которой является образование рецепторов и лигандов, связывающих вместе чужеродный металлоагент и микроорганизм, а также синтез гликопептида, образующего уникальную экосистему на границе «живая ткань» — инородное тело. Растущая численность микроорганизмов и их усиливающаяся вирулентность, недостаточность неспецифических механизмов резистентности, в том числе фагоцитоза, комплемента, пропердина и других, приводят к клинической мани-

Ответственный автор — Бондаренко Александр Сергеевич Тел.: +79873376826

E-mail: molop-sar@mail.ru

фестации имплантат-ассоциированного воспаления [5, 6].

Недостаточно изученной остается роль маркеров гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани в реализации клеточно-молекулярных механизмов имплантат-ассоциированного воспаления, что делает исследование актуальным.

Цель: изучить особенности патогенеза имплантат-ассоциированного воспаления после первичного эндопротезирования коленного сустава на основе динамических изменений маркеров гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани.

Материал и методы. Проведен проспективный анализ результатов лечения 110 пациентов обоего пола, находящихся на лечении в НИИТОН СГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России в период с 2015 по 2017 г, средний возраст которых составил 45±13,5 года. Основную группу исследования составили 50 больных с параимплантарным воспалением, развившимся у них в сроки от 4 недель до 12 месяцев после первичной имплантации эндопротеза коленного сустава (хроническая перипротезная инфекция со зрелой биопленкой). В первую группу сравнения вошли 30 больных с остеолизом и асептической нестабильностью компонентов эндопротеза коленного сустава, развившимися в сроки до 12 месяцев после первичной имплантации. Во второй группе сравнения находились также 30 больных, у которых после первичной имплантации эндопротеза коленного сустава в сроки до 12 месяцев не отмечено послеоперационных осложнений. Контрольную группу составили 30 условно здоровых доноров сыворотки крови. Всем обследуемым больным основной группы, первой и второй групп сравнения до операции, через 1, 6 и 12 месяцев после операции методом иммуноферментного анализа в соответствии с инструкциями к наборам определяли содержание в сыворотке крови маркеров гуморального иммунитета (циркулирующие иммунные комплексы, связывающие C3d и содержащие IgG, триггерный рецептор миелоидных клеток) и метаболизма костной ткани (фактор некроза опухоли α, интерлейкин-1β, костный изофермент щелочной фосфатазы). В контрольной группе пациентов указанные параметры определяли однократно.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ IBM SPSS 20 Statistics. Большинство полученных данных не соответствовали закону нормального распределения, по этой причине для сравнения средних значений использовали непараметрический U-критерий Манна — Уитни. Рассчитывали показатель достоверности р, значения которого считали статистически достоверными при p<0,05.

Результаты. Изучение у больных основной группы уровней циркулирующих иммунных комплексов, связывающих С3d и содержащих IgG, выявило их увеличение по сравнению с контрольным значением через 1 месяц в 1,33 раза (p_1 =0,00018), через 6 месяцев в 2,09 раза (p_1 =0,00015) и через 12 месяцев в 3,74 раза (p_1 =0,00015). Кроме того, происходило увеличение содержания исследуемого показателя по сравнению с каждым предыдущим периодом наблюдения: через 1 месяц в 1,35 раза (p_2 =0,00018), через 6 месяцев в 1,57 раза (p_3 =0,00044) и через 12 месяцев в 1,78 раза (p_4 =0,00024).

Динамика изменений концентраций триггерных рецепторов миелоидных клеток характеризовалась их увеличением во все сроки наблюдения: по сравнению с контролем в 1,41 раза (р,=0,00088) до опе-

Динамика изменений показателей гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани у больных основной группы

			После операции		
Показатель	Контроль	До операции	через 1 месяц	через 6 месяцев	через 12 месяцев
Циркулирующие иммунные комплексы, связывающие C3d и содержащие IgG, мкг эквив/мл	0,63 (0,62; 0,65)	0,62 (0,62; 0,65) p ₁ =0,733	0,84 (0,77; 0,91) p ₁ =0,00018 p ₂ =0,00018	1,32 (1,08; 1,56) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,00044	2,36 (1,98; 3,34) p ₁ =0,00015 p ₄ =0,00024
Триггерный рецептор миелоидных клеток, пг/мл	40,89 (38,73; 42,89)	57,66 (49,34; 65,22) p ₁ =0,00088	76,45 (60,67; 82,79) p ₁ =0,00015 p ₂ =0,0051	90,77 (80,34; 99,88) p ₁ =0,00023 p ₃ =0,0101	104,53 (92,34; 115,88) p ₁ =0,00015 p ₄ =0,0233
Фактор некроза опухоли α, пг/мл	1,45 (1,28; 1,56)	6,06 (5,76; 6,33) p ₁ =0,00015	8,67 (7,91; 9,00) p ₁ =0,00015 p ₂ =0,00015	10,34 (9,99; 10,77) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,00650	8,38 (8,17; 8,96) p ₁ =0,00015 p ₄ =0,00015
Интерлейкин-1β, пг/мл	5,42 (4,86; 6,22)	7,83 (7,18; 8,33) p ₁ =0,00015	9,14 (8,56; 9,66) p ₁ =0,00015 p ₂ =0,00458	10,67 (9,67; 11,32) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,00579	8,59 (8,26; 9,00) p ₁ =0,00015 p ₄ =0,00458
Костный изофермент щелочной фосфатазы, Е/л	22,21 (20,56; 24,78)	47,05 (40,45 54,88) p ₁ =0,00028	71,34 (64,77; 77,62) p ₁ =0,00015 p ₂ =0,00028	94,94 (89,76; 98,54) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,00015	110,81 (104,57; 117,68) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,00050

Примечания: формат представления данных: медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; р, (двусторонний) — показатель достоверности по сравнению с данными группы контроля; р, (двусторонний) — показатель достоверности через 1 месяц после операции по сравнению с данными, полученными до операции; р, (двусторонний) — показатель достоверности через 6 месяцев после операции по сравнению с данными, полученными через 1 месяц; р, (двусторонний) — показатель достоверности через 12 месяцев после операции по сравнению с данными, полученными через 6 месяцев.

рации, в 1,86 раза (p_1 =0,00015) через 1 месяц после операции, в 2,21 раза (p_1 =0,00023) через 6 месяцев и в 2,55 раза (p_1 =0,00015) через 12 месяцев; по сравнению с каждым предыдущим периодом: в 1,32 раза (p_2 =0,0051) через 1 месяц, в 1,18 раза (p_3 =0,0101) через 6 месяцев и в 1,15 раза (p_4 =0,0233) через 12 месяцев.

Содержание фактора некроза опухоли α по сравнению с контролем увеличивалось во все сроки: в 4,17 раза (p_1 =0,00015) до операции, в 5,97 раза (p_1 =0,00015) через 1 месяц после операции, в 7,13 раза (p_1 =0,00015) через 6 месяцев и в 5,77 раза (p_1 =0,00015) через 12 месяцев; по сравнению с каждым предыдущим периодом увеличилось в 1,43 раза (p_2 =0,00015) через 1 месяц и в 1,19 раза (p_3 =0,00650) через 6 месяцев после операции, а затем уменьшилось в 1,23 раза (p_4 =0,00015) через 12 месяцев.

Аналогичную картину наблюдали при исследовании концентрации интерлейкина-1 β , которая также увеличивалась по сравнению с контрольным значением во все сроки наблюдения: в 1,44 раза (p_1 =0,00015) до операции, в 1,68 раза (p_1 =0,00015) через 1 месяц после операции, в 1,96 раза (p_1 =0,00015) через 6 месяцев и в 1,58 раза (p_1 =0,00015) через 12 месяцев; по сравнению с каждым предыдущим периодом увеличилось в 1,16 раза (p_2 =0,00458) через 1 месяц и в 1,16 раза (p_3 =0,00579) через 6 месяцев после операции, а затем уменьшилось в 1,24 раза (p_4 =0,00458) через 12 месяцев.

Динамика изменений содержания костного изофермента щелочной фосфатазы характеризовалась ее увеличением во все сроки наблюдения: по сравнению с контролем в 2,18 раза (p_1 =0,00028) до операции, в 3,21 раза (p_1 =0,00015) через 1 месяц после

операции, в 4,27 раза (p_1 =0,00015) через 6 месяцев и в 4,98 раза (p_1 =0,00015) через 12 месяцев; по сравнению с каждым предыдущим периодом в 1,51 раза (p_2 =0,00028) через 1 месяц, в 1,33 раза (p_3 =0,00015) через 6 месяцев и в 1,16 раза (p_4 =0,00050) через 12 месяцев (табл. 1).

Изучение у больных второй группы сравнения уровней циркулирующих иммунных комплексов, связывающих C3d и содержащих IgG, и триггерных рецепторов миелоидных клеток выявило отсутствие статистически достоверных различий во все сроки наблюдения относительно данных, полученных в группе контроля. Наряду с этим, происходило постепенное увеличение концентраций остальных исследуемых показателей как по сравнению с контролем, так и во все сроки наблюдения. Уровень фактора некроза опухоли α у больных данной группы до операции уже превышал контрольное значение в 2,53 раза $(p_4=0,0001)$, через 1 месяц после операции в 3,64 раза $(p_1=0,0001)$, через 6 месяцев в 5,64 раза $(p_1=0,0001)$ и через 12 месяцев в 6,81 раза (р,=0,00015). По сравнению с каждым предыдущим сроком исследования также отмечали его увеличение через 1 месяц после операции в 1,43 раза (р.=0,011), через 6 месяцев в 1,54 раза (p_3 =0,0065) и через 12 месяцев в 1,20 раза $(p_4=0,00033)^3$.

Содержание интерлейкина-1 β также превышало контрольное значение до операции в 1,21 раза (р₁=0,0057), через 1 месяц после операции в 1,66 раза (р₁=0,00033), через 6 месяцев в 2,07 раза (р₁=0,00015) и через 12 месяцев в 2,48 раза (р₁=0,00015). По сравнению с каждым предыдущим сроком исследования изменений этого маркера также отмечали увеличение через 1 месяц после операции в 1,36 раза

 $(p_2$ =0,0036), через 6 месяцев в 1,24 раза $(p_3$ =0,0172) и через 12 месяцев в 1,19 раза $(p_4$ =0,0640).

Концентрация костного изофермента щелочной фосфатазы аналогично предыдущим показателям превышала контрольное значение до операции в 1,71 раза (p_1 =0,0019), через 1 месяц после операции в 3,13 раза (p_1 =0,00015), через 6 месяцев в 3,72 раза (p_1 =0,00015) и через 12 месяцев в 4,04 раза (p_1 =0,00015). По сравнению с каждым предыдущим сроком исследования этого параметра также отмечали увеличение через 1 месяц после операции в 1,83 раза (p_2 =0,00028), через 6 месяцев в 1,18 раза

 $(p_3=0,0065)$ и через 12 месяцев в 1,08 раза $(p_4=0,0113)$ (табл. 2).

Изучение у больных второй группы сравнения уровней циркулирующих иммунных комплексов, связывающих C3d и содержащих IgG, триггерных рецепторов миелоидных клеток, фактора некроза опухоли α, интерлейкина-1β, костного изофермента щелочной фосфатазы позволило сделать вывод об отсутствии статистически достоверных различий во все сроки наблюдения относительно данных, полученных в группе контроля (р>0,05) (табл. 3).

Таблица 2 Динамика изменений показателей гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани у больных первой группы сравнения

			После операции		
Показатель	Контроль	До операции	через 1 месяц	через 6 месяцев	через 12 месяцев
Циркулирующие иммунные комплексы, связывающие C3d и содержащие IgG, мкг эквив/мл	0,63 (0,62; 0,65)	0,64 (0,62; 0,66) p ₁ =0,850	0,65 (0,65; 0,66) p ₁ =0,112 p ₂ =0,384	0,63 (0,62; 0,65) p ₁ =0,850 p ₃ =0,058	0,64 (0,62; 0,65) p ₁ =0,939 p ₄ =0,879
Триггерный рецептор миело- идных клеток, пг/мл	40,89 (38,73; 42,89)	40,49 (39,05; 42,34) p ₁ =0,762	40,81 (40,12; 41,12) p ₁ =1,000 p ₂ =0,939	40,40 (40,40; 40,74) p ₁ =1,000 p ₃ =0,241	40,33 (40,29; 40,67) p ₁ =1,000 p ₄ =0,820
Фактор некроза опухоли α, пг/мл	1,45 (1,28; 1,56)	3,67 (3,29; 4,43) p ₁ =0,001	5,28 (4,45; 6,34) p ₁ =0,001 p ₂ =0,011	8,18 (7,78; 8,56) p ₁ =0,001 p ₃ =0,0065	9,88 (9,23; 10,33) p ₁ =0,00015 p ₄ =0,00033
Интерлейкин-1β, пг/мл	5,42 (4,86; 6,22)	6,61 (6,01; 7,56) p ₁ =0,0057	9,02 (7,67; 9,99) p ₁ =0,00033 p ₂ =0,0036	11,27 (9,23; 11,89) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,0172	13,49 (9,54; 15,34) $p_1=0,00015$ $p_4=0,0640$
Костный изофермент щелоч- ной фосфатазы, Е/л	22,21 (20,56; 24,78)	38,02 (29,54 45,54) p ₁ =0,0019	69,72 (64,78; 75,34) p ₁ =0,00015 p ₂ =0,00028	82,71 (75,33; 88,45) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,0065	89,83 (85,78; 92,17) p ₁ =0,00015 p ₃ =0,0113

Примечания: формат представления данных: медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; р, (двусторонний) — показатель достоверности по сравнению с данными группы контроля; р, (двусторонний) — показатель достоверности через 1 месяц после операции по сравнению с данными, полученными до операции; р, (двусторонний) — показатель достоверности через 6 месяцев после операции по сравнению с данными, полученными через 1 месяц; р, (двусторонний) — показатель достоверности через 12 месяцев после операции по сравнению с данными, полученными через 6 месяцев.

Таблица 3 Динамика изменений показателей гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани у больных второй группы сравнения

			После операции		
Показатель	Контроль	До операции	через 1 месяц	через 6 месяцев	через 12 месяцев
Циркулирующие иммунные комплексы, связывающие C3d и содержащие IgG, мкг эквив/мл	0,63 (0,62; 0,65)	0,62 (0,61; 0,64) p ₁ =0,198	0,62 (0,61; 0,63) p ₁ =0,198 p ₂ =0,939	0,62 (0,61; 0,63) p ₁ =0,082 p ₃ =0,762	0,62 (0,61; 0,62) p ₁ =0,289 p ₄ =0,449
Триггерный рецептор миелоидных клеток, пг/мл	40,89 (38,73; 42,89)	38,78 (30,88; 41,89) p ₁ =0,791	39,13 (34,38; 41,37) p ₁ =0,650 p ₂ =0,762	37,28 (36,42; 39,23) p ₁ =0,762 p ₃ =0,879	38,43 (37,54; 40,22) p ₁ =0,762 p ₄ =0,596
Фактор некроза опухоли α, пг/мл	1,45 (1,28; 1,56)	1,45 (1,25; 1,49) p ₁ =0,596	1,45 (1,42; 1,47) p ₁ =0,850 p ₂ =0,902	1,45 (1,37; 1,49) p ₁ =0,821 p ₃ =0,820	1,45 (1,43; 1,46) p ₁ =0,791 p ₄ =0,969

			После операции		
Показатель	Контроль	До операции	через 1 месяц	через 6 месяцев	через 12 месяцев
Интерлейкин-1β, пг/мл	5,42 (4,86; 6,22)	5,49 (5,40; 5,61) p ₁ =0,791	5,46 (5,45; 5,56) p ₁ =0,939 p ₂ =0,545	5,45 (5,40; 5,47) p ₁ =0,939 p ₃ =0,384	5,47 (5,45; 5,56) p ₁ =0,820 p ₄ =0,140
Костный изофермент щелоч- ной фосфатазы, Е/л	22,21 (20,56; 24,78)	23,22 (20,70; 24,50) p ₁ =0,820	22,16 (21,67; 22,78) p,=0,939 p ₂ =0,520	22,08 (20,78; 22,56) p ₁ =0,623 p ₃ =0,496	22,31 (22,00; 22,44) p ₁ =1,000 p ₃ =0,427

П р и м е ч а н и я : формат представления данных: медиана (Ме), нижний (25%) и верхний (75%) квартили; p_1 (двусторонний) — показатель достоверности по сравнению с данными группы контроля; p_2 (двусторонний) — показатель достоверности через 1 месяц после операции по сравнению с данными, полученными до операции; p_3 (двусторонний) — показатель достоверности через 6 месяцев после операции по сравнению с данными, полученными через 1 месяц; p_4 (двусторонний) — показатель достоверности через 12 месяцев после операции по сравнению с данными, полученными через 6 месяцев.

Обсуждение. Низкая сенситивность и чувствительность больших и малых диагностических критериев перипротезной инфекции, принятых на Международной согласительной конференции в 2013 г., обусловлена неясностью отдельных описанных в литературе механизмов патогенеза имплантат-ассоциированного воспаления, а именно вклада в его развитие системных и локальных нарушений гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани [7–9].

В ходе работы нами установлено, что при развитии имплантат-ассоциированного воспаления важное патогенетическое значение имеют: активация триггерных рецепторов миелоидных клеток, повышение активности циркулирующих иммунных комплексов, связывающих C3d и содержащих IgG, а также фактора некроза опухоли α, интерлейкина-1β и костного изофермента щелочной фосфатазы. Полученные нами новые сведения о механизмах патогенеза имплантат-ассоциированного воспаления могут свидетельствовать о вторичности активации инфекционного процесса, обусловленного возникновением первичной нестабильности имплантированного эндопротеза вследствие постоянной альтерации окружающих мягких тканей, импрегнации их микрочастицами металлов, угнетения лимфоцитарных тканевых реакций, активации антигенпредставляющих клеток, цитокиновой агрессии и прочих механизмов. В пользу нашей гипотезы свидетельствует тот факт, что у больных с признаками первичной нестабильности эндопротеза при отсутствии у них имплантат-ассоциированного воспаления (первая группа сравнения) происходила только лишь активация прорезорбивных факторов, а именно фактора некроза опухоли α, интерлейкина-1β и костного изофермента щелочной фосфатазы. Дополняет данное обстоятельство высказанное нами утверждение о том, что у больных после первичного эндопротезирования, не имеющих осложнений в послеоперационном периоде (вторая группа сравнения), нарушений механизмов гуморального иммунитета и метаболизма костной ткани не возникает.

Заключение. Важную роль в патогенезе имплантат-ассоциированного воспаления после первичного эндопротезирования коленного сустава играет усиление экспрессии триггерного рецептора миелоидных клеток, вызывающего релиз провоспалительных цитокинов, а также повышение активности циркули-

рующих иммунных комплексов, связывающих C3d и содержащих IgG, и костного изофермента щелочной фосфатазы.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках плана научно-исследовательской работы кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Оптимизация диагностики и выбора тактики хирургического лечения больных с перипротезной инфекцией после первичного эндопротезирования коленного сустава». Регистрационный номер АААА-А15-115122810113-6.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, написание статьи — В.Ю. Ульянов, А.С. Бондаренко; получение данных — В.Ю. Ульянов, Е.А. Галашина; обработка данных — Ю.А. Чибрикова, Р.Г. Адилов, Е.С. Купина; анализ и интерпретация результатов — В.Ю. Ульянов, Е.А. Галашина, А.С. Бондаренко; утверждение рукописи для публикации — В.Ю. Ульянов.

References (Литература)

- 1. Mamonova IA, Gladkova EV, Ulyanov VYu, et al. The characteristics of cellular element of immunity before and after endoprosthesis of large joints. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2016; 12 (2): 182–185. Russian (Мамонова И.А., Гладкова Е.В., Ульянов В.Ю. и др. Особенности состояния клеточного звена иммунитета до и после эндопротезирования крупных суставов. Саратовский научно-медицинский журнал 2016; 12 (2): 182–185).
- 2. Spinayk SP, Barabash AP, Lyasnikova AV. The use of spacers in the treatment of infectious complications in total knee replacement. Modern problems of science and education 2015; (5): 3. Russian (Шпиняк С. П., Барабаш А.П., Лясникова А.В. Применение спейсеров в лечении инфекционных осложнений тотального эндопротезирования коленного сустава. Современные проблемы науки и образования 2015; (5): 3).
- 3. Norkin IA, Shpinyak SP, Girkalo MV, Barabash AP. Outcomes of surgical treatment of infectious complications after large joints arthroplasty. Vestnik travmatologii i ortopedi im. N.N. Priorova 2014; (3): 67–71. Russian (Норкин И.А., Шпиняк С. П., Гиркало М.В., Барабаш А.П. Исходы хирургического лечения инфекционных осложнений тотального эндопротезирования крупных суставов. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова 2014; (3): 67–71).
- 4. Slobodskoy AB, Osintsev EYu, Lezhnev AG. Complications in Hip Arthroplasty. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N. N. Priorova 2011; (3): 59–63. Russian (Слободской А. Б., Осинцев Е. Ю., Лежнев А. Г. Осложнения после эндопротезирования тазобедренного сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова 2011; (3): 59–63).

- 5. Akhtyamov IF, Kuzmin II. Errors and complications of hip arthroplasty. Kazan: Tsentr operativnoy pechati, 2006; 328 р. Russian (Ахтямов И.Ф., Кузьмин И.И. Ошибки и осложнения эндопротезирования тазобедренного сустава. Казань: Центр оперативной печати, 2006; 328 с.).
- 6. Osmon DS, Berbari EF, Berendt AR. Diagnosis and Management of Prosthetic Joint Infection: Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America. Clinical Infectious Diseases 2013; 56 (1): 1–25.
- 7. Kubista B, Hartzler RU. Reinfection after two-stage revision for periprosthetic infection of total knee arthroplasty. Int Orthop 2011; 36: 65–71.
- 8. Antoci VJr, Adams CS, Hickok NJ. Vancomycin bound to Ti rods reduces periprosthetic infection: preliminary study. Clin Orthop Relat Res 2007; 461: 88–95.
- 9. Prokhorenko VM, Pavlov VV. Infectious complications in hip arthroplasty. Novosibirsk: Nauka, 2010; 179 р. Russian (Прохоренко В.М., Павлов В.В. Инфекционные осложнения при эндопротезировании тазобедренного сустава: Новосибирск: Наука, 2010; 179 с.).

УДК 614-338.14:617-089.844:611.728 [2;3]

Оригинальная статья

МЕДИКО-СОЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО И КОЛЕННОГО СУСТАВОВ

А.С. Федонников — ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, проректор по научной работе, кандидат медицинских наук; М.В. Еругина — ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, проректор по лечебной работе, заведующая кафедрой общественного здоровья и здравоохранения (с курсами правоведения и истории медицины), доцент, доктор медицинских наук; Е.А. Андриянова — ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, заведующая кафедрой философии, гуманитарных наук и психологии, профессор, доктор социологических наук; И.А. Норкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, директор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, профессор, доктор медицинских наук.

MEDICAL AND SOCIOLOGICAL ISSUES OF PATIENTS REHABILITATION AFTER HIP AND KNEE JOINTS REPLACEMENT

A.S. Fedonnikov — «Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky», Vice Rector for Research, Candidate of Medical Science; M.V. Yerugina — «Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky», Vice Rector for Clinical Care, Head of the Department of Public Health, Associate Proffesor, Doctor of Medical Science; E.A. Andriyanova — «Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky», Head of the Department of Philosophy, Liberal Arts and Psychology, Professor, Doctor of Social Science; I.A. Norkin — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Director, Head of the Department of Ttraumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 30.06.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Федонников А. С., Еругина М. В., Андриянова Е. А., Норкин И. А. Медико-социологическая диагностика организации реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 761–764.

Цель: изучение медико-социальных проблем организации реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов. *Материал и методы*. Проведено медико-социологическое исследование, включающее 1175 пациентов, которым в 2015—2016 гг. выполнено эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов. *Результаты*. В рамках медицинского наблюдения в отдаленном послеоперационном периоде регулярно посещают профильных специалистов 69,8% пациентов, однако только 9,4% респондентов подтверждают практику активного мониторинга реабилитации со стороны служб здравоохранения. Зафиксированный высокий уровень декларированной удовлетворенности пациентов (более 80%) в сочетании со слабов активностью администраторов здравоохранения свидетельствует о существенном информационном разрыве между ключевыми субъектами реабилитации. *Заключение*. Проведенное исследование обозначило проблемные зоны взаимодействия пациента и системы здравоохранения при организации реабилитационного сопровождения после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов.

Ключевые слова: остеоартроз, эндопротезирование суставов, организация реабилитации, медико-социологическое исследование.

Fedonnikov AS, Erugina MV, Andriyanova EA, Norkin IA. Medical and sociological issues of rehabilitation of patients after hip and knee joints replacement. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 761–764.

The aim: research of medical and social issues of rehabilitation after hip and knee joints replacement. *Material and Methods*. Sociological study of 1175 patients who have undergone in 2015–2016 total hip and knee joints replacement was conducted. *Results*. Within the scope of medical surveillance after the surgery 69.8% of patients made regular visits to orthopedic specialists after joint replacement, but only 9.4% of surveyed patients confirm the practice of active monitoring of rehabilitation on the part of health services. There had been determined a high level of declared patients satisfaction (more than 80%) with weak health managers activities argue considerable informational gap between the key parties of rehabilitation. *Conclusion*. Provided study has designated problem areas of patient and health system communication in rehabilitation after hip and knee joints replacement.

Key words: osteoarthritis, joint replacement, rehabilitation management, medical and social research.

Введение. Заболевания костно-мышечной системы в значительной мере отягощают бремя бо-

лезней, являясь второй по частоте причиной нетрудоспособности в мире. В структуре нозологий доминирует остеоартроз, поражая преимущественно тазобедренные (ТБС) и коленные (КС) суставы и обладая интенсивной динамикой распространения

Ответственный автор — Федонников Александр Сергеевич

Тел.: 8-905-368-2997 E-mail: fedonnikov@mail.ru

Распределение пациентов по полу и диагнозу, п (%)

П	Код диагноза	Manage	
Пол	М16 (коксартроз)	М17 (гонартроз)	Итого (
Мужской	182 (35,4)	72 (11,3)	254 (22,1)
Женский	332 (64,6)	563 (88,7)	895 (77,9)
Итого	514 (44,7)	635 (55,3)	1149 (100)

Распределение пациентов по месту проживания, п (%)

Таблица 2

Федеральный округ	Кол-во субъектов Федерации	Пациенты	Примечание (справочно): субъекты РФ
Центральный	7 (29,1)	139 (11,8)	Москва, Тульская, Костромская, Рязанская, Курская, Воронежская, Тамбовская области
Северо-Западный	3 (12,5)	30 (2,6)	Санкт-Петербург, Архангельская, Вологодская области
Приволжский	4 (16,7)	171 (14,6)	Самарская, Саратовская, Оренбургская области, Республика Башкортостан
Южный	6 (25,0)	462 (39,3)	Ростовская, Астраханская, Волгоградская области, Краснодарский край, Республики Крым, Адыгея
Северо-Кавказский	4 (16,7)	372 (31,7)	Республики: Ингушетия, Дагестан, Кабардино- Балкарская, Чеченская
Итого	24 (100)	1174 (100)	

в связи с прогрессирующим старением населения, снижением его физической активности, ростом распространенности ожирения, а также травматизмом [1–3]. Значимыми медико-социальными проблемами, сопровождающими указанную группу заболеваний, являются нетрудоспособность, снижение личной и экономической независимости пациентов [4].

Технологическим ответом на указанные вызовы стало активное использование эндопротезирования крупных суставов: за прошедшие 30 лет в мире отмечается значительный ежегодный рост его объемов, а в отношении ТБС и КС данная операция является одной из самых востребованных [5-9]. Однако для решения обозначенных проблем пациента важна не только успешно выполненная операция, но и последующий процесс реабилитации [10]. Вместе с этим в настоящее время практически не реализуется комплексный подход к определению индивидуальной траектории реабилитации пациента, включающий использование технологий контроля заболевания, лечебную физкультуру, физиотерапию, психологическую помощь. Фактически реабилитационный процесс становится областью личной ответственности пациента и его родственников. Следовательно, исследование проблем организации реабилитации профильных пациентов является актуальной задачей и позволит внести вклад в результативность соответствующих программ здравоохранения.

Цель: изучение медико-социальных проблем организации реабилитации пациентов после эндопротезирования ТБС и КС.

Материал и методы. Проведено медико-социологическое исследование, включающее 1175 пациентов, которым в 2015—2016 гг. выполнено эндопротезирование ТБС и КС на базе НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии СГМУ (указанное в табличном материале меньшее число респондентов связано с тем, что не все из них полностью ответили на вопросы интервьюера). Специально разработанная анкета включала в себя два блока: паспортную часть (пол, возраст, диагноз по МКБ-10, вид операции, время, прошедшее после операции); специальную часть (организация реабилитации после оказания высокотехнологичной медицинской помощи).

Статистическая обработка результатов оказания медицинской помощи проводилась с использованием пакета компьютерных программ для профессиональной обработки данных социологических исследований IBM SPSS Statistics, версия 21. Частоты встречаемости признаков анализировались с помощью t-критерия. Статистическая значимость всех представленных данных соответствовала уровню показателя достоверности p<0,05.

Результаты. В целом среди опрошенных пациентов большинство составили женщины (77,9%), при этом нозологически выборка распределена практически равномерно: 44,7% — коксартроз, 55,3% — гонартроз. Однако анализ сопряженности факторов диагноза и пола позволил констатировать крайне неравномерное распределение пациентов с кокс- и гонартрозом. Соотношение мужчин и женщин с коксартрозом составило приблизительно 1:2, с гонартрозом 1:8 (табл. 1).

Возраст респондентов находился в интервале от 18 до 87 лет (для наглядности представления результатов вариационный ряд был разбит на группы с интервалом 5 лет), распределение неравномерное. При этом четко сформирован возрастной кластер от 53 до 72 лет, который составили 70,2% пациентов (рис. 1).

Лица, участвовашие в исследовании, постоянно проживали на территории 24 регионов, входящих в состав пяти федеральных округов России. Преобладали респонденты из регионов Южного (39,3%) и Северо-Кавказского (31,7%) федеральных округов (табл. 2).

По времени, прошедшему после эндопротезирования, абсолютное большинство составили па-

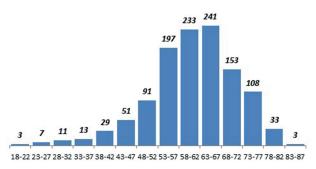


Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту

циенты, которые на момент опроса прошли ранний послеоперационный период (95,1%), из них 59,9% вмешательство сделано более одного года назад. Указанный факт позволил считать мнение пациентов, имеющих имплантированные конструкции, достаточно сформированным. Распределение пациентов по виду операции было достаточно равномерным и соответствовало их распределению по времени, прошедшему после нее (табл. 3).

Большинство респондентов (69,8%) осуществляли регулярное наблюдение у специалистов по месту жительства в установленные сроки (3, 6, 12 месяцев после операции). Однако практически треть пациентов наблюдалась у травматолога-ортопеда спорадически (18,3%) либо не посещала его совсем (11,1%).

При исследовании механизмов взаимодействия пациента с системой здравоохранения получены следующие результаты. Зафиксирован низкий уровень участия в сопровождении пациента со стороны направившей медицинской организации или регионального органа управления здравоохранением: только 9,4% опрошенных указали на такую практику. Большинство респондентов (72,1%) самостоятельно посещали врача травматолога-ортопеда по месту жительства. Обращала на себя внимание малочисленная группа пациентов, которые самостоятельно обращались к врачу, у которого проходили хирургическое лечение (9,4%). Анализ в региональном аспекте показывает, что вариант взаимодействия «пациент — система здравоохранения» выбирали лица, проживающие в Саратовской либо смежных с ней областях: Астраханской, Волгоградской, Воронежской, Тамбовской, регионах Северо-Кавказского федерального округа (Республика Дагестан, Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика) (рис. 2). Это можно объяснить тем, что данные регионы с 1970-х гг. входили в территориальную зону, курируемую НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии СГМУ, за этот период с ними выстроена относительно стабильная коммуникация, и в на-

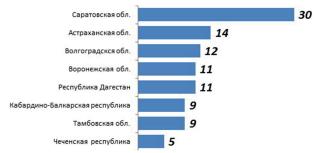


Рис. 2. Распределение пациентов по признаку самостоятельного обращения за рекомендациями по реабилитации к врачу, который проводил хирургическое вмешательство, %

стоящее время существует достаточно эффективное взаимодействие с органами управления здравоохранения указанных территорий по вопросам организации потоков пациентов, нуждающихся в профильной высокотехнологичной медицинской помощи.

Отдельное внимание уделено оценке пациентами удовлетворенности организацией реабилитации в послеоперационном периоде по месту их проживания. Большую часть респондентов устраивала организация реабилитационного процесса: ответ «Да, все полностью устраивает» выбрали 73,0% респондентов; «В целом оценка организации послеоперационной реабилитации положительная, однако есть моменты, которые следовало бы улучшить» 8,1%. Каждый пятый респондент (19,1%) категорически констатировал, что его не устраивала организация послеоперационной реабилитации. Следует отметить, что опрос предполагал уточнение причин неудовлетворенности. В их структуре выделены следующие оценки: «Низкое качество предоставления медицинской помощи (нет пользы от посещения специалиста)» выбрали 21,7%; «Отсутствие специалиста в пределах территориальной доступности» 21,1%; «Нет времени на посещение специалиста» 7,2%. Выбор ответа «Иное» (28,7%) свидетельствовал о том, что у респондентов на личностном уровне еще не сформировался должный уровень готовности к участию в реабилитационном процессе.

Обсуждение. Анализ полученных данных позволяет обозначить некоторые медико-социальные особенности и проблемы организации реабилитации пациентов после эндопротезирования крупных суставов:

1. Распределение пациентов в изучаемой когорте обладает гендерными различиями: соотношение мужчин и женщин с коксартрозом составляет приблизительно 1:2, с гонартрозом 1:8. В контексте возраста можно говорить о сформированном кластере (53—72 года), который представляют 70,2% пациентов.

Таблица 3 Распределение пациентов по виду операции и времени, прошедшему после нее, n (%)

Draws Traws Transcond	Вид оп	Итого	
Время, прошедшее после операции, мес.	тэп тьс	тэп кс	VIIOIO
Менее 3	22 (4,2)	36 (5,6)	58 (4,9)
3–6	42 (8,0)	58 (8,9)	100 (8,6)
6–12	131 (25,1)	179 (27,7)	310 (26,6)
Более 12	327 (62,7)	374 (57,8)	701 (59,9)
Итого	522 (44,7)	647 (55,3)	1169 (100)

- 2. Выявлена невысокая заинтересованность региональных органов управления здравоохранением в организации процесса реабилитации одной из уязвимых в медико-социальном плане категории пациентов (предпенсионного и пенсионного возраста) в сочетании с их достаточной комплаентностью. Большинство (69,8%) пациентов достаточно регулярно посещают профильного специалиста для наблюдения в отделенном периоде после операции, при этом только 9,4% опрошенных подтверждают практику активного мониторинга реабилитации со стороны направившей медицинской организации или регионального органа управления здравоохранением.
- 3. Определена асимметрия между достаточно высоким уровнем декларированной удовлетворенности пациентов (более 80%) организацией реабилитации по месту жительства и невысокой активностью администраторов здравоохранения (9,4%) в этом вопросе, что свидетельствует о существенном информационном разрыве между ключевыми субъектами и процессами реабилитации.

Заключение. Проведенное медико-социологическое исследование позволило обозначить определенные половозрастные детерминанты и имеющиеся проблемные зоны взаимодействия пациента и системы здравоохранения при организации реабилитационного сопровождения после обширных ортопедических операций: эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках плана НИР ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Научное обоснование совершенствования системы реабилитации пациентов травматолого-ортопедического профиля». Регистрационный номер АААА-А17-117103050105-4.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, утверждение рукописи для публикации — М.В. Еругина, Е.А. Андриянова, И.А. Норкин; получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи — А.С. Федонников.

References (Литература)

- 1. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. Bulletin of the World Health Organization 2003; 81 (9): 646–56.
- 2. Loeser RF. Age-related changes in the musculoskeletal system and the development of osteoarthritis. Clin Geriatr Med 2010; 26 (3): 371–86.
- 3. Storheim K, Zwart JA. Musculoskeletal disorders and the Global Burden of Disease study. Ann Rheum Dis 2014 Jun; 73 (6): 949–50. doi: 10.1136/annrheumdis-2014–205327.
- 4. Litwic A, Edwards Mark H, Dennison Elaine M. Cooper Cyrus: Epidemiology and burden of osteoarthritis. Br Med Bull 2013; 105 (1): 185–199. https://doi.org/10.1093/bmb/lds038.
- 5. Schafer T, Pritzkuleit R, Jeszenszky C, et al. Trends and geographical variation of primary hip and knee joint replacement in Germany. Osteoarthritis Cartilage 2013 Feb; 21 (2): 279–88. doi: 10.1016/j.joca.2012.11.006. Epub 2012 Dec 5.
- 6. Chechik O, Khashan M, Lador R, et al. Surgical approach and prosthesis fixation in hip arthroplasty world wide. Arch Orthop Trauma Surg 2013 Nov; 133 (11): 1595–600. doi: 10.1007/s00402-013-1828-0. Epub 2013 Aug 4.
- 7. Anastase DM, Cionac Florescu S, Munteanu AM, et al. Analgesic techniques in hip and knee arthroplasty: from the daily practice to evidence-based medicine. Anesthesiol Res Pract 2014; 2014: 569319. doi: 10.1155/2014/569319. Epub 2014 Nov 17.
- 8. Zagorodniy NV. Joint replacement in the Russian Federation. In: Papers of research and practice conference «Vreden readings». Saint-Petersburg, 2013. URL: http://vredenreadings.org/arc/28/Zagorodny.pdf. Russian (Загородний Н.В. Эндопротезирование крупных суставов в Российской Федерации. В сб.: Материалы научно-практической конференции «Вреденовские чтения». Санкт-Петербург, 2013. URL: http://vredenreadings.org/arc/28/Zagorodny.pdf).
- 9. Tikhilov RM, Kornilov NN, Kulyaba TA, et al. Comparative analysis of knee replacement registers (review). Travmatologiya i ortopediya Rossii 2014; 2 (72): 112–121. Russian (Тихилов Р.М., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. и др. Сравнительный анализ регистров эндопротезирования коленного сустава (обзор литературы). Травматология и ортопедия России 2014; 2 (72): 112–121).
- 10. Goryannaya NA, Ishekova NI, Popov VV, Bondarenko EG. Change of patients' quality of life after hip replacement at the first stage of rehabilitation. Нитал ecology 2017; (1): 41–44. Russian (Горянная Н.А., Ишекова Н.И., Попов В.В., Бондаренко Е.Г. Изменение качества жизни пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на первом этале реабилитации. Экология человека 2017; (1): 41–44).

УДК 616-092.4:612.766:611.728.3

Оригинальная статья

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ «БЕДРЕННАЯ КОСТЬ — ЭНДОПРОТЕЗ / ТРАНСПЛАНТАТ — БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ КОСТЬ» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

А.М. Шорманов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолого-ортопед травматолого-ортопедического отделения №1; Д.В. Иванов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, аналитик отдела интеллектуальной собственности и трансфера технологий, кандидат физико-математических наук; А.И. Норкин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолого-ортопед травматолого-ортопедического отделения №1, кандидат медицинских наук; В.Ю. Ульянов — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заместитель директора по научной и инновационной деятельности, доктор медицинских наук; Н.Х. Бахтева — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, профессор кафедры травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; С. С. Климов — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студент 6-го курса лечебного факультета. Ю.А. Чибрикова — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студент 6-го курса лечебного факультета.

COMPUTER MODELING OF BIOMECHANICAL SYSTEMS «FEMORAL BONE — ENDOPROSTHESIS / TRANSPLANT — TIBIA» IN DIFFERENT METHODS OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT PLASTICS IN KNEE JOINT

A.M. Shormanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, traumatologist orthopedist of the First Department of Traumatology and Orthopedics; D. V. Ivanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky,

Analyst of Department of Intellectual Property and Technology Transfer, Candidate of Physical and Mathematical Science; A.I. Nor-kin — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, traumatologist orthopedist of the First Department of Traumatology and Orthopedics, Candidate of Medical Science; V.Yu. Ulyanov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University. ty n.a. V.I. Razumovsky, Deputy Director for Science and Innovations, Doctor of Medical Science; **N.Kh. Bakhteva** — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Professor of Traumatology and Orthopedics Department, Doctor of Medical Science; **S. S. Klimov** — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of General Medicine, 6-year-student; **Yu.A. Chibrikova** — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of General Medicine, 6-year-student; **Yu.A. Chibrikova** — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of General Medicine, 6-year-student.

Дата поступления — 10.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Шорманов А.М., Иванов Д.В., Норкин А.И., Ульянов В.Ю., Бахтеева Н.Х., Климов С. С., Чибрикова Ю.А. Компьютерное моделирование биомеханических систем «бедренная кость — эндопротез / трансплантат — большеберцовая кость» при различных способах пластики передней крестообразной связки коленного сустава. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 764-768.

Цель: определить показатели перемещения (смещения) и эффективного напряжения в биомеханических системах «бедренная кость — эндопротез / трансплантат — большеберцовая кость» при различных способах пластики передней крестообразной связки путем компьютерного моделирования коленного сустава, характеризующегося геометрическим и физико-механическим подобием человеку. Материал и методы. Численно с помощью метода конечных элементов, реализованного в системе конечно-элементного анализа ANSYS, решались стационарные задачи о нагружении коленного сустава после пластики передней крестообразной связки различными способами. Результаты. Максимальные перемещения составили 3,45 мм для способа однопучковой пластики передней крестообразной связки, 0,35 мм для способа двухпучковой пластики и 0,93 мм для способа пластики с использованием сухожилия полусухожильной и нежной мышц. Максимальные напряжения составили 1190 МПа для способа однопучковой пластики передней крестообразной связки, 141 МПа для способа двухпучковой пластики и 150 МПа для способа пластики с использованием сухожилия полусухожильной и нежной мышц. Заключение. Конечно-элементное моделирование различных видов пластики передней крестообразной связки коленного сустава свидетельствует о большей устойчивости к нарастающим нагрузкам синтетического эндопротеза в условиях моделирования двухпучковой пластики и трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц по сравнению с однопучковой пластикой.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, биомеханика, система «бедренная кость — эндопротез / трансплантат — большеберцовая кость», пластика передней крестообразной связки, коленный сустав.

Shormanov AM, Ivanov DV, Norkin AI, Ulyanov VYu, Bakhteeva NKh, Klimov SS, Chibrikova YuA. Computer modeling of biomechanical systems «femoral bone — endoprosthesis / transplant — tibia» in different methods of anterior cruciate ligament plastics in knee joint. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 764-768.

The aim: to specify the indices of dislocation (displacement) and effective stress in biomechanical systems «femoral bone — endoprosthesis / transplant — tibia» in different methods of anterior cruciate ligament by computer modeling of a knee joint geometrically, physically and mechanically similar to human. Material and Methods. Steady-state tasks of the stress given on a knée joint after anterior cruciate ligament plastics fulfilled by different methods were resolved numerically by the method of finite elements implemented in the system of finite element analysis. *Results*. Maximum dislocations comprised 3.45 mm. for the method of single-beam plastics of ACL, 0.35 mm. for two-beam plastics and 0.93 mm. for plastics with semi-tendinous and gracilis tendons. Maximum stress were 1190 MPa for single-beam plastics. tics of ACL, 141 MPa for two-beam plastics and 150 MPa for plastics with semi-tendinous and gracilis tendons. Conclusion. Finite element modeling of different ways of ACL plastics indicates higher stability of synthetic endoprosthesis under rising stress in case of two-beam plastics and transplant of semi tendinous and gracilis tendons compared to the single-beam plastics.

Key words: computer modeling, biomechanics, system «femoral bone — endoprosthesis / transplant — tibia», ACL plastics, knee joint.

Введение. Анатомо-функциональные характеристики коленного сустава человека определяют большую частоту встречаемости его травм в структуре повреждений опорно-двигательной системы: 71,9 на 10000 взрослых жителей в год. Повреждения передней крестообразной связки, по данным различных авторов, имеются в 27-85% наблюдений [1, 2]. При выборе тактики лечения пациентов с травмами коленного сустава наиболее предпочтительным является хирургическое вмешательство с применением артроскопических технологий пластики передней крестообразной связки [3]. Технические особенности выполнения данного хирургического вмешательства всесторонне описаны в доступной литературе, дискутируется лишь вопрос о выборе оптимального трансплантата для реконструкции поврежденной передней крестообразной связки [4, 5]. Положительными свойствами характеризуются аутотрансплантаты, лишенные антигенных свойств, однако их взятие и имплантация сопровождаются неминуемой утратой источников кровоснабжения и иннервации, а меха-

Ответственный автор — Шорманов Анзор Магометович

Тел.: +79378000347 E-mail: shormanov a@mail.ru

ническая адаптация в новых условиях функционирования занимает длительное время [6]. Применение синтетических материалов, в свою очередь, позволяет повысить прочность фиксации, однако в ряде случаев сопровождается «выскальзыванием» эндопротеза и возникновением нестабильности коленного сустава в послеоперационном периоде [7, 8].

До настоящего времени при пластике передней крестообразной связки у пациентов с травмами коленного сустава для специалистов практического здравоохранения остаются дискутабельными два вопроса: какой трансплантат использовать в зависимости от конкретной клинической ситуации и каким способом его фиксировать с точки зрения оптимальной биомеханики?

Цель: определить показатели перемещения (смещения) и эффективного напряжения в биомеханических системах «бедренная кость — эндопротез / трансплантат — большеберцовая кость» при различных способах пластики передней крестообразной связки путем компьютерного моделирования коленного сустава, характеризующегося геометрическим и физико-механическим подобием человеку.

Материал и методы. Численно с помощью метода конечных элементов, реализованного в системе

ANSYS, решали стационарные задачи о нагружении коленного сустава человека после пластики передней крестообразной связки различными способами (рис. 1). 2D-модели коленного сустава вместе с трансплантатом были воссозданы в системе автоматизированного проектирования SolidWorks, затем их импортировали в расчетный модуль Static Structural и разбивали на четырехугольную вычислительную сетку (рис. 2). Проводили анализ сеточной сходимости, определяли размер элемента сетки, при котором ее дальнейшее измельчение не вносило каких-либо изменений в численные результаты расчетов. Размер ребра четырехугольного элемента вычислительной сетки был определен в 1 мм. Рассматривали нагружение каждой из моделей осевой силой, направленной вертикально вверх и равной 100 Н (рис. 3). Считали, что материалы костной ткани, винтовых фиксаторов и трансплантата были изотропными, идеально упругими. При моделировании учитывали большие (конечные) деформации моделей.

Характеристики напряженно-деформированного состояния костной ткани, винтовых фиксаторов и трансплантата задавались в соответствии с литературными данными и данными натурных экспериментов, проводившихся ранее в образовательно-научном институте наноструктур и биосистем Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского.

Результаты. В геометрической модели однопучковой пластики передней крестообразной связки коленного сустава с использованием синтетических эндопротезов максимальные перемещения составили 3,45 мм; двухпучковой пластики с использованием синтетических эндопротезов 0,35 мм и пластики с использованием трансплантата из мышц сухожилия полусухожильной и нежной мышц 0,93 мм. Отношение величин максимальных смещений для способов одно- и двухпучковой пластики передней крестообразной связки синтетическими эндопротезами составило порядка 10 единиц, что вполне соответствовало тенденции, отмеченной при проведении натурных экспериментов на разрывной машине. Для способов двухпучковой пластики передней крестообразной связки синтетическим эндопротезом и пластики с использованием трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц максимальные смещения были сопоставимы по величине и не превышали 1 мм (рис. 4).

Расчет эффективных напряжений (по Мизесу) показал, что в модели однопучковой пластики передней крестообразной связки коленного сустава с использованием синтетических эндопротезов их максимальные величины составили 1190 МПа, двухпучковой пластики с использованием синтетических эндопротезов 141 МПа и пластики трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц 150 МПа. Отношение величин максимальных эффективных напряжений для способов одно- и двухпучковой пластики передней крестообразной связки синтетическими эндопротезами также составило приблизительно 8,5 единицы, что также не отличалось от данных натурных экспериментов на разрывной машине. Для способов двухпучковой пластики передней крестообразной связки синтетическим эндопротезом и пластики с использованием трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц эффективные напряжения не превышали 1 единицы (рис. 5, 6).

Обсуждение. Полученные нами данные численного эксперимента свидетельствуют о том, что в

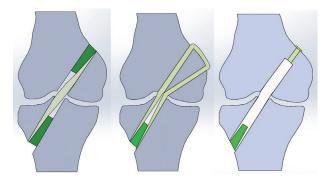


Рис. 1. Модель коленного сустава после пластики передней крестообразной связки (слева — однопучковая пластика синтетическим эндопротезом; посередине — двухпучковая синтетическим эндопротезом; справа — трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц)



Рис. 2. Вычислительная четырехугольная сетка для моделей коленного сустава (спева — однопучковая пластика синтетическим эндопротезом; посередине — двухпучковая синтетическим эндопротезом; справа — трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц)

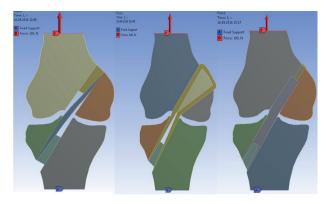


Рис. 3. Граничные условия: закрепление и нагружение (слева — однопучковая пластика синтетическим эндопротезом; посередине — двухпучковая синтетическим эндопротезом; справа — трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц)

условиях придания осевой нагрузки, направленной вертикально вверх и равной 100 Н на модели коленного сустава в условиях различных видов пластики передней крестообразной связки, последние будут работать без механического разрушения. Полученные нами данные сопоставимы с существующими литературными сведениями о показателях напря-

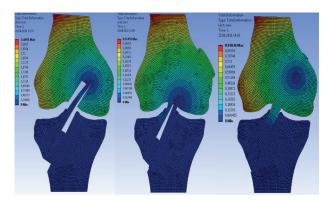


Рис. 4. Максимальные перемещения (смещения) в рассчитанных моделях при нагрузке 100 Н (слева — однопучковая пластика синтетическим эндопротезом; посередине — двухлучковая синтетическим эндопротезом; справа — трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц)

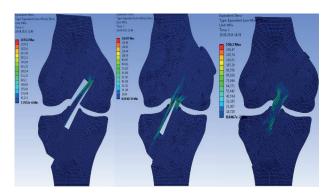


Рис. 5. Эффективные напряжения в моделях коленного сустава при нагрузке 100 Н (*слева* — однопучковая пластика синтетическим эндопротезом; *посередине* — двухпучковая синтетическим эндопротезом; *справа* — трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц)

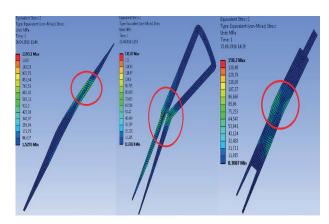


Рис. 6. Эффективные напряжения в моделях трансплантатов при нагрузке 100 Н (спева — однопучковая пластика синтетическим эндопротезом; посередине — двухлучковая синтетическим эндопротезом; справа — трансплантатом из сухожилий полусухожильной и нежной мышц)

женно-деформированного состояния костной ткани, винтовых фиксаторов и трансплантатов [9, 10].

С точки зрения конечно-элементного анализа предложенный нами оригинальный способ двухпучковой пластики передней крестообразной связки коленного сустава синтетическим эндопротезом по сравнению с однопучковой пластикой с использованием аналогичного пластического материала

является более предпочтительным с точки зрения биомеханики ввиду достижения более высокой стабильности коленного сустава в послеоперационном периоде. Наряду с этим, возникающие меньшие напряжения в синтетическом эндопротезе при двухпучковой пластике передней крестообразной связки свидетельствуют о более высоких его прочностных характеристиках и, возможно, более высоком сроке амортизации. В модели пластики передней крестообразной связки с использованием трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц величины максимальных перемещений и эффективных напряжений сопоставимы со способом двухпучковой пластики синтетическим эндопротезом, что свидетельствует об одинаковой жесткости фиксации и прочности.

Заключение. Конечно-элементное моделирование различных видов пластики передней крестообразной связки коленного сустава свидетельствует о большей устойчивости к нарастающим нагрузкам синтетического эндопротеза в условиях моделирования двухпучковой пластики и трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц по сравнению с однопучковой пластикой.

Конфликт интересов: Работа выполнена в рамках плана научно-исследовательской работы кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Артроскопическая пластика передней крестообразной связки коленного сустава» (клинико-экспериментальное исследование). Регистрационный номер АААА-А17-117040650122-3.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, утверждение рукописи для публикации — В.Ю. Ульянов, Д.В. Иванов, Н.Х. Бахтеева; получение данных — А.М. Шорманов, Д.В. Иванов, А.И. Норкин; обработка данных — С. С. Климов, Ю.А. Чибрикова; анализ и интерпретация результатов — В.Ю. Ульянов, Д.В. Иванов, А.М. Шорманов; написание статьи — А.М. Шорманов, В.Ю. Ульянов, Д.В. Иванов.

References (Литература)

- 1. Shormanov AM, Bogatov VB, Sadykov RSh. Method of plastic surgery on anterior cruciate ligament of knee joint in adults: Patent RU 2506057 C1. Published 10.02.2014. Bull. 4. Russian (Шорманов А.М., Богатов В.Б., Садыков Р.Ш. Способ пластики передней крестообразной связки коленного сустава у взрослых: патент RU 2506057 C1. Опубл. 10.02.2014. Бюл. 4).
- 2. Shormanov AM, Sadchikov DD, Bakhteeva NKh, Ulyanov VJu. Clinical and experimental substantiation of the original method of plastic surgery on anterior cruciate ligament of knee joint. In: Technological Innovations in Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery: Science and Practice Integration. 2017; р. 342–344. Russian (Шорманов А.М., Садчиков Д.Д., Бахтеева Н.Х., Ульянов В.Ю. Клинико-экспериментальное обоснование оригинального способа пластики передней крестообразной связки коленного сустава. В сб.: Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики. 2017; с. 342–344).
- 3. Shormanov AM, Bakhteeva NKh, Norkin AI, et al. The results of synthetic implants application in anterior cruciate ligament damage treatment. Modern problems of science and education 2015; (5): 345. Russian (Шорманов А.М., Бахтеева Н.Х., Норкин А.И. и др. Результаты применения синтетических имплантатов в лечении повреждений передней крестообразной связки. Современные проблемы науки и образования 2015; (5): 345).
- 4. Shormanov AM, Bakhteeva NKh, Sadykov RSh, et al. The results of application of anterior cruciate ligament two-bundle plastics by synthetic implant in its complete tears. Saratov

Journal of Medical Scientific Research 2015; 11 (4): 566–569. Russian (Шорманов А.М., Бахтеева Н.Х., Садыков Р.Ш. и др. Результаты применения двухпучковой пластики передней крестообразной связки синтетическим имплантатом при ее полном разрыве. Саратовский научно-медицинский журнал 2015; 11 (4): 566–569).

- 5. Bilich GL, Kryzhanovskiy VA, Nikolenko VN. Human Anatomy: in 3 vol. Vol. 1: Atlas. Moscow: GEOTAR-Media, 2013; 696 р. Russian (Билич Г.Л., Крыжановский В.А., Николенко В.Н. Анатомия человека: в 3 т. Т. 1: Атлас. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013; 696 с.).
- 6. Kapandzhi Al. Lower limb: Functional. Moscow: Eksmo, 2014. Vol. 2; 368 р. Russian (Капанджи А.И. Нижняя конечность: Функциональная. М.: Эксмо, 2014. Т. 2; 368 с.).
- 7. Voronov AV. Imitating biomechanical modeling as a method of study of human locomotive actions. Theory and Practice of

Physical Culture 2004; (2): 48–49. Russian (Воронов А.В. Имитационное биомеханическое моделирование как метод изучения двигательных действий человека. Теория и практика физической культуры 2004; (2): 48–49).

- 8. Johnson GD, Amendola A, Barber FA, et al. Surgical Arthroscopy. Moscow: Panfilov's Publishing House, 2015; 560 р. Russian (Джонсон Г.Д., Амендола А., Барбер Ф.А. и др. Оперативная артроскопия. М.: Изд-во Панфилова, 2015; 560 с.).
- 9. Larsen MW, Garrett WEJr, Delee JC, et al. Surgical management of anterior cruciate ligament injuries in patients with open physes. J Am Acad Orthop Surg 2006; 14 (13): 736–744.
- 10. Steckel H, Starman JS, Baums MH, et al. Anatomy of the anterior cruciate ligament double bundle structure: a macroscopic evaluation. Scand J Med Sci Sports 2007; (17): 387–392

УДК 616.72.2:616-089-06

Оригинальная статья

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХЭТАПНОГО РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

С. П. Шпиняк — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук; А.С. Федонников — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, проректор по научной работе, кандидат медицинских наук; А.П. Барабаш — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, начальник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, пауреат государственной премии РФ, академик ММТА; Ю.А. Барабаш — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, главный научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук.

THE DYNAMICS OF PATIENTS' LIFE QUALITY INDICES UNDER THE CONDITIONS OF TWO-STAGE KNEE JOINT REPLACEMENT

S. P. Shpinyak — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Junior Researcher, Candidate of Medical Scince; A.S. Fedonnikov — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Vice Rector for Research, Candidate of Medical Scince; A.P. Barabash — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Head of the Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science, Honoured Science and Technology Worker of the Russian Federation, Laureate of the Government Prize of the Russian Federation, Academician of International Medical and Technical Academy; Yu.A. Barabash — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Traumatology and Orthopedics, Chief Researcher, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 30.06.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Шпиняк С. П., Федонников А. С., Барабаш А. П., Барабаш Ю. А., Динамика показателей качества жизни пациентов в условиях применения двухэтапного ревизионного эндопротезирования коленного сустава. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 768–772.

Цель: проанализировать изменения показателей качества жизни пациентов с глубокой перипротезной инфекцией коленного сустава в процессе двухэтапного оперативного лечения. Материал и методы. При помощи опросника качества жизни Short Form Medical Outcomes Study (SF 36 v.1) провели анкетирование 57 пациентов, проходивших двухэтапное ревизионное лечение в НИИТОН. Результаты опроса сравнили со стандартизованными популяционными показателями шкал SF-36 для мужчин и женщин. Результаты. Во всех группах вне зависимости от пола выявлена общая тенденция к повышению физического и психологического компонентов здоровья до средних популяционных значений после выполнения первого этапа операции и дальнейший рост после второго. Реабилитационный потенциал психоэмоционального здоровья женщин был выше, чем у мужчин. По мере увеличения возраста пациентов происходило общее снижение уровня стрессоустойчивости. Заключение. Выполнение двухэтапного реэндопротезирования с имплантацией артикулирующего антимикробного спейсера с высокой степенью фиксации является эффективным методом лечения глубокой перипротезной инфекции, повышающим уровень физического здоровья и социального функционирования пациентов.

Ключевые слова: качество жизни, реэндопротезирование, инфекция, коленный сустав.

Shpinyak SP, Fedonnikov AS, Barabash AP, Barabash JuA. The dynamics of patients' life quality indices under the conditions of two-stage knee joint replacement. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 768–772.

The aim: to analyze the changes in the life quality indices of the patients with deep periprosthetic joint infection of the knee under the two-stage surgical treatment. *Material and Methods*. 57 patients who underwent two-stage revisionary treatment in Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery were interviewed with life quality questionnaire Short Form Medical Outcomes Study (SF 36 v.1). Interview results were compared with standardized population indices of SF-36 scales for males and females. *Results*. In all groups regardless of sex there was a general tendency for an increase in physical and psychological health component up to mean population values after the first

stage of surgery and further growth after the second stage. Rehabilitation potential of psychomotor health was higher in women than in men. The ability to handle stress was lower in direct ratio with the patients' age. Conclusion. Two-stage reendoprosthetic treatment with articulating antimicrobial spacer implantation having high grade of fixation is an effective treatment method for deep periprosthetic infection which increases physical health and improves social functioning of patients

Key words: life quality, reendoprosthesis, infection, knee joint.

Введение. Тотальное эндопротезирование (ТЭП) суставов стало рутинным оперативным вмешательством. Уровень перипротезной инфекции (ППИ) в среднем составляет 1-4% при первичном и 5,8-25,6% при ревизионном ТЭП [1-4]. Одним из вариантов хирургического лечения пациентов с инфекционными осложнениями ТЭП коленного сустава являются двухэтапные ревизионные вмешательства с имплантацией спейсеров различных конструкций и длительная антимикробная химиотерапия в послеоперационном периоде. Применение двухэтапного ревизионного ТЭП коленного сустава позволяет получить удовлетворительные результаты в 70-89,6% случаев у пациентов с глубокой ППИ [1, 2, 4, 5].

Показатели качества жизни (КЖ) позволяют дать комплексную оценку психологического и физического состояния пациента. Критерии функционирования человека в обществе напрямую зависят от его здоровья. При этом важно учитывать не только данные физикальных и клинических методов исследования, но и субъективное восприятие пациентом своего состояния, так как психоэмоциональный статус пациента оказывает значительное влияние на процесс лечения, реабилитации и конечный исход заболевания или травмы [6].

Цель: определить изменения показателей КЖ пациентов с глубокой ППИ коленного сустава в зависимости от выполняемых этапных ревизионных хирургических вмешательств.

Материал и методы. Объект исследования: 57 пациентов с глубокой ППИ коленного сустава, среди них 20 мужчин (35,1%) и 37 женщин (64,9%), которым проводили двухэтапное ревизионное ТЭП с длинным межоперационным интервалом в сроки от 1 недели до 3 лет после развития ППИ. Средний возраст пациентов составил 64±7,6 года. Диагностический алгоритм при первичном и повторном обращениях пациентов включал стандартные процедуры по определению характеристик инфекционного процесса с обязательным использованием клинических, лабораторных и инструментальных методов. Выясняли жалобы на боль в области коленного сустава, оценивали ограничение объема движений и нарушение опороспособности конечности на момент обращения. которые в представленной совокупности предъявлялись 52 (91,2%) пациентами. Изменения в анализах крови, свойственные для воспалительного процесса, характеризовались лейкоцитарным сдвигом влево у 28 (49,4%) пациентов, увеличением скорости оседания эритроцитов у 32 (56,6%) и повышением уровня С-реактивного белка у 41 (72,4%). Сообщение свищевого хода с полостью коленного сустава выявлено у 38 (66,7%) пациентов. При первичном обращении во всех случаях обнаруживали клинические и/или рентгенологические признаки нестабильности компонентов эндопротеза коленного сустава.

Для комплексной оценки физического и психологического здоровья пациентов выбран один из наиболее распространенных опросников качества жиз-

Ответственный автор — Шпиняк Сергей Петрович

E-mail: sergos83@rambler.ru

Тел.: +79198219666

ни (КЖ): Short Form Medical Outcomes Study (SF 36 v.1™ — стандартная форма) [7]. Исследование проводили по стандартной методике: 36 вопросов, 8 шкал с последующей их трансформацией в два суммарных результата (физический и психологический компоненты здоровья) с подсчетом средних значений полученных данных. Анкетирование пациентов проводили перед каждым этапом хирургического вмешательства и через 3-6 месяцев после имплантации ревизионного эндопротеза. Особое внимание пациентов обращали на необходимость формирования ответов на основании имеющейся зависимости психологического и физического здоровья, а также психосоциального функционирования от состояния оперированного коленного сустава. Анкеты заполняли исследователи во время интервью или пациенты после проведения ознакомительной беседы самостоятельно. В зависимости от пола по возрасту пациенты были разделены на три соответствующие группы: от 45 до 54 лет, 55-64 года, 65-74 года (таблица).

Распределение пациентов по полу и возрасту, n (%)

Возраст, лет	Кол-во паци- ентов	Мужчины	Женщины
45–54	8 (14%)	4 (7%)	4 (7%)
55–64	19 (33,3%)	9 (15,8%)	10 (17,5%)
65–74	30 (52,7%)	7 (12,3%)	23 (40,4%)
Всего	57 (100%)	20 (35,1%)	37 (64,9%)

С целью анализа зависимости изменения полученных результатов от выполняемого этапа хирургического вмешательства все полученные данные обобщались в таблицы с последующим их графическим отображением. Для контроля использовали стандартизованные популяционные показатели шкал SF-36 для мужчин и женщин, полученные в результате многоцентрового исследования качества жизни «МИРАЖ» [6].

Анализ данных произведен с помощью стандартных методов статистики с использованием программного продукта для ПК Statistica 6.0 фирмы StatSoft@ Inc., USA. Для представления итоговых данных применяли стандартные методы вариационной статистики с определением критерия достоверности по Стьюденту. Достоверными считали результаты при значениях p<0,05, что соответствует требованиям, предъявляемым к медико-биологическим исследованиям [8].

Результаты. У всех пациентов после имплантации спейсера и восстановления функции коленного сустава и опороспособности конечности выявлено резкое возрастание показателей физического функционирования (Physical Functioning) в 2-2,5 раза по сравнению с исходными данными, а затем последующее их плавное нарастание после замены спейсера на ревизионный эндопротез. Особенно резкий рост показателей физического функционирования отмечен в группе пациентов в возрасте от 65 до 74 лет: на 62,5% у женщин и на 75,8% у мужчин, достижение этого показателя средней популяционной нормы и выше отмечено только в группах пациентов 45—54 лет и старше 65 лет (p<0,05).

Аналогичная положительная динамика выявлена по шкале ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием (Role Physical Functioning), которая демонстрировала увеличение возраста респондентов наряду со снижением общего уровня рассматриваемого показателя, что, на наш взгляд, обусловлено купированием воспаления и болевого синдрома после выполнения первого этапа операции. Максимальное приближение к средним показателям популяции установлено только в группе женщин в возрасте от 45 до 54 лет (p<0,05) (рис. 1).

Устранение симптомов воспаления и нестабильности компонентов эндопротеза (за счет высокой степени фиксации ревизионных конструкций) позволило снизить интенсивность боли и ее влияние на способность заниматься повседневной деятельностью, включая работу по дому и вне дома. Достижение средних показателей здорового населения по этой шкале отмечали сразу после первого этапа оперативного вмешательства во всех возрастных группах, независимо от половой принадлежности пациентов. Результаты отражены на графике изменений значений шкалы интенсивности боли (Bodily Pain) (рис. 2).

Положительные результаты хирургического лечения повлияли на улучшение общего состояния здо-

ровья (General Health) и оценку пациентами своего здоровья в настоящий момент и перспектив лечения. У всех пациентов выявляли соответствие средним популяционным показателям (до 6,4%) после имплантации спейсера, а после установки ревизионной конструкции отмечали рост по данной шкале, который достиг 46,9%.

Оценка жизненной активности (Vitality) показала, что хирургическое лечение позволило улучшить этот показатель до 75% процентильных значений у мужчин, что на треть выше показателей у женщин (р<0,05). При этом степень ощущения пациентами себя полными сил и энергии уменьшается с возрастом, что отражает снижение резистентности эмоциональной сферы пациента к стрессам.

Уровень социального функционирования пациентов (Social Functioning) превысил средние показатели в популяции, а коммуникативная активность женщин была на 8,2–16% выше мужской (p<0,05).

Обеспечение стабильности компонентов спейсера, а затем и ревизионного эндопротеза, а также последующее восстановление функции коленного сустава и всей конечности повлияли на повышение степени ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием (Role Emotional) пациентов в обществе до среднего популяционного уровня (45–55 баллов).

Психическое здоровье (Mental Health) пациентов также улучшилось до 75% процентилей стандартизированных популяционных показателей.

Изменение шкал (PF, RP, BP, GH, PH) физического здоровья пациентов



Рис. 1. Изменение средних показателей шкал физического здоровья

Изменение шкалы ВР в зависимости от возраста и пола пациентов

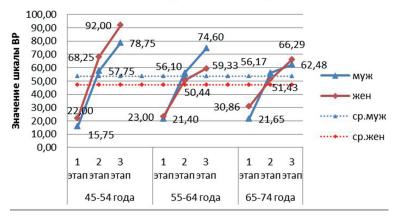


Рис. 2. Изменение шкалы ВР в зависимости от возраста и пола пациентов

Изменение шкал (VT, SF, RE, MH, MH*) психического здоровья пациентов



Рис. 3. Изменение средних показателей шкал психологического здоровья

При расчете средних значений шкалы физического компонента здоровья (PH) выявлен рост от 0,7 до 23,6% после первого этапа оперативного вмешательства, от 6,8 до 24,3% после его второго этапа. Достигнутый уровень физического здоровья во всех возрастных группах как у мужчин, так и у женщин находился в коридоре позиций 34,21—40,56.

В результате исследования психологического компонента здоровья (МН) установлена общая положительная динамика во всех группах. В большинстве случаев после первой операции значения всех шкал, за исключением шкалы ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием, достигли средних популяционных показателей, а после второго этапа хирургического лечения превысили их во всех группах пациентов. В психоэмоциональной сфере у женщин наблюдался более высокий реабилитационный потенциал по сравнению с мужчинами (p<0.05).

Оценка средних показателей физического и психологического здоровья пациентов также позволила выявить рост по всем шкалам в процессе хирургического лечения (рис. 2, 3). При сравнении со стандартизированной популяционной нормой значения выше средних достигнуты по шкалам интенсивности боли, общего состояния здоровья и всем шкалам, составляющим совокупное психологическое здоровье.

Обсуждение. Положительная динамика показателей КЖ, прослеживаемая по всем шкалам после каждого этапа хирургического лечения и через 3-6 месяцев после имплантации ревизионной конструкции, свидетельствует об увеличении физического функционирования пациентов, особенно в старшей возрастной группе. Купирование болевого синдрома в послеоперационном периоде также способствовало значимому улучшению показателей КЖ как у мужчин, так и у женщин, что способствовало повышению оценки пациентами своего физического здоровья. Наряду с этим, положительное воздействие хирургического лечения способствовало улучшению показателей психоэмоционального состояния в сравнении с показателями шкал средних и максимальных популяционных значений, в том числе коммуникативной активности, которая у женщин была выше, чем у мужчин [9-10].

Заключение. КЖ пациентов исследуемой группы напрямую зависит от степени ограничения функции коленного сустава и нарушения опороспособности нижней конечности, обусловленных выраженностью боли и явлений воспаления. Выполнение двухэталного реэндопротезирования с имплантацией арти-

кулирующего антимикробного спейсера с высокой степенью фиксации позволяет эффективно купировать воспалительный процесс и болевой синдром, существенно повысить уровень физического и психического здоровья, а также улучшить социальное функционирование пациентов уже на начальных этапах лечения.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Разработка временных протезов (спейсеров) для коленного сустава и алгоритма реэндопротезирования при перипротезной инфекции». Регистрационный номер 115032440025.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — С. П. Шпиняк, А. П. Барабаш, Ю. А. Барабаш, А. С. Федонников; получение и обработка данных, написание статьи — С. П. Шпиняк, Ю. А. Барабаш; утверждение рукописи для публикации — А. П. Барабаш, Ю. А. Барабаш, А. С. Федонников.

References (Литература)

Kuzmin II, Isaeva MP. The problem of infectious complications in joint replacement. Vladivostok: Dalnauka, 2006; 123 р. Russian (Кузьмин И.И., Исаева М.П. Проблема инфекционных осложнений в эндопротезировании суставов. Владивосток: Дальнаука, 2006; 123 с.).
 Jakoffsky JJ, Hedley EK, eds. Revision knee replacement:

2. Jakoffsky JJ, Hedley EK, eds. Revision knee replacement: a guide for physicians. Moscow: GEOTAR-Media, 2015; 320 р. Russian (Ревизионное эндопротезирование коленного сустава: руководство для врачей / под ред. Д.Дж. Джакофски, Э.К. Хедли; пер. с англ. под ред. Н.В. Загороднего. М.: ГЭО-ТАР-Медиа, 2015; 320 с.).

3. Trampuz A, Zimmerli W. Prosthetic joint infections: update in diagnosis and treatment. Swiss Med Wkly 2005; 135 (17): 243–251.

- 4. Ochsner PE, Borens O, Bodler PM, et al. Infections of the musculoskeletal system. 2nd ed. Wehrheim, 2015; 260 p. German (Ochsner PE, Borens O, Bodler PM, et al. Infektionen des Bewegungsapparates: berarbeitete und erweiterte Auflage. Wehrheim, 2015; 260 S.).
- 5. Norkin IA, Shpinyak SP, Girkalo MV, Barabash AP. Results of surgical treatment of infectious complications of total replacement of large joints. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N. N. Priorova 2014; (3): 67–72. Russian (Норкин И.А., Шпиняк С. П., Гиркало М.В., Барабаш А.П. Исходы хирургического лечения инфекционных осложнений тотального эндопротезирования крупных суставов. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова 2014; (3): 67–72).
- 6. Amirdzhanova VN, Gorjachev DV, Korshunov NI, et al. Population indicators of quality of life questionnaire SF-36 (results of a multicenter study of quality of life "MIRAGE") Nauchno-prakticheskaja revmatologija 2008; (1): 36–48. Russian (Амирджанова В. Н., Горячев Д. В., Коршунов Н. И. и др. По-

пуляционные показатели качества жизни по опроснику SF-36 (результаты многоцентрового исследования качества жизни «МИРАЖ»). Научно-практическая ревматология 2008; (1): 36–48).

- 7. Novik AA, Ionova TI. A guide to the study of quality of life in medicine. M.: OLMA-PRESS, 2002; 314 р. Russian (Новик А.А., Ионова Т.И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002; 314 с.).
- 8. Rebrova OJ. Statistical analysis of medical data: The use of application programms Statistica. М.: MediaSfera, 2002; 312 р. Russian (Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных: Применение прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера, 2002; 312 с.).
- 9. Shpinyak SP, Barabash AP, Lyasnikova AV. The use of spacers in the treatment of infectious complications in total

knee replacement. Sovremennyie problemyi nayki i obrazovania 2015; (5). URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21443. Russian (Шпиняк С. П., Барабаш А. П., Лясникова А. В. Применение спейсеров в лечении инфекционных осложнений тотального эндопротезирования коленного сустава. Современные проблемы науки и образования 2015; (5). URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21443).

10. Parvizi J, Gerke T. Proceeding of the International Consensus Conference on periprosthetic infection. Sankt-Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena, 2014; 355 p. Russian (Парвизи Д, Герке Т. Материалы международной согласительной конференции по перипротезной инфекции / пер. с англ. под ред. Р.М. Тихилова. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014; 355 с.).

УДК 617-089.844:616-001.6:611.711 (5-6)

Оригинальная статья

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ БОЛЬНЫХ С РИГИДНЫМИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

А.Е. Шульга — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; В.В. Зарецков — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, доктор медицинских наук; Н.В. Богомолова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, отдел фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, врач клинической лабораторной диагностики, профессор, доктор медицинских наук; Г.А. Коршунова — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; А.А. Смолькин — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, младший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии.

DIFFERENTIATED APPROACH TO SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH RIGID POSTTRAUMATIC DEFORMITIES OF THORACIC AND LUMBAR SPINE

A.E. Shul'ga — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Research Scientist, Candidate of Medical Science; V.V. Zaretskov — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Leading Research Scientist, Doctor of Medical Science; N.V. Bogomolova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Clinical Laboratory Diagnostics Physician, Professor, Doctor of Medical Science; G.A. Korshunova — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Innovation Projects in Neurosurgery and Vertebrology, Junior Research Scientist.

Дата поступления — 3.07.2017 г.

Дата принятия в печать — 19.09.2017 г.

Шульга А. Е., Зарецков В.В., Богомолова Н.В., Коршунова Г.А., Смолькин А.А. Дифференцированный подход к хирургическому лечению больных с ригидными посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Саратовский научно-медицинский журнал 2017; 13 (3): 772–779.

Цель: проанализировать результаты хирургического лечения больных с посттравматическими ригидными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника на основе сравнительного анализа различных подходов к планированию тактики оперативных вмешательств. *Материал и методы.* Проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения 138 пострадавших (основная группа) с застарелыми повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника с учетом предложенного алгоритма планирования тактики вмешательства и 86 — без учета (группа сравнения). Выбор тактики хирургического лечения в основной группе пострадавших основывался на изучении степени деформации позвоночника, интенсивности болевого синдрома и показателях качества жизни пострадавших до и после операции. *Результаты.* В основной группе у 122 (88,4%) пострадавших после операции достигнута коррекция деформации позвоночника, превышающая 80%, болевой синдром регрессировал в соответствии с визуальной аналоговой шкалой до 3 баллов и менее, показатели качества жизни улучшились до уровня 0–25%. *Заключение.* Использование предложенного алгоритмического подхода дает возможность получения стойких положительных результатов лечения у большинства больных.

Ключевые слова: травма, грудной и поясничный отделы позвоночника, ригидные деформации, хирургическое лечение.

Shul'ga AE, Zaretskov VV, Bogomolova NV, Korshunova GA, Smol'kin A.A. Differentiated approach to surgical treatment of patients with rigid posttraumatic deformities of thoracic and lumbar spine. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2017; 13 (3): 772–779.

The aim: to investigate the outcomes of surgical treatment of patients with rigid posttraumatic deformities in thoracic and lumbar spine on the basis of the comparative analysis of different approaches to the planning of operative intervention management. Material and Methods. A comparative analysis of the results of surgical treatment of 138 patients (main group) with old injuries of thoracic and lumbar spine was carried out with the help of the proposed surgery managing algorithm and 86 patients (comparison group) — without taking the given algorithm into account. The choice of surgery managing in the main group of patients was based on the study of the spinal deformity degree, pain syndrome intensity and life quality indices of patients before and after surgery. Results. In the main group in 122 (88,4%) patients after the surgery spinal deformity correction exceeding 80% was achieved, pain syndrome regressed in accordance with the visual analog scale up to 3 points and less, life quality indices improved up to the level of 0–25%. Conclusion. The application of the proposed algorithm approach enables surgeons to get persistent positive outcomes in the majority of cases.

Key words: injury, thoracic and lumbar spine, rigid deformities, surgical treatment.

Введение. Ригидные посттравматические деформации грудного и поясничного отделов позвоночника — это сложная ортопедическая патология, отличающаяся особенностями в хирургической тактике [1–3]. Длительно существующая деформация позвоночного столба и компрессия содержимого позвоночного канала, как правило сопровождающие данную патологию, являются причиной стойкого болевого синдрома и функциональной несостоятельности позвоночника [4]. Кроме того, в эпидуральном пространстве развивается спаечный процесс, который закономерно приводит к хронической недостаточности спинального кровообращения, субарахноидальному блоку и миелопатии с неврологическим дефицитом [5–7].

Следует отметить, что чем грубее повреждение позвоночника и чем позже начато адекватное лечение, тем реже удается исправить деформацию [8]. Данный факт обусловлен формированием на уровне повреждения частичного или полного костно-фиброзного блока. В связи с этим хирургическое лечение застарелой травмы грудного и поясничного отделов позвоночника представляет собой многокомпонентную задачу, в решении которой особую роль приобретает мобилизация поврежденного позвоночно-двигательного сегмента [9].

В настоящее время применяются несколько основных методов хирургического лечения застарелых повреждений позвоночного столба. Принципиальной разницей между ними является использование при коррекции ригидных деформаций вентрального, дорзального доступов или их комбинаций. Некоторые авторы с целью уменьшения объема операционной травмы предлагают устранять деформацию изолированно из дорзального доступа [10, 11]. Другие считают, что показания для данной хирургической методики весьма ограниченны и последовательно выполняют из заднего доступа тотальную резекцию тела и дорзальных отделов поврежденного позвонка. коррекцию деформации и замещение межтелового пространства эндофиксатором [12, 13]. Ряд специалистов указывают на высокий риск неврологических осложнений при таких операциях и утверждают, что получить удовлетворительные результаты можно при изолированном переднем релизе с последующей коррекцией деформации и стабилизацией позвоночника вентральными системами [14]. Однако, как мотивированно отмечают многие авторы, изолированные передние вмешательства не подходят для коррекции большинства вариантов ригидных посттравматических деформаций, а наиболее предпочтительны комбинированные варианты хирургических вмешательств [15, 16]. У пациентов с грубыми,

Ответственный автор — Шульга Алексей Евгеньевич

Тел.: +79603437988

E-mail: doc.shulga@yandex.ru

ригидными неосложненными повреждениями коррекция деформации сопряжена с резким изменением длительно существовавших взаимоотношений в деформированном сегменте позвоночника и риском появления неврологического дефицита [17, 18].

В связи с отсутствием единых взглядов на выбор используемых методов хирургического лечения нами изучены результаты хирургической коррекции ригидных посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника у больных, прооперированных в соответствии с методом, дифференцированно выбранным на основании оригинального алгоритма.

Материал и методы. В работе проведен анализ результатов хирургического лечения 138 пациентов с ригидными посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника, находившихся на лечении в институте с 2012 по 2016 г. Возраст пострадавших варьировался от 19 до 66 лет, среди них были 85 (61,6%) мужчин и 53 (38,4%) женшины. По локализации деформации позвоночника больные распределились следующим образом: грудной отдел — 55 (39,9%) пациентов; поясничный отдел — 83 (60,1%). Следует отметить, что у 98 (71,0%) пациентов подавляющее число застарелых повреждений позвоночника пришлось на переходный грудопоясничный отдел (Th11-L2). Проведен также ретроспективный анализ результатов хирургического лечения 86 пациентов, оперированных в институте до 2012 г. по поводу застарелых повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника. В группе сравнения больные распределились следующим образом: 50 (58,2%) мужчин и 36 (41,8%) женщин в возрасте от 21 до 68 лет, среди которых повреждения в поясничном отделе позвоночника встречались у 54 (62,8%) пациентов, в грудном — у 32 (37,2%).

При поступлении всем больным проводили стандартное комплексное обследование, направленное на выявление сопутствующей соматической патологии, которая могла бы повлиять на объем планируемого оперативного вмешательства, исследовали неврологический и ортопедический статусы пациентов до и после операции. Визуализацию деформации позвоночника и состояния позвоночного канала осуществляли при помощи обзорной рентгенографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографий в динамике [19].

Неврологический статус пострадавших оценивали по шкале ASIA/IMSOP, согласно которой у 83 (60,1%) больных отсутствовали признаки поражения спинного мозга, у 55 (39,9%) сопровождались неврологическим дефицитом той или иной степени выраженности.

Для интерпретации ортопедического статуса всем пациентам до и после вмешательства выполнялись полные спондилограммы вместе с костями таза в переднезадней и боковой проекциях. Величину угла

локальной кифотической деформации измеряли согласно стандартной методике Coob (1948), которая варьировалась в пределах от 20° до 45°. Дислокационный компонент оценивали по плоскости (направлению) и степени смещения поврежденного или смежных с ним позвонков, последний отмечен у 47 (34,1%) пациентов.

У пациентов с неосложненной травмой оценивали глобальный позвоночно-тазовый баланс по классификации SRS-Schwab (Schwab FJ, et al., 2012) с использованием сагиттальных модификаторов. Посттравматические деформации с нарушением позвоночно-тазового баланса отмечены нами у 27 (19,6%) пациентов, из них наиболее грубые изменения (более 20°) имелись у 3 (2,2%) больных.

Хирургическое лечение пациентов исследуемых групп заключалось в последовательном выполнении ряда этапов: мобилизация, коррекция деформации и фиксация позвоночного столба в исправленном положении. Объем вмешательства определялся характером, уровнем и протяженностью деформации, выраженностью костного блока, а также степенью нарушения фронтального и сагиттального баланса. В зависимости от показаний все три этапа выполнялись из одного доступа либо осуществлялись комбинированные двух или трехэтапные вмешательства.

При одноэтапном хирургическом лечении из переднего доступа использовали классические оперативные подходы к боковой поверхности тел грудного и поясничного отделов позвоночника (торакотомия, торакофренотомия, торакофренолюмботомия, люмботомия), затем тело поврежденного позвонка резецировали с рассечением передней продольной связки. В случае необходимости осуществляли декомпрессию содержимого позвоночного канала. После полноценного релиза производили коррекцию деформации позвоночника винтовой вентральной конструкцией и передний опорный спондилодез одним из видов эндофиксаторов.

Изолированные вмешательства из заднего доступа начинали со скелетирования дорзальных структур позвоночного столба необходимой протяженности, после чего на вершине деформации с целью мобилизации выполняли один из известных видов остеотомий. Далее при помощи дорзальных металлоконструкций устраняли непосредственно деформацию позвоночника. Завершали операцию в зависимости от способа коррекции задним спондилодезом или вентральным опорным спондилодезом.

Под одномоментными многоэтапными вмешательствами подразумевали использование различных комбинаций вентрального и дорзального доступов. Количество и последовательность этапов варьировались в зависимости от показаний. Наиболее часто применяли два варианта комбинированных вмешательств: P/A (posterior/anterior) и A/P/A (anterior/posterior/anterior).

Дифференцированный подход к планированию тактики оперативных вмешательств у пациентов с ригидными посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночного столба заключался в выборе одного из перечисленных методов хирургического лечения, на основании выделенных в ходе исследования основополагающих клинико-рентгенологических критериев. К таковым мы отнесли: уровень повреждения, тип первичной травмы по классификации AO/ASIF, характер деформации, давность травмы и степень неврологических нарушений по классификации ASIA/IMSOP. Опреде-

ление способа хирургического лечения осуществляли согласно предложенному алгоритму (таблица).

Визуально-аналоговая шкала, в которой начальная точка обозначает отсутствие боли, или 0 баллов, а максимально выраженная, нестерпимая боль соответствует 10 баллам, позволила нам оценить степень выраженности болевого синдрома до и после оперативного вмешательства. Для оценки качества жизни пациентов использована анкета Освестри в версии 2.1a (Fairbank J. C., Davies J. B., 1980).

С целью оценки ближайших (до 1 года) и отдаленных (1 год и более) результатов хирургического лечения все пациенты, включенные в исследование, проходили контрольное обследование позвоночника (в сроки 3, 6, 12 месяцев и более), включавшее объективный осмотр, визуализацию (спондилография, КТ-исследование) и анкетирование.

Статистический анализ полученных данных проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics 22.0. Оценку нормальности распределения выполняли с использованием критерия Колмогорова — Смирнова, для всех параметров выявлено ненормальное распределение, поэтому для представления итоговых количественных данных использовали медиану и квартили. Сравнение групп проводили также с использованием методов непараметрической статистики (критерий X² Пирсона, U-критерий Манна — Уитни). Достоверным считали результаты при p<0,05, что соответствует требованиям, предъявляемым к медико-биологическим исследованиям.

Результаты. В зависимости от типа первичной травмы грудного и поясничного отделов позвоночника (по AO/ASIF) больные сформировали две группы: в первую вошли пациенты с простыми (одноплоскостными), во вторую — с ригидными многоплоскостными деформациями. Каждая из групп разделена на две подгруппы: основную и группу сравнения.

В первой группе основной подгруппы выявлены изолированные кифотические деформации умеренной степени выраженности, причинами возникновения которых стали стабильные повреждения позвоночника типа А у 39 (28,3%) больных, нестабильная травма с флексионным компонентом типа В без торсии и дислокации позвонков у 47 (34,1%). У 62 (72,1%) из 86 больных повреждения не сопровождались неврологической симптоматикой, а позвоночноспинномозговая травма отмечена у 24 (27,9%) из них, причем у 11 (9,3%) функция спинного мозга нарушена тотально. Аналогичную закономерность прослеживали в подгруппе сравнения: у 28 (32,5%) больных имелись деформации в результате повреждений типа А и у 28 (32,5%) типа В (32,5%). В этой подгруппе также преобладали случаи неосложненной травмы у 39 (69,6%) больных, у 6 (8,7%) из них отмечали полную инвалидизацию. Тактику хирургического лечения больных основной подгруппы определяли с учетом предложенного алгоритма, в соответствии с которым 69 (50,0%) больным с застарелыми повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника типов А и В осуществляли одномоментный релиз и коррекцию локальной кифотической деформации из вентрального доступа. Исключение составили 4 (2,9%) пациента с длительно существующей тотальной неврологической симптоматикой (длительность травмы более 1 месяца), оперированных из дорзального доступа с сохранением высоты поврежденного сегмента, а также 13 (9,4%) больных с ригидными (более 30 дней) деформациями на фоне неосложненных или частично осложненных повреждений типа

Алгоритм предоперационного планирования у больных с ригидными посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночного столба. Распределение пациентов в зависимости от варианта хирургического лечения (p<0,05)

Показатель	Уровень травмы											
Hokadaraib	Грудной отдел (n=55)											
Тип первич- ной травмы AO/ASIF	А				B-C							
Характер деформации	Простые (одноплоскостные) (n=11)				Простые (одноплоскостные) (n=14)				Сложные (многоплоскостные) (n=30)			
Давность травмы (сутки)	10–30		30 и более		10–30		30 и более		10–30		30 и более	
Степень неврологиче- ского дефици- та (ASIA)	B-E (3) *	А	B-E (2) *	А	B-E (4) *	А	B-E (2) *	А	B-E (6) *	A	B-E (4) *	Α
Вариант лечения, абс. (%)	<u>A</u> 5 (3,6%)	2 (1,45%)	3 (2,17)	1 (0,72%)	6 (4, 3 5%)	2 (1,45%)	3 (2,17)	3 (2,17)	<u>A/P/A</u> 10 (7,25%)	7 (5,07%)	8 (5,79%)	<u>P</u> 5 (3,6%)
	Поясничный отдел (n=83)											
Характер деформации	Простые (одноплоскостные) (n=28)				Простые (одноплоскостные) (n=33)				Сложные (многоплоскостные) (n=22)			
Давность травмы (сутки)	10–30		30 и более		10–30		30 и более		10–30		30 и более	
Степень невроло- гического дефицита	B-E (10) *	A	B-E (18) *	A	B-E (16) *	A	B-E (7) *	А	B-E (5) *	А	B-E (6) *	Α
Вариант лечения, абс. (%)	<u>A</u> 10 (7,25%)	0 <u>A</u>	<u>A</u> 18 (13,04%)	0 <u>A</u> (%)	<u>A</u> 21 (15, 2%)	2 (1,45%)	9 (6,52%)	P/A 1 (0,72%)	8 (5,79%)	4 (2,89%)	9 (6,52%)	<u>A/P/A</u> 1 (0,72%)

 Π р и м е ч а н и е : $\underline{\mathbf{A}}$ (anterior) — вентральное хирургическое вмешательство; $\underline{\mathbf{P/A}}$ (anterior/posterior) — одномоментное двухэтапное вмешательство; $\underline{\mathbf{A/P/A}}$ (anterior/posterior/anterior) — одномоментное трехэтапное вмешательство; $\underline{\mathbf{E}}$ (n) * — количество пациентов с неосложненной травмой (группа $\underline{\mathbf{E}}$) указано отдельно в скобках.

В, которым выполняли одномоментное двухэтапное вмешательство Р/А. В подгруппе сравнения отмечали большое разнообразие используемых методов хирургического лечения: у 12 (13,9%) больных применяли изолированные дорзальные операции, у 17 (19,8%) вентральные, у 27 (31,4%) комбинированные. При этом, однако, не удалось проследить системного подхода в выборе того или иного способа коррекции деформации.

Проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения больных с ригидными одноплоскостными деформациями в основной подгруппе и подгруппе сравнения. Степень кифотической деформации у больных основной подгруппы до операции варьировалась от 14,0° до 25,0°, медиана составила 19,1°, нижний квартиль 16,2°, верхний 21,4°; у больных подгруппы сравнения от 15,0° до 25,0°, медиана 18,9°, нижний квартиль 15,6°, верхний 21,4°. Хирургическое лечение позволило устранить кифотическую деформацию в основной подгруппе на 4,7° (нижний квартиль 1,5°, верхний 8,2°), в подгруппе сравнения на $3,4^{\circ}$ (нижний квартиль $2,3^{\circ}$, верхний $4,4^{\circ}$) (p=0,021). Несмотря на незначительную разницу результатов, отмечали колебание цифр квартильного отклонения в группе сравнения, что обусловлено неоднородностью показателей. Другими словами, у ряда пострадавших подгруппы сравнения результат коррекции можно охарактеризовать как неудовлетворительный. Анализ социально-бытовой адаптации больных в отдаленном периоде наблюдения показал, что интенсивность болевого синдрома уменьшилась с 6,2 балла (нижний квартиль 4,8, верхний 7,7) до 2,0 (нижний квартиль 1,2, верхний 2,8) у больных основной подгруппы и с 6,4 балла (нижний квартиль 5,2, верхний 7,3) до 3,4 балла (нижний квартиль 1,4, верхний 5,4) у больных из подгруппы сравнения (p<0,001). Качество жизни пациентов с неосложненной травмой, по данным изучения показателей качества жизни, улучшилось в среднем с 44,2% (нижний квартиль 35,4, верхний 51,2) до 18,7% (нижний квартиль 15,0, верхний 22,4) у больных основной подгруппы и с 45,1% (нижний квартиль 38,2, верхний 52,2) до 23,88% (нижний квартиль 13,8, верхний 34,2) в подгруппе сравнения (р=0,035). Анализ показателей тяжести операционной травмы указывает на тот факт, что объем интраоперационной кровопотери 584 мл (нижний квартиль 375, верхний 793) и продолжительность вмешательства 129 минут (нижний квартиль 86, верхний 171) в основной подгруппе были существенно ниже, чем в подгруппе сравнения: 829 мл (нижний квартиль 507, верхний 151) и 191 минута (нижний квартиль 100, верхний 283) (р<0,001). По-видимому, это оказывает определенное влияние и на сроки пребывания больного в стационаре: в основной подгруппе 10,7 суток (нижний квартиль 8,3, верхний 13,1), в подгруппе сравнения 12,8 суток (нижний квартиль 7,6, верхний 18,0) (p= 0,067).

Во второй группе основной подгруппы выявлены ригидные многоплоскостные деформации грудного и поясничного отделов позвоночника, причинами возникновения которых стали нестабильные первичные травмы типов В и С. Основная подгруппа включа-

ла 52 (37,7%) больных, у которых двухкомпонентные деформации (кифоз/дислокация) имелись у 18 (13,0%) из них, а трехкомпонентные (кифоз/дислокация/торсия) у 34 (24,6%). Подгруппа сравнения включала 30 (34,8%) больных, среди которых у 21 (24,4%) преобладали деформации на фоне флексионно-ротационной первичной травмы (тип С). У всех без исключения пациентов присутствовал дислокационный компонент деформации разной степени выраженности. Позвоночно-спинномозговая травма наблюдалась чаще, чем неосложненные повреждения: у 31 (63,3%) больного в основной подгруппе и у 19 (63,3%) в подгруппе сравнения. Частота тотального неврологического дефицита у больных с многоплоскостными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночного столба была значительно выше по сравнению с больными первой группы: у 17 (32,7%) больных основной подгруппы и 9 (30,0%) подгруппы сравнения. Основным критерием алгоритма, определяющим тактику планирования хирургического лечения у больных с тяжелыми застарелыми многокомпонентными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (основная подгруппа), была выраженность неврологической симптоматики. Больным с тотальным нарушением функции спинного мозга выполнено оперативное вмешательство из дорзального доступа с сохранением высоты поврежденного сегмента либо сегментарная укорачивающая вертебротомия. У 18 (60,0%) больных с неосложненной травмой или частичной неврологической симптоматикой на фоне циркулярного костно-фиброзного блока в грубом порочном положении использовалась более щадящая для спинного мозга методика трехэтапного хирургического лечения — А/Р/А. Варианты хирургического лечения аналогичных деформаций в подгруппе сравнения в основном представлены многоэтапными вмешательствами: А/Р/А у 12 (40,0%) больных; Р/А у 9 (30,0%), однако выполняли и изолированные дорзальные операции у 3 (10,0%) и вентральные операции у 6 (20,0%) больных. Следует отметить, что у всех пациентов основной подгруппы полностью устранен дислокационный компонент деформации и восстановлен нормальный сагиттальный профиль позвоночника. Отрицательной динамики в неврологическом статусе после операции не наблюдалось. Кифотическая деформация коррегирована на 30,3° (нижний квартиль 23,4°, верхний 37,2°), при исходной степени 36,3° (нижний квартиль 27,2°, верхний 45,5°). В подгруппе сравнения у 9 больных не был полноценно устранен сдвиговый компонент деформации, у 4 (44,4%) из них после выполнения вентральных вмешательств и у 5 (55,6%) после двухэтапной операции (Р/А). У 1 больного после дорзального вмешательства (на вершине деформации) получен тотальный неврологический дефицит в виде нижней параплегии, которая впоследствии регрессировала до грубого парапареза (от А до С шкала ASIA). При исходной степени кифотической деформации 34,5° (нижний квартиль 26,3°, верхний 42,7°), медиана составила 23,7° (нижний квартиль 11,9°, верхний 35,5°), что хуже результатов, полученных у больных основной подгруппы (р=0,210). Анализ показателей социальной реабилитации больных второй группы указывает на более значимое улучшение качества жизни пациентов основной подгруппы. Это наглядно подтверждают данные исследования интенсивности болевого синдрома (основная подгруппа: до операции 7,2 балла (нижний квартиль 6,3, верхний 8,1), после операции 2,3 балла (нижний

квартиль 1,4, верхний 3,1); подгруппа сравнения: до операции 7.1 балла (нижний квартиль 6.0, верхний 7,9), после операции 3,6 балла (нижний квартиль 2,0, верхний 5,4) (р=0,015). По шкале оценки качества жизни также отмечены лучшие результаты в основной подгруппе: до операции 61,7% (нижний квартиль 54,4, верхний 69,2), после операции 20,5% (нижний квартиль 16,1, верхний 24,9); подгруппе сравнения: до операции 60,5% (нижний квартиль 53,3, верхний 67,7), после операции 24,4% (нижний квартиль 15,5, верхний 33,5), однако различие не было статистически значимым (р=0,450). Следует уточнить, что в основной подгруппе средние показатели объема интраоперационной кровопотери 950 мл (нижний квартиль 642, верхний 1257) и продолжительности вмешательства 217 минут (нижний квартиль 152, верхний 282) были несколько выше, чем у пациентов из подгруппы сравнения 800 мл (нижний квартиль 437, верхний 1162) и 196 минут (нижний квартиль 136, верхний 256) (р=0,561). Данные результаты диктовались необходимостью использования у всех пострадавших данной категории больших ревизионных операций (A/P/A, P/VCR). Несмотря на это, средние сроки пребывания больных в стационаре в обеих подгруппах оказались практически идентичными (основная подгруппа 14,3 суток (нижний квартиль 11,8, верхний 16,7), подгруппа сравнения 13,8 суток (нижний квартиль 9,9, верхний 17,5), что связано с продолжительной активизацией пациентов подгруппы сравнения, обусловленной болевым синдромом (р=0.755).

Результаты хирургического лечения считали положительными при коррекции деформации не менее чем на 80%, регрессе болевого синдрома ниже трех баллов и улучшении качества жизни до уровня 0–25%. В основной подгруппе подобный уровень реабилитации достигнут у 122 (88,4%) больных, а в подгруппе сравнения у 54 (62,8%) больных (р<0,001) (рис. 1).

Обсуждение. Хирургическое лечение застарелых повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника является сложным для хирурга и травматичным для пациента вмешательством. В связи с этим принятие решения о необходимости операции и способе ее выполнения должно быть взвешено с

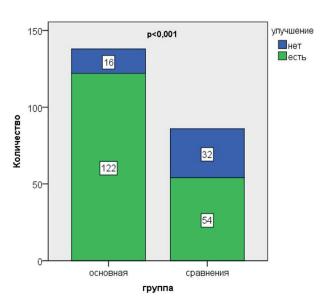


Рис. 1. Результаты хирургического лечения больных основной и контрольной групп

учетом абсолютных показаний, уровня подготовки специалиста и риска возможных осложнений [1, 3].

Процесс формирования ригидных деформаций позвоночного столба растянут во времени, поэтому спинной мозг и его корешки успевают адаптироваться к условиям постепенно нарастающей ишемии. Этим обстоятельством обусловлено отсутствие неврологической симптоматики при деформациях, тяжесть которых несовместима с нормальным функционированием спинного мозга. С другой стороны, от специалиста требуется за короткую хирургическую сессию восстановить нормальную анатомию позвоночного столба, что подразумевает резкое изменение новообразованных взаимоотношений, прежде всего нейротрофических, в поврежденном сегменте позвоночника. Таким образом, неосложненная травма позвоночного столба и повреждения с частичным неврологическим дефицитом, особенно при наличии объективных предпосылок для восстановления функций спинного мозга, являются показанием для выбора наиболее щадящего способа мобилизации и коррекции деформации. Наиболее оптимальными методами хирургического лечения данной категории пострадавших являются этапные хирургические вмешательства (Р/А, А/Р/А). Они позволяют последовательно и наиболее безопасно осуществить циркулярный релиз и декомпрессию содержимого позвоночного канала, тем самым максимально снизив риск неврологических осложнений (рис. 2).

У больных с ригидными посттравматическими деформациями позвоночника, осложненными тотальным нарушением функции спинного мозга и его корешков, основным показанием для хирургического вмешательства становится болевой синдром, связанный с раздражением мозговых оболочек и нарушением статики позвоночного столба. Следует принимать во внимание, что соматическое состояние пациентов с грубой позвоночно-спинномозговой травмой находится в постоянной субкомпенсации, и привести к срыву адаптационных механизмов может любой стрессорный фактор, в том числе оперативное вмешательство. Хирургическое лечение ригидных деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника достаточно травматично и сопряжено с большой кровопотерей, особенно если говорить о многоэтапных вмешательствах. Кроме того, выполнение этапного лечения связано с использованием вентральных доступов, которые нередко увеличивают послеоперационный восстановительный период даже при неосложненной травме. У парализованных больных возникшие последствия могут значительно усугубить их состояние. Наиболее распространены осложнения, связанные с трансторакальным доступом к грудному отделу позвоночника (плеврит, фиброторакс, пневмония), причем в условиях гиподинамии они могут протекать особенно тяжело. Таким образом, хирургическое лечение пациентов с анатомическим повреждением спинного мозга и больных с длительно существующей тотальной неврологической симптоматикой должно быть минимально травматичным и обеспечивать восстановление сагиттального профиля и полную декомпрессию содержимого позвоночного канала. На наш взгляд, наиболее подходящими для коррекции деформаций грудного отдела позвоночника у данного контингента больных являются дорзальные вмешательства: резекция поврежденного сегмента с сохранением его высоты (P/VCR) (рис. 3, 4) и укорачивающие вертебротомии (рис. 5).

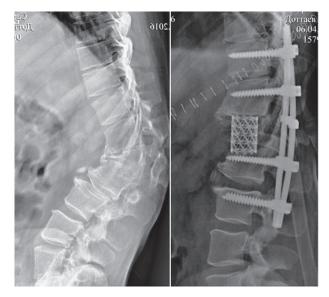


Рис. 2. Рентгенограммы позвоночника больного до операции, после операции

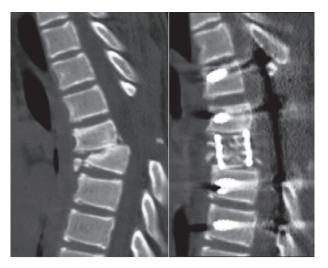


Рис. 3. КТ-исследование грудного отдела позвоночника больного до операции и через 6 месяцев после операции

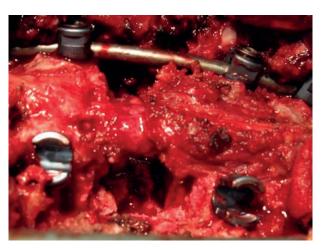


Рис. 4. Резецированный Th7 позвонок и декомпрессия спинного мозга

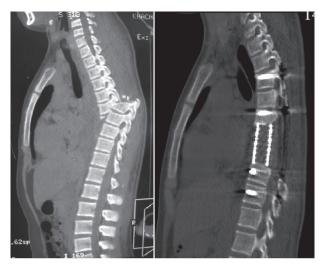


Рис. 5. КТ-исследование позвоночника больного X. до операции и через 12 месяцев после операции

Комбинация доступов определяется типом первичного повреждения, непосредственно характером деформации и давностью травмы. К примеру, повреждение грудных или поясничных позвонков типа А характеризуется травмой передних опорных колонн, соответственно формируется вентральный костнофиброзный блок на фоне кифотической деформации. Следовательно, выполнив передний релиз путем резекции тела и (или) смежных дисков, можно при помощи винтовой вентральной металлоконструкции устранить кифотическую деформацию любой степени выраженности вне зависимости от сроков, прошедших с момента травмы. Хирургическое лечение последствий повреждений позвоночника типа А с использованием многоэтапных вмешательств служит источником дополнительной операционной травмы, что может стать причиной необязательных болевых синдромов и увеличить сроки реабилитации больных. В случае нестабильных первичных повреждений позвоночного столба типа В в патологический процесс вовлекается также задний опорный комплекс, в результате чего спустя определенный промежуток времени (более 1 месяца) формируется циркулярный костно-фиброзный блок в порочном положении. Учитывая данные особенности, коррекцию застарелых кифотических деформаций на фоне последствий травмы позвоночника типа В необходимо осуществлять дифференцированно с учетом сроков, прошедших с момента травмы. Получены удовлетворительные результаты коррекции подострых (10-30 суток) кифотических деформаций данного типа с применением изолированного вентрального доступа.

Напротив, как показал анализ результатов подгруппы сравнения, использование подобного варианта оперативного вмешательства при застарелой травме (более 30 суток) не позволяет получить достаточной степени коррекции и может стать причиной стойких болевых синдромов. На наш взгляд, наиболее оптимальным методом хирургического лечения ригидных кифотических деформаций на фоне повреждений типа В является двухэтапное оперативное вмешательство (Р/А). Простые одноплоскостные деформации очень хорошо поддавались коррекции при помощи винтовой вентральной конструкции после выполненного первым этапом дорзального релиза, который осуществлялся из минимального разреза, необходимого только для одноуровневой

резекции суставных отростков и лигаментозного комплекса. Следует также отметить, что использование дорзального инструментария при двухэтапном хирургическом лечении застарелых кифотических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника заранее обрекает хирургов на неудачу. Даже в случае подострой травмы не удается добиться адекватной коррекции деформации, при этом имплантируемая система подвергается излишнему напряжению и риску повреждения при статических нагрузках.

Одним из основных методов хирургического лечения последствий тяжелых нестабильных повреждений грудного и поясничного отделов позвоночного столба (тип В и С) являются трехэтапные вмешательства. При всей своей травматичности они незаменимы для устранения грубых многоплоскостных ригидных деформаций, особенно в комбинации кифоз/ дислокация/торсия, когда коррекцию необходимо провести в трех плоскостях. Широкие возможности данного метода обусловлены доступностью полноценного циркулярного релиза и универсальностью транспедикулярных систем. Как показало проведенное исследование, вентральный инструментарий неэффективен в отношении сдвиговых деформаций, а также для коррекции глобальных нарушений сагиттального баланса. Выполненные в рамках исследования многоэтапные вмешательства в комбинации А/Р/А позволили получить удовлетворительные результаты коррекции вне зависимости от локализации, характера, степени и протяженности деформации. При этом ни у кого из пациентов не отмечено отрицательной динамики неврологического статуса после операции. Однако использование данного метода должно быть ограничено четкими показаниями ввиду его излишней травматичности. На наш взгляд, применение этого варианта лечения в отношении пациентов с изолированными кифотическими деформациями является необоснованным, так же как и у больных с застарелыми повреждениями грудного отдела позвоночника, сопровождающимися длительное время тотальной неврологической симптоматикой. К исключениям мы бы отнесли грубые ригидные деформации поясничного отдела позвоночника, коррекция которых вне зависимости от степени и продолжительности существования неврологического дефицита должна быть этапной. Использование у этого контингента пострадавших изолированного дорзального доступа сопряжено с массивной кровопотерей ввиду необходимости большого объема костной резекции и анатомических особенностей данной области.

Заключение. При планировании тактики хирургических вмешательств у больных с застарелыми повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночного столба наиболее оправданным является дифференцированный подход, основанный на системном анализе данных клинического и рентгенологического методов исследования. Ретроспективное изучение результатов ранее оперированных больных позволило проследить основные закономерности формирования ригидных деформаций и степень влияния на исходы хирургического лечения различных факторов, которые мы определили как основные критерии планирования операции. Проведенный сравнительный анализ качества жизни пациентов в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения указывает на тот факт, что использование предложенного алгоритмического подхода дает возможность получения стойких положительных результатов лечения у большинства больных основной подгруппы в отличие от подгруппы сравнения.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Оптимизация тактики хирургической реабилитации больных с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника». Регистрационный номер 115032440024.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — В.В. Зарецков, А.Е. Шульга; получение и обработка данных — А.Е. Шульга, Г.А. Коршунова, Н.В. Богомолова, А.А. Смолькин, написание статьи и утверждение рукописи для публикации — А.Е. Шульга, В.В. Зарецков.

References (Литература)

- 1. Norkin IA, Baratov AV, Fedonnikov AS, et al. The significance of medical and social parameters of spinal damages in the specialized health care organization. Hir Pozvonoc 2014; (3): 95–100. Russian (Норкин И.А., Баратов А.В., Федонников А.С. и др. Значимость анализа медико-социальных параметров травм позвоночника в организации специализированной медицинской помощи. Хирургия позвоночника 2014; (3): 95–100).
- 2. Stoltze D, Harms J, Boyaci B. Correction of post-traumatic and congenital kyphosis: indications, techniques, results. Orthopade 2008; 37 (4): 321–338.
- 3. Norkin IA, Zaretskov VV, Arsenievich VB, et al. High-tech solutions in surgical treatment of spine injuries and disease. In: Papers of Russian research and practice conference and exhibition «High Medical Technologies». Moscow, 2007; p. 217–218. Russian (Норкин И. А., Зарецков В. В., Арсениевич В. Б. и др. Высокие технологии в хирургическом лечении повреждений и заболеваний позвоночника. В кн.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции и выставочная экспозиция «Высокие медицинские технологии». М., 2007; с. 217–218).
- 4. Wilson J, Buchowski JM. Post-traumatic deformity: prevention and management. Handb Clin Neurol 2012; 109: 369–384.
- 5. Shul'ga AE, Norkin IA, Ninel' VG, et al. Modern aspects of pathogenesis of the trauma of the spinal cord and trunks of peripheral nerves. Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova 2014; 100 (2): 145–160. Russian (Шульга А. Е., Норкин И. А., Нинель В. Г. и др. Современные аспекты патогенеза травмы спинного мозга и стволов периферических нервов. Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова 2014; 100 (2): 145–160).
- 6. Shchanitsyn IN, Ivanov AN, Bajanov SP, et al. Methods for studying changes in the spinal cord after traumatic injuries of peripheral nerves. Regionarnoe krovoobrashcheniye i mikrotsirkuliatsiya 2014; 13/1 (49): 13–22. (Щаницын И. Н., Иванов А. Н., Бажанов С. П. и др. Методы изучения изменений в спинном мозге при травматических повреждениях периферического нерва. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2014; 13/1 (49): 13–22.).
- 7. Wilson JR, Tetreault LA, Kim J, et al. State of the Art in Degenerative Cervical Myelopathy: An Update on Current Clinical Evidence. Neurosurgery 2017; 80 (3): 33–45.

- 8. Shulga AE, Zaretskov VV, Ostrovsky VV, et al. Towards the causes of secondary post-traumatic deformations of thoracic and lumbar spine. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2015; 11 (4): 570–575. Russian (Шульга А. Е., Зарецков В. В., Островский В. В. и др. К вопросу о причинах развития вторичных посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника. Саратовский научно-медицинский журнал 2015; 11 (4): 570–575).
- 9. Schmidt S, Thomann KD, Rauschmann M. Deformities following spinal injury at the thoracolumbar junction. Orthopade 2010; 39 (3): 256–263.
- 10. Zaretskov VV, Arsenievich VB, Likhachev SV, Shul'ga AE, Titova Ju.I. Transpedicular fixation in comminuted fractures of bodies of thoracic and lumbar vertebrae. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2014; 10 (3): 441–446. Russian (Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Лихачев С.В., Шульга А.Е., Титова Ю.И. Использование транспедикулярной фиксации при оскольчатых переломах тел грудных и поясничных позвонков. Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 10 (3): 441–446).
- 11. Hempfing A, Zenner J, et al. Restoration of sagittal balance in treatment of thoracic and lumbar vertebral fractures. Orthopade 2011; 40 (8): 690–702.
- 12. Obeid I, Laouissat F, Vital JM. Asymmetric T5 Pedicle Subtraction Osteotomy (PSO) for complex posttraumatic deformity. Eur Spine J 2013; 22 (9): 2130–2135.
- 13. Gum JL, Carreon LY, Buchowski JM, et al. Utilization trends of pedicle subtraction osteotomies compared to posterior spinal fusion for deformity: a national data base analysis between 2008–2011. Scoliosis Spinal Disord 2016; 11 (1): 25.
- 14. Arsenievich VB, Zaretskov VV, Shul'ga AE, Pomoshchnikov SN. The application of ventricular multisegmental systems in the interjacent thoracolumbar spine. Hir Pozvonoc 2007; (3): 16–19. Russian (Арсениевич В. Б., Зарецков В. В., Шульга А. Е., Помощников С. Н. Результаты применения полисегментарных вентральных систем при повреждениях переходного грудопоясничного отдела позвоночника. Хирургия позвоночника 2007: (3): 16–19).
- 15. Rerikh VV, Borzykh KO. Staged surgical treatment of posttraumatic deformities in the thoracic and lumbar spine. Hir Pozvonoc 2016; 13 (4): 21–27. Russian (Рерих В.В., Борзых К.О. Этапное хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника. Хирургия позвоночника 2016; 13 (4): 21–27).
- 16. Mayer M, Ortmaier R, Koller H, et al. Impact of sagittal balance on clinical outcomes in surgically treated T12 and L1 burst fractures: analysis of long-term outcomes after posterior-only and combined posteroanterior treatment. Biomed Res Int 2017; 2017: 1568258.
- 17. Shul'ga AE, Norkin IA, Ninel' VG, et al. Contemporary views on the pathogenesis of trauma to the spinal cord and peripheral nerve trunks. Neuroscience and Behavioral Physiology 2015; 45 (7): 811–819.
- 18. Auerbach JD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Major complications and comparison between 3-column osteotomy techniques in 105 consecutive spinal deformity procedures. Spine 2012; 37 (14): 1198–1210.
- 19. Zaretskov VV, Artem'yeva IA. Comparative analysis of radiographic measuring methods for thoracic kyphosis. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Prizorova 1997; (3): 58–59. Russian (Зарецков В.В., Артемьева И.А. Сравнительная характеристика рентгенологических методов измерения грудного кифоза. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова 1997; (3): 58–59).

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В «САРАТОВСКИЙ НАУЧНО-МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ»

Внимание! При подаче статей в редакцию авторы должны в обязательном порядке сообщать подробную информацию (ФИО, место работы, должность, контактный адрес, телефоны, E-mail) о трех внешних рецензентах, которые потенциально могут быть рецензентами представляемой статьи. Важным условием является согласие указываемых кандидатур внешних рецензентов на долгосрочное сотрудничество с редакцией «Саратовского научно-медицинского журнала» (порядок и условия рецензирования подробно освещены в разделе «Рецензентам» на сайте журнала). Представление списка потенциальных рецензентов авторами не является гарантией того, что их статья будет отправлена на рецензирование рекомендованным ими кандидатурам. Информацию о рецензентах необходимо размещать в конце раздела «Заключение» текста статьи.

1. Общая информация

В «Саратовском научно-медицинском журнале» публикуются статьи, посвященные различным проблемам теоретической и практической медицины, вопросам организации здравоохранения и его истории. Рукописи могут быть представлены в следующих форматах: оригинальная статья, обзор, краткое сообщение, письмо в редакцию, авторское мнение, лекция, передовая статья (обычно по приглашению редакции). Авторам необходимо указать принадлежность рукописи разделу медицины (например, кардиология, хирургия, травматология и др.). Рукописи обычно оцениваются тремя независимыми рецензентами, после чего редакционной коллегией принимается решение о возможности публикации представленной рукописи.

Представляемый материал должен быть оригинальным, ранее не опубликованным (!). При выявлении факта нарушения данного положения (дублирующая публикация, плагиат и самоплагиат и т.п.) редакция оставляет за собой право отказать всем соавторам в дальнейшем сотрудничестве.

Общий объем оригинальной статьи и обзоров (включая библиографический список, резюме, таблицы и подписи к рисункам) не должен превышать 40 тысяч знаков. Общий объем писем в редакцию, кратких сообщений, авторских мнений не должен превышать 10 тысяч знаков.

В зависимости от типа рукописи ограничивается объем иллюстративного материала. В частности, оригинальные статьи, обзоры и лекции могут иллюстрироваться не более чем тремя рисунками и тремя таблицами, объем иллюстративного материала для краткого сообщения ограничен или одной таблицей, или одним рисунком. Авторские мнения и письма в редакцию публикуются без иллюстративных материалов.

Рукописи, имеющие нестандартную структуру (несоответствие требованиям наименования; иное количество разделов, иллюстративного материала), могут быть представлены для рассмотрения после предварительного согласования с редакцией журнала, при этом необходимо предварительно представить в редакцию мотивированное ходатайство с указанием причин невозможности выполнения основных требований к рукописям, установленных в «Саратовском научно-медицинском журнале». Неполучение авторами в течение двух недель с момен-

та отправки статьи какого-либо ответа означает, что письмо не поступило в редколлегию и следует повторить его отправку. Редакция оставляет за собой право разрешить публикацию подобных статей по решению редакционной коллегии.

Работы должны быть оформлены в соответствии с указанными далее требованиями. Рукописи, не оформленные в соответствии с требованиями журнала, а также опубликованные в других изданиях, к рассмотрению не принимаются.

Редакция рекомендует авторам при оформлении рукописей придерживаться также Единых требований к рукописям Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE). Полное соблюдение указанных требований значительно ускорит рассмотрение и публикацию статей в журнале.

Авторы несут полную ответственность за содержание представляемых в редакцию материалов, в том числе за наличие в них информации, нарушающей нормы международного авторского, патентного или иных видов прав каких-либо физических или юридических лиц. Представление авторами рукописи в редакцию «Саратовского научно-медицинского журнала» является подтверждением гарантированного отсутствия в ней указанных выше нарушений. В случае возникновения претензий третьих лиц к опубликованным в журнале авторским материалам все споры решаются в установленном законодательством порядке между авторами и стороной обвинения, при этом изъятия редакцией данного материала из опубликованного печатного тиража не производится, изъятие же его из электронной версии журнала возможно при условии полной компенсации морального и материального ущерба, нанесенного редакции авторами.

Редакция оставляет за собой право редактирования статей и изменения стиля изложения, не оказывающих влияния на содержание. Кроме того, редакция оставляет за собой право отклонять рукописи, не соответствующие уровню журнала, возвращать рукописи на переработку и/или сокращение объема текста. Редакция может потребовать от автора представления исходных данных, с использованием которых были получены описываемые в статье результаты, для оценки рецензентом степени соответствия исходных данных и содержания статьи.

При представлении рукописи в редакцию журнала автор передает исключительные имущественные права на использование рукописи и всех относящихся к ней сопроводительных материалов, в том числе на воспроизведение в печати и в сети Интернет, на перевод рукописи на иностранные языки и т.д. Указанные права автор передает редакции журнала без ограничения срока их действия и на территории всех стран мира без исключения.

К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного первого автора.

2. Порядок представления рукописи в журнал

Рукопись вместе с сопроводительными документами представляется в печатном виде (по почте или лично). Для рассмотрения возможности публикации, рукопись со сканированными копиями всей сопроводительной документации может быть предварительно представлена в редакцию по электронной почте ssmi@list.ru.

В печатном (оригинальном) виде в редакцию необходимо представить:

- 1) **один экземпляр** первой страницы рукописи, визированный руководителем учреждения или подразделения и заверенный печатью учреждения;
 - 2) направление учреждения в редакцию журнала;
- 3) **сопроводительное письмо**, подписанное всеми авторами;
- 4) авторский договор, подписанный всеми авторами. Фамилии, имена и отчества всех авторов обязательно указывать в авторском договоре полностью! Подписи авторов <u>обязательно</u> должны быть заверены в отделе кадров организации-работодателя.

Все присылаемые документы должны находиться в конверте из плотного материала (бумаги). Образцы указанных документов представлены на сайте журнала в разделе «Документы».

Сопроводительное письмо к статье должно содержать:

- 1) заявление о том, что статья прочитана и одобрена всеми авторами, что все требования к авторству соблюдены и все авторы уверены, что рукопись отражает действительно проделанную работу;
- 2) имя, адрес и телефонный номер автора, ответственного за корреспонденцию и за связь с другими авторами по вопросам, касающимся переработки, исправления и окончательного одобрения пробного оттиска;
- 3) сведения о статье: тип рукописи (оригинальная статья, обзор и др.); количество печатных знаков с пробелами, включая список литературы, резюме, таблицы и подписи к рисункам, с указанием детализации по количеству печатных знаков в следующих разделах: текст статьи; резюме (рус.), резюме (англ.); количество ссылок в списке литературы; количество таблиц; количество рисунков;
- 4) конфликт интересов: указываются источники финансирования создания рукописи и предшествующего ей исследования: организации-работодатели, спонсоры, коммерческая заинтересованность в рукописи тех или иных юридических и/или физических лиц, объекты патентного или других видов прав (кроме авторского);
- 5) фамилии, имена и отчества всех авторов статьи полностью:
- 6) если в авторском списке представлены более шести авторов для оригинальных статей и кратких сообщений и более трех авторов для обзоров, лекций и авторских мнений, следует уточнить вклад в данную работу каждого автора.

3. Требования к представляемым рукописям

Соблюдение данных требований позволит авторам правильно подготовить рукопись к представлению в редакцию

3.1. Технические требования к тексту рукописи

Принимаются статьи, написанные на русском (с наличием перевода некоторых разделов на английский язык; см. правила далее) или английском языках. При подаче статьи, написанной полностью на английском языке, представление русского перевода названия статьи, фамилий, имен и отчеств авторов, резюме не является обязательным.

Текст статьи должен быть напечатан в программе Microsoft Office Word (файлы RTF и DOC). Шрифт Times New Roman, кегль 12 pt., черного цвета, выравнивание по ширине. Интервалы между абзацами отсутствуют. Первая строка – отступ на 6 мм. Шрифт для подписей к рисункам и текста таблиц должен быть Times New

Roman, кегль не менее 10 pt. Обозначениям единиц измерения различных величин, сокращениям типа «г.» (год) должен предшествовать знак неразрывного пробела, отмечающий наложение запрета на отрыв их при верстке от определяемого ими числа или слова. То же самое относится к набору инициалов и фамилий. При использовании в тексте кавычек применяются так называемые типографские кавычки («»). Тире обозначается символом «—» (длинное тире); дефис «-».

На 1-й странице указываются УДК, заявляемый тип статьи (оригинальная статья, обзор и др.), название статьи, инициалы и фамилии всех авторов с указанием полного официального названия учреждения места работы и его подразделения, должности, ученых званий и степени (если есть), отдельно приводится полная контактная информация об ответственном авторе (фамилия, имя и отчество контактного автора указываются полностью!). Название статьи, инициалы и фамилии авторов и информация о них (место работы, должность, ученое звание, ученая степень) следует представлять на двух языках — русском и английском.

Формат ввода данных об авторах: инициалы и фамилия автора, полное официальное наименование организации места работы, подразделение, должность, ученое звание, ученая степень (указываются все применимые позиции через запятую). Данные о каждом авторе, кроме последнего, должны оканчиваться обязательно точкой с запятой.

3.2. Подготовка текста рукописи

Статьи о результатах исследования (оригинальные статьи и краткие сообщения) должны содержать последовательно следующие разделы: «Резюме» (на русском и английском языках), «Введение», «Материал и методы», «Результаты», «Обсуждение», «Заключение», «Конфликт интересов», «References (Литература)». Статьи другого типа (обзоры, лекции, клинические случаи, авторские мнения, письма в редакцию) могут оформляться иначе.

3.2.1. Название рукописи

Название должно отражать основную цель статьи. Для большинства случаев длина текста названия ограничена 150 знаками с пробелами. Необходимость увеличения количества знаков в названии рукописи согласовывается в последующем с редакцией.

3.2.2. Резюме

Резюме (на русском и английском языках) должно обеспечить понимание главных положений статьи. Для статей о результатах исследования резюме обязательно должно содержать следующие разделы: Цель, Материал и методы, Результаты, Заключение. Объем резюме на русском языке не должен превышать 1500 знаков с пробелами. Перед основным текстом резюме необходимо повторно указать авторов и название статьи (в счет количества знаков не входит). В конце резюме требуется привести не более пяти ключевых слов. Желательно использовать общепринятые термины ключевых слов, отраженные в контролируемых медицинских словарях.

3.2.3. Введение

В конце данного раздела необходимо сформулировать основную *цель* работы (для статей о результатах исследования).

3.2.4. Материал и методы

В достаточном объеме должна быть представлена информация об организации исследования, объ-

екте исследования, исследуемой выборке, критериях включения/исключения, методах исследования и обработки полученных данных. Обязательно указывать критерии распределения объектов исследования по группам. Необходимо подробно описать использованную аппаратуру и диагностическую технику с указанием ее основной технической характеристики, названия наборов для гормонального и биохимического исследований, нормальных значений для отдельных показателей. При использовании общепринятых методов исследования требуется привести соответствующие литературные ссылки; указать точные международные названия всех использованных лекарств и химических веществ, дозы и способы применения (пути введения).

Если в статье содержится описание экспериментов на животных и/или пациентах, следует указать, соответствовала ли их процедура стандартам Этического комитета или Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотра в 1983 г.

Статьи о результатах клинических исследований должны содержать в данном разделе информацию о соблюдении принципов Федерального закона от 12 апреля 2010 г. № 61 «Об обращении лекарственных средств» (для исследований, проводимых на территории Российской Федерации) и/или принципов Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice). Участники исследования должны быть ознакомлены с целями и основными положениями исследования, после чего подписать письменно оформленное согласие на участие. Авторы должны изложить детали этой процедуры при описании протокола исследования в разделе «Материал и методы» и указать, что Этический комитет одобрил протокол исследования. Если процедура исследования включает рентгенологические опыты, то желательно привести их описание и дозы экспозиции в данном разделе.

Пример описания: Исследование выполнено в соответствии со стандартами Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен Этическими комитетами всех участвующих клинических центров. До включения в исследование у всех участников получено письменное информированное согласие.

Авторы, представляющие **обзоры литературы**, должны включить в них раздел, в котором описываются методы, используемые для нахождения, отбора, получения информации и синтеза данных. Эти методы также требуется указать в резюме.

Описывайте статистические методы настолько детально, чтобы грамотный читатель, имеющий доступ к исходным данным, мог проверить полученные Вами результаты. По возможности, подвергайте полученные данные количественной оценке и представляйте их с соответствующими показателями ошибок измерения и неопределенности (такими, как доверительные интервалы).

Описание процедуры статистического анализа является неотъемлемым компонентом раздела «Материал и методы», при этом саму статистическую обработку данных следует рассматривать не как вспомогательный, а как основной компонент исследования. Необходимо привести полный перечень всех использованных статистических методов анализа и критериев проверки гипотез. Недопустимо использование фраз типа «использовались стандартные статистические методы» без конкретного их указания. Обязательно указывается принятый в данном исследовании критический уровень значимости «р» (например: «Критический уровень

значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0.05)». В каждом конкретном случае желательно указывать фактическую величину достигнутого уровня значимости «р» для используемого статистического критерия. Кроме того, необходимо указывать конкретные значения полученных статистических критериев (например, критерий Хи-квадрат = 12,3, число степеней свободы df=2, p=0,0001). Требуется давать определение всем используемым статистическим терминам, сокращениям и символическим обозначениям. Например, М – выборочное среднее, т – ошибка среднего. Далее в тексте статьи необходимо указывать объем выборки (n), использованный для вычисления статистических критериев. Если используемые статистические критерии имеют ограничения по их применению, укажите, как проверялись эти ограничения и каковы результаты данных проверок (например, как подтверждался факт нормальности распределения при использовании параметрических методов статистики). Следует избегать неконкретного использования терминов, имеющих несколько значений (например, существует несколько вариантов коэффициента корреляции: Пирсона, Спирмена и др.). Средние величины не следует приводить точнее, чем на один десятичный знак по сравнению с исходными данными. Если анализ данных производился с использованием статистического пакета программ, то необходимо указать название этого пакета и его версию.

3.2.5. Результаты

В данном разделе констатируются полученные результаты, подкрепляемые наглядным иллюстративным материалом (таблицы, рисунки). Не повторяйте в тексте все данные из таблиц или рисунков; выделяйте или суммируйте только важные наблюдения. Не допускается выражение авторского мнения и интерпретация полученных результатов. Не допускаются ссылки на работы других авторских коллективов.

3.2.6. Обсуждение

Данный раздел не должен содержать обсуждений, которые не касаются данных, приведенных в разделе «Результаты». Допускаются ссылки на работы других авторских коллективов. Выделяйте новые и важные аспекты исследования, а также выводы, которые из них следуют. Не повторяйте в деталях данные или другой материал, уже приведенный в разделах «Введение» или «Результаты». Обсудите в этом разделе возможность применения полученных результатов, в том числе и в дальнейших исследованиях, а также их ограничения. Сравните Ваши наблюдения с другими исследованиями в данной области. Свяжите сделанные заключения с целями исследования, но избегайте «неквалифицированных», необоснованных заявлений и выводов, не подтвержденных полностью фактами. В частности, авторам не следует делать никаких заявлений, касающихся экономической выгоды и стоимости, если в рукописи не представлены соответствующие экономические данные и анализы. Избегайте претендовать на приоритет или ссылаться на работу, которая еще не закончена. Формулируйте новые гипотезы, когда это оправданно, но четко обозначьте, что это только гипотезы. В этот раздел могут быть также включены обоснованные рекомендации.

3.2.7. Заключение / Выводы

Данный раздел может быть написан или в виде общего заключения, или в виде конкретизированных выводов, в зависимости от специфики статьи.

3.2.8. Конфликт интересов

В данном разделе необходимо указать любые финансовые взаимоотношения, которые способны привести к конфликту интересов в связи с представленным в рукописи материалом. Если конфликта интересов нет, то пишется: «Конфликт интересов не заявляется».

Кроме того, здесь приводятся источники финансирования работы. Основные источники финансирования должны быть отражены под заголовком статьи в виде организаций-работодателей авторов рукописи. В тексте же раздела «Конфликт интересов» указывается тип финансирования организациями-работодателями (НИР и др.), а также информация о дополнительных источниках: спонсорская поддержка (гранты различных фондов, коммерческие спонсоры).

В данном разделе отмечается, если это применимо, коммерческая заинтересованность отдельных физических и/или юридических лиц в результатах работы, наличие в рукописи описаний объектов патентного или любого другого вида прав (кроме авторского).

3.2.9. Авторский вклад

С 1 января 2016 года перед разделом References (Литература) следует указывать вклад каждого автора в написание статьи, в соответствии с положениями Единых требований к рукописям Международного Комитета Редакторов Медицинских Журналов (ICMJE). Необходимо распределить всех авторов по следующим критериям авторства (один автор может соответствовать как одному, так и нескольким критериям одновременно):

- (1) концепция и дизайн исследования;
- (2) получение данных (непосредственное выполнение экспериментов, исследований);
 - (3) обработка данных;
 - (4) анализ и интерпретация результатов;
 - (5) написание статьи;
 - (6) утверждение рукописи для публикации.
- В тексте статьи необходимо представлять авторский вклад следующим образом: наименование вклада инициалы и фамилии авторов.

Пример:

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — И.И. Иванов, П.П. Петров; получение данных — П.П. Петров, С.С. Сидоров; обработка данных — С.С. Сидоров; анализ и интерпретация результатов — И.И. Иванов, С.С. Сидоров; написание статьи — И.И. Иванов, К.К. Кукушкина; утверждение рукописи — И.И. Иванов.

Если одни и те же авторы соответствуют сразу нескольким критериям, допускается объединять пункты.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов – И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров; написание статьи, утверждение рукописи – И.И. Иванов, К.К. Кукушкина.

Для оригинальных статей и кратких сообщений необходимо обязательно указывать все категории авторства; для обзоров и лекций – пункты (5) и (6); для авторских мнений и клинических случаев – в зависимости от особенностей структуры статьи.

3.2.10. References (Литература)

Редакция рекомендует ограничивать, по возможности, список литературы десятью источниками для оригинальных статей и кратких сообщений и пятьюдесятью источниками для обзоров и лекций. Нумеруйте ссылки последовательно, в порядке их первого

упоминания в тексте. Обозначайте ссылки в тексте, таблицах и подписях к рисункам арабскими цифрами в квадратных скобках. Ссылки, относящиеся только к таблицам или подписям к рисункам, должны быть пронумерованы в соответствии с первым упоминанием в тексте определенной таблицы или рисунка. Ссылки должны быть сверены авторами с оригинальными документами. За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут авторы!

Не допускаются ссылки на работы, которых нет в списке литературы, и наоборот: все документы, на которые делаются ссылки в тексте, должны быть включены в список литературы; недопустимы ссылки на неопубликованные в печати и в официальных электронных изданиях работы, а также на работы многолетней давности (более 10 лет). Исключение составляют только редкие высокоинформативные работы.

С 1 января 2014 года журнал перешел на формат оформления библиографических ссылок, рекомендуемый Американской национальной организацией по информационным стандартам (National Information Standards Organisation — NISO), принятый National Library of Medicine (NLM) для баз данных (Library's MEDLINE/PubMed database) NLM: http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine. Названия периодических изданий могут быть написаны в сокращенной форме. Обычно эта форма написания самостоятельно принимается изданием; ее можно узнать на сайте издательства либо в списке аббревиатур Index Medicus.

В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до трех, после чего для отечественных публикаций следует указать «и др.», для зарубежных — «et al.». При описании статей из журналов приводят в следующем порядке выходные данные: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том, номер, страницы (от и до). При описании статей из сборников указывают выходные данные: фамилия, инициалы, название статьи, название сборника, место издания, год издания, страницы (от и до).

Для названия статьи в этом случае приводится его перевод на английский язык. В большинстве случаев в статье-первоисточнике содержится официальный перевод ее названия — используйте его!

Название журнала-источника необходимо приводить в формате, рекомендованном на его официальном сайте или публикуемом непосредственно в издании: англоязычная колонка, колонтитулы и др. (официальный перевод или транслитерация). При отсутствии официального англоязычного наименования журнала-источника выполняется его транслитерация.

Примеры оформления ссылок:

Англоязычная статья (обратите внимание на отсутствие точек между инициалами авторов, при сокращении названия журнала, а также после названия журнала):

Vayá A, Suescun M, Solá E, et al. Rheological blood behaviour is not related to gender in morbidly obese subjects. Clin Hemorheol Microcirc 2012; 50 (3): 227-229.

Русскоязычная статья с транслитерацией:

Isaeva IV, Shutova SV, Maksinev DV, Medvedeva GV. On the question of sex and age characteristics of blood. Sovremennye naukoemkie tekhnologii 2005; (4): 45-47. Russian (Исаева И.В., Шутова С.В., Максинев Д.В., Медведева Г.В. К вопросу о половых и возраст-

ных особенностях крови. Современные наукоемкие технологии 2005; (4): 45-47).

Shalnova SA, Deev AD. Russian mortality trends in the early XXI century: official statistics data. Cardiovascular Therapy and Prevention 2011; 10 (6): 5-10. Russian (Шальнова С.А., Деев А.Д. Тенденции смертности в России в начале XXI века: по данным официальной статистики. Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2011; 10 (6): 5-10).

Книга

Ivanov VS. Periodontal disease. M.: Meditsina, 1989; 272 р. Russian (Иванов В.С. Заболевания пародонта. М.: Медицина, 1989; 272 с.)

Глава в англоязычной книге:

Nichols WW, O'Rourke MF. Aging, high blood pressure and disease in humans. In: Arnold E, ed. McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles. 3rd ed. London/Melbourne/Auckland: Lea and Febiger, 1990; p. 398-420.

Глава в русскоязычной книге:

Diagnostics and treatment of chronic heart failure. In: National clinical guidelines. 4^{th} ed. M.: Silicea-Polygraf, 2011; р. 203-293. Russian (Диагностика и лечение хронической сердечной недостаточности. В кн: Национальные клинические рекомендации. 4-е изд. М.: Силицея-Полиграф, 2011; с. 203-296).

Интернет-ссылка:

Panteghini M. Recommendations on use of biochemical markers in acute coronary syndrome: IFCC proposals. eJIFCC 14. http://www.ifcc.org/ejifcc/vol14no2/1402062003014n.htm (28 May 2004)

Автореферат диссертации:

Hohlova DP. Ultrasound assessment of uterine involution in parturients with different parity and mass-height ratio: PhD abstract. Dushanbe, 2009; 19 р. Russian (Хохлова Д.П. Ультразвуковая оценка инволюции матки у родильниц с различным паритетом и массоростовым коэффициентом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Душанбе, 2009; 19 с.)

Для автореферата докторской диссертации указывается: DSc abstract.

Диссертация:

Hohlova DP. Ultrasound assessment of uterine involution in parturients with different parity and massheight ratio: PhD diss. Dushanbe, 2009; 204 р. Russian (Хохлова Д.П. Ультразвуковая оценка инволюции матки у родильниц с различным паритетом и массоростовым коэффициентом: дис. ... канд. мед. наук. Душанбе, 2009; 204 с.)

Для докторской диссертации указывается: DSc diss.

3.2.11. Графический материал

Объем графического материала — минимально необходимый. Если рисунки были опубликованы ранее, следует указать оригинальный источник и представить письменное разрешение на их воспроизведение от держателя права на публикацию. Разрешение требуется независимо от авторства или издателя, за исключением документов, не охраняющихся авторским правом.

Рисунки и схемы в электронном виде представляются с расширением JPEG, GIF или PNG (разрешение 300 dpi). Рисунки можно представлять в различных цветовых вариантах: черно-белый, оттенки серого, цветные. Цветные рисунки окажутся в цветном исполнении только в электронной версии журнала, в печатной версии журнала они будут публиковаться в оттенках серого. Микрофотографии должны иметь метки внутреннего масштаба. Символы, стрелки или буквы, используемые на микрофотографиях, должны быть контрастными по сравнению с фоном. Если используются фотографии людей, то либо эти люди не должны быть узнаваемыми, либо к таким фото должно быть приложено письменное разрешение на их публикацию. Изменение формата рисунков (высокое разрешение и т.д.) предварительно согласуется с редакцией. Редакция оставляет за собой право отказать в размещении в тексте статьи рисунков нестандартного качества.

Рисунки должны быть пронумерованы последовательно в соответствии с порядком, в котором они впервые упоминаются в тексте. Подготавливаются подрисуночные подписи в порядке нумерации рисунков.

В названии файла с рисунком необходимо указать фамилию первого автора и порядковый номер рисунка в тексте, например: «Иванов рис1. GIF».

3.2.12. Таблицы

Все таблицы необходимо подготовить в **отдельном** RTF-файле. В названии файла следует указать фамилию первого автора и слово «таблицы», например: «Иванов_таблицы.RTF».

Таблицы должны иметь заголовок и четко обозначенные графы, удобные для чтения. Шрифт для текста таблиц должен быть Times New Roman, кегль не менее 10 pt. Каждая таблица печатается через 1 интервал. Фототаблицы не принимаются.

Нумеруйте таблицы последовательно, в порядке их первого упоминания в тексте. Дайте краткое название каждой из них. Каждый столбец в таблице должен иметь короткий заголовок (можно использовать аббревиатуры). Все разъяснения следует помещать в примечаниях (сносках), а не в названии таблицы. Укажите, какие статистические меры использовались для отражения вариабельности данных, например стандартное отклонение или ошибка средней. Убедитесь, что каждая таблица упомянута в тексте.

3.2.13. Единицы измерения и сокращения

Измерения приводятся по системе СИ и шкале Цельсия. Сокращения отдельных слов, терминов, кроме общепринятых, не допускаются. Все вводимые сокращения расшифровываются полностью при первом указании в тексте статьи с последующим указанием сокращения в скобках. Не следует использовать аббревиатуры в названии статьи и в резюме.

4. Руководство по техническим особенностям подачи рукописей в редакцию журнала читайте на сайте www.ssmj.ru в разделе «Авторам».

Контактная информация:

Адрес: 410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112. СГМУ, редакция «Саратовского научно-медицинского журнала».

Тел.: (8452) 66-97-65, 66-97-26.

Факс (8452) 51-15-34.

E-mail: ssmj@list.ru

Киселев Антон Робертович — заведующий отделом по выпуску журнала, доктор медицинских наук.

Фомкина Ольга Александровна — ответственный секретарь, доктор медицинских наук.