

НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ им. Н.Н. ПРИОРОВА



В Е С Т Н И К травматологии и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА

Ежеквартальный научно-практический журнал

2
апрель-июнь
2020

N.N. PRIOROV

J O U R N A L of Traumatology and Orthopedics

Quarterly Scientific-Practical Journal

2
April-June
2020

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Миронов Сергей Павлович — акад. РАН, д-р мед. наук, проф.,
президент ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский
центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Еськин Николай Александрович — д-р мед. наук, проф., зам. директора по научной работе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Цыкунов Михаил Борисович — д-р мед. наук, проф. кафедры медицинской реабилитации ФДПО ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Баиндурашвили А.Г. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Бухтин К.М. — канд. мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Волюшин В.П. — д-р мед. наук, проф., ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия

Голубев И.О. — д-р мед. наук, проф., ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Гончаров Н.Г. — д-р мед. наук, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

Губин А.В. — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Дубров В.Э. — д-р мед. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Загородний Н.В. — член-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Иванов П.А. — д-р мед. наук, проф., ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Карданов А.А. — д-р мед. наук, проф., ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Ключевский В.В. — д-р мед. наук, проф., ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Минздрава России, Ярославль, Россия

Кожевников О.В. — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Котельников Г.П. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет», Минздрава России, Самара, Россия

Крупаткин А.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Меркулов В.Н. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Михайлова Л.К. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Морозов А.К. — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Мурылев В.Ю. — д-р мед. наук, проф. ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

Очуренко А.А. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Родионова С.С. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Снетков А.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Солод Э.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Тихилов Р.М. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Цискарашвили А.В. — канд. мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Шестерня Н.А. — д-р мед. наук, проф. ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Kop E. — проф., Университет Humanitas, Милан, Италия

Roussouly P. — проф., Медико-хирургический центр, Лион, Франция

Winkler H. — проф., Центр остеита, Вена, Австрия

Ежеквартальный научно-практический рецензируемый журнал

Основан в 1994 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-76249 от 19.07.2019

Префикс DOI: 10.17816

Периодичность: ежеквартально

Тираж: 500 экз.

Адрес учредителя: 127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10

Тел.: +7 (495) 450-24-24

E-mail: journal@cito-priorov.ru.

Сайт: <https://www.cito-priorov.ru/>

Оригинал-макет изготовлен: ООО «Эко-Вектор Ай-Пи».

Адрес: 191186, Санкт-Петербург, Аптекарский пер., д. 3, литера А,
пом. 1Н, тел. (812) 648-83-66, 648-83-60,

e-mail: info@eco-vector.com,

WEB: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678>

Подписной индекс: 73064 — для индивидуальных подписчиков, 72153 — для организаций

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук. Журнал включен в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI), международные базы данных журналов открытого доступа Directory of Open Access Journals и Google Scholar.

Материалы журнала распространяются под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Founder:

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics N.N. Priorov

CHIEF EDITOR

Sergey P. Mironov — Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Professor, Head of FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

DEPUTY EDITOR

Nikolay A. Es'kin — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

EXECUTIVE SECRETARY

Mikhail B. Tsykunov — MD, Professor the Department «Medical Rehabilitation» at FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

EDITORIAL STUFF

Baindurashvili A.G. — corresponding member of RAS, MD, Professor, FSBI «Research children's orthopedic Institute G.I. Turner» of the Ministry of Health, Saint-Petersburg, Russia.

Kirill M. Bukhtin — Cand. Med. Sci., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.

Voloshin V.P. — MD, Professor, SBI «Moscow Regional Research Clinical Institute M.F. Vladimirovsky», Moscow, Russia.

Golubev I.O. — MD, Professor, FSBI «RUDN University», Moscow, Russia.

Goncharov N.G. — MD, National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russia.

Alexander V. Gubin — MD, Professor, «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Vadim E. Dubrov — MD, Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

Nikolay V. Zagorodny — corresponding member of RAS, Professor, MD, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Ivanov P.A. — MD, Professor, «Moscow City Research Institute of Ambulance named after N. V. Sklifosovsky» Department of Health, Moscow, Russia.

Kardanov A.A. — MD, Professor, FSBI «RUDN University», Moscow, Russia.

Vyacheslav V. Klyuchevskiy — MD, Professor, Yaroslavl State Medical Academy, Yaroslavl, Russia.

Kozhevnikov O.V. — MD, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Kotelnikov G.P. — corresponding member of RAS, MD, Professor, Samara State Medical University of Ministry of Health, Samara, Russia.

Krupatkin A.I. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Merkulov V.N. — MD, Professor, FSBE of HPE «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia.

Mikhailova L.K. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Morozov A.K. — MD, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Murylev V.Y. — MD, Professor, FSAEI of HE «First Moscow State Medical University (MSMU, officially I.M. Sechenov First Moscow State Medical University)», Moscow, Russia.

Ochkurenko A.A. — MD, Professor, FSBE of HPE «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Rodionova S.S. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Snetkov A.I. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Solod E.I. — MD, Professor, FSBE of HPE «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Rashid M. Tikhilov — MD, Professor, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia.

Tsiskarashvili A.V. — PhD in Medical Science, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Shesternya N.A. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Kon E. — Professor, University Of Humanitas, Milan, Italy.

Roussouly P. — Professor, Medical and Surgical Center, Lyon

Winkler H. — Professor, Osteitis Center, Vienna, Austria.

Quarterly scientific and practical peer-reviewed journal

Founded in 1994.

Certificate of registration of the mass media № 0110767 registered on 04.06.1993

Prefix DOI: 10.17816

Frequency: quarterly

Circulation: 500 copies.

Founder address: 127299, Moscow, Priorova str., 10

Phone: +7 (495) 450-24-24

E-mail: journal@cito-priorov.ru

Site: <https://www.cito-priorov.ru>

Printed: «Eco-Vector I-P» LLC

Address: Aptekarskiy lane 3, A, office 1H, Saint Petersburg, Russian Federation, 191186.

Phone: +7(812)648-83-66, 648-83-60, e-mail: info@eco-vector.com,

WEB: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678>

Subscription index: 73064 — for individual subscribers, 72153 — for organizations

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the HAC, in which should be published the main scientific results of dissertations for the degree of PhD in Medicine or MD. The journal is included in the Russian Science Citation Index (SCI) database, international databases of open access Journals Directory of Open Access Journals and Google Scholar.

The journal materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

- Золотов А.С., Дьячкова Ю.А., Сидоренко И.С. Планирование операций на кисти с использованием модели кости из полимерной глины 5
Zolotov A.S., Dyachkova Ju.A., Sidorenko I.S. Preoperative planning of surgical procedures on the hand using a bone model made from the polymer clay
- Лычагин А.В., Кесян Г.А., Калинин Е.Б., Сухарев Н.А. Осложнения в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава 10
Lychagin A.V., Kesian G.A., Kalinsky E.B., Sukharev N.A. Early complications of reverse total shoulder arthroplasty
- Мизиев И.А., Баксанов Х.Д., Ахкубеков Р.А., Бифова Б.Р. Значение формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона для механизма: как вывиха акромиального конца ключицы, так и ее перелома 15
Miziev I.A., Baksanov H.D., Akhkubekov R.A., Bifova B.R. The value of the shape of the arrangement of the articular surfaces of the clavicle and acromion for the mechanism: both the dislocation of the acromial end of the clavicle and its fracture
- Панин М.А., Загородний Н.В., Самоходская Л.М., Бойко А.В. Значение полиморфизмов гена метилентетрагидрофолатредуктазы (*MTHFR*) в патогенезе нетравматического асептического некроза головки бедренной кости 19
Panin M.A., Zagorodniy N.V., Samohodskaya L.M., Boiko A.V. The value of the mthfr polymorphisms in pathogenesis of nontraumatic necrosis of femoral head
- Батпенев Н.Д., Рахимов С.К., Степанов А.А., Оразбаев Д.А., Манекенова К.Б., Смайлова Г.К. Морфофункциональная перестройка костной ткани при перипротезных переломах в зоне бедренного компонента эндопротеза 24
Batpenov N.D., Rakhimov S.K., Stepanov A.A., Orasbaev D.A., Manekenova K.B., Smailova G.K. Morphofunctional remodeling of bone tissue during periprosthetic fractures in the femoral component
- Шатохина С.Н., Зар В.В., Зар М.В., Шабалин В.Н. Оценка иммунологической реакции организма на сплавы металлов эндопротеза по маркерным структурам сыворотки крови 30
Shatokhina S.N., Zar V.V., Zar M.V., Shabalin V.N. Serum markers for immunological response to metal alloys of endoprostheses
- Каграманов С.В. Аллергия или перипротезная инфекция? 35
Kagramanov S.V. Allergy or periprosthetic infection?
- Куропаткин Г.В., Ахтямов И.Ф., Станислав М.Л., Кушнир В.А., Беленький И.Г., Копенкин С.С., Тамазян В.О., Везикова Н.Н., Ключевский В.В. Оценка безопасности и эффективности Гилана G-F 20 (Синвиск-1®) у пациентов с остеоартритом коленного сустава в реальной клинической практике 36
Kuropatkin G.V., Ahtyamov I.F., Stanislav M.L., Kushnir V.A., Belenkiy I.G., Kopenkin S.S., Tamazyan V.O., Vezikova N.N., Klyuchevskiy V.V. Evaluation of safety and efficacy of Hylan G-F 20 (Synvisc-One®) in patients with knee osteoarthritis in clinical practice
- Болотов Д.Д. Устройство для коррекции длины протеза 45
Bolotov D.D. A device for prosthesis length correction
- Бардюгов П.С., Паршиков М.В. Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии 50
Bardyugov P.S., Parshikov M.V. Conservative correction of the transverse arch of the foot in patients with flat foot
- Секирин А.Б., Прикулс В.Ф., Майбродская А.Е. Оценка клинической эффективности метода акустических бинауральных биений в комплексной подготовке пациентов к протезированию тазобедренного сустава 60
Sekirin A.B., Prikuls V.F., Maybrodskaya A.E. Assessment of clinical efficacy of the acoustic binaural beating method in the complex preparation of patients for hip replacement
- Бейлерли О.А., Гареев И.Ф., Павлов В.Н. Роль микроРНК при дегенерации межпозвонкового диска 66
Beylerli O.A., Gareev I.F., Pavlov V.N. The role of microRNA in degeneration of the intervertebral disc

НЕКРОЛОГ

OBITUARIES

Памяти Балберкина А.В.

In memory of Balberkin A.V.

СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

<https://doi.org/10.17816/vto20202725-9>

© Коллектив авторов, 2020



ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ НА КИСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ КОСТИ ИЗ ПОЛИМЕРНОЙ ГЛИНЫ

А.С. Золотов, Ю.А. Дьячкова, И.С. Сидоренко

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет» — Медицинский центр, г. Владивосток

Авторами предложен способ планирования операций на кисти с использованием модели кости из полимерной глины. Приведено подробное описание способа и пример его клинического применения. Данный метод оказался эффективным при лечении 7 пациентов с деформациями фаланг пальцев кисти и пястных костей. Предлагаемый способ предоперационного планирования помогает хирургу корректно выполнить задуманную операцию.

Ключевые слова: предоперационное планирование; модель кости; полимерная глина; корригирующая остеотомия; перелом фаланги.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Золотов А.С., Дьячкова Ю.А., Сидоренко И.С. Планирование операций на кисти с использованием модели кости из полимерной глины. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):5-9. doi: <https://doi.org/10.17816/vto20202725-9>

PREOPERATIVE PLANNING OF SURGICAL PROCEDURES ON THE HAND USING A BONE MODEL MADE FROM THE POLYMER CLAY

A.S. Zolotov, Ju.A. Dyachkova, I.S. Sidorenko

Medical Center, Far Eastern Federal University, Vladivostok

The authors proposed a method of preoperative planning of surgical procedures on the hand using a bone model made from polymer clay. A detailed description of the method and an example of its clinical use are given. This method proved to be effective in treatment of seven patients with deformities of the phalanx of fingers and metacarpal bones. The proposed method of preoperative planning helps the surgeon to perform the intended operation correctly.

Keywords: preoperative planning; bone model; polymeric clay; corrective osteotomy; phalanx fracture.

Conflict of interest: n/a.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Zolotov AS, Dyachkova JuA, Sidorenko IS. Preoperative planning of surgical procedures on the hand using a bone model made from the polymer clay. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):5-9. doi: <https://doi.org/10.17816/vto20202725-9>

ВВЕДЕНИЕ

Устранение сложных деформаций костей и суставов кисти требует от хирурга тщательной подготовки. В идеале предоперационная подготовка — это имитация самой операции на модели деформированной кости. Современные аддитивные технологии позволяют получить трехмерную копию деформированной кости. Имея данные исследований компьютерной и магнитно-резонансной томографии, на 3D-принтере накануне хирургического вмешательства можно напечатать точную копию костного сегмента или всего сустава. Если модель плотная, на ней можно выполнить элементы планируемой

операции — пиление, сверление, устранение смещения, пробная фиксация с помощью спиц, винтов, пластин. Ряд авторов с помощью 3D-печати готовят специальные направлятели для установки фиксаторов во время операции и даже индивидуальные имплантаты. К сожалению, данные технологии требуют дорогого оборудования, особого программного обеспечения, специального расходного материала. В связи с этим для многих медицинских учреждений данные технологии пока недоступны.

Нами предлагается малобюджетный способ предоперационного планирования хирургических вмешательств на кисти с использованием модели кости из полимерной глины.

Цель исследования — проанализировать эффективность предлагаемого способа планирования операций на кисти.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Описание способа

Накануне операции готовится модель деформированного сегмента кости. В качестве материала для создания модели используется полимерная глина. Хирург готовит модель («как скульптор») с учетом данных рентгенологического исследования (компьютерная томограмма в идеале). При этом старается соблюдать пропорции, масштаб и степень деформации кости. Если используется глина, требующая для отвердевания термической обработки, то готовая модель помещается в пластиковую посуду и заливается водой. Контейнер с водой ставится в микроволновую печь. Если модель небольшая (фаланга пальца, пястная кость), то продолжительность «варки» может составить 5–7 мин. Охлажденная модель может использоваться для имитации ортопедической операции.

Данный метод применяли при лечении 7 пациентов с различными деформациями костей кисти (неправильно сросшиеся переломы фаланг пальцев кисти и пястных костей — 4 пациента, клинодактилия — 3 пациента). Возраст пациентов варьировал в пределах от 14 лет до 36 лет. Во всех случаях модели костей были изготовлены из полимерной глины, требующей для отвердевания термической обработки. На готовой модели с помощью соответствующих инструментов выполняли устранение «деформации» и фиксацию «отломков» в новом положении лейкопластырем, спицами либо ранее использовавшимися мини-фиксаторами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предварительная имитация реконструктивных операций на моделях костей из полимерной глины помогли подготовиться к реальным хирургическим вмешательствам. Во всех случаях операции были выполнены в соответствии с предварительным планом. Деформации фаланг и пястных костей были устранены во всех случаях. Костное сращение достигнуто в правильном положении.

Клинический пример

Пациентка К., 14 лет, обратилась с жалобами на наличие деформации 4-го пальца левой кисти. За 4 мес. до обращения получила внутрисуставной перелом основной фаланги. Проводилось консервативное лечение с помощью гипсовой шины. Перелом сросся со смещением

и значительной деформацией (рис. 1, а, b). Для предоперационного планирования и имитации операции была приготовлена модель кости из полимерной глины с учетом величины фаланги и степени деформации. Модель кости погружали в пластиковый контейнер с водой, который помещали в микроволновую печь. После «варки» в микроволновой печи (Samsung) в течение 5 мин в максимальном режиме модель приобрела прочность, аналогичную реальной кости. С помощью маятниковой мини-пилы выполнена косая остеотомия суставной части искусственной фаланги. Устранено смещение мыщелка фаланги (угловое и по длине). В образовавшийся клиновидный дефект установлен искусственный «трансплантат» из полимерной глины другого цвета. После устранения деформации произведена провизорная фиксация с помощью прозрачного лейкопластыря (рис. 1, с–е).

Данная техника была применена при выполнении хирургического вмешательства. Анестезия общая. Тыльный доступ Charnay. Из тыльного сухожильного растяжения на уровне проксимального межфалангового сустава (ПМФС) 4-го пальца выкроен треугольный лоскут на дистальном основании, который отвернут дистально. Это позволило хорошо визуализировать деформированную суставную поверхность основной фаланги. С помощью маятниковой пилы выполнена косая остеотомия мыщелка основной фаланги (как и предварительно на пластиковой модели). Устранена деформация, в новом положении остеотомированный фрагмент фиксирован двумя спицами диаметром 1 мм. Образовавшийся дефект кости заполнен аутоотрансплантатом, взятым из дистального метафиза лучевой кости на одноименной стороне в соответствии с размером и формой дефекта кости. Место остеотомии и костный графт дополнительно фиксированы минивинтом 1,5 мм (рис. 1, f). Имобилизация гипсовой шиной в течение 4 нед. с осторожной гимнастикой во время перевязок. Рана зажила первичным натяжением. В последующем пациентка получала сеансы лечебной физкультуры и массажа. Фиксаторы удалены через 8 мес. после операции. Пациентка осмотрена через 6 мес. после удаления фиксаторов. Болей нет. Деформация устранена. Объем движений полный (рис. 1, g–j).

ОБСУЖДЕНИЕ

В начале 30-х годов прошлого столетия в Германии Фифи Ребиндер самостоятельно разработала и выпустила глину, которую назвала Фифи Мозаик. Данная глина изначально предназначалась для изготовления голов кукол. В 1964 г. Ребиндер продала формулу этой глины Эберхарду



Рис. 1. Пациентка К, 14 лет. *a–b* — фото и рентгенограмма кисти до лечения; *c–e* — модель деформированной основной фаланги, изготовленная из полимерной глины до и после пробной «операции»; *f* — рентгенограмма кисти после операции; *g–j* — фото и рентгенограммы кисти через 6 мес. после удаления фиксаторов

Fig. 1. Patient K., 14 y. o.: *a–b* — photo and X-ray of patient's hand before treatment; *c–e* — the model of the deformed proximal phalanx, made from polymer clay before and after the trial «operation»; *f* — X-ray of the hand after surgery; *g–j* — photo and X-ray of the hand 6 months after fixator's removal

Фаберу (Eberhard Faber), который превратил ее во всемирно известную в настоящее время марку ФИМО (Fimo) [1]. Все полимерные глины содержат основу из поливинилхлорида (ПВХ) и один или несколько видов жидких пластификаторов, благодаря которым после термической обработ-

ки изделия из глины становятся твердыми. Запекать изделия из глины рекомендуется в духовом шкафу при температуре 100–130 °С. Некоторые дизайнеры считают возможным «варить» небольшие по размерам изделия в микроволновой печи [2]. Для этого в пластиковую посуду с водой по-

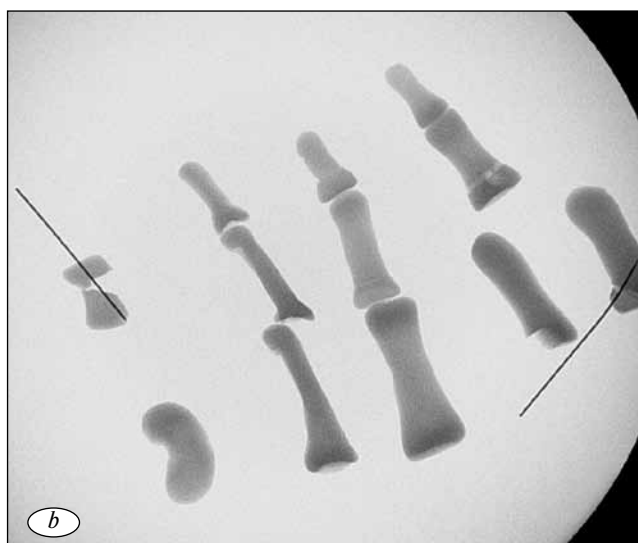


Рис. 2. Модели костей кисти из полимерной глины (a); рентгенограмма моделей костей кисти (b)

Fig. 2. a — photo of bones models, made from polymer clay; b — X-ray of bone models

мещается модель и «варится» в течение нескольких минут.

Полимерная глина широко используется в декоративно-прикладном искусстве. Применяется для изготовления сувениров, украшений, бижутерии, предметов интерьера, игрушек. Пластик нашел применение в биологии и медицине. Из полимерной глины изготавливаются учебные пособия для изучения анатомии — муляжи головного мозга, внутренних органов, костей и суставов [3]. В доступной литературе мы не нашли информации об использовании полимерной глины для предоперационного планирования ортопедических операций.

Переломы мыщелков основной фаланги пальцев кисти часто бывают нестабильными и требуют оперативного лечения [4]. Консервативное лечение таких переломов нередко осложняется вторичным смещением, что ведет к формированию угловой деформации и контрактурам. Устранение такой деформации является непростой операцией — необходимы оптическое увеличение, силовая машина для работы на мелких костях, деликатные инструменты, фиксаторы и предоперационное планирование. Модели кости из полимерной глины помогли подготовиться к операции. Мы опробовали несколько способов корригирующей остеотомии на изготовленных моделях. Из возможных вариантов остеотомии выбрали косую. Такую остеотомию оказалось выполнить удобнее, учитывая небольшие размеры фаланги пальца девочки-подростка. Размеры костного фрагмента были достаточными для проведения спиц и винта.

Предлагаемый способ предоперационного планирования обладает рядом достоинств.

1. Полимерная глина доступна и стоит недорого. 50 г материала стоят 70 руб. Этого объема до-

статочно для изготовления целого луча кисти — пястной кости и трех фаланг пальцев.

2. Процесс изготовления сегмента кости занимает несколько минут. Дополнительно потребуется 5–10 мин для термической обработки.
3. Не требуется дорогое оборудование, программное обеспечение, расходный материал.
4. Точность копии деформированной кости, безусловно, уступает модели, полученной при 3D-печати. Однако при изготовлении малых по размеру моделей кости возможные небольшие искажения не являются критичными.
5. Плотность модели соответствует плотности кости, что позволяет имитировать хирургическое вмешательство с использованием рутинных инструментов и фиксаторов, предназначенных для работы на костях. Это важно для молодых хирургов, не имеющих достаточных мануальных навыков.
6. Полимерная глина рентген-контрастна. Это свойство является полезным — хирург может задокументировать результат своей работы на «искусственной» кости (рис. 2, a, b).

ВЫВОДЫ

Предлагаемый способ предоперационного планирования помогает хирургу подготовиться и корректно выполнить задуманную операцию. Модели кости, изготовленные из полимерной глины, могут использоваться в образовательных целях при обучении студентов на занятиях по общей хирургии, травматологии и ортопедии. Модели кости, изготовленные из полимерной глины, могут использоваться в исследовательских целях — апробация инструментов, фиксаторов, отработка технических приемов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. wikipedia.org [интернет]. Полимерная глина. [Polymer clay. (In Russ.).] Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D0%B%D0%B8%D0%BD%D0%B0
2. <https://polymerclayfimo.livejournal.com/180891.html>
3. Oh CS, Kim JY, Choe YH. Learning of cross-sectional anatomy using clay models. *Anat Sci Educ.* 2009;2(4):156-159. <https://doi.org/10.1002/ase.92>
4. Jupiter JB, Nunez F, Fricker R. *Manual of Fracture Management. Hand.* New York: Thieme; 2015. 345 p.

Сведения об авторах:

Александр Сергеевич Золотов — д-р мед. наук, руководитель центра травматологии и ортопедии, МЦ ДВФУ; профессор департамента клинической медицины Школы биомедицины, ДВФУ, г. Владивосток. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>. E-mail: dalexp@gmail.com.

Юлия Александровна Дьячкова — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед центра травматологии и ортопедии, МЦ ДВФУ, г. Владивосток. E-mail: diachkova.iaa@dvfu.ru.

Илья Сергеевич Сидоренко — врач травматолог-ортопед центра травматологии и ортопедии. МЦ ДВФУ, г. Владивосток. E-mail: sidorenko.is@dvfu.ru.

Information about the authors:

Alexander S. Zolotov — MD, PhD, Head of Orthopedic Surgery Department, Medical Center, Far Eastern Federal University, Professor at School of Biomedicine Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>. E-mail: dalexp@gmail.com.

Julia A. Dyachkova — MD, PhD, orthopedic surgeon at Orthopedic Surgery Department, Medical Center, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. E-mail: diachkova.iaa@dvfu.ru.

Ilya S. Sidorenko — MD, orthopedic surgeon at Orthopedic Surgery Department, Medical Center, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. E-mail: sidorenko.is@dvfu.ru.

ОСЛОЖНЕНИЯ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ РЕВЕРСИВНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

А.В. Лычагин¹, Г.А. Кесян², Е.Б. Калинин¹, Н.А. Сухарев¹

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва;

² Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Актуальность. Частота осложнений в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава остается достаточно высокой и, по данным различных авторов, колеблется от 4,7 до 38 %. Изучение ранних осложнений после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, а также поиски путей их профилактики являются актуальными проблемами в современной действительности. Цель данного исследования: изучение основных причин ранних послеоперационных осложнений при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава, а также методы их профилактики. **Материалы и методы.** В нашем исследовании использованы клинические данные 23 пациентов, которым было выполнено первичное реверсивное эндопротезирование плечевого сустава. В качестве сравнительного материала использовались данные регистров зарубежных стран, а также современные сведения иностранной и отечественной литературы. **Результаты.** У группы прооперированных нами пациентов ранние осложнения отмечены у 5 человек (21,7 %). В двух случаях (8,7 %) выявлен перипротезный перелом. У 3 пациентов (13,2 %) произошел вывих эндопротеза. Выявлены причины их появления. Сформулированы правила профилактических мер. **Выводы.** 1. Основными ранними послеоперационными осложнениями являются вывих эндопротеза, перипротезный перелом диафиза плечевой кости. 2. Данные виды осложнений возникают вследствие нарушенного баланса мягких тканей, неадекватного подбора размеров эндопротеза, интерпозиции мягкими тканями, а также неадекватных сроков нагрузок на прооперированную конечность. 3. Снижение количества этих осложнений может быть достигнуто путем соблюдения профилактических мер на всех этапах лечения. **Ключевые слова:** эндопротезирование; плечевой сустав; реверсивные эндопротезы; ранние осложнения; вывих; перипротезный перелом.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Лычагин А.В., Кесян Г.А., Калинин Е.Б., Сухарев Н.А. Осложнения в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):10-14. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027210-14>

EARLY COMPLICATIONS OF REVERSE TOTAL SHOULDER ARTHROPLASTY

A.V. Lychagin¹, G.A. Kesian², E.B. Kalinsky¹, N.A. Sukharev¹

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia;

² National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia

Background. The frequency of early complications after reverse shoulder arthroplasty remains high enough, and the overall complication rate is reported from 4.7% to 38%. **Methods.** We did 23 primary reverse shoulder arthroplasty and used clinical information after these operations in our study. As a comparative material, we used data from registers of foreign countries, as well as information from special literature. **Results.** Early complications were found in five cases (21.7%) in our study: two cases (8.7%) of a periprosthetic fracture; three patients (13.2%) had dislocation components. We studied these complications and formulated rules preventive measures. **Conclusions.** (1) The most common early complications after reverse total shoulder arthroplasty were instability components, periprosthetic fracture. (2) These types of complications arise due to unbalanced soft tissues, inadequate selection of the size of the glenosphere, interposition of soft tissues, and inadequate term of loads on the operated limb. (3) The number of these complications can be reduced by observing preventive measures at all stages of treatment.

Key words: reverse total shoulder arthroplasty; complication; dislocation prosthesis; instability of the components; infection.

Conflict of interest: n/a.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Lychagin AV, Kesian GA, Kalinsky EB, Sukharev NA. Early complications of reverse total shoulder arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):10-14. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027210-14>

ВВЕДЕНИЕ

Дегенеративные заболевания плечевого сустава различной этиологии, а также травматические его повреждения зачастую приводят к нарушению функции верхней конечности [1].

В наше время эндопротезирование является оптимальной операцией при тяжелых повреждениях плечевого сустава.

На сегодняшний день в различных странах выполняется до 7000 эндопротезирований плечевого сустава за год, из них около 2500 реверсивных [2–5].

В клинической практике наиболее актуальным становится модель реверсивного эндопротеза, после установки которого, помимо исчезновения болевого синдрома, также исчезает необходимость сращения бугорков для нормальной функции конечности [6].

Главное отличие реверсивного эндопротеза плечевого сустава от других моделей заключается в изменении (медиализации) центра ротации за счет его конструкции. При этой особенности увеличивается объем функции дельтовидной мышцы при отведении и сгибании в плечевом суставе [7].

Как и другие оперативные вмешательства, эта методика имеет определенные риски послеоперационных осложнений. Ранние осложнения при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава схожи с осложнениями при тотальном классическом эндопротезировании этого сустава, но имеют свои специфические особенности. Примерами таких осложнений могут быть: расшатывание компонентов, вывих эндопротеза, перипротезные переломы, инфекция.

Частота осложнений в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава остается достаточно высокой и, по данным различных авторов, колеблется от 4,7 до 38 % [8–10].

Таким образом, изучение ранних осложнений после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, а также поиски путей их профилактики являются актуальными проблемами в современной действительности.

Целью данного исследования является изучение основных причин ранних послеоперационных осложнений при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава, а также методы их профилактики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В нашем исследовании использованы клинические данные первичного реверсивного эндопротезирования плечевого сустава на базах ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» и УКБ № 1 ФГА-ОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). Обследовано 23 пациента (12 женщин — 52 % и 11 мужчин — 48 %), которым

нами было выполнено первичное реверсивное эндопротезирование в 2018–2020 гг. Средний возраст пациентов составил 64 года.

Основными клиническими диагнозами выступали деформирующий и посттравматический артроз плечевого сустава, у двух пациентов основным диагнозом являлся многофрагментарный перелом проксимального отдела плечевой кости (трех- и четырехфрагментарный перелом по классификации Neer).

При эндопротезировании использовали 2 вида оперативного доступа: верхне-латеральный, выполнен 5 пациентам, дельто-пекторальный — 18.

Всех пациентов оперировали по стандартной методике установки компонентов эндопротеза. 16 пациентам был установлен бесцементный реверсивный эндопротез Anatomical Shoulder System Inverse/Reverse фирмы Zimmer, а 7 пациентам — бесцементный реверсивный эндопротез Unic компании Evolutis.

В качестве сравнительного материала использовали данные регистров зарубежных стран, а также современные сведения иностранной и отечественной литературы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При ретроспективном исследовании проанализированы результаты регистров таких стран, как США, Великобритания, Италия и Австралия.

В США изучены результаты 940 реверсивных эндопротезов плечевого сустава, в Великобритании — 7753 операций, по данным клиник Италии представлена информация о 2855 случаях по установке данного вида протеза, а в Австралии анализу подверглись 9682 случая реверсивного эндопротеза плечевого сустава [2–5].

Наиболее распространенными ранними осложнениями, по данным регистров, являлись: 1) нестабильность (асептическая нестабильность и вывих компонентов эндопротеза); 2) перипротезный перелом диафиза плечевой кости; 3) инфекция [2–5] (см. таблицу).

Нестабильность компонентов и вывихи эндопротеза после первичного реверсивного эндопротезирования отмечено у пациентов с осложненным течением: в Англии этот показатель составил 35,5 %; в США — 36 %; в Италии — менее 30 %; в Австралии — 14 %.

Перипротезный перелом после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, по данным мировых регистров, составляет в среднем 9 % всех осложнений.

Инфекционные осложнения от общего их числа при таком виде операции достигают в США — 3,4 %, в Англии удельный вес этого осложнения составил 2 %, в Италии — 3,1 %, а в Австралии — 1,8 %.

Процентное отношение основных ранних послеоперационных осложнений ко всем осложнениям при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава по данным мировых регистров

Percentage ratio between common early postoperative complications and other complications in reverse total shoulder arthroplasty (data from world registers)

Страна	США	Великобритания	Италия	Австралия
Нестабильность компонентов, %	36	35,5	29,5	14
Перипротезный перелом, %	16	9,6	4,6	5,8
Инфекция, %	3,4	2	3,1	1,8



Рис. 1. Рентгенограммы пациентов с вывихом плечевого компонента реверсивного эндопротеза плечевого сустава

Fig. 1. Patients' X-ray with shoulder component dislocation of a reverse shoulder joint endoprosthesis

Основными причинами данных осложнений являлись: 1) неадекватный баланс натяжения мягких тканей; 2) нарушение хирургической техники; 3) интерпозиция мягкими тканями; 4) несоблюдение правил асептики и антисептики; 5) повреждение *n. subscapularis* [7, 11].

У группы прооперированных нами пациентов ранние осложнения отмечены у 5 (21,7 %) из 23 человек. Все осложнения произошли в раннем послеоперационном периоде (от 1 до 5 дней после операции).

При клиническом и рентгенологическом обследовании пациентов выявлено 2 случая (8,7 %) пе-



Рис. 2. Рентгенограмма пациента с вывихом гленосферы

Fig. 2. X-ray of a patient with dislocated glenosphere



Рис. 3. Рентгенограмма пациента после устранения вывиха гленосферы

Fig. 3. X-ray of a patient after correction of dislocated glenosphere

рипротезного перелома, 1 из которых произошел интраоперационно. У 3 пациентов (13,2 %) выявлен вывих эндопротеза: зафиксировано 2 случая вывиха плечевого компонента, вследствие ранних сроков нагрузок и объемов движений прооперированной конечности (рис. 1), а 1 пациент пострадал от разобщения гленосферы с метагленом, и в следствие ее вывихом (рис. 2).

Одному пациенту с вывихом плечевого компонента под общей анестезией успешно выполнено закрытое устранение вывиха, которое не потребовало дальнейшей открытой операции.

Двоим из трех пациентов с вывихом эндопротеза проведена ревизионная операция по устранению разобщения компонентов, в том числе установка гленосферы в положенную, стабильную позицию (рис. 3).

Пациенту с перипротезным переломом диафиза плечевой кости проведена ревизионная операция с целью остеосинтеза диафиза плечевой кости серкляжным способом (рис. 4, 5).

При всех ревизионных операциях произведен тщательный анализ мягких тканей и костей, проверка целостности имплантов, а также проведены клинические тесты на отсутствие вывихов компонентов эндопротезов после их установки.

В детальном изучении ранних послеоперационных осложнений, прооперированных нами пациентов, выявлены причины их возникновения: 1) плохая оценка прочности костной ткани в области диафиза плечевой кости; 2) интерпозиция мягкими тканями (между гленосферой и метагленом); 3) несоблюдение



Рис. 4. Ревизионная операция, этап остеосинтеза серкляжным способом перипротезного перелома диафиза плечевой кости

Fig. 4. Revision surgery, osteosynthesis of periprosthetic humerus diaphysis fracture using cerclage technique



Рис. 5. Рентгенограмма пациента после остеосинтеза перипротезного перелома серкляжным способом

Fig. 5. X-ray of a patient after osteosynthesis of periprosthetic fracture using cerclage technique

сил натяжения дельтовидной мышцы, ввиду неадекватного выбора размеров компонентов эндопротеза; 4) несоблюдение правил реабилитации в раннем послеоперационном периоде самим пациентом.

В дальнейшем наблюдении всех пациентов не менее трех месяцев послеоперационных осложнений не прослеживалось.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами результаты исследований подтверждают аналогичные выводы зарубежных коллег. Согласно данным специализированной литературы, основными ранними осложнениями при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава являются: 1) вывих эндопротеза; 2) перипротезный перелом; 3) инфекция; 4) асептическая нестабильность компонентов; 5) повреждение нервов [12–16].

По материалам зарубежных авторов, факторы, приводящие к нестабильности и вывихам, различны, основные из них: нарушенный баланс мягких тканей, неадекватный подбор размера гленосферы, ошибочное положение метатлена [17, 18].

Перипротезные переломы возникают вследствие дефицита костной ткани на фоне остеопороза [19].

Инфекция не является специфическим осложнением для этого вида операции, но, как и при других оперативных вмешательствах, ведет за собой серьезные последствия. Возникновение данного осложнения обусловлено нарушением правил асептики и антисептики, а также наличие вовремя не дренированной послеоперационной гематомы.

При установке реверсивного эндопротеза плечевого сустава чаще других повреждается подмышечный нерв, реже наблюдаются случаи травмы лучевого, локтевого и мышечно-кожного нервов [20].

При обобщенном анализе изученных результатов, для снижения частоты ранних послеоперационных осложнений, нами сформулированы правила профилактических мер: 1) проводить тщательный анализ качества костной структуры в предоперационном планировании; 2) бережно и внимательно относиться к мягким тканям во время операции;

3) на этапе примерки компонентов эндопротеза учитывать баланс силы натяжения дельтовидной мышцы; 4) строгий контроль реабилитационных мероприятий пациентов в раннем послеоперационном периоде.

ВЫВОДЫ

Таким образом, основываясь на нашем клиническом опыте совместно с изученной информацией из специализированной литературы, можно сделать выводы:

1. Основными ранними послеоперационными осложнениями являются: вывих эндопротеза, перипротезный перелом диафиза плечевой кости.
2. Данные виды осложнений возникают вследствие нарушенного баланса мягких тканей, неадекватного подбора размеров эндопротеза, интерпозиции мягкими тканями, а также неадекватных сроков нагрузок на прооперированную конечность.
3. Снижение количества этих осложнений может быть достигнуто путем соблюдения профилактических мер на всех этапах лечения.

Этические принципы и нормы при проведении исследования были соблюдены в полном объеме (выписка из протокола заседания локального этического комитета ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) № 10-18 от 07.11.2018).

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Зарайский А.С., Зоря В.И. Эндопротезирование плечевого сустава. Проблемы и решения. *Московский хирургический журнал*. 2011;(4):58-64. [Zarayskiy AS, Zoray VI. Shoulder arthroplasty. Problems and decision. *Moskovskii khirurgicheskii zhurnal*. 2011;(4):58-64. (In Russ.)]
2. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry [Internet]. Annual Report 2019 [cited 2017 Apr 20]. Available at: <https://aoanjrr.sahmri.com/annual-reports-2019>
3. National Joint Registry [Internet]. 13th Annual Report 2016: National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland

- and the Isle of Man. NJR Centre, Hemel Hempstead, United Kingdom [cited 2017 Apr 20]. Available at: <https://www.hqip.org.uk/wp-content/uploads/2018/02/national-joint-registry-13th-annual-report-2016.pdf>
4. Regional Register of Orthopaedic Prosthetic Implantology [Internet]. REPORT of R.I.P.O. Hip, Knee and Shoulder Arthroplasty. RIPO, Emilia-Romagna, Italy [cited 2017 Apr 20]. Available at: https://ripo.cineca.it/RIPO_REPORT_2015_english_rev1.pdf
 5. New Zealand Orthopaedic Association (NZOA) [Internet]. The New Zealand Joint Registry. Seventeen Year Report. NZOA, Wellington, New Zealand [cited 2017 Apr 20]. Available at: <https://nzoa.org.nz/system/files/NZJR%2017%20year%20Report.pdf>
 6. Sanchez-Sotelo J. Reverse total shoulder arthroplasty. *Clin Anat.* 2008;22(2):172-182. <https://doi.org/10.1002/ca.20736>.
 7. Farshad M, Gerber C. Reverse total shoulder arthroplasty — from the most to the least common complication. *Int Orthop.* 2010;34(8):1075-1082. <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1125-2>.
 8. Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(1):146-157. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.08.001>.
 9. Cheung E, Willis M, Walker M, Clark R, Frankle MA. Complications in reverse shoulder arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(7):439-449.
 10. Choi S, Bae J, Kwon YS, Kang H. Clinical outcomes and complications of cementless reverse total shoulder arthroplasty during the early learning curve period. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):53. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1077-1>.
 11. Barco R, Savidou OD, Sperling JW, Sanchez-Sotelo J, Cofield RH. Complications in reverse shoulder arthroplasty. *EFORT Open Rev.* 2016;1(3):72-80. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160003>
 12. Giuseffi SA, Streubel P, Sperling J, Sanchez-Sotelo J. Short-stem uncemented primary reverse shoulder arthroplasty: clinical and radiological outcomes. *Bone Joint J.* 2014;96-B(4):526-529. <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.96B3.32702>.
 13. García-Fernández C, López-Morales Y, Rodríguez A, López-Durán L, Martínez FM. Periprosthetic humeral fractures associated with reverse total shoulder arthroplasty: incidence and management. *Int Orthop.* 2015;39(10):1965-1969. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2972-7>.
 14. Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(1 Suppl):S33-S43. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.06.031>.
 15. Lawrence C, Williams GR, Namdari S. Influence of glenosphere design on outcomes and complications of reverse arthroplasty: a systematic review. *Clin Orthop Surg.* 2016;8(3):288-297. <https://doi.org/10.4055/cios.2016.8.3.288>.
 16. Ненашев Д.В., Майков С.В. Применение алгоритма выбора хирургической тактики при эндопротезировании плечевого сустава. *Профилактическая и клиническая медицина.* 2011;(3):413-415. [Nenashev DV, Maykov SV. Algorithm selection surgical tactics in shoulder joint arthroplasty. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina.* 2011;(3):413-415. (In Russ.)]
 17. Gutiérrez S, Comiskey CA, IV, Luo ZP, Pupello DR, Frankle MA. Range of impingement-free abduction and adduction deficit after reverse shoulder arthroplasty. Hierarchy of surgical and implant-design-related factors. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(12):2606-2615. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00012>.
 18. Roche C, Flurin PH, Wright T, Crosby LA, Mauldin M, Zuckerman JD. An evaluation of the relationships between reverse shoulder design parameters and range of motion, impingement, and stability. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(5):734-741. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2008.12.008>.
 19. Wierks C, Skolasky RL, Ji JH, McFarland EG. Reverse total shoulder replacement: intraoperative and early postoperative complications. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(1):225-234. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0406-1>.
 20. Lädermann A, Lübbeke A, Mélis B, Stern R, Christofilopoulos P, Bacle G, Walch G. Prevalence of neurologic lesions after total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(14):1288-1293. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00369>.

Информация об авторах:

Алексей Владимирович Лычагин — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф. ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), Москва, Россия.

Гурген Абавенович Кесян — д-р мед. наук, заведующий отделением № 8 (ортопедия взрослых) ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» (ЦИТО) МЗ РФ, Москва, Россия.

Евгений Борисович Калинин — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), Москва, Россия.

Николай Александрович Сухарев — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), Москва, Россия. E-mail: baizil@inbox.ru.

Information about authors:

Aleksey V. Lychagin — PhD, Professor I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation.

Guren A. Kesian — PhD, Head of Department Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov” of the Ministry of Health of the Russian Federation.

Eugeny B. Kalinsky — MD, Associate Professor I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation.

Nikilay A. Sukharev — Post-graduate student I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation. E-mail: baizil@inbox.ru.

ЗНАЧЕНИЕ ФОРМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУСТАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КЛЮЧИЦЫ И АКРОМИОНА ДЛЯ МЕХАНИЗМА: КАК ВЫВИХА АКРОМИАЛЬНОГО КОНЦА КЛЮЧИЦЫ, ТАК И ЕЕ ПЕРЕЛОМА

И.А. Мизиев, Х.Д. Баксанов, Р.А. Ахкубеков, Б.Р. Бифова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова,
г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика

Цель исследования. Доказать зависимость перелома или вывиха акромиального конца ключицы от особенностей формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона. **Материалы и методы.** Проведены анатомические исследования на 50 нефиксированных и не вскрытых трупах людей обоего пола в возрасте от 20 до 60 лет. Среди них мужчин было 35, женщин — 15. При этом наблюдали три формы изменчивости расположения суставных поверхностей акромиона и ключицы. **Результаты.** Изучены рентгенологические формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона у 50 пациентов с переломом ключицы и у 50 пациентов с вывихом акромиального конца ключицы в возрасте от 20 до 55 лет, среди которых мужчин было 30, женщин — 20. Во всех наблюдениях механизм травмы был непрямым. Выявлена некоторая связь между частотой перелома или вывиха и формой расположения суставных поверхностей акромиона и ключицы. Перелом ключицы чаще (78,0 %) возникал при вертикальном расположении суставных поверхностей акромиона и ключицы. **Заключение.** Анатомические и клинко-рентгенологические исследования показали зависимость перелома или вывиха акромиального конца ключицы от особенностей формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона.

Ключевые слова: акромион; ключица; вывих; перелом; суставные поверхности.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Мизиев И.А., Баксанов Х.Д., Ахкубеков Р.А., Бифова Б.Р. Значение формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона для механизма: как вывиха акромиального конца ключицы, так и ее перелома. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(2):15-18. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027215-18>

THE VALUE OF THE SHAPE OF THE ARRANGEMENT OF THE ARTICULAR SURFACES OF THE CLAVICLE AND ACROMION FOR THE MECHANISM: BOTH THE DISLOCATION OF THE ACROMIAL END OF THE CLAVICLE AND ITS FRACTURE

I.A. Miziev, H.D. Baksanov, R.A. Akhkubekov, B.R. Bifova

Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic

Objective. To prove the dependence of a fracture or dislocation of the acromial end of the clavicle on the features of the shape of the arrangement of the articular surfaces of the clavicle and acromion. **Materials and methods.** We conducted anatomical studies on 50 unfixed and unopened corpses of people of both sexes and aged 20 to 60 years. Among them, there were 35 men and 15 women. At the same time, we observed three forms of variability in the arrangement of the articular surfaces of the acromion and clavicle. **Results.** We studied the radiological forms of the location of the articular surfaces of the clavicle and acromion in 50 patients with a collarbone fracture and in 50 patients with dislocation of the acromial end of the clavicle from 20 to 55 years old, among them 30 were men, 20 women. In all cases, the trauma mechanism was indirect. A certain relationship was revealed between the frequency of a fracture or dislocation and the form of arrangement of the articular surfaces of the acromion and clavicle. Clavicle fracture more often (78.0%) occurred with a vertical arrangement of the articular surfaces of acromion and clavicle. **Conclusion.** Anatomical and clinical-radiological studies have shown the dependence of the fracture or dislocation of the acromial end of the clavicle on the peculiarities of the arrangement of the articular surfaces of the clavicle and acromion.

Keywords: acromion; clavicle; dislocation; fracture; articular surfaces.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Miziev IA, Baksanov HD, Akhkubekov RA, Bifova BR. The value of the shape of the arrangement of the articular surfaces of the clavicle and acromion for the mechanism: both the dislocation of the acromial end of the clavicle and its fracture. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2020;27(2):15-18. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027215-18>

ВВЕДЕНИЕ

Литературные данные по анатомии ключично-акромиального сустава противоречивы. Так, одни авторы [1, 3] относят ключично-акромиальное сочленение к полусуставам. Другие авторы [4], отмечая сложность строения, причисляют последнее к суставам. По нашим данным, ключично-акромиальное сочленение имеет капсулу, прочные связки, суставные поверхности и определенную подвижность, что дает основание ключично-акромиальное сочленение считать полусуставом [1]. Многие авторы [2] считают, что суставная поверхность ключицы направлена латерально и несколько книзу, а соответствующая ей суставная поверхность акромиона обращена вверх и кнутри. По мнению указанных авторов, такое расположение суставных поверхностей предрасполагает к акромиальным вывихам ключицы. Таким образом, формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона могут иметь определенное значение для механизма как вывиха акромиального конца ключицы, так и ее перелома.

Цель исследования: доказать зависимость перелома или вывиха акромиального конца ключицы от особенностей формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Мы проводили анатомические исследования на 50 нефиксированных и нескрытых трупах людей обоего пола в возрасте от 20 до 60 лет. Среди них мужчин было — 35, женщин — 15. При этом мы наблюдали три формы изменчивости расположения суставных поверхностей акромиона и ключицы: наклонную кнаружи (24 препарата из 50—48 %), вертикальную (16 препаратов — 32 %), смешанную (акромиально-наклонную кнаружи, ключично-вертикальную, 10 препаратов — 20 %) (рис. 1). Угол наклона суставных поверхностей акромиона и ключицы кнаружи всегда был острым (40–45 °С).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для подтверждения результатов анатомического исследования мы изучили рентгенологические

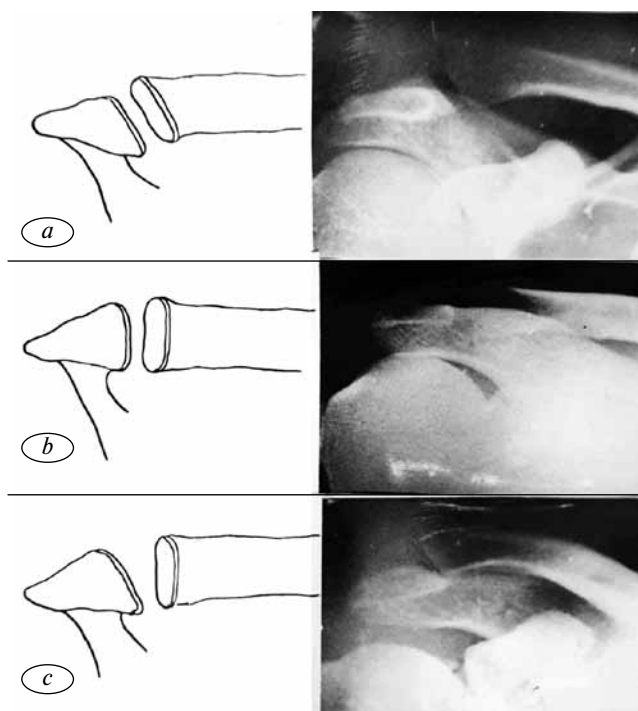


Рис. 1. Формы изменчивости расположения суставных поверхностей акромиона и ключицы: *a* — наклонная кнаружи; *b* — вертикальная; *c* — смешанная (акромиально-наклонная кнаружи, ключично-вертикальная)

Fig. 1. Forms of variability of the location of the articular surfaces of the acromion and clavicle: *a* — inclined outwards; *b* — vertical; *c* — mixed (acromially inclined outwardly, clavicularly vertical)

формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона у 50 пациентов с переломом ключицы и у 50 пациентов с вывихом акромиального конца ключицы в возрасте от 20 до 55 лет, среди которых мужчин было 30, женщин — 20. Во всех наблюдениях механизм травмы был непрямым. Выявлена некоторая связь между частотой перелома или вывиха и формой расположения суставных поверхностей акромиона и ключицы (см. таблицу).

Как видно из таблицы, акромиальный вывих ключицы (62,0 %) возникал при наклонном расположении суставных поверхностей ключицы и акромиона (рис. 2, *a, b*).

Зависимость частоты акромиальных вывихов или переломов ключицы от формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона

The dependence of the frequency of acromial dislocations or fractures of the clavicle on the form of arrangement of the articular surfaces of the clavicle and acromion

Формы расположения суставных поверхностей	Частота			
	акромиальных вывихов		переломов ключицы	
	абс.	%	абс.	%
Наклонная	31	62,0	6	12,0
Вертикальная	9	18,0	39	78,0
Смешанная(акромиально-наклонная, ключично-вертикальная)	10	20,0	5	10,0
Всего:	50	100,0	50	100,0

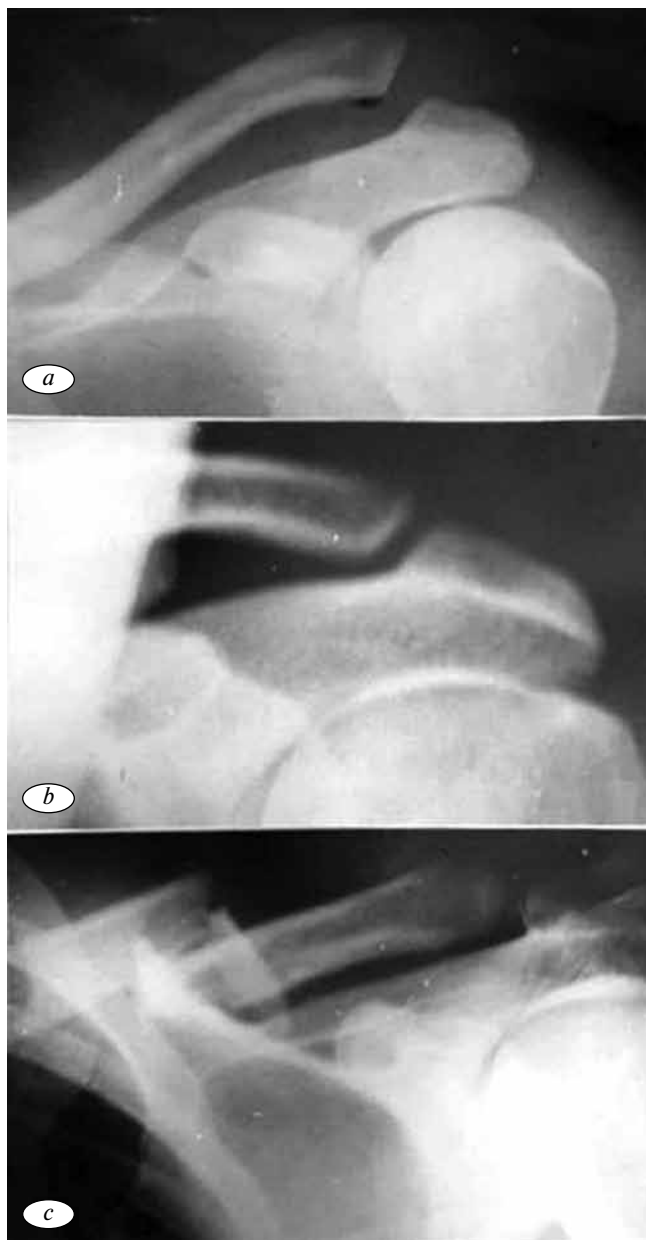


Рис. 2. Рентгенограмма формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона: *a, b* — при вывихах и после его вправления; *c* — при переломах ключицы

Fig. 2. X-ray diffraction pattern of the location of the articular surfaces of the clavicle and acromion: *a, b* — with dislocations and after reduction; *c* — with fractures of the clavicle

Это можно объяснить тем, что при не прямой травме, вследствие наклонного положения суставных поверхностей, ключица скользит по акромиону.

При этом разрываются ключично-акромиальные связки, и ключица смещается вверх. Перелом ключицы чаще (78,0 %) возникал при вертикальном расположении суставных поверхностей акромиона и ключицы (рис. 2, *c*). Вследствие таких условий при не прямой травме суставная поверхность ключицы упиралась в акромион. Воздействующая сила на ключицу осуществляется без напряжения связок, и в результате происходит ее перелом. Отмеченными нами особенностями отношения суставных поверхностей ключицы и акромиона можно объяснить чрезвычайную редкость подакромиальных вывихов ключицы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наши анатомические и клинко-рентгенологические исследования показали зависимость перелома или вывиха акромиального конца ключицы от особенностей формы расположения суставных поверхностей ключицы и акромиона.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Баксанов Х.Д. Анатомо-хирургическое обоснование классификаций метода лечения вывихов акромиального конца ключицы. В кн.: *Материалы 2-й Всероссийской конференции Общих хирургов.* — Ростов-на-Дону; 2003. — С. 145–148. [Baksanov KhD. Anatomical and surgical substantiation of the classifications of the method of treating dislocations of the acromial end of the clavicle. In: *Proceedings of the 2nd National Russian conference of general surgeons.* Rostov-on-Don; 2003. P. 145–148. (In Russ.).]
2. Larsen E, Bierg-Nielsen A, Christensen P. Conservative or surgical treatment randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68(4):552–555.
3. Petrokov V. [Die acromioclaviculare Luxation. (In German).] *Bruns' Beitr Klin Chir.* 1959;199(2):143–177.
4. Котельников Г.П., Стукалов В.С., Чернов А.П. Восстановительное лечение при травматических вывихах акромиального конца ключицы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова — 2009. — № 3. — С. 67–71. [Kotel'nikov GP, Stukalov VS, Chernov AP. Restoration treatment of traumatic dislocation of clavicle acromion end. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2009;(3):67–71. (In Russ.).]
5. Саядов Ш.С. *Оперативное лечение тяжелых повреждений акромиального конца ключицы конструкциями с памятью формы.* Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — Ростов-на-Дону: ГОУ ВПО РостГМУ Росздрава; 2002. — 23 с. [Sayadov ShS. *Surgical treatment of severe injuries of the acromial end of the clavicle with shape memory constructs.* [dissertation abstract] Rostov-on-Don: GOU VPO RostGMU Roszdava; 2002. 23 p. (In Russ.).]

Сведения об авторах:

Исмаил Алимович Мизиев — профессор, декан медицинского факультета, заведующий кафедрой факультетской и эндоскопической хирургии. Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Республика Кабардино-Балкария. E-mail: kfeh@yandex.ru.

Хамада Данилович Баксанов — доцент кафедры факультетской и эндоскопической хирургии. Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Республика Кабардино-Балкария. E-mail: kfeh@yandex.ru.

Рустам Анатольевич Ахкубеков — канд. мед. наук, доцент кафедры факультетской и эндоскопической хирургии. Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Республика Кабардино-Балкария. E-mail: kfeh2009@gmail.com.

Бэлла Руслановна Бифова — ординатор, старший лаборант кафедры факультетской и эндоскопической хирургии. Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Республика Кабардино-Балкария. E-mail: bifovabella22@mail.ru.

Information about authors:

Ismail A. Miziev — Professor, Dean of the Faculty of Medicine, Head of the Department of Faculty and Endoscopic Surgery. KBSU, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia. E-mail: kfeh@yandex.ru.

Hamada D. Baksanov — Associate Professor, Department of Faculty and Endoscopic Surgery. KBSU, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia. E-mail: kfeh@yandex.ru.

Rustam A. Akhkubekov — MD, associate professor of the department of faculty and endoscopic surgery. KBSU, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia. E-mail: kfeh2009@gmail.com.

Bella R. Bifova — resident, senior laboratory assistant of the department of faculty and endoscopic surgery. KBSU, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia. E-mail: bifovabella22@mail.ru.



ЗНАЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНА МЕТИЛЕНТЕТРАГИДРОФОЛАТРЕДУКТАЗЫ (*MTHFR*) В ПАТОГЕНЕЗЕ НЕТРАВМАТИЧЕСКОГО АСЕПТИЧЕСКОГО НЕКРОЗА ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

М.А. Панин ¹, Н.В. Загородний ¹, Л.М. Самоходская ², А.В. Бойко ¹

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов», Москва;

² Медицинский научно-образовательный центр Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова, Москва

Введение. Среди этиологических факторов нетравматического асептического некроза (НАН) головки бедренной кости известны длительное применение кортикостероидов, злоупотребление алкоголем, системная красная волчанка, серповидноклеточная анемия, болезнь Легга — Кальве — Пертеса, ионизирующая радиация, цитотоксические агенты и др. В то же время некроз головки бедренной кости может наблюдаться и в отсутствие приведенных выше факторов (идиопатический некроз). В качестве причин идиопатического асептического некроза рассматриваются механическое препятствие току крови, тромботическая окклюзия сосудов, экстравазальная компрессия. **Цель настоящего исследования** — изучение роли мутации С677Т гена *MTHFR* в развитии нетравматического асептического некроза головки бедренной кости. **Материалы и методы.** В процессе исследования проведен сравнительный анализ частоты встречаемости аллельных вариантов гена С677Т у 41 пациента с верифицированным диагнозом НАН (основная группа) и у 320 здоровых пациентов (контрольная группа). В программу обследования было включено исследование полиморфизмов гена С677Т *MTHFR* методом ПЦР. **Результаты.** Различия в частоте встречаемости аллели С гена С677Т *MTHFR* в гетерозиготном состоянии при НАН и в его отсутствие оказались статистически не достоверными (51,2 против 37,2 % соответственно, $\chi^2 = 3,014$, $p = 0,083$). Генотип ТТ (Т в гомозиготном состоянии) гена С677Т *MTHFR* был выявлен у 19,5 % пациентов основной группы. Аналогичный показатель в контрольной группе был вдвое ниже и составил 9,0 %, различия между группами статистически достоверны, $\chi^2 = 4,314$, $p = 0,038$. **Заключение.** Проведенное исследование показало значимость носительства варианта Т гена С677Т *MTHFR* в патогенезе НАН головки бедренной кости. Полученные нами данные, а также анализ современной литературы свидетельствуют, что данный полиморфизм является одним из генетических предикторов как НАН головки бедренной кости, так и других сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: асептический некроз головки бедренной кости; полиморфизмы генов; *MTHFR*.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Панин М.А., Загородний Н.В., Самоходская Л.М., Бойко А.В. Значение полиморфизмов гена метилентетрагидрофолатредуктазы (*MTHFR*) в патогенезе нетравматического асептического некроза головки бедренной кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):19-23. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027219-23>

THE VALUE OF THE *MTHFR* POLYMORPHISMS IN PATHOGENESIS OF NONTRAUMATIC NECROSIS OF FEMORAL HEAD

M.A. Panin ¹, N.V. Zagorodniy ¹, L.M. Samohodskaya ², A.V. Boiko ¹

¹ Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Introduction. Among the etiological factors of non-traumatic avascular necrosis of the femoral head are the following: the prolonged use of corticosteroids, alcohol abuse, systemic lupus erythematosus, sickle cell anemia, the Legg — Calve — Perthes disease, ionizing radiation, cytotoxic agents, etc. At the same time necrosis of the femoral head might occur in the absence of the above factors (idiopathic necrosis). The reasons for idiopathic avascular necrosis could be a mechanical obstacle to the flow of blood, thrombotic occlusion of vessels, extravascular compression. **The purpose** of this study is to examine the role of C677T gene mutation of the *MTHFR* gene in the development of non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. **Materials and methods.** During this study there was a comparative analysis of the frequency of the C677T gene allelic variants conducted in 41 patients with a verified diagnosis of non-traumatic avascular necrosis (main group) and 320 healthy individuals (control group). The survey program included the study of polymorphisms of *MTHFR* C677T gene by PCR. **Results.** Differences in the frequency of occurrence of C allele of C677T gene *MTHFR* in the heterozygous state in case of non-traumatic avascular necrosis and in its absence were not

statistically significant (51.2% against 37.2% respectively, $\chi^2 = 3.014$, $p = 0.083$). The genotype TT (T in the homozygous state) of the C677T MTHFR gene was detected in 19.5% of the main group patients. A similar index in the control group was two times lower and amounted to 9.0 percent, the differences between groups statistically significant, $\chi^2 = 4.314$, $p = 0.038$. **Conclusion.** The study showed the importance of having the T C677T MTHFR gene in the pathogenesis of non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. The data obtained and the analysis of the current literature suggests that this polymorphism is one of genetic predictors of non-traumatic avascular necrosis of the femoral head and other cardiovascular diseases as well.

Key words: avascular necrosis of the femoral head; the polymorphisms of the genes; MTHFR.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Panin MA, Zagorodniy NV, Samohodskaya LM, Boiko AV. The value of the MTHFR polymorphisms in pathogenesis of nontraumatic necrosis of femoral head. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):19-23. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027219-23>

ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения во всем мире ежегодно фиксируется около 150 тыс. случаев заболеваемости асептическим некрозом головки бедренной кости нетравматического генеза. Нетравматический асептический некроз (НАН) головки бедренной кости наиболее часто встречается у молодых мужчин в возрасте от 20 до 50 лет [1, 2].

Известны многие этиологические факторы НАН головки бедренной кости: длительное применение кортикостероидов, злоупотребление алкоголем, системная красная волчанка, серповидноклеточная анемия, болезнь Легга — Кальве — Пертеса, ионизирующая радиация, цитотоксические агенты и др. [3–5].

В то же время некроз головки бедренной кости может наблюдаться и в отсутствие приведенных выше факторов (идиопатический некроз). В качестве причин идиопатического асептического некроза рассматриваются механическое препятствие току крови, тромботическая окклюзия сосудов, экстравазкулярная компрессия [6]. Правомочно придается значение взаимодействию между генетической предрасположенностью к нарушениям гемодинамики и факторами внешней среды [7]. У большинства пациентов с НАН головки бедренной кости наблюдается сочетание неблагоприятных внешних факторов риска с наследственными: гиперкоагуляция, гемоглобинопатия, нарушения ангиогенеза, оксидативный стресс.

В последние десятилетия в различных областях медицины в качестве одного из предикторов сосудистых расстройств рассматривается мутация гена C677T (цитозин в позиции 677 заменяется на тимин) метилентетрагидрофолатредуктазы (MTHFR), которая связана с изменением метаболизма метионина. MTHFR — внутриклеточный фермент, участвующий в превращении гомоцистеина в метионин при наличии кофакторов — пиридоксина (витамина B₆), цианокобаламина (витамина B₁₂) и фолиевой кислоты. В результате нуклеотидных замен в кодирующем его гене (при наличии генотипа T/T) активность MTHFR снижается, нарушается метаболический путь превращения гомоцистеина, его содержание

в плазме крови увеличивается, что повышает вероятность тромбоза.

Мутация C677T в структуре гена MTHFR ассоциирована с различными заболеваниями, в патогенезе которых ведущим является нарушение гемодинамики. В частности, установлена четкая взаимосвязь между мутацией данного гена и вариантами острого коронарного синдрома [8–10]. Давно и хорошо известна роль гипергомоцистеинемии в развитии акушерских осложнений: привычного невынашивания беременности, преэклампсии, отслойки плаценты и др. [11, 12]. Офтальмологами также признается необходимость учета мутации C677T в структуре гена MTHFR в качестве предиктора таких заболеваний как глаукома, диабетическая ретинопатия [13, 14].

Цель исследования. Учитывая доказанный «сосудистый генез» НАН и целесообразность выявления предикторов данного заболевания, целью настоящего исследования явилось изучение роли мутации C677T гена MTHFR в развитии нетравматического асептического некроза головки бедренной кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе исследования проведен сравнительный анализ частоты встречаемости аллельных вариантов гена C677T у пациентов с верифицированным диагнозом НАН (основная группа) и у здоровых пациентов (контрольная группа).

Нами был обследован 41 больной (все — мужчины) с НАН головки бедренной кости. В данную группу вошли пациенты с неясной причиной заболевания, которое клинически манифестировало в возрасте от 27 до 45 лет. Критериями исключения являлись: алкоголизм, длительный прием кортикостероидов, системные заболевания соединительной ткани, заболевания крови и прочие известные этиологические факторы НАН [15].

Стаж заболевания варьировал от 1 до 20 лет. На момент обследования у 24 из 41 пациента основной группы 1–10 лет назад было проведено одно-, двустороннее тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава в связи со вторичным артрозом на фоне НАН 3–4-й степени. 15 пациентов с НАН головки бедренной кости 3-й степени готовились к аналогичной операции. 2 пациента (НАН 3-й степени)

получали консервативное лечение в связи с отказом от хирургического вмешательства.

При анализе семейного анамнеза пациентов с НАН головки бедренной кости отмечена высокая частота сердечно-сосудистых заболеваний (инсульт, инфаркт, острый тромбоз) у ближайших родственников (мать/отец) — у 61 % (25 из 41) пациентов основной группы. Следует подчеркнуть, что у 13 больных сердечно-сосудистые заболевания имели место у обоих родителей, причем у 6 — с летальным исходом.

Соматический статус был не отягощен у 20 пациентов с НАН, у остальных 21 пациента были установлены следующие диагнозы: артериальная гипертензия 1–3-й степени, варикозная болезнь вен нижних конечностей, острый тромбофлебит, потребовавший хирургического вмешательства, коагулопатии (гиперфибриногенемии), изолированно и в различных сочетаниях.

В контрольную группу вошли 320 мужчин аналогичной возрастной категории (25–45 лет) — военнослужащие, обследованные при профилактических осмотрах [16]. Ни у одного из пациентов контрольной группы не было выявлено клинических проявлений заболеваний тазобедренных суставов.

В программу обследования было включено исследование полиморфизмов гена *C677T MTHFR* методом ПЦР. Для генетического исследования выполнялась экстракция геномной ДНК на сорбенте из лимфоцитов периферической цельной крови при помощи коммерческого набора «ДНК-сорб-В» («АмплиСенс», Москва).

Определение аллельных вариантов генов проводили методом ПЦР в реальном времени на амплификаторе ДТ-96 («ДНК Технология», Россия) тест-системами для ПЦР-анализа («ДНК Технология», Россия) согласно рекомендациям фирмы производителя.

При статистической обработке полученных данных было проведено сравнение результатов в основной и контрольной группах. Достоверность значений определяли в программе Statistica при подсчете значения p по критерию χ^2 Пирсона.

Все лица, включенные в исследование, дали письменное информированное согласие на участие в нем. Проведение исследования одобрено Этическим комитетом кафедры травматологии и ортопедии РУДН.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были проанализированы частоты встречаемости аллелей С и Т (в гомо- и гетерозиготном состоянии) гена *C677T MTHFR* у больных НАН и у здоровых людей.

Наличие аллели СС (С в гомозиготном состоянии) гена *C677T* отмечено при НАН с частотой 29,3 % (у 12 из 41) и почти вдвое чаще у здоровых людей — 53,8 % (у 172 из 320), различия статистически достоверны — $\chi^2 = 8,716$, $p = 0,004$ (рис. 1).

Следовательно, аллель СС может рассматриваться в качестве протективной.

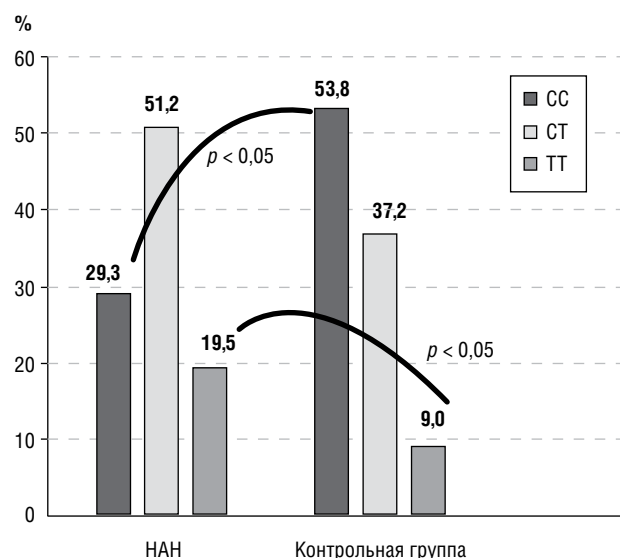


Рис. 1. Частота встречаемости аллельных вариантов гена *C677T MTHFR* у пациентов с НАН и в контрольной группе

Fig. 1. Frequency of the *C677T* gene allelic variants in patients with non-traumatic avascular necrosis in the main and control groups

Различия в частоте встречаемости аллели С в гетерозиготном состоянии при НАН и в его отсутствие оказались статистически не достоверными (51,2 против 37,2 % соответственно, $\chi^2 = 3,014$, $p = 0,083$).

Как следует из рис. 1, генотип ТТ (Т в гомозиготном состоянии) был выявлен у 19,5 % пациентов основной группы. Аналогичный показатель в контрольной группе был вдвое ниже и составил 9,0 %, различия между группами статистически достоверны, $\chi^2 = 4,314$, $p = 0,038$.

На значимость данной мутации *MTHFR* в генезе асептического некроза бедренной и большеберцовой кости указывают А. Kutlar et al. [17], отмечая, что при НАН частота встречаемости аллели Т составляла 35,6 %, а в его отсутствие — 12,9 %.

Был проведен анализ клинических данных у всех 8 пациентов с НАН, у которых был выявлен гомозиготный вариант ТТ. Что касается семейного анамнеза, то у всех 8 человек с генотипом ТТ он был чрезвычайно отягощен — один или оба родителя перенесли инфаркт миокарда или ишемический инсульт, в том числе в 5 наблюдениях с летальным исходом. По данным S. Jiang et al. [8] риск летального исхода при инфаркте и инсульте значительно повышен у пациентов с гомозиготным вариантом полиморфизма гена *C677T MTHFR* [8].

В отсутствие аллельного варианта ТТ ($n = 33$) отягощенный семейный анамнез встречался значительно реже (рис. 2).

Учитывая полученные результаты, с большой долей вероятности можно предположить, что в патогенезе асептического некроза основную роль играют наследственные тромбофилии, которые в более позднем возрасте могут манифестировать как острый коронарный синдром или ишемический инсульт. На роль генетического полиморфизма *C677T*

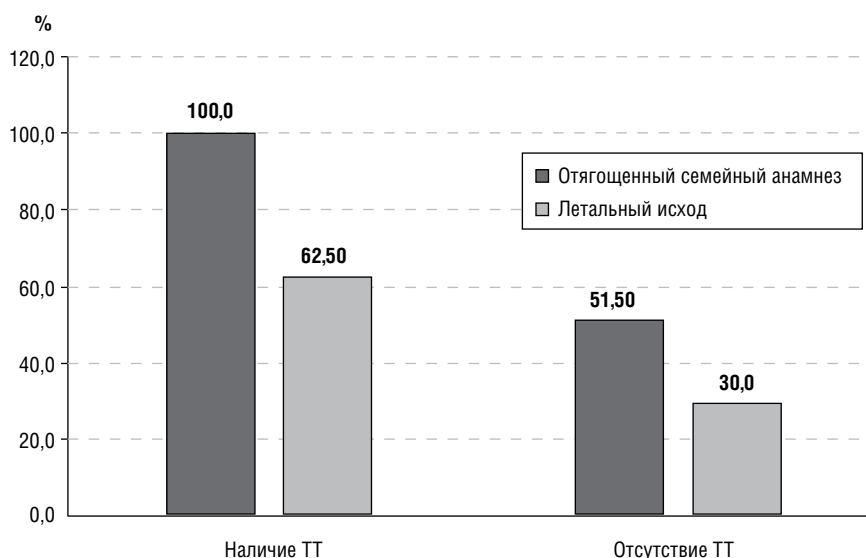


Рис. 2. Семейный анамнез пациентов с нетравматическим асептическим некрозом при наличии и отсутствии гомозиготного варианта ТТ гена *C677T MTHFR*

Fig. 2. Family history of patients with non-traumatic avascular necrosis in the presence and absence of a homozygous variant of TT gene *C677T MTHFR*

MTHFR в генезе ишемического инсульта указывают J. Hou et al. [18], отмечая что частота встречаемости генотипа ТТ у пациентов с инсультом составляла 40,3 против 5,85 % в контрольной группе. На значимость наследственной предрасположенности к острой коронарной недостаточности указывают I.V. Ponomarenko и I.A. Sukmanova [19], отмечая, что к факторам риска острого инфаркта миокарда следует отнести не только курение и повышенный уровень липопротеинов низкой плотности, но и наличие гомозиготной аллели ТТ гена *C677T MTHFR*.

Из 8 пациентов с гомозиготным генотипом ТТ у 7 (87,5 %) имеются сердечно-сосудистые заболевания (артериальная гипертензия, тромбофлебит, варикозная болезнь). В то же время частота аналогичных сердечно-сосудистых заболеваний среди пациентов с отсутствием аллели ТТ была существенно ниже (87,5 против 42,4 % соответственно). Данный факт, вероятно, указывает на общие элементы патогенеза НАН и сердечно-сосудистых заболеваний. Так, показано, что частота артериальной гипертензии достоверно выше у пациентов с носительством аллели ТТ гена *C677T MTHFR*, причем данный полиморфизм является независимым фактором риска гипертензии [10].

В дальнейшем нами были проанализированы частоты встречаемости различных аллельных вариантов гена *C677T MTHFR*. Частота обнаружения аллели Т в гомо- и гетерозиготных состояниях

(ТТ + ТС) у больных НАН составила 70,7 % и была значительно ниже (46,3 %) в контрольной группе, различия статистически достоверны (см. таблицу).

Различия в частоте встречаемости аллели С (СС + СТ) также были статистически достоверными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало значимость носительства варианта Т гена *C677T MTHFR* в патогенезе НАН головки бедренной кости. Полученные нами данные, а также анализ современной литературы свидетельствуют, что данный полиморфизм является одним из генетических предикторов как НАН головки бедренной кости, так и других сердечно-сосудистых заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Shannon BD, Trousdale RT. Femoral osteotomies for avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(418):34-40. <https://doi.org/10.1097/00003086-200401000-00007>
- DeSmet AA, Dalinka MK, Alazraki NP, Daffner RH, El-Khoury GY, Kneeland JB. *Expert Panel on Musculoskeletal Imaging. Diagnostic imaging of avascular necrosis of the hip*. Reston, VA: American College of Radiology (ACR); 2005.
- Mont MA, Marulanda GA, Jones LC, Saleh KJ, Gordon N, Hungerford DS, Steinberg ME. Systematic analy-

Частота встречаемости аллелей Т и С гена *C677T MTHFR* у пациентов основной и контрольной групп
Frequencies of alleles T and C of the *C677T MTHFR* gene in patients in the main and control groups

Вариант полиморфизма	Нетравматический асептический некроз (n, %)	Контрольная группа (n, %)	χ^2	p
ТТ + СТ	29/41, 70,7	148/320, 46,3	8,716	0,004
СС + СТ	33/41, 80,5	291/320, 90,9	4,314	0,038

- sis of classification systems for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(Suppl 3):16-26. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00457>
4. Ikeuchi K, Hasegawa Y, Seki T, Takegami Y, Amano T, Ishiguro N. Epidemiology of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head in Japan. *Mod Rheumatol.* 2015;25(2):278-281. <https://doi.org/10.3109/14397595.2014.932038>
 5. Панин М.А., Загородный Н.В., Карчевный Н.Н., Садков И.А., Петросян А.С., Закирова А.Р. Современный взгляд на патогенез нетравматического остеонекроза. *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова.* 2017;(2):69-75. [Panin MA, Zagorodny NV, Karchebny NN, Sadkov IA, Petrosyan AS, Zakirova AR. Modern view to the pathogenesis of non-traumatic osteonecrosis. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova.* 2017;(2):69-75. (In Russ.).]
 6. Jones LC, Mont MA, Le TB, Petri M, Hungerford DS, Wang P, Glueck CJ. Procoagulants and osteonecrosis. *J Rheumatol.* 2003;30(4):783-791.
 7. Glueck CJ, Freiberg RA, Oghene J, Fontaine RN, Wang P. Association between the T-786C eNOS polymorphism and idiopathic osteonecrosis of the head of the femur. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(11):2460-2466. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01421>
 8. Jiang S, Li J, Zhang Y, Venners SA, Tang G, Wang Y, Li Z, Xu X, Wang B, Huo Y. Methylenetetrahydrofolate reductase C677T polymorphism, hypertension and risk of stroke: a prospective, nested case-control study. *Int J Neurosci.* 2017;127(3):253-260. <https://doi.org/10.1080/00207454.2016.1183126>
 9. Mao X, Han L. The relationship of methylenetetrahydrofolate reductase gene C677T polymorphism and ischemic stroke in Chinese Han population. *Ann Clin Lab Sci.* 2018;48(2):242-247.
 10. Arina CA, Amir D, Siregar Y, Sembiring RJ. The role of polymorphism gen methylene tetra hydrofolate reductase (MTHFR) C677T in ischaemic stroke patients with and without hypertension. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019;7(1):29-32. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.026>
 11. Trifonova EA, Swarovskaya MG, Ganzha OA, Voronkova OV, Gabidulina TV, Stepanov VA. The interaction effect of angiogenesis and endothelial dysfunction-related gene variants increases the susceptibility of recurrent pregnancy loss. *J Assist Reprod Genet.* 2019;36(4):717-726. <https://doi.org/10.1007/s10815-019-01403-2>
 12. Wolski H, Kurzawinska G, Drews K, Barlik M, Kadziolka P, Malewski Z, Mikolajaska-Ptas P, Bylewski M, Seremak-Mrozikiewicz A. MTHFR genetic polymorphism and the risk of intrauterine fetal death in Polish women. *Ginekol Pol.* 2019;90(2):76-81. <https://doi.org/10.5603/GP.2019.0013>
 13. Zhang L, Chen B. Correlation between MTHFR polymorphisms and glaucoma: a meta-analysis. *Mol Genet Genomic Med.* 2019;7(4):e00538. <https://doi.org/10.1002/mgg3.538>
 14. Xu WH, Zhuang Y, Han X, Yuan ZL. Methylenetetrahydrofolate reductase C677T polymorphism and diabetic retinopathy risk: a meta-analysis of the Chinese population. *J Int Med Res.* 2020;48(1):300060518816834. <https://doi.org/10.1177/0300060518816834>
 15. Narayanan A, Khanchandani P, Borkar RM, Ambati CR, Roy A, Han X, Bhoskar RN, Ragampeta S, Gannon F, Mysorekar V, Karanam B, V SM, Sivaramakrishnan V. Avascular necrosis of femoral head: a metabolomic, biophysical, biochemical, electron microscopic and histopathological characterization. *Sci Rep.* 2017;7(1):10721. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10817-w>
 16. Андреев Е.Ю., Самоходская Л.М., Балацкий А.В., Макаревич П.И., Бойцов С.А. Прогностическая значимость носительства аллельных вариантов генов, контролирующей систему гемостаза, и их сочетания с традиционными факторами риска в раннем развитии ишемической болезни сердца. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2011;(8):32-39. [Andreenko EY, Samokhotskaya LM, Balatsky AV, Makarevich PI, Boytsov SA. The prognostic value of allele polymorphisms genes determining hemostasis and their combinations with known risk factors in ischemic cardiac disease development. *Kardiovaskulnaya terapiya i profilaktika.* 2011;(8):32-39. (In Russ.).]
 17. Kutlar A, Kutlar F, Turker I, Tural C. The methylene tetrahydrofolate reductase (C677T) mutation as a potential risk factor for avascular necrosis in sickle cell disease. *Hemoglobin.* 2001;25(2):213-217. <https://doi.org/10.1081/hem-100104029>
 18. Hou J, Zeng X, Xie Y, Wu H, Zhao P. Genetic polymorphisms of methylenetetrahydrofolate reductase C677T and risk of ischemic stroke in a southern Chinese Hakka population. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(51):e13645. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000013645>
 19. Пономаренко И.В., Сукманова И.А. Традиционные факторы риска и генные мутации тромбоза, ассоциированные с острым коронарным синдромом у пациентов молодого возраста. *Кардиология.* 2019;59(1S):19-24. [Ponomarenko IV, Sukmanova IA. Thrombosis risk factors and gene mutations in young age patients with acute coronary syndrome. *Kardiologiya.* 2019;59(1S):19-24. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18087/cardio.2602>

Сведения об авторах:

Михаил Александрович Панин — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии. Российский университет дружбы народов, Москва. E-mail: panin-mihail@yandex.ru

Николай Васильевич Загородный — д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. РАМН, заведующий кафедры травматологии и ортопедии. Российский университет дружбы народов, Москва. E-mail: zag@mail.ru.

Лариса Михайловна Самоходская — канд. мед. наук, доцент, заведующий отделом лабораторной диагностики. МНОЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва. E-mail: sam@mail.ru.

Андрей Викторович Бойко — аспирант кафедры травматологии. Российский университет дружбы народов, Москва. ORCID 0000-0002-7829-2045. E-mail: boiko120393@gmail.com.

Information about authors:

Mikhail A. Panin — MD, associate Professor in the department of traumatology and orthopedics. Peoples Friendship University of Russia, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia. E-mail: panin-mihail@yandex.ru.

Nikolai V. Zagorodnyi — MD, PhD Professor, corresponding member of RAMS, head of traumatology and orthopedics department. Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia. E-mail: zag@mail.ru.

Larisa M. Samokhodskaya — MD, associate Professor, head of Department of laboratory diagnostics. International scientific and educational center of Moscow state University named after M. Lomonosov, Moscow, Russia. E-mail: sam@mail.ru.

Andrei V. Boiko — resident of traumatology and orthopedics department. Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia. ORCID 0000-0002-7829-2045. E-mail: boiko120393@gmail.com.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ПЕРИПРОТЕЗНЫХ ПЕРЕЛОМАХ В ЗОНЕ БЕДРЕННОГО КОМПОНЕНТА ЭНДОПРОТЕЗА

Н.Д. Батпенев¹, С.К. Рахимов^{1,2}, А.А. Степанов¹, Д.А. Оразбаев¹,
К.Б. Манекенова², Г.К. Смайлова²

¹ РГП на ПХВ «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Министерства здравоохранения Республики Казахстан, г. Нур-Султан, Республика Казахстан;

² НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Перипротезные переломы в зоне бедренного компонента после эндопротезирования тазобедренного сустава являются одной из причин выполнения ревизионных операций. Лечение пациентов с перипротезными переломами в зоне бедренного компонента всегда связано со многими осложнениями и поэтому не теряет своей актуальности. **Цель работы** — патоморфологическое исследование репарации костной ткани и реактивных изменений мягких тканей вокруг перипротезного перелома после эндопротезирования. **Материалы и методы.** Материалом для патоморфологических исследований послужили 16 фрагментов костной ткани из зоны перипротезного перелома, канала бедренной кости, измененная соединительная ткань, полученная при повторных вмешательствах в область перипротезного перелома при ревизионных эндопротезированиях. Патоморфологические исследования биоптатов костных фрагментов и мягких тканей производились после общепринятой гистологической обработки с изготовлением гистологических срезов, толщиной 5–7 микрон, с последующей окраской гематоксилином и эозином и по Ван Гизону. **Результаты.** В результате патогистологического исследования фрагментов костной и мягких тканей, изъятых из зоны переломов, были выявлены морфологические признаки структурной дезорганизации костной ткани в зоне перелома; различные варианты репарации костной ткани, а также реактивные изменения вплоть до ишемии со стороны окружающих мягких тканей. Наблюдались признаки повреждения канальцев, лакун, трабекул и внутрикостных ветвей питающих артерий. Репарация костной ткани в зоне перипротезных переломов осуществлялась как за счет прямого интрамембранного остеогенеза, так и путем энхондрального остеогенеза с обызвествлением новообразованного хряща. Отсутствие многоядерных остеокластов в исследованных нами костных тканях, по-видимому, связано с тем, что в зоне перелома развивается не физиологический, а патологический остеолит с признаками ишемии. **Вывод.** Результаты проведенных нами патогистологических исследований свидетельствуют, что к моменту ревизионного эндопротезирования в зоне переломов бедренной кости, развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления вплоть до микроишемии в кости и, конечно, в окружающих мягких тканях.

Ключевые слова: перипротезный перелом; биоптаты; репарация; остеокласты; остеолит; ишемия.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: исследование не имело спонсорской поддержки.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Батпенев Н.Д., Рахимов С.К., Степанов А.А., Оразбаев Д.А., Манекенова К.Б., Смайлова Г.К. Морфофункциональная перестройка костной ткани при перипротезных переломах в зоне бедренного компонента эндопротеза. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):24–29. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027224-29>

MORPHOFUNCTIONAL REMODELING OF BONE TISSUE DURING PERIPROTHETIC FRACTURES IN THE FEMORAL COMPONENT

N.D. Batpenov¹, S.K. Rakhimov^{1,2}, A.A. Stepanov¹, D.A. Orasbaev¹,
K.B. Manekenova², G.K. Smailova²

¹ Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan;

² Department of Pathological Anatomy non-commercial joint-stock company “Astana medical university”, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Periprosthetic fractures in the area of the femoral component after hip replacement are one of the reasons for performing revision surgery. The treatment is always associated with many complications and therefore does not lose its relevance. The aim of our research was a pathomorphological study of bone tissue repair and reactive changes in the soft tissues around the periprosthetic fracture after arthroplasty. The research results will predict the long-term outcome and stability of the revision endoprosthesis. **Materials and methods.** The materials for pathomorphological studies were biopsy, (11 — periprosthetic fractures in the zone of the femoral component, 5 — from the hip joint), fragments of bone tissue from the zone of the periprosthetic fracture,

femoral canal, altered connective tissue obtained by repeated interventions in the area of periprosthetic fracture, and revision endoprosthetics. Pathomorphological studies of biopsy specimens of bone fragments and soft tissues were carried out after conventional histological processing with the production of histological sections, 5–7 µm thick, followed by staining with hematoxylin and eosin and according to Van Gieson.

Results. Morphological signs of structural disorganization of bone tissue in the fracture zone were revealed after fragments of bone and soft tissues were removed from the fracture zone; various options for repair of bone tissue were investigated, as well as reactive changes up to ischemia from the surrounding soft tissues were observed. Signs of damage to the tubules, lacunae and trabeculae, and with them the intraosseous branches of the supplying artery were noticed. Bone tissue repair in the area of periprosthetic fractures was carried out in various ways: due to activation of osteoblasts, through endesmal osteogenesis (from preexisting fibrous structures), endochondral osteogenesis (from provisional corns), as well as mixed osteogenesis from complexes of bone–cartilaginous tissue. Slowing of osteogenesis was the reason for the formation of appositional gluing lines in bone trabeculae, which are considered as a morphological sign of delayed osteogenesis. The absence of multinucleated osteoclasts in the bone tissues we studied is apparently due to the fact that pathological osteolysis with signs of ischemia does not develop in the fracture zone. **Conclusion.** The results of our histopathological studies indicate that by the time of revision endoprosthetics in the area of femoral fractures, morphological signs of a slowdown in reparative osteogenesis develop with the pathological functional remodeling of bone tissue and microischemia in the bone and, of course, in the surrounding soft tissues.

Key words: periprosthetic fracture; biopsy; repair; osteoclasts; osteolysis; ischemia.

Funding: the study had no sponsorship.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

TO CITE THIS ARTICLE: Batpenov ND, Rakhimov SK, Stepanov AA, Orasbaev DA, Manekeno-va KB, Smailova GK. Morphofunctional remodeling of bone tissue during periprosthetic fractures in the femoral component. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):24–29. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027224-29>

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. По данным зарубежных авторов [2, 7, 8–14] перипротезные переломы при эндопротезировании составляют от 2,8 до 46 %. Нами отмечено, что «поздние» перипротезные переломы возникают в сроки от 2 месяцев до 11 лет после операции. Перипротезные переломы — это разрушение кости в зоне компонентов эндопротеза, возникающее интраоперационно или в любое время после замещения сустава. Проблема посттравматической регенерации костной ткани приобретает особое значение в связи с ростом локальных вооруженных конфликтов, терроризма, техногенных катастроф и, наряду с фундаментальным научным интересом, имеет социально-экономическую актуальность, связанную с необходимостью медицинской реабилитации после эндопротезирования, длительного и дорогостоящего лечения. Целостный анализ остеогистогенеза после перипротезных переломов и других повреждений, поиск и обоснованное применение средств, управляющих регенерацией костной ткани, возможны на основании углубленных знаний общих закономерностей гистогенеза, а также реактивных изменений костной ткани в процессе посттравматической регенерации. Изучение посттравматического остеогистогенеза с позиций структурной организации тканей представляется перспективным для решения ряда задач травматологии и ортопедии [1, 3–6]. На наш взгляд, вопрос о структурных изменениях мягкой и костной тканей в ложе эндопротеза изучены недостаточно, а литературные данные, на сегодняшний день, носят фрагментарный характер.

Целью нашей работы явилось патоморфологическое исследование репарации костной ткани и реак-

тивных изменений мягких тканей вокруг перипротезного перелома после эндопротезирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для патоморфологических исследований послужили 16 фрагментов костной ткани из зоны перипротезного перелома, канала бедренной кости, измененная соединительная ткань, полученные при повторных вмешательствах в область перипротезного перелома, ревизионных эндопротезированиях. Патоморфологические исследования биоптатов костных фрагментов и мягких тканей, производили после общепринятой гистологической обработки с изготовлением гистологических срезов, толщиной 5–7 микрон с последующей окраской гематоксилином и эозином и по Ван Гизону.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате патогистологического исследования фрагментов костной и мягких тканей, изъятых из зоны переломов, были выявлены морфологические признаки структурной дезорганизации костной ткани в зоне перелома, различные варианты репарации костной ткани, а также реактивные изменения со стороны окружающих мягких тканей. Структурная дезорганизация костной ткани проявлялась в недостаточной минерализации костной ткани, в деструкции костных балок с развитием очаговых признаков остеолита. Так, на фоне признаков неравномерно выраженного отека, полнокровия и разволокнения основного вещества выявлялись признаки деструкции костной ткани с образованием очаговых скоплений мелких фрагментов разрушенных костных

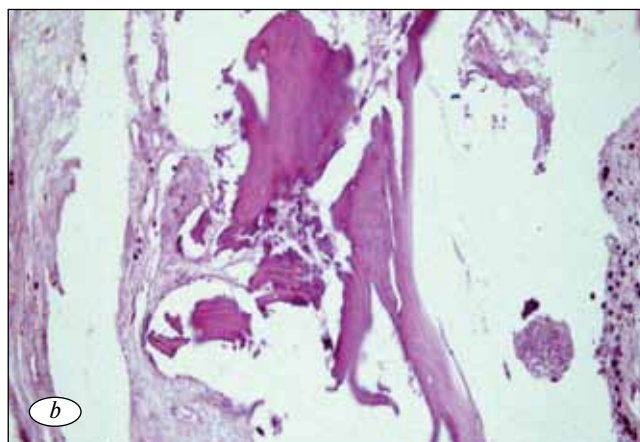
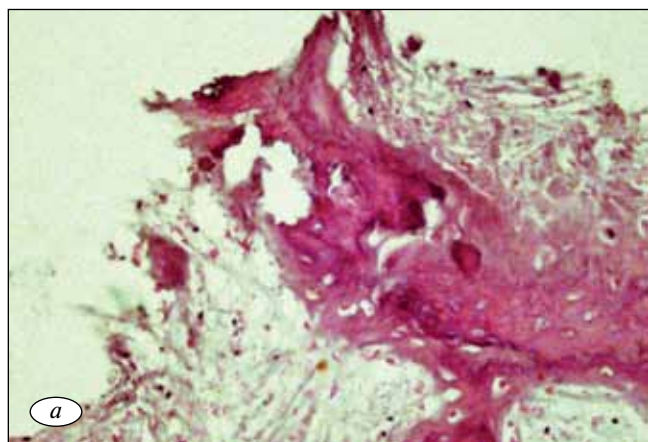


Рис. 1. Деструктивные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента: *a* — разрушенные костные балки с очаговыми скоплениями мелких костных обломков; *b* — пазушный остеолит в зоне оссификации хрящевой ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 160$

Fig. 1. Destructive changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: *a* — destroyed bone beams with focal accumulations of small bone fragments; *b* — axillary osteolysis in cartilage ossification fabrics. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 160$

балок (рис. 1, *a*) и пазушного остеолита с образованием полостей с неровными контурами в толще костной ткани (рис. 1, *b*).

Гистологическая картина репаративных процессов имела неравномерно выраженный и неоднородный характер. В исследуемых препаратах выявляли различные пути остеогенеза. В области перелома наблюдали признаки остеогенеза на фоне предсуществующей хрящевой мозоли, сформировавшейся в области перелома. При этом отмечались явления гиперплазии хрящевой ткани с неравномерным обызвествлением отдельных комплексов хрящевых клеток.

Новообразование костной ткани наблюдали также и вдоль стенки перипротезного канала. Стенка

перипротезного канала была представлена клеточно-волокнутой тканью. Во внутреннем слое стенки канала формируются грубоволокнистые костные структуры, которые, по мере созревания, прорастают вниз в виде новообразованных костных балок. В зонах формирования незрелой костной ткани выявляли преобладание отечного основного вещества, имевшего рыхло-волокнутое строение и содержащего множество запустевших тонкостенных сосудов (рис. 2).

Вместе с тем, в участках, построенных из зрелых костных балок, выявляли очаги хондронидной метаплазии основного вещества, волокнутого строения (рис. 3).

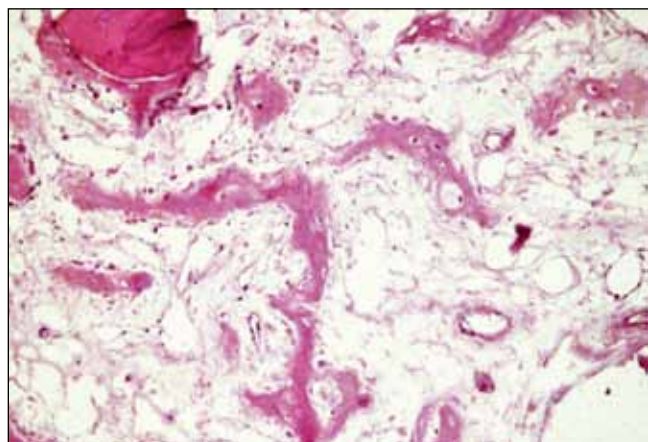


Рис. 2. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента. Зона формирования незрелой костной ткани с преобладанием рыхло-волокнутой межклеточной ткани, содержащей множество запустевших тонкостенных сосудов. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 100$

Fig. 2. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component. The zone of formation of immature bone tissue with a predominance of loosely fibrous interstitial tissue containing many neglected thin-walled vessels. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$

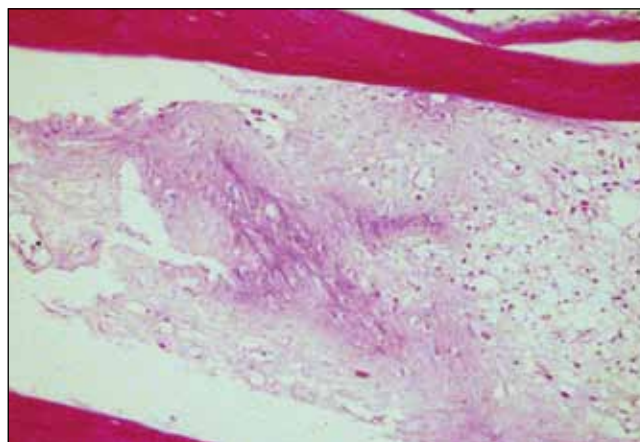


Рис. 3. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента: между зрелыми костными балками участок хондронидной метаплазии основного вещества костной ткани, волокнутого строения. Окраска по Ван Гизону. Увел. $\times 160$

Fig. 3. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: between the mature bone trabeculae — a section of chondroid metaplasia of bone tissue basic substance of fibrous structure. Staining according to Van Gieson. Magnification $\times 160$

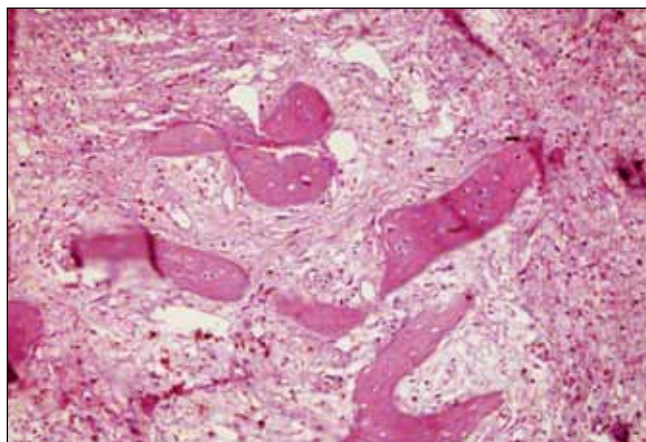


Рис. 4. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента: разрастания волокнистой фиброзной ткани вокруг осколков костных балок. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 160$

Fig. 4. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: proliferation of fibrous tissue around the fragments of the bone beams. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 160$

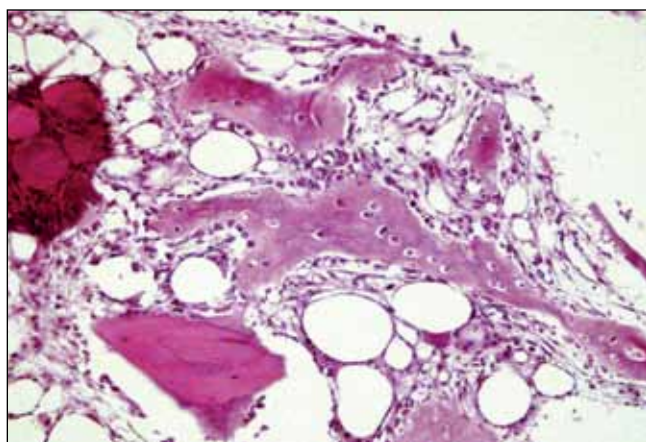


Рис. 5. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренной кости: гиперплазия остеобластов, расположенных вдоль формирующихся костных трабекул. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 200$

Fig. 5. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: hyperplasia of osteoblasts located along the forming bone trabeculae. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 200$

Местами репаративные процессы проявлялись разрастаниями волокнистой фиброзной ткани вокруг осколков костных балок, по-видимому, для последующего использования их как арматурный материал в костеобразовании (рис. 4).

На границе с провизорной мозолью, вдоль формирующихся костных трабекул, обнаруживали очаги гиперплазированных остеобластов, одного из источников остеогенеза (рис. 5).

Одним из проявлений репаративных изменений костной ткани были явления энхондральной оссификации (рис. 6).

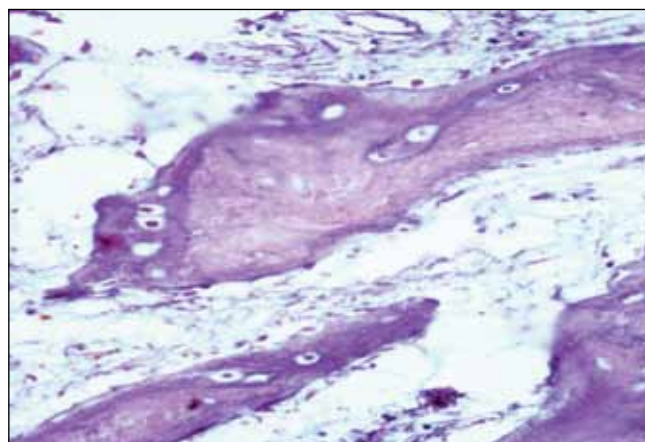


Рис. 6. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренной кости: энхондральная оссификация. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 200$

Fig. 6. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: enchondral ossification. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 200$

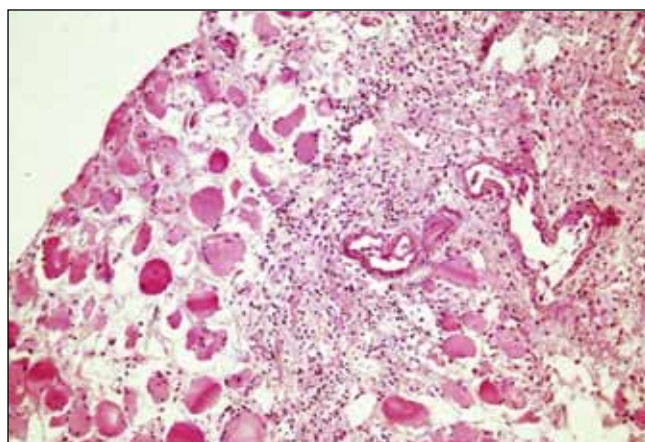


Рис. 7. Реактивные изменения мягких тканей в зоне перипротезных переломов бедренной кости. В толще мышечной ткани: выраженный межклеточный отек, участки фиброза с неравномерной лимфоцитарной инфильтрацией с примесью гистиоцитов и лейкоцитов. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 100$

Fig. 7. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component. In muscle tissues: pronounced interstitial edema, areas of fibrosis with uneven lymphocytic infiltration mixed with histiocytes and leukocytes. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$

Реактивные изменения со стороны мягких тканей характеризовались развитием дистрофических и воспалительных процессов.

В мышечной ткани наблюдались явления выраженного межклеточного отека, участки фиброза с неравномерной лимфоцитарной инфильтрацией с примесью гистиоцитов и лейкоцитов. Отмечались также явления фиброза и фибриноидного набухания стенки сосудов, а также выраженных дистрофических изменений и набухания мышечных клеток (рис. 7).

В жировой ткани определялись признаки продуктивного воспаления со скоплениями макрофагов с крупной зернистой цитоплазмой (рис. 8).

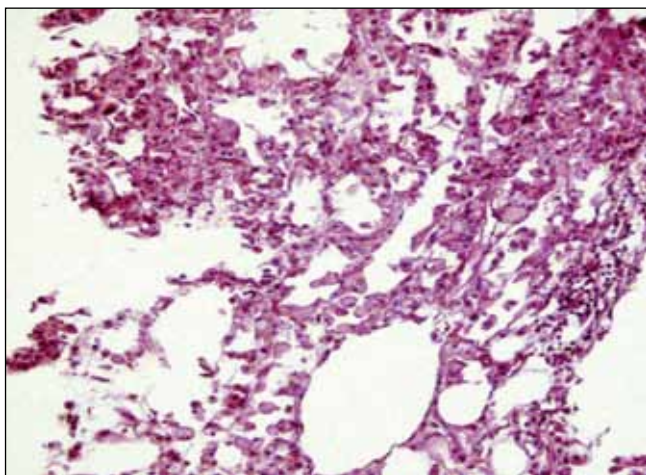


Рис. 8. Реактивные изменения мягких тканей в зоне перипротезных переломов бедренной кости: продуктивное воспаление в жировой ткани со скоплениями макрофагов с крупной зернистой цитоплазмой. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 100$

Fig. 8. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: productive inflammation in adipose tissue with clumps of macrophages with large granular cytoplasm. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, в связи с исключением микроциркуляторного русла компактной кости в области перипротезных переломов бедренного компонента развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления вплоть до микроишемии в концах отломков в зоне бедренного компонента. Репарация костной ткани в зоне перипротезных переломов осуществлялась как за счет десмального (интрамембранного) остеогенеза, так и путем энхондрального остеогенеза. Отсутствие многоядерных остеокластов в исследованных нами костных тканях, по-видимому, связано с тем, что в зоне перелома развиваются не физиологический, а патологический остеолит и ишемия на концах отломков. Мы считаем, что размеры исключения микроциркуляторного русла (трабекул, лакун, канальцев) и очагов ишемического повреждения на концах перелома трудно проследить и нельзя утверждать, что имеются очаги «аваскулярности» в области перелома кости в зоне бедренного компонента.

Результаты проведенных нами патогистологических исследований свидетельствуют, что к моменту ревизионного эндопротезирования, в зоне переломов бедренной кости, развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления в зоне перипротезного перелома и, конечно, в окружающих мягких тканях. Можно считать, что результаты морфологических оценок патологических изменений в месте перелома в зоне бедренного

компонента позволяют выдвинуть предположение об очагово-зональном характере ишемического поражения кости, что обусловлено пространственно-временными особенностями нарушения трабекул, лакун и канальцев бедренным компонентом. Что, в свою очередь, подтверждается признаками остеолита и ишемии в зоне перелома. Здесь можно сделать ссылку и на исследования Wang Yun Chao et al. [15], которые указывали, что в концах отломков длительно сохраняются признаки ишемии. То есть мы нашли только единственную работу, где исследования также подтверждают ангиоморфологические изменения в зоне перелома кости, результатом которых было выявление признаков ишемии и остеолита. Что касается костной ткани в зоне перипротезного перелома, то можно думать об очагах инфаркта кости в концах отломков, наверно, это связано с процессами травмы, реваскуляризации.

ВЫВОДЫ

Репарация костной ткани в зоне перипротезных переломов осуществлялась как за счет десмального (интрамембранного) остеогенеза, так и путем энхондрального остеогенеза. Отсутствие многоядерных остеокластов в исследованных нами костных тканях, по-видимому, связано с тем, что в зоне перелома развивается не физиологический, а патологический остеолит с признаками ишемии.

Результаты проведенных нами патогистологических исследований свидетельствуют, что к моменту ревизионного эндопротезирования в зоне переломов бедренной кости развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления вплоть до микроишемии в концах перелома кости и, конечно, в окружающих мягких тканях.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Корыткин А.А., Эль Мудни Ю.М., Ковалдов К.А., Новикова Я.С., Белоусов Б.Ю. Результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):34-44. [Korytkin AA, El Mudni YuM, Kovaldov KA, Novikova YaS, Belousov BYu. Outcome of periprosthetic femoral fractures in hip arthroplasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2018;24(3):34-44. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-3-34-44>.
2. Матвейчук И.В., Карпов И.Н., Омеляненко Н.П., Денисов-Никольский Ю.И., Дорохин А.И., Миронов С.П. Современные возможности оптимизации репаративной регенерации костной ткани. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2002;(4):85-88. [Matveichuk IV, Karpov IN, Omel'yanenko NP, Denisov-Nikol'skii YuI, Dorokhin AI, Mironov SP. Modern opportunities for optimizing the reparative regeneration of bone tissue. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2002;(4):85-88. (In Russ.)]
3. Миханов В.А., Полякова В.С., Копылов В.А., Мхитарян Е.Е., Мешеряков К.Н., Бакаева Н.Р., Шурыгина Е.И. Репаративный гистогенез костной ткани в условиях открытого перелома диафиза длинной трубчатой кости у крыс при использовании препарата «Винфар». *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(3):73.

- [Mikhanov VA, Polyakova VS, Kopylov VA, Mkhitarian YY, Meshcheryakov KN, Bakaeva NR, Shurygina YI. Reparative histogenesis of bone tissue in an open shaft fractures of long bones in rats with preparations «Vinfar». *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015;(3):73. (In Russ.)]
4. Неверов В.А., Мирошниченко О.И., Мирошниченко А.П. Особенности реабилитации пациентов после неинфекционных осложнений тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2016;175(2):66-72. [Neverov VA, Miroshnichenko OI, Miroshnichenko AP. Features of the rehabilitation of patients after non-infectious complications of total hip arthroplasty. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 2016;175(2):66-72. (In Russ.)]
 5. Нуриев Р.И., Сушенцев Н.А., Яковлев В.В. Регенеративная медицина: обзор. В кн.: *Сборник материалов Международной биологической универсиады МГУ им. М.В. Ломоносова*. М.: МГУ; 2013. [Nuriev RI, Sushentsev NA, Yakovlev VV. Regenerative medicine: a review. In: *Proceedings of the International Biological University of Moscow State University n.a. M.V. Lomonosov*. Moscow: MSU; 2013. (In Russ.)]
 6. Нуждин В.И., Троценко В.В., Попова Т.П., Каграманов С.В. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2001;(2):66-71. [Nuzhdin VI, Trotsenko VV, Popova TP, Kagramanov CV. Revision hip arthroplasty. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2001;(2):66-71. (In Russ.)]
 7. Полевой Е.В., Загородный Н.В., Каграманов С.В., Чрагян Г.А., Александян О.А. Интраоперационные перипротезные переломы бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава. Обзор классификации и методов лечения. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;(2):67-72. [Polevoy EV, Zagorodnyi NV, Kagramanov CV, Chragyan GA, Aleksanyan OA. Intraoperative periprosthetic femoral fractures at total hip arthroplasty. Review of classifications and treatment techniques. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2019;(2):67-72. (In Russ.)]
 8. Пивень И.М., Бердюгин К.А. Классификация перипротезных переломов бедренной кости (обзор литературы). *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(2):3. [Piven IM, Berdyugin KA. Classification of periprosthetic fracture of the femur (literature review). *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016;(2):3. (In Russ.)]
 9. Хоминец В.В., Метленко П.А., Богданов А.Н., Кудяшев А.Л., Мироевский Ф.В. Ближайшие результаты лечения больных с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):70-78. [Khominets VV, Metltnko PA, Bogdanov AN, Kudyashev AL, Miroevsky FV. Immediate results of treatment periprosthetic femoral fractures after hip replacement. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015;(4):70-78. (In Russ.)]
 10. Штейнле А.В. Посттравматическая регенерация костной ткани. Часть 1. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2009;4(1):101-108. [Shteinle AV. Posttraumatic bone tissue regeneration. Part 1. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (g. Tomsk)*. 2009;4(1):101-108. (In Russ.)]
 11. Lewallen DG, Berry DJ. Femoral fractures associated with hip arthroplasty. *Reconstructive surgery of the joints*. 1993;2(5):1273-1288.
 12. Tsiridis E, Narvani AA, Lin Sin Cho G, Timperley J, Gie GA. 144 periprosthetic femoral fractures. Treatment and outcome. *J Bone Joint Surg*. 1997;86-B:303-d.
 13. Tamaki T, Jonishi K, Miura Y, Oinuma K, Shiratsuchi H. Cementless tapered-wedge stem length affects the risk of periprosthetic femoral fractures in direct anterior total hip arthroplasty. *J Arth*. 2018;33(3):805-809. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.065>.
 14. Villanueva-Lopez F, Psychoyios VN, Esteo-Perez I, Zambakis E. Periprosthetic supracondylar fracture of the femur. Is it the end of limb function? *J Bone Joint Surg*. 2003;85-B:234-d.
 15. Wang YC, Hsu CC, Chu YJ, Hsueh TM. An experimental microangiographic study of bone. *Chin Med J*. 1965;84(6):362-385.

Сведения об авторах:

Нурлан Джумагулович Батпенев — д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. АМН, директор РГП на ПХВ НИИТО, г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Серик Кульчанович Рахимов — д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник. НИИТО, г. Нун-Султан, Республика Казахстан; куратор отделения политравмы, профессор кафедры травматологии и ортопедии НАО «МУА», г. Нур-Султан, Республика Казахстан. E-mail: rakhimovsk@mail.ru.

Алексей Александрович Степанов — зав. отд. травматологии № 2 (политравма). НИИТО, г. Нун-Султан, Республика Казахстан. E-mail: jsars@mail.ru

Динар Амантаевич Оразбаев — ординатор отделения политравмы. НИИТО, г. Нун-Султан, Республика Казахстан. E-mail: zh.aitykova@mail.ru

Кенжегуль Борамбаевна Манекенова — д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой патологической анатомии. НАО «Медицинский университет Астана», г. Нун-Султан, Республика Казахстан.

Гульзира Кулыбековна Смайлова — канд. мед. наук, ассистент кафедры патологической анатомии. НАО «Медицинский университет Астана», г. Нун-Султан, Республика Казахстан.

Nurlan D. Batpenov — Doctor of Medical Science, Professor, Corresponding member of Academy of Medicine Science, Director of the Research Scientific Institute of traumatology and orthopedics, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.

Serik K. Rakhimov — Doctor of Medical Science, Professor, Chief Scientific Researcher of Research Scientific Institute of traumatology and orthopedics, Curator of Polytrauma Department, Professor of the Department of traumatology and orthopedics of Astana Medical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan E-mail: rakhimovsk@mail.ru

Alexei A. Stepanov — Head of the Department of traumatology No. 2, Research Scientific Institute of traumatology and orthopedics, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan. E-mail: jsars@mail.ru

Didar A. Orasbaev — resident of the traumatology department No. 2 (polytrauma) SRITO, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan. E-mail: zh.aitykova@mail.ru

Kenzhegul B. Manekenova — Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Department of Pathologic Anatomy of Astana Medical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.

Gulzira K. Smailova — Candidate of Medical Science, Assistant of the Department of Pathologic Anatomy, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.

**ОЦЕНКА ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА СПЛАВЫ МЕТАЛЛОВ
ЭНДОПРОТЕЗА ПО МАРКЕРНЫМ СТРУКТУРАМ СЫВОРОТКИ КРОВИ****С.Н. Шатохина¹, В.В. Зар¹, М.В. Зар¹, В.Н. Шабалин²**¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области
«Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского», Москва² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва

С целью выяснения причин воспалительной реакции с последующим фиброзированием во втором оперированном суставе у пациентки с двусторонним гонартрозом проведено исследование твердофазных структур сыворотки крови методами клиновидной и краевой дегидратации (технология «Литос-Система»). Исследование было направлено на выявление специфических морфологических маркеров, характеризующих реакцию организма на материал эндопротеза. При суточной инкубации сыворотки крови со сплавом титана, алюминия и ванадия ее твердофазные структуры свидетельствовали об активации гиперэргической реакции, а при инкубации со сплавом кобальта, хрома и молибдена, напротив, — на подавление иммунологической активности сыворотки крови и трансформацию присутствующих в ней структур в аморфный детрит. Установлено, что характер иммунологической реакции сенсibilизированного организма зависит от вида металлов, входящих в состав эндопротеза. На сплав титана, алюминия и ванадия иммунная реакция вызывает воспаление околосуставной ткани с последующим ее фиброзированием и образованием рубцовой демаркационной оболочки, отделяющей околосуставные ткани от эндопротеза и выполняющей функцию иммунологического барьера. На сплав кобальта, хрома и молибдена иммунологическая реакция вызывает деструкцию воспаленной околосуставной ткани с последующим постепенным разрушением суставной сумки.

Ключевые слова: сплавы металлов эндопротеза; иммунологическое отторжение эндопротеза; маркерные структуры сыворотки крови.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Шатохина С.Н., Зар В.В., Зар М.В., Шабалин В.Н. Оценка иммунологической реакции организма на сплавы металлов эндопротеза по маркерным структурам сыворотки крови. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):30-34. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027230-34>

SERUM MARKERS FOR IMMUNOLOGICAL RESPONSE TO METAL ALLOYS OF ENDOPROSTHESES**S.N. Shatokhina¹, V.V. Zar¹, M.V. Zar¹, V.N. Shabalin²**¹ M.F. Vladimirovsky's Moscow regional research clinical institute, Moscow, Russia² The Institute of general pathology and pathophysiology, Moscow, Russia

A study of solid-phase structures of blood serum using wedge-shaped and marginal dehydration methods (Litos system technology) was conducted in order to find out the causes of an inflammatory reaction followed by fibrosis in the second operated joint in a patient with bilateral knee arthritis. The study was aimed at identifying specific morphological markers that characterize the body's response to the endoprosthesis material. Its solid-phase structures indicated the activation of a hyperergic reaction with daily incubation of blood serum with an alloy of titanium, aluminum, and vanadium. On the contrary, the immunological activity of blood serum can be suppressed and the structures present in it can be transformed into amorphous detritus with the incubation of an alloy of cobalt, chromium, and molybdenum. It was observed from the study that the nature of the immunological reaction of a sensitized organism depends on the type of metals that are part of the endoprosthesis. The immune response causes inflammation of the periarticular tissue, followed by its fibrosation and the formation of a scar demarcation shell that separates the periarticular tissue from the endoprosthesis and performs the function of an immunological barrier on the alloy of titanium, aluminum, and vanadium. On the other hand, an immunological reaction causes the destruction of inflamed periarticular tissue, followed by gradual destruction of the articular bag on the alloy of cobalt, chromium, and molybdenum.

Keywords: metal alloys of endoprostheses; immunological rejection of the endoprosthesis; serum markers.

Conflict of interest: n/a.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Shatokhina SN, Zar VV, Zar MV, Shabalin V.N. Serum markers for immunological response to metal alloys of endoprostheses. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):30-34. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027230-34>

ВВЕДЕНИЕ

Эндопротезы суставов, компоненты которых изготовлены из металлических сплавов, имплантируются ортопедами на протяжении более полувека. При этом гиперэргическая реакция на металлы присутствует у 10–15 % людей, а у пациентов с неудовлетворительными результатами эндопротезирования она определяется в 60 % случаев [1, 2]. Металлические сплавы выделяют в околосуставные ткани ионы металлов, которые образуют с протеинами комплексы, являющиеся антигенами, способными вызвать сенсibilизацию и последующие иммунологические гиперэргические реакции. Наиболее часто встречается гиперчувствительность к ионам хрома, кобальта и никеля. Клинически это проявляется болью, выпотом в суставную щель, асептическим расшатыванием конструкции [3]. Для диагностики возможной гиперчувствительности к металлам обычно применяются тестовые системы, представляющие собой кожные пластыри с потенциальным аллергеном. Но такой подход позволяет констатировать только наличие у пациента сенсibilизации к металлу без определения возможной реакции тканей на имплантат.

В настоящем сообщении представлен клинический случай больной с двусторонним гонартрозом, позволивший диагностировать иммунологическое отторжение эндопротеза после повторной операции на контрлатеральном суставе и проанализировать причины его развития с помощью новой диагностической технологии «Литос-Система» по морфологическим особенностям твердофазных структур сыворотки крови [4].

Объект исследований. Пациентка К., 73 года. В анамнезе: боли в коленных суставах беспокоят около 10 лет. В феврале 2019 г. выполнено тотальное эндопротезирование правого коленного сустава протезом с задней стабилизацией широко известного в России и мире производителя. Послеоперационный период протекал без осложнений, пациентка быстро восстановилась, боли в оперированном суставе исчезли, движения достигли максимума для этой конструкции.

В связи с положительным исходом первого вмешательства было принято решение о проведении операции на левом коленном суставе, варусная деформация которого была выражена больше, чем в правом. Операция была выполнена в сентябре 2019 г. Оперативное вмешательство оказалось более травматичным из-за необходимости резекции значительной части большеберцовой кости. Ранний послеоперационный период протекал без осложнений, рана зажила первичным натяжением. Однако пациентка не прилагала особых усилий для реабилитации, как делала это после первого эндопротезирования и выписалась из отделения с ограничением сгибания в суставе до 45–50°. В течение нескольких недель дома, в связи с прекращением разработки подвижности правого коленного сустава, движения в нем ограничились до качательных, надколенник стал малоподвижным. Несмотря на то что пациент-

ка стала проводить рекомендованные интенсивные занятия, улучшить ситуацию не удалось. При осмотре пациентки спустя 5 мес. после второй операции обнаружено, что движения в левом (оперированном во вторую очередь) суставе остаются качательными, пальпаторно определяется утолщение мягких тканей области коленного сустава, левый сустав несколько теплее правого. При эндопротезировании обоих коленных суставов применялась одна и та же модель протеза: бедренный компонент — сплав кобальт—хром—молибден (CoCrMo), большеберцовый компонент — сплав титан—алюминий—ванадий (Ti_6Al_4V) и полиэтиленовые вкладыши.

Цель исследования: установить причины функциональной несостоятельности эндопротеза при аналогичной операции на втором коленном суставе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью выяснения причин воспалительной реакции с последующим фиброзированием во втором оперированном суставе методами клиновидной и краевой дегидратации (технология «Литос-Система», разрешение ФС № 2009/155 от 15 июня 2009 г.) проведено исследование твердофазных структур сыворотки крови пациентки К. Исследование было направлено на выявление специфических морфологических маркеров, характеризующих реакцию организма на материал эндопротеза.

Кровь для исследования забирали из вены строго натощак в количестве 8–10 мл без стабилизатора. Сыворотку крови отделяли путем центрифугирования в течение 15 мин при 1500 об./мин. Затем разливали в 3 пробирки по 1 мл. Одна пробирка с сывороткой крови являлась контрольной — проба 1, во вторую пробирку помещали цилиндр объемом 160 мм³ со сплавом титана, алюминия и ванадия (Ti_6Al_4V) — проба 2, а в третью пробирку — со сплавом кобальта, хрома и молибдена (CoCrMo) — проба 3. Из этих сплавов были изготовлены установленные протезы. Все 3 пробы инкубировали в термостате при 37 °C в течение 18 ч.

Техника постановки *метода клиновидной дегидратации*: на чистую поверхность трех предметных стекол наносили по капле сыворотки крови каждой пробы в объеме 20 мкл. Капли высыхали в стандартных условиях (температура 20–25 °C, относительная влажность 55–60 %, в специальном шкафу при неподвижности окружающего воздуха). В результате дегидратации в течение 18–24 ч формировались твердофазные структуры сыворотки крови — фации (от лат. *facies* — лицо, образ). Поиск маркерных структур в фациях осуществляли с помощью стереомикроскопа MZ12 (фирма Leica) в проходящем свете при разных увеличениях в интервале от $\times 10$ до $\times 100$.

Техника постановки *метода краевой дегидратации*: из тех же 3 пробирок забирали по 3 капли сыворотки крови в объеме 20 мкл, наносили их на поверхность предметного стекла и накрывали покровными стеклами. Так готовились аналитические

ячейки для каждой пробы. Дегидратация проходила в стандартных условиях (см. выше) в течение 5 сут. Твердофазные структуры при краевой дегидратации сыворотки крови были представлены анизоморфонами. Выявление маркерных структур анизоморфонов проводили путем микроскопии в поляризованном свете с помощью микроскопа DM2500 (фирма Leica) при разных увеличениях в интервале от $\times 100$ до $\times 800$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метод клиновидной дегидратации. Фация сыворотки крови пробы 1 (рис. 1, а) характеризовалась гармонией построения (симметрия радиальных трещин), а также наличием маркера воспаления — в виде широкополосных языковых структур белого цвета в краевой зоне фации и маркера склерозирования — в виде структур типа «лист» по ходу трещин.

В фации сыворотки крови пробы 2 (рис. 1, б) определялось небольшое нарушение гармонии построения (частичная потеря симметрии радиальных трещин), присутствовали токсические бляшки, признаки «раздвоения» фации (маркер эндогенной интоксикации) и широкие языковые структуры (маркер воспаления).

Фация сыворотки крови пробы 3 (рис. 1, в) представлена хаотическим расположением трещин. Фация не содержит маркеров воспаления, что указывает на нейтрализацию данным сплавом металлов специфических антител, присутствующих в сыворотке крови. Площадь фации занята, в основном, аморфизированными структурами, имеются маркеры выраженной деструкции и интоксикации (многослойная фация, смазанность внутренних структурных границ).

Таким образом, сравнительный анализ картины фаций сыворотки крови пациентки К. показал, что в контрольной пробе присутствуют маркеры гиперэргической реакции и склерозирования (фиброза) тканей. При суточной инкубации сыворотки крови со сплавом титана, алюминия и ванадия (проба 2) структура фации свидетельствует об активации гиперэргической реакции, а при инкубации со сплавом кобальта, хрома и молибдена (проба 3) напротив, — на подавление иммунологической активности сыворотки крови и трансформацию присутствующих в ней структур в аморфный детрит.

Исследование анизоморфонов трех проб сыворотки крови *методом краевой дегидратации* (аналитические ячейки) показало четкие различия в их структуре. В контрольной пробе (проба 1) изотропные зернистые микросферолиты находились в тесном контакте с макросферолитами, что свидетельствовало о напряжении иммунной реактивности организма (рис. 2, а).

Анизоморфоны сыворотки крови пробы 2 (суточная инкубация со сплавом титана, алюминия и ванадия) представлены множественными россыпями мелких гранул, расположенных изолированно или связанных с макросферолитом. При этом структура макросферолита не имела повреждений

(рис. 2, б). Подобная картина была описана нами ранее в сыворотке крови больных бронхиальной астмой в период обострения заболевания [5] и дает основание полагать, что контакт с этим сплавом вызывает активацию иммунологической реактивности организма пациента, сенсibilизированного к сплаву металлов. Это положение подтверждается выявлением в этой же пробе маркера усиленной пролиферации в виде каскада параллельных анизотропных линий (рис. 3, а).

Почти все макросферолиты сыворотки крови пробы 3 (сплав кобальта, хрома и молибдена) имели выраженную деструкцию в виде изъеденности их лучевых элементов, при этом они были импрегнированы микросферолитами и их фрагментами, а также включениями в виде линейных структур (рис. 2, в). В аналитических ячейках сыворотки крови пробы 3 выявлялось небольшое число волнистых микросферолитов (рис. 3, б), которые входили в аномальную агрегацию с деструктивными макросферолитами или оставались изолированными. Известно, что данный маркер свидетельствует об агрессивности протекающего процесса. Так, появление волнистого микросферолита в сыворотке крови онкологических больных в процессе лечения означает прогрессию злокачественного роста в результате трансформации злокачественных клеток в наиболее агрессивный клон [4].

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исходя из клинического опыта наблюдения негативных исходов эндопротезирования (нестабильности протеза) при повторных операциях на суставах и полученных результатов лабораторных исследований, проведенных в настоящей работе, мы считаем, что причиной развития неблагоприятного эффекта эндопротезирования левого коленного сустава является гиперэргическая реакция организма на металлоорганические агрегаты имплантата. Постановка первого эндопротеза вызывала асептическое воспаление околосуставных тканей и формирование металлотканевых комплексов, сенсibilизирующих организм. При этом воспаленные околосуставные ткани фибризовались с формированием рубцовой демаркационной оболочки, по мере развития которой постепенно снижалось сенсibilизирующее действие металлов эндопротеза на организм. Эти процессы отражают структуры твердой фазы сыворотки крови, выявленные методами клиновидной и краевой дегидратации (проба 1).

При второй установке эндопротеза в сенсibilизированном организме развивается активная иммунологическая реакция на вновь формирующиеся металлотканевые комплексы. При этом сплав титана, алюминия и ванадия стимулирует иммунную реакцию с последующим фибрированием воспаленных тканей и переходом в рубцовую ткань. Это подтверждается маркерными структурами фации и составом анизоморфонов сыворотки крови (проба 2). Демаркационная оболочка может являться

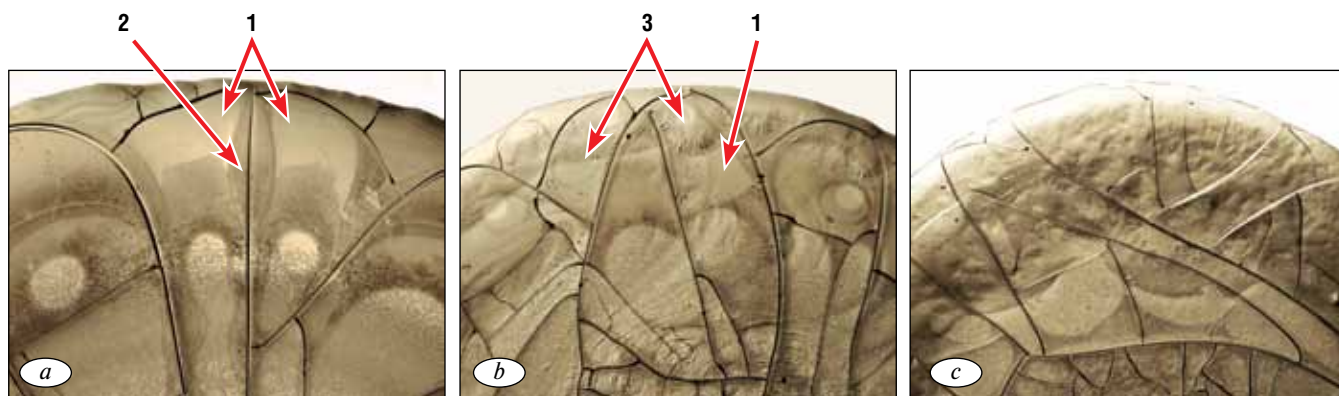


Рис. 1. Фрагменты фаций сыворотки крови пациентки К.: *a* (проба 1) — маркеры воспаления (стрелка 1) и склерозирования (стрелка 2); *b* (проба 2) — маркеры воспаления (стрелка 1) и маркеры умеренно выраженной деструкции — двойная фация, токсические бляшки (стрелка 3); *c* (проба 3) — маркеры выраженной деструкции и интоксикации (многослойная фация, смазанность структурных границ, потеря радиальной симметрии трещин). Микроскопия в обычном свете. Увел. $\times 50$

Fig. 1. Fragments of facies in the blood serum of patient K.: *a* (sample 1) — markers of inflammation (arrow 1) and sclerosis (arrow 2); *b* (sample 2) — markers of inflammation (arrow 1) and markers of moderate destruction — double facies, toxic plaques (arrow 3); *c* (sample 3) — markers of severe destruction and intoxication (multilayer facies, blurred structural boundaries, loss of radial symmetry of cracks). Microscopy in ordinary light $\times 50$



Рис. 2. Анизоморфы сыворотки крови пациентки К. в пробах: *a* (проба 1) — слияние изотропного зернистого микросферолита с микросферолитом (стрелка); *b* (проба 2) — россыпи мелких гранул (несформированные микросферолиты), часть из которых связана с микросферолитом без повреждения его структуры; *c* (проба 3) — аномальная импрегнация микросферолитов и их фрагментов в микросферолит (стрелка), выраженная деструкция микросферолита. Микроскопия в поляризованном свете. Увел. $\times 200$

Fig. 2. Anisomorphs blood serum of the patient K. in the samples: *a* (sample 1) — merge isotropic granular microspherulites with microspherulites (arrow); *b* (sample 2) — the scattering of small granules (raw microporosity), some of which are associated with microspherulites without damaging its structure; in (sample 3) — an anomalous impregnation of microspherulites and their fragments in microspherulites (arrow), severe destruction of microporosity. Microscopy in polarized light $\times 200$

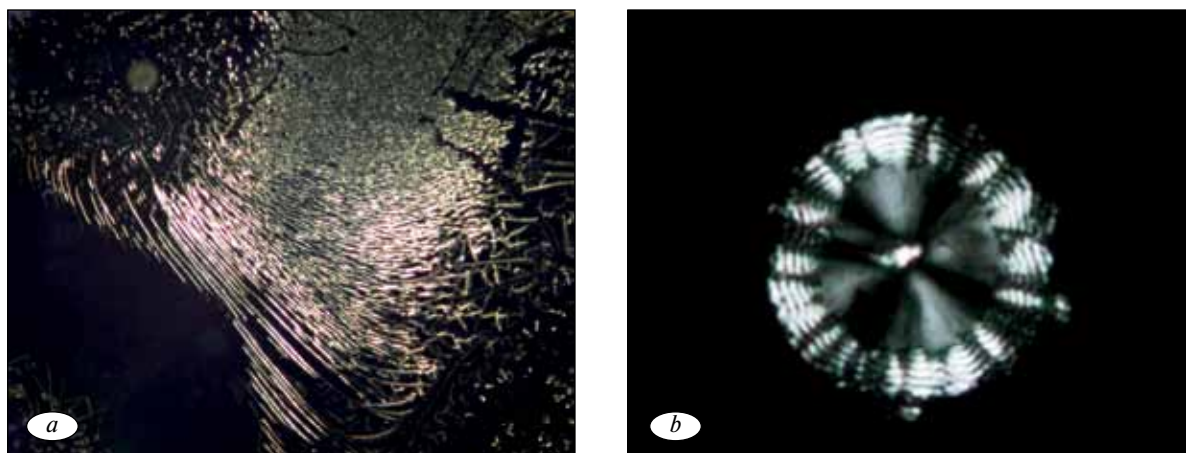


Рис. 3. Анизоморфы сыворотки крови: *a* (проба 2) — каскад параллельных анизотропных линий (маркер пролиферации), увел. $\times 100$; *b* (проба 3) — волнистый микросферолит (маркер агрессии на ксеногенный фактор), увел. $\times 800$. Микроскопия в поляризованном свете

Fig. 3. SC Anisomorphs: *a* (sample 2) — cascade of parallel anisotropic lines (proliferation marker), $\times 100$; *b* (sample 3) — wavy microspherulite (marker of aggression on xenogenic factor), $\times 800$. Microscopy in polarized light

причиной ограничения объема движений и, соответственно, функциональной несостоятельности сустава (отрицательный эффект). В то же время сплав кобальта, хрома и молибдена вызывает деструктивное воспаление околоуставной ткани. В результате, у пациентки К. в тканях левого коленного сустава одновременно протекают и процесс фибрирования, и процесс распада тканей околоуставной сумки. Что касается правого коленного сустава, то за время, прошедшее до второй операции, в нем сформировалась достаточно плотная демаркационная оболочка, способная противостоять агрессивной иммунологической реакции.

ВЫВОДЫ

1. Методы клиновидной и краевой дегидратации (технология «Литос-Система») позволяют обнаруживать в сыворотке крови пациента морфологические маркеры сенсibilизации организма к металлам, входящим в состав эндопротеза.
2. Установлено, что характер иммунологической реакции сенсibilизированного организма зависит от вида металлов, входящих в состав эндопротеза. На сплав титана, алюминия и ванадия иммунная реакция вызывает воспаление околоуставной ткани с последующим ее фибрированием и образованием рубцовой демаркационной оболочки, отделяющей околоуставные ткани от эндопротеза и выполняющей функцию иммунологического барьера. На сплав кобальта, хрома и молибдена иммунологическая реакция вызывает деструкцию воспаленной околоуставной ткани с последующим постепенным разрушением суставной сумки.

3. При подготовке второй операции эндопротезирования контрлатерального сустава необходимо определять методами клиновидной и краевой дегидратации (технология «Литос-Система») реакцию сыворотки крови пациента на материал, планируемый к эндопротезированию. Следует имплантировать эндопротезы, материал которых при инкубации с сывороткой крови пациента не вызывает аморфизацию структуры фаций, деструкцию анизоморфонов и образование волнистых микросферолитов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Hallab N, Merritt K, Jacobs JJ. Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(3):428-436. <https://doi.org/10.2106/00004623-200103000-00017>.
2. Granchi D, Cenni E, Giunti A, Baldini N. Metal hypersensitivity testing in patients undergoing joint replacement: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(8):1126-1134. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B8.28135>.
3. Thakur RR, Ast MP, McGraw M, Bostrom MP, Rodriguez JA, Parks ML. Severe persistent synovitis after cobalt-chromium total knee arthroplasty requiring revision. *Orthopedics.* 2013;36(4):e520-e524. <https://doi.org/10.3928/01477447-20130327-34>.
4. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. *Функциональная морфология неклеточных тканей человека*. М.: РАН; 2019. 356 с. [Shabalin VN, Shatokhina SN. *Funktsional'naya morfologiya nekletochnykh tkanei cheloveka*. Moscow: RAN; 2019. 356 p. (In Russ.).]
5. Шатохина С.Н., Шабалин В.Н. *Атлас структур неклеточных тканей человека в норме и патологии*. Т. 2. *Морфологические структуры сыворотки крови*. Тверь: Триада; 2013. С. 74-87. [Shatokhina SN, Shabalin VN. *Atlas struktur nekletochnykh tkanei cheloveka v norme i patologii*. Vol. 2. *Morfologicheskie struktury syvorotki krovi*. Tver: Triada; 2013. P. 74-87. (In Russ.).]

Информация об авторах:

Светлана Николаевна Шатохина — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой клинической лабораторной диагностики факультета усовершенствования врачей. ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва. E-mail: sv_n@list.ru.

Вадим Владимирович Зар — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии, доцент кафедры травматологии и ортопедии факультета усовершенствования врачей. ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва. E-mail: vzar@list.ru.

Михаил Вадимович Зар — ординатор кафедры травматологии и ортопедии факультета усовершенствования врачей. ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва. E-mail: vzar@list.ru.

Владимир Николаевич Шабалин — д-р мед. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории биокристалломики. ФГБНУ «НИИОПП», Москва. E-mail: shabalin.v2011@yandex.ru.

Information about authors:

Svetlana N. Shatokhina — PhD, professor, head of the Department of clinical laboratory diagnostics. M.F. Vladimirovsky's Moscow regional research clinical institute, Moscow, Russia. E-mail: sv_n@list.ru.

Vadim V. Zar — MD, leading researcher of the Department of traumatology and orthopedics, associate professor of the Department of traumatology and orthopedics. M.F. Vladimirovsky's Moscow regional research clinical institute, Moscow, Russia. E-mail: vzar@list.ru.

Mikhail V. Zar — clinical resident of the Department of traumatology and orthopedics. M.F. Vladimirovsky's Moscow regional research clinical institute, Moscow, Russia. E-mail: vzar@list.ru.

Vladimir N. Shabalin — PhD, professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, chief scientific officer of the biocrystallography laboratory. Institute of general pathology and pathophysiology, Moscow, Russia. E-mail: shabalin.v2011@yandex.ru.

ЗАМЕТКИ НА ПОЛЯХ

АЛЛЕРГИЯ ИЛИ ПЕРИПРОТЕЗНАЯ ИНФЕКЦИЯ?

Каграманов С.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

ALLERGY OR PERIPROSTHETIC INFECTION?

Kagramanov S.V.

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
named after N.N. Priorov, Moscow, Russia

Одной из самых распространенных причин ранней нестабильности эндопротезов является перипротезная инфекция. По данным многих авторов она занимает место в первой тройке причин среди ранних ревизий. Перипротезная инфекция является огромной проблемой в современной ортопедической имплантологии. Напротив — аллергия на металлы, как причина нестабильности эндопротезов, занимает одно из последних, если не последнее место в списке причин, приводящих к нестабильности.

По нашему опыту, наличие положительных тестов на те или иные металлы, не имеет корреляции с частотой развития нестабильности компонентов эндопротезов. Можно говорить о том, что на аллергию часто списываются случаи вялотекущей инфекции.

Клинический случай, описанный авторами: травматичность операции, болевой синдром и последующее раннее развитие тугоподвижности в оперированном суставе (артрофиброз) — является достаточно узнаваемым и часто трактуется, как косвенное свидетельство наличия вялотекущей инфекции.

Принимая во внимание вышеизложенное, вызывает удивление тот факт, что авторы статьи не предоставили доказательств того, что данный клинический пример не явился причиной развития инфекции и стали рассматривать его, как аллергическую реакцию со всеми вытекающими из этого выводами.

По существующему общепринятому протоколу, в первую очередь необходимо было исключить на-

личие перипротезной инфекции. Для этого, как минимум, необходимо было выполнить микробиологическое исследование внутрисуставной жидкости на наличие в ней микроорганизмов и цитологическое изучение ее на наличие лейкоцитов и сегментоядерных нейтрофилов. Также необходимо было провести исследование крови с оценкой количества лейкоцитов, показателей СОЭ (скорость оседания эритроцитов) и СРБ (Ц-реактивного белка). Возможно, следовало выполнить исследования с применением лейкоцитарной эстеразы или применить другие методы для диагностики перипротезной инфекции.

Также, принимая во внимание другие причины развития тугоподвижности, нельзя исключить ошибки в установке компонентов эндопротеза. Например, ошибка в позиционировании бедренного и большеберцового компонентов эндопротеза коленного сустава, а также несоблюдение уровня суставной щели при постановке эндопротеза, могли явиться причиной развития тугоподвижности. Для исключения неточностей в постановке, авторам публикации, целесообразно было предоставить рентгенограммы до и после оперативного лечения, а также результаты КТ исследования после операции.

И только при отсутствии данных, свидетельствующих о наличии перипротезной инфекции и ошибок в постановке компонентов эндопротеза, данный клинический случай следовало рассматривать как аллергическую реакцию на металлы.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИЛАНА G-F 20 (СИНВИСК-I®) У ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРИТОМ КОЛЕННОГО СУСТАВА В РЕАЛЬНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Г.В. Куропаткин ¹, И.Ф. Ахтямов ², М.Л. Станислав ³, В.А. Кушнир ⁴, И.Г. Беленький ^{5,6},
С.С. Копенкин ⁷, В.О. Тамазян ⁸, Н.Н. Везикова ⁹, В.В. Ключевский ¹⁰

¹ Клинический госпиталь «Мать и дитя — ИДК», Самара, Россия;

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Казань;

³ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский
институт ревматологии имени В.А. Насоновой», Москва;

⁴ Федеральное государственное бюджетное учреждение Поликлиника № 3
Управления делами Президента Российской Федерации, Москва;

⁵ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург;

⁶ Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения
«Александровская больница», Санкт-Петербург;

⁷ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

⁸ Государственное автономное учреждение здравоохранения Московской области
«Центральная городская клиническая больница, г. Реутов», Реутов;

⁹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск;

¹⁰ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Ярославль

Комбинированная терапия остеоартрита (ОА) включает внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты. Для оценки долгосрочной (в течение 1 года) безопасности и эффективности гилана G-F 20 (Синвиск-I, 1 инъекция 6 мл) было проведено проспективное наблюдательное многоцентровое сравнительное исследование в условиях рутинной клинической практики у пациентов с ОА коленного сустава I–III стадии. После внутрисуставной инъекции гилана G-F 20 визиты наблюдения проводились через 3, 6 и 12 мес. Основная цель исследования заключалась в оценке тяжести боли при ходьбе и отдыхе с использованием WOMAC VA3.1 (Индекс остеоартрита Университета Онтарио и Макмастера) через 6 и 12 мес. по сравнению с исходным уровнем. Качество жизни измерялось EQ-5D (EuroQuality Life), общее состояние пациента с помощью PTGA (Global Assessment) и COGA (Global Assessment Global Clinical Assessment). Результаты исследования основаны на данных 121 пациента (79,51 % — женщины, 21,49 % — мужчины), средний возраст 62,97 ± 12,47 года. Через 12 мес. (52 нед.) после введения гилана G-F 20 наблюдался положительный клинический ответ: выраженность болевого синдрома по сравнению с исходным уровнем была снижена на 48,92 % ($p < 0,001$) согласно WOMAC A, скованность в суставах по сравнению с исходным уровнем на 49,72 % ($p < 0,001$) согласно WOMAC B, улучшение функционального состояния опорно-двигательного аппарата по сравнению с исходным уровнем на 41,54 % ($p < 0,001$) согласно WOMAC C. За время исследования наблюдалось 7 нежелательных явлений у 5 пациентов (4 %) и 1 серьезное нежелательное явление (ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия), которые не были связаны с исследуемым препаратом. Выраженность клинического ответа не коррелировала со стадией ОА. Согласно вопроснику EQ-5D, качество жизни улучшилось на 35,28 % ($p < 0,001$). Общее состояние пациентов по COGA улучшилось на 37,50 % ($p < 0,001$), в соответствии с PTGA — на 42,86 % ($p < 0,001$). Ни один пациент не прекратил исследование из-за возникших нежелательных явлений. Внутрисуставные инъекции гилана G-F 20 6 мл доказали свою безопасность и эффективность, терапевтический эффект наблюдался до 12 мес.

Ключевые слова: гонартроз; остеоартрит; гиалуронат; гилан G-F 20.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Куропаткин Г.В., Ахтямов И.Ф., Станислав М.Л., Кушнир В.А., Беленький И.Г., Копенкин С.С., Тамазян В.О., Везикова Н.Н., Ключевский В.В. Оценка безопасности и эффективности гилана G-F 20 (Синвиск-I®) у пациентов с остеоартритом коленного сустава в реальной клинической практике. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):36-44. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027236-44>

EVALUATION OF SAFETY AND EFFICACY OF Hylan G-F 20 (SYNVISC-ONE®) IN PATIENTS WITH KNEE OSTEOARTHRITIS IN CLINICAL PRACTICE

G.V. Kuropatkin¹, I.F. Ahtyamov², M.L. Stanislav³, V.A. Kushnir⁴, I.G. Belenkiy^{5,6}, S.S. Kopenkin⁷, V.O. Tamazyan⁸, N.N. Vezikova⁹, V.V. Klyuchevskiy¹⁰

¹ Samara Hospital "Mother and Child – IDK", Samara, Russia;

² Kazan State Medical University, Kazan, Russia;

³ V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia;

⁴ Polyclinics No.3 of General Management Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia;

⁵ Pavlov University, Saint Petersburg, Russia;

⁶ Alexander Hospital, Saint Petersburg, Russia;

⁷ Pirogov Medical University, Moscow, Russia;

⁸ Central City Clinical Hospital, Reutov, Russia;

⁹ Petrozavodsk State Medical University, Petrozavodsk, Russia;

¹⁰ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

Combined therapy of osteoarthritis (OA) includes intra-articular injections of hyaluronic acid. A prospective observational multicenter noncomparative study was conducted in compliance with routine clinical practice in patients with knee OA I–III stages in order to assess 1-year long-term safety and efficacy of Hylan G-F 20 (Synvisc-One®, one injection of 6 mL). Patients came for observation at 3, 6, and 12 months after intra-articular injection of Hylan G-F 20. The primary objective of the study was evaluation of pain severity while walking and rest by using the WOMAC VA3.1 (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) scale after 26 and 52 weeks compared to baseline. Quality of life was measured by EQ-5D (EuroQuality of Life—five dimensions); patient's general condition was measured by PTGA (Patient Global Assessment) and COGA (Clinical Observer Global Assessment). Results of the study were based on data of 121 patients (79.51% — women, 21.49% — men), mean age 62.97 ± 12.47 years. Positive clinical response was observed in 12 months (52 weeks) after Hylan GF-20 administration: pain severity versus baseline was decreased by 48.92% ($p < 0.001$) as per WOMAC A, stiffness in the joints versus baseline by 49.72% ($p < 0.001$) as per WOMAC B, difficulties in the daily life versus baseline by 41.54% ($p < 0.001$) as per WOMAC C. Seven adverse events were detected in five patients (4%), and one serious adverse event (cardiovascular abnormalities) was noticed during the entire study that was unrelated to the study drug. The extent of clinical response did not correlate with the stage of osteoarthritis. The quality of life was improved by 35.28% ($p < 0.001$) according to the questionnaire EQ-5D. The general condition of the patients was improved by 37.50% ($p < 0.001$) as per COGA and 42.86% ($p < 0.001$) as per PTGA. No patients were discontinued the study due to adverse event or any other reasons. Intra-articular injections of Hylan G-F 20 6 mL were associated with acceptable safety and efficacy, and the therapeutic effect was observed up to 52 weeks.

Key words: knee arthritis; osteoarthritis; hyaluronate; Hylan G-F 20

Conflict of interest: n/a.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Kuropatkin GV, Ahtyamov IF, Stanislav ML, Kushnir VA, Belenkiy IG, Kopenkin SS, Tamazyan VO, Vezikova NN, Klyuchevskiy VV. Evaluation of safety and efficacy of Hylan G-F 20 (Synvisc-One®) in patients with knee osteoarthritis in clinical practice. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):36–44. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027236-44>

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы связана с широкой распространенностью остеоартрита (ОА), приводящего в высоком проценте случаев к инвалидизации пациентов. ОА поражает примерно от 3,3 до 3,6 % населения во всем мире. Это приводит к умеренной и тяжелой инвалидности у 43 млн человек, делая остеоартрит 11-й самой изнурительной болезнью во всем мире [1]. Это лидерство по распространенности среди других костно-мышечных заболеваний определяет социальную значимость ОА и возрастающие экономические затраты на лечение и реабилитацию больных с данной патологией. Так, по данным Федеральной службы государственной статистики, доля ОА составляет 26,9 % в структуре костно-мышечной патологии [2]. А анализ совокупной стоимости госпитализаций в США по по-

воду ОА делает его вторым самым дорогостоящим заболеванием в стране [1].

Вопрос патогенеза и терапии этого широко распространенного заболевания не теряет своей актуальности до наших дней и вызывает много споров в литературе. Причин тому несколько. Это и эволюция взглядов на патогенез данного заболевания: от представлений об ОА как о «возрастной» патологии, основным проявлением которой является уменьшение толщины и объема суставного хряща, до появления сведений о комплексности патологического процесса с вовлечением всех структур сустава как результата взаимодействия возрастных, гормональных, иммунологических, генетических и средовых факторов [3].

Согласно современным взглядам, лечение ОА должно быть комплексным с сочетанием немедикаментозных (обучение пациента, брейсы, физио-

терапия, бальнеотерапия и т. д.), медикаментозных (парацетамол, нестероидные противовоспалительные препараты, хондропротекторы, инъекции гиалуроновой кислоты и т. д.) средств, а также, при необходимости, хирургических методов (артроскопия, корригирующие операции, хондропластика, эндопротезирование). Европейское общество по клиническим и экономическим аспектам остеоартроза и остеоартрита (ESCEO) в 2014 г. разработало поэтапный, мультимодальный алгоритм подхода к терапии ОА коленного сустава [4]. С 2014 г. этот документ получил международное одобрение, адаптацию к местным условиям [5]. В 2016 г. предложенный алгоритм был обновлен [6]. В нем внутрисуставное введение гиалуроновой кислоты при ОА коленного сустава было признано эффективным средством лечения для уменьшения болевого синдрома, улучшения функционального состояния опорно-двигательного аппарата. Учитывая тот факт, что ОА чаще встречается у лиц среднего и более старшего возраста, то в реальной клинической практике доктор, как правило, сталкивается с коморбидностью. В этой ситуации вопрос выбора безопасной медикаментозной терапии для ОА может вызывать сложности [7]. Внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты у таких пациентов могут выступать в качестве альтернативы, позволяя избежать осложнений со стороны желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и т. д.

Рынок препаратов гиалуроновых кислот очень обширен, но каждый из них имеет свои отличия прежде всего по физико-химическим свойствам (метод синтеза, молекулярный вес, структура и т. д.), что в конечном счете определяет клинический результат от их применения [8]. Курс лечения этими препаратами может включать от 1 до 5 инъекций в зависимости от используемой формы.

Нами были проанализированы результаты лечения пациентов с ОА коленного сустава после однократного внутрисуставного введения 6 мл Синвиска-І, который состоит на 80 % из жидкостной фракции гилана А (6 млн Да) и на 20 % из гелевой фракции гилана В. Отличительный признак Синвиска-І — наличие поперечных сшивков, что в сочетании с высоким молекулярным весом определяет его клиническую эффективность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Представлены данные наблюдательного многоцентрового проспективного несравнительного исследования, проводимого в соответствии с рутинной клинической практикой. Первичной целью данного исследования являлась оценка выраженности боли при ходьбе и покое с помощью шкалы боли клинико-функционального индекса WOMAC VA3.1 через 6 и 12 мес. (26 и 52 нед. соответственно) по сравнению с визитом включения в исследование у пациентов с ОА коленного сустава. Общая продолжительность участия в исследовании для каждого пациента составляла 12 мес. (52 нед.). Вторичные цели были

следующие: оценка безопасности по доле, тяжести, серьезности, взаимосвязи с препаратом и частоте всех нежелательных явлений, возникших в ходе лечения; оценка изменений по шкале WOMAC A, B и C на визитах через 3, 6 и 12 мес. (12, 26 и 52 нед. соответственно) по сравнению с Визитом 1; оценка изменения качества жизни с помощью Вопросника EQ-5D через 3, 6, 12 мес. (12, 26 и 52 недель соответственно) по сравнению с Визитом 1; оценка изменения баллов по шкале «Оценка общего состояния пациентом» с использованием ВАШ через 6 и 12 мес. (26 и 52 нед. соответственно) по сравнению с Визитом 1; оценка изменения баллов по шкале «Оценка общего состояния врачом по ВАШ» через 6 и 12 мес. (26 и 52 нед. соответственно) по сравнению с Визитом 1.

После физикального обследования принималось решение о целесообразности использования внутрисуставного введения гиалуроновой кислоты. На Визите 1 (День 0) пациент подписывал информированное согласие, а также проводилась оценка состояния опорно-двигательного аппарата с использованием шкал WOMAC (VA3.1), WOMAC A, B и C подшквал, оценка общего состояния пациентом и доктором (визуальная аналоговая шкала — ВАШ), определение качества жизни при помощи вопросника EQ-5D. Собирались данные о сопутствующей медикаментозной терапии. На Визите 1 проводилось внутрисуставное введение в таргетный сустав протеза синовиальной жидкости гилана G-F 20 6 мл (Синвиск-І, 6 мл). После инъекции пациент был предупрежден о необходимости ограничения двигательной активности в течение 48 ч. Визит 2 (День 1) выполнялся в виде телефонного звонка для выявления возможных жалоб пациента, нежелательных лекарственных реакций после внутрисуставной инъекции. В случае наличия таковых планировался визит пациента в клинику. На Визите 3 (3 мес., неделя 12 ± 3 дня), Визите 4 (6 мес., неделя 26 ± 3 дня), Визите 5 (12 мес., неделя 52 ± 3 дня) выполнялось обследование пациентов, аналогичное Визиту 1. На всех визитах собиралась информация о наличии нежелательных явлений, а также изменения терапии остеоартрита. Исследование проводилось в рамках рутинной клинической практики. Пациентам был предоставлен самостоятельный выбор для приобретения препарата.

Было скринировано и рандомизировано 163 пациента с ОА коленного сустава, 37 из которых были исключены по причине несоответствия критерию включения (исходные значения — 16 мм на Визите 1 для таргетного коленного сустава по 100-миллиметровой ВАШ) и у 1 пациента собранная информация была недостаточна для проведения анализа. Таким образом, в исследование были включены 125 пациентов, отвечающих следующим критериям: возраст старше 18 лет, рентгенологически диагностированный остеоартрит I—III стадии по шкале Kellgren — Lawrence. Выраженность болевого синдрома на момент включения в исследование была 40–80 мм для таргетного коленного сустава по 100-миллиметровой ВАШ WOMAC A1.

У 4 из оставшихся 125 пациентов было отклонение от протокола, поэтому в анализ эффективности попал только 121 пациент. Все пациенты, получившие внутрисуставную инъекцию исследуемым препаратом, были включены в статистический анализ безопасности, согласно принципу популяции запланированного лечения.

Пациенты проходили лечение и наблюдение в 12 медицинских центрах: Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина (Самара); ФГБНУ НИИ ревматологии им. В.А. Насоновой (Москва); ФГБОУ ВО «Казанский ГМУ» (Казань); ФГБУ «Поликлиника № 1», «Поликлиника № 3» УДП РФ (Москва); СПбГБУЗ «Александровская больница» (Санкт-Петербург); ГБУЗ «ГКБ им. В.В. Виноградова» (Москва); ГАУЗ МО «ЦГКБ г. Реутов» (Реутов); ГБУЗ «Республиканская больница им. В.А. Баранова» (Петрозаводск); ГБУЗ «Ярославский областной клинический госпиталь ветеранов войн им. А.А. Голосова» (Ярославль); ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» (Санкт-Петербург); СПбГБУЗ «Елизаветинская больница» (Санкт-Петербург).

Статистический анализ

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

Разделив наблюдаемую группу пациентов в зависимости от стадии остеоартроза, был использован тест Repeated Measures ANOVA, где в качестве фактора выступала группа (стадия ОА), а в качестве переменной — номер визита (4 визита). Подобный анализ проводили для общей шкалы WOMAC VA3.1, а также для каждой из подшкал — WOMAC A, WOMAC B и WOMAC C.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка терапевтической эффективности внутрисуставных инъекций гилана G-F 20 у 121 пациентов с ОА коленного сустава проводилась в 12 исследовательских центрах на территории Российской Федерации. В популяции анализа эффективности

21,49 % (26 чел.) пациентов были мужского пола, 79,51 % (95 чел.) пациентов — женского пола. Средний возраст составил $62,97 \pm 12,47$ года. Из сопутствующих заболеваний наиболее часто выявлялись артериальная гипертензия (у 34 % пациентов) и стабильная стенокардия (у 22 % пациентов). Также у 5 % пациентов было выявлено ожирение. Сроки давности постановки диагноза ОА коленного сустава среди проанализированной популяции пациентов был от менее 1 года до 7 лет и более. Так у 36,3 % (44 чел.) пациентов диагноз остеоартроза был установлен менее 1 года назад, у 9,92 % (12 чел.) — 1–2 года назад, у 7,44 % (9 чел.) — 2–3 года назад, у 3,31 % (4 чел.) — 3–4 года назад, у 9,09 % (11 чел.) — 4–5 лет назад, у 11,57 % (14 чел.) — 5–7 лет назад и у 21,49 % (26 чел.) — более 7 лет назад. В соответствии с рентгенологической классификацией по шкале Kellgren — Lawrence у 13 % пациентов (16 чел.) была установлена 1-я стадия ОА коленного сустава, у 44 % (53 чел.) — 2-я стадия ОА, у 43 % (52 чел.) — 3-я стадия ОА. При этом у 57 % пациентов (69 чел.) отмечался односторонний ОА коленного сустава, у 43 % (52 чел.) — двустороннее поражение коленных суставов.

На первичном приеме до назначения терапии наиболее часто отмечаемыми симптомами ОА коленного сустава были утренняя скованность (90 пациентов, 74,38 %), припухлость сустава (36 пациентов, 29,75 %) и деформация сустава (28 пациентов, 23,14 %). Редко наблюдались такие симптомы, как гипертермия (3 пациента, 2,48 %) и выпот в полости сустава (4 пациента, 3,31 %). В этих случаях инъекции выполняли только после нормализации температуры тела и аспирации выпота в суставе.

При клиническом обследовании таргетного коленного сустава у 38,84 % (47 пациентов) отмечалось невыраженное ограничение объема движений в пораженном суставе, у 26,45 % (32 пациента) — среднее, у 4,13 % (5 пациентов) — выраженное. У 30,58 % (37 пациентов) отсутствовали ограничения движений в пораженном суставе.

Клинические результаты

Данные опросника WOMAC показали уменьшение выраженности болевого синдрома при ходьбе через 6 мес. (26 нед., Визит 4) и 12 мес. (52 нед., Визит 5) по сравнению с Визитом 1 на 50,03 и 49,55 % соответственно ($p < 0,001$), в покое уменьшение составило 50,99 % на Визите 4 и 54,10 % на Визите 5 ($p < 0,001$). Общая оценка болевого синдрома (WOMAC, подшкала А) показала уменьшение выраженности боли к Визиту 3 на 43,86 % ($p < 0,001$). Такая же динамика сохранялась к Визиту 4 и Визиту 5: уменьшение боли соответственно на 48,52 % ($p < 0,001$) и 48,92 % ($p < 0,001$). Важно отметить, что ни один из пациентов не вернулся к начальной выраженности болевого синдрома, обусловленного ОА (рис. 1).

Скованность (WOMAC, подшкала В), как один из основных клинических признаков заболевания, присутствующий в начале исследования у 75,2 % пациентов, уменьшилась к Визиту 3 на 49,43 %

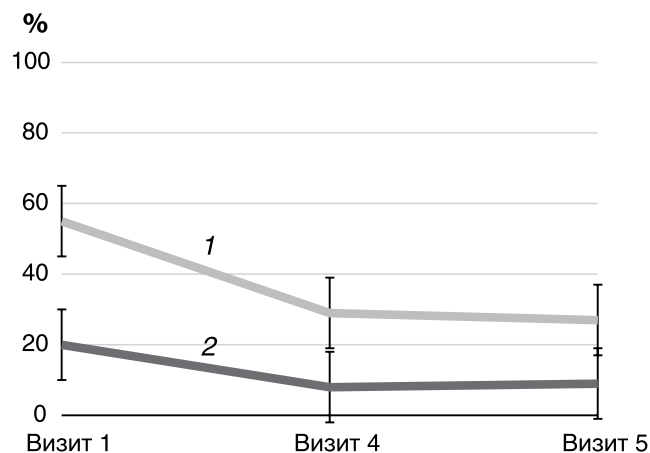


Рис. 1. Динамика боли при ходьбе и в покое (WOMAC VA3.1 раздел А). 1 — боль при ходьбе, 2 — боль в покое

Fig. 1. Dynamics of pain at rest and walking (WOMAC VA3.1 section A). 1 — pain when walking, 2 — pain at rest

($p < 0,001$). Эта тенденция сохранялась в дальнейшем. Снижение по подшкале В составило 47,56 % к Визиту 4 ($p < 0,001$) и 49,72 % к Визиту 5 ($p < 0,001$). Так же, как и болевой синдром, выраженность скованности опорно-двигательного аппарата у пациентов с ОА, получивших внутрисуставную инъекцию гилана G-F 20, через год наблюдения не вернулась к начальному уровню.

Болевой синдром и скованность опорно-двигательного аппарата приводят к значительным ограничениям у пациентов с остеоартритом в повседневной жизни. Поэтому в ходе исследования было акцентировано внимание и на затруднениях в повседневной жизни, и на качестве жизни пациентов с ОА. У наблюдаемых пациентов, согласно данным подшкалы WOMAC C, затруднения в повседневной деятельности к Визиту 3 встречались на 40,34 % меньше ($p < 0,001$) по сравнению с первичным визитом. Соответственно к Визиту 4 и Визиту 5 по сравнению с началом наблюдения уменьшения затруднений составили 42,89 % ($p < 0,001$) и 41,54 % ($p < 0,001$) соответственно. Таким образом, мы наблюдали одинаковую тенденцию изменений по всем подшкалам WOMAC VA3.1, характеризующим состояние опорно-двигательного аппарата.

Остается открытым вопрос об эффективности использования препаратов гиалуроновой кислоты на различных стадиях ОА. В данном исследовании по шкале WOMAC VA3.1, а также по подшкалам WOMAC A, WOMAC B и WOMAC C на Визите 1, Визите 3, Визите 4 и Визите 5 был использован тест Repeated Measures ANOVA (см. методы) для выявления зависимости выраженности симптомов от стадии ОА в результате использования гилана G-F 20. Этот анализ показал, что уменьшение болевого синдрома и скованности опорно-двигательного аппарата, а также уменьшения затруднений в повседневной жизни после внутрисуставных инъекций гилана G-F 20 у пациентов с ОА не зависели от стадии заболевания ($p > 0,05$). Динамика изменений соответствующих показателей в каждой из групп с различными стадиями ОА была аналогичной.

Любая проводимая у пациентов с ОА терапия направлена не только на улучшение состояния опорно-двигательного аппарата, но и на качество жизни. Согласно нашим наблюдениям, качество жизни пациентов с ОА коленного сустава улучшалось к Визиту 3 на 36,06 % ($p < 0,001$) по данным индекса здоровья опросника EQ-5D. Такая же динамика была зафиксирована далее: улучшение качества жизни на 37,92 % ($p < 0,001$) на Визите 4 и на 35,28 % ($p < 0,001$) на Визите 5. Ни у одного пациента не было возврата к уровню качества жизни до проведенной терапии, стабильность положительной динамики сохранялась в ходе всего исследования.

Для определения количественного значения общего состояния здоровья в опроснике EQ-5D использованы данные ВАШ. Согласно полученным результатам, общее состояние пациентов улучшилось на 29,45 % ($p < 0,001$) к Визиту 3. Аналогичная динамика наблюдалась далее: улучшение на 35,12 % ($p < 0,001$) на Визите 4 и на 37,53 % ($p < 0,001$) на Визите 5. Возвратов к начальному уровню не отмечалось.

Для объективизации полученных результатов пациентам и врачам было предложено оценить эффективность проведенных внутрисуставных инъекций гилана G-F 20 по собственному видению ситуации с помощью ВАШ, где 100 мм расценивалось как «плохой результат», а 0 как «отличный результат». Оценивая свое состояние, пациенты отметили его улучшение на 41,60 % ($p < 0,001$) к Визиту 4. На момент окончания наблюдения (Визит 6) положительная динамика составила 42,86 % ($p < 0,001$) по сравнению с началом исследования (рис. 2).

Оценивая результаты проведенного лечения согласно общей клинической картине, к Визиту 4 выраженность симптомов заболевания уменьшилась на 39,34 % ($p < 0,001$). Практически такую же картину наблюдали к окончанию исследования — улучшение на 37,50 % ($p < 0,001$) на Визите 6. И по мнению пациентов, и по мнению врачей клиническая картина не вернулась к начальному варианту. При этом у 11 пациентов (9,01 %) уменьшилось

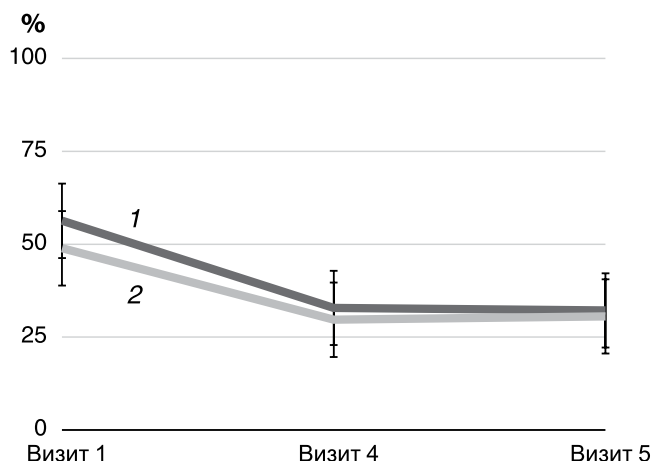


Рис. 2. Оценка эффективности терапии пациентом и врачом (визуально-аналоговая шкала). 1 — пациент, 2 — врач

Fig. 2. Assessment of therapy efficacy by patient and doctor (visual analogue scale). 1 — patient, 2 — doctor

Оценка безопасности внутрисуставных инъекций гиалуроновой кислоты

Safety evaluation of intra-articular hyaluronic acid injections

Класс нежелательного явления	Нежелательное явление	Серьезность	Степень тяжести	Связь с препаратом	Было ли прекращено лечение
Костно-мышечная система	Болевой синдром в коленном суставе	Нет	Средняя	Да	Нет
	Обострение остеохондроза с корешковым синдромом	Нет	Легкая	Нет	Нет
	Болевой синдром в коленном суставе	Нет	Средняя	Да	Нет
Сердечно-сосудистая система	Ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия II стадии	Да	Средняя	Нет	Нет
Дыхательная система	Острый ринофарингит	Нет	Легкая	Нет	Нет
	Острый ринит	Нет	Легкая	Нет	Нет
Желудочно-кишечный тракт	Обострение хронического гастрита	Нет	Легкая	Нет	Нет

использование других лекарственных средств, применяемых по поводу ОА. Случаев необходимости повышения дозировок лекарственных средств для терапии ОА по сравнению с исходными значениями к окончанию наблюдения зафиксировано не было.

Помимо оценки эффективности внутрисуставных инъекций гиалуроновой кислоты, проводили анализ их безопасности. Из 7 наблюдаемых нежелательных явлений с применяемым препаратом было связано 2, но они не потребовали дополнительной терапии и разрешились самостоятельно (см. таблицу)

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Вопросы терапии ОА не теряют своей актуальности. Постоянно идет разработка новых методов лечения, которые позволили бы контролировать течение этого заболевания. Учитывая этиопатогенез нозологии, экзогенное введение гиалуроновой кислоты представляется перспективным, логически обоснованным методом терапии. Проведенный ранее метаанализ Кокрановской библиотеки (Cochrane library) подтвердил клиническую эффективность внутрисуставного введения гиалуроновой кислоты при ОА [9]. Однако был дан комментарий, что дизайн исследований достаточно неоднороден, поэтому не всегда можно говорить о наличии убедительных доказательств безопасности и эффективности у того или иного препарата гиалуроновой кислоты. Накопленный клинический опыт позволил экспертам включить гиалуроновую кислоту на втором шаге алгоритма лечения пациентов с ОА [4]. Дальнейшее использование предложенной схемы было поддержано международным медицинским сообществом [5, 10]. Современные обзоры подтверждают высокую клиническую результативность внутрисуставного применения гиалуроновой кислоты при ОА с уменьшением болевого синдрома, улучшением функционального состояния поражен-

ных суставов, а также изменением качества жизни пациентов [11].

Исторически научные сообщества отдавали и отдают предпочтение препаратам высокомолекулярной гиалуроновой кислоты [12]. Проведенный метаанализ 89 исследований позволил авторам прийти к мнению, что введение гиалуроновой кислоты с длинной молекулярной цепочкой обладает более высокой клинической эффективностью по сравнению со средне- и низкомолекулярными препаратами. Высокий молекулярный вес и наличие поперечных связей между молекулами гиалуроновой кислоты позволяют препарату дольше оставаться в полости сустава, тем самым позволяя достичь более выраженного обезболивающего эффекта [13].

Вопрос значимости молекулярного веса гиалуроновой кислоты обсуждается и при объяснении механизма действия этих препаратов, который до конца не понятен. Выраженность и длительность обезболивающего эффекта связывают с противовоспалительным действием экзогенной гиалуроновой кислоты. Показано, что внутрисуставное введение гиалуроновой кислоты обеспечивает противовоспалительное действие посредством ряда различных путей, включая подавление провоспалительных цитокинов и хемокинов. Более высокая молекулярная масса гиалуроновой кислоты способствует противовоспалительным реакциям, тогда как ее короткие олигосахариды продуцируют воспалительные реакции [14]. При прямом сравнении гилана G-F 20 с низкомолекулярной гиалуроновой кислотой было показано более выраженное клиническое улучшение согласно данным всех подшкал WOMAC у пациентов, получавших внутрисуставные инъекции гилана G-F 20, по сравнению с пациентами, получавшими низкомолекулярную гиалуроновую кислоту. При этом это клиническое превосходство сохранялось в течение всего периода наблюдения — 12 мес. [15]. Систематический обзор и метаанализ с участием 3034 пациентов (3153 коленных суставов) проводили в соответствии с методологическими

принципами, изложенными в Кокрановской лаборатории. Согласно результатам этого анализа, обезболивающий клинический эффект гилана G-F 20 достоверно превышал таковой от применения низкомолекулярных препаратов [16].

Вопрос безопасности использования внутрисуставных инъекций гиалуроновой кислоты при ОА актуален не менее, чем вопрос эффективности, учитывая хроническое прогрессирующее течение заболевания. Анализ 17 научных работ (7 рандомизированных клинических исследований и 10 когортных исследований) показал, что повторные курсы гиалуроновой кислоты поддерживают или дополнительно улучшают обезболивающий эффект при отсутствии повышенного риска для безопасности. Общими нежелательными эффектами были припухлость сустава и артралгии; при этом не было зарегистрировано серьезных нежелательных эффектов. Все повторные курсы хорошо переносились, а количество документированных нежелательных эффектов после повторного применения препаратов было аналогичным результатам после первичной инъекции [17].

Результаты проведенного нами исследования также показали высокую клиническую эффективность и хорошую переносимость гилана G-F 20 у пациентов с ОА коленного сустава. К 12 мес. (52 нед.) после внутрисуставного введения 6 мл гилана G-F 20 уменьшались выраженность болевого синдрома на 48,92 % ($p < 0,001$), скованность в суставах на 49,72 % ($p < 0,001$), затруднения в повседневной жизни на 41,54 % ($p < 0,001$). Подобные клинические результаты были отмечены и в других исследованиях при анализе большей популяции пациентов. Так, ретроспективный анализ эффективности внутрисуставных инъекций гилана G-F 20 у 1263 пациентов с ОА коленного сустава показал достоверное уменьшение болевого синдрома и улучшение функционального состояния опорно-двигательного аппарата. При этом клиническая эффективность повторных курсов внутрисуставных инъекций превосходила результаты использования других препаратов для лечения ОА (стандартной терапии, нестероидных противовоспалительных препаратов, кортикостероидов) [18]. Нами не было зафиксировано корреляции между выраженностью клинического ответа и стадией ОА, хотя в большинстве доступной литературы упоминается о большей эффективности гиалуроновой кислоты на начальных стадиях ОА [18]. В ходе лечения отмечено улучшение качества жизни пациентов с ОА коленного сустава согласно данным опросника EQ-5D на 35,28 % ($p < 0,001$), как и в большинстве таких наблюдений [19]. При этом улучшение состояния пациентов после проведенного лечения оценивали на 37,50 %, а сами пациенты — на 42,86 %. Надо отметить, что при опросе пациентов об эффективности различных методов лечения ОА внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты были оценены пациентами как наиболее эффективные 74,1 %, тогда как этот показатель у ЦОГ-2-ингибиторов был 60,4 %, у инъекций кортикостероидов 67,6 % [20].

Терапевтическая эффективность внутрисуставных инъекций гилана G-F 20 отмечалась во время всего периода наблюдения — 12 мес. (52 нед.), при этом ни один показатель не вернулся к изначальным значениям. Подобная клиническая картина была отмечена и другими авторами [21]. Более длительное наблюдение за пациентами с ОА коленного сустава, получавшими инъекции гилана G-F 20, показало сохранение эффективности лечения в течение 5 лет. Через 5 лет 50 % пациентов расценивали лечение как эффективное [22]. Нами было отмечено только 2 случая усиления боли в пораженном суставе после проведенной инъекции, оба случая не потребовали дополнительной медикаментозной терапии. Имеющийся более обширный опыт применения гилана G-F 20 подтверждает не только эффективность, но и безопасность как первичных, так и повторных курсов внутрисуставных инъекций этого препарата. Так, у 843 пациентов с гонартрозом, из которых 314 внутрисуставных инъекций проводили повторно, нежелательные явления, связанные с препаратом, были зарегистрированы у 2,9 % пациентов, причем большинство из них были умеренными и без каких-либо осложнений [23].

Дальнейшее изучение препаратов гиалуроновой кислоты позволит более четко понимать их место в схеме лечения ОА, определить профиль пациента, которому показаны внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты, у кого они будут наиболее эффективны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты лечения пациентов с ОА коленного сустава внутрисуставными инъекциями высокомолекулярного препарата гиалуроновой кислоты гилан G-F 20 убедительно доказали эффективность данного вида терапии. Значимое уменьшение болевого синдрома, улучшение функционального состояния опорно-двигательного аппарата, улучшение качества жизни пациентов с гонартрозом сохранялись в течение всего периода наблюдения и не возвращались к исходным значениям через 12 мес. после инъекции 6 мл Синвиска-І. Полученный нами опыт подтверждает целесообразность использования препаратов гиалуроновой кислоты в комплексном лечении пациентов с ОА.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Sen R., Hurley J.A. Osteoarthritis. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2018 Jan, 26.
2. Здравоохранение в России. 2015. Статистический сборник. Росстат, Москва, 2015. 174 с. [Zdravooohranenie v Rossii. 2015: Statistics revue. Rosstat. Moscow, 2015. 174 p. (In Russ.)]
3. Алексеева Л.И., Зайцева Е.М. Перспективные направления терапии остеоартроза. *Научно-практическая ревматология*. 2014; 52(3): 247-250. [Alekseeva LI, Zayitseva EM. Perspective directions of therapy of osteoarthritis. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2014;52(3):247-250. (In Russ.)]
4. Bruyere O, Cooper C, Pelletier J-P, et al. An Algorithm recommendation for the management of knee os-

- teoarthritis in Europe and internationally: a report from a task force of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Semin Arthritis Rheum.* 2014;44(3):253-263. <https://org.doi: 10.1016/j.semarthrit.2014.05.014>.
5. Денисов Л.Н., Цветкова Е.С., Голубев Г.Ш., и др. Алгоритм лечения остеоартрита коленного сустава Европейского общества по клиническим и экономическим аспектам остеопороза и остеоартрита (ESCEO) применим в российской клинической практике: совместное заключение ведущих российских специалистов и экспертов ESCEO по остеоартриту. *Научно-практическая ревматология.* 2016;54(6):641-653. [Denisov LN, Svetkova ES, Golubev GSh, et al. The algorithm of treatment of osteoarthritis of a knee joint of the European society on clinical and economic aspects of osteoporosis and osteoarthritis (ESCEO) is applicable in the Russian clinical practice: joint conclusion of the leading Russian experts and experts of ESCEO in osteoarthritis. *Nauchno-prakticheskaya revmatologia.* 2014;52(3):247-250. (In Russ.)]
 6. Bruyère O, Cooper C, Pelletier J-P, et al. A consensus statement on the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO) algorithm for the management of knee osteoarthritis-From evidence-based medicine to the real- life setting. *Semin Arthritis Rheum.* 2016;45(4 Suppl):S3-11.
 7. Bannuru RR, Vaysbrot EE, Sullivan MC, McAlindon TE. Relative efficacy of hyaluronic acid in comparison with NSAIDs for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum.* 2014;43(5):593-599.
 8. Migliore A, Bizzì E, De Lucia O, et al. Differences among Branded Hyaluronic Acids in Italy, Part 1: Data from In Vitro and Animal Studies and Instructions for Use. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskeletal Disord.* 2016;9:89-101.
 9. Bellamy N, et al. Viscosupplementation for the treatment of osteoarthritis of the knee (Review). The Cochrane Library. 2006;2.
 10. Bruyère O, Cooper C, Cutolo M, Reginster JY. International endorsement of the ESCEO algorithm for management of knee osteoarthritis in clinical practice. *Semin Arthritis Rheum.* 2017;47(2):e10.
 11. Хело М.Д., Ахтямов И.Ф., Абдуллах А.М., Саид Ф.М. Лечение гонартроза — современные тенденции и проблемные вопросы. *Практическая медицина.* 2018;16(7):48-53. [Helo MJ, Akhtiamov IF, Abdullah AM, Said FM. Treatment of arthrosis of the knee, current trends and issues. *Practical Medicine.* 2018;16(7):48-53. (In Russ.)]
 12. Jordan KM., Arden NK, Bannwarth B, et al. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis.* 2003;62:1145-1155.
 13. Henrotin Y, Raman R, Richette P, et al. Consensus statement on viscosupplementation with hyaluronic acid for the management of osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum.* 2015;45(2):140-149.
 14. Altman R, Bedi A, Manjoo A, Niazi F, Shaw P, Mease P. Anti-Inflammatory Effects of Intra-Articular Hyaluronic Acid: A Systematic Review. *Cartilage.* 2019;10(1):43-52.
 15. Raman R, Dutta A, Day N, et al. Hylan G-F 20 and Sodium Hyaluronate in the treatment of osteoarthritis of the knee — a prospective randomized clinical trial. *Knee.* 2008;15(4):318-24
 16. Zhao H, Liu H, Liang X, et al. Hylan G-F 20 Versus Low Molecular Weight Hyaluronic Acids for Knee Osteoarthritis: A Meta-Analysis. *BioDrugs.* 2016;30(5):387-396.
 17. Altman R, Hackel J, Niazi F, Shaw P, Nicholls M. Efficacy and safety of repeated courses of hyaluronic acid injections for knee osteoarthritis: A systematic review. *Semin Arthritis Rheum.* 2018;48(2):168-175.
 18. Petrella RJ, Wakeford C. Pain relief and improved physical function in knee osteoarthritis patients receiving ongoing hylan G-F 20, a high-molecular-weight hyaluronan, versus other treatment options: data from a large real-world longitudinal cohort in Canada. *Drug Des Devel Ther.* 2015 Oct 15;9:5633-5640.
 19. Rat AC, Baumann C, Guillemin F. National, multicentre, prospective study of quality of life in patients with osteoarthritis of the knee treated with hylane G-F 20. *Clin Rheumatol.* 2011;30(10):1285-1293.
 20. Pal S, Thuppal S, Reddy KJ, Avasthi S, Aggarwal A, Bansal H. Mohanasundaram S, Bailleul F Long-Term (1-Year) Safety and Efficacy of a Single 6-ml Injection of Hylan G-F 20 in Indian Patients with Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Open Rheumatol J.* 2014;8:54-68.
 21. Yan CH, Chan WL, Yuen WH, Yung PS, Ip KY, Fan JC, Chiu KY. Efficacy and safety of hylan G-F 20 injection in treatment of knee osteoarthritis in Chinese patients: results of a prospective, multicentre, longitudinal study. *Hong Kong Med J.* 2015;21(4):327-332.
 22. Boutefnouchet T, Puranik G, Holmes E, Bell KM. Hylan GF-20 Viscosupplementation in the Treatment of Symptomatic Osteoarthritis of the Knee: Clinical Effect Survivorship at 5 Years. *Knee Surg Relat Res.* 2017;29(2):129-136.
 23. Heger R, Paulsen G, Fickert U, Kresmann M. Open-label Study of Initial and Repeat Treatment Cycles of Hylan G-F 20 in Patients with Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Open Rheumatol J.* 2016;10:88-100.

Сведения об авторах:

Геннадий Вячеславович Куропаткин — канд. мед. наук, руководитель отделением ортопедии Клинический госпиталь «Мать и дитя — ИДК», Самара. E-mail: Kuropatkin.gennady@gmail.com.

Ильдар Фуатович Ахтямов — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний. ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань. E-mail: yalta60@mail.ru.

Марина Леонидовна Станислав — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой», Москва. E-mail: marista@bk.ru.

Владимир Анатольевич Кушнир — врач травматолог. ФГБУ Поликлиника № 3 Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. E-mail: Drkushnir@gmail.com.

Игорь Григорьевич Беленький — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии. ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург; заведующий отделением травматологии № 1. СПбГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург. E-mail: Belenkiy.trauma@mail.ru.

Сергей Семенович Копенкин — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии и ВПХ ФГАОУ ВО «РНИИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва. E-mail: Serko.2001@mail.ru.

Вартан Олегович Тамазян — врач. ГАУЗ МО «ЦГКБ, г. Реутов», Реутов. E-mail: vartantamazyan@yandex.ru.

Наталья Николаевна Везикова — д-р. мед. наук, профессор, заведующая кафедрой госпитальной терапии. ФГБОУ ВО «ПГУ», Петрозаводск. E-mail: Vezikov23@mail.ru.

Василий Вячеславович Ключевский — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии. ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, Ярославль. E-mail: Kluchevsky@inbox.ru.

Gennadiy V. Kuropatkin — MD, Head of the Orthopedics Department at Samara Hospital “Mother and Child – IDK”. E-mail: yalta60@mail.ru

Ildar F. Ahtyamov — MD, PhD, professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme Conditions at Kazan State Medical University. E-mail: yalta60@mail.ru.

Marina L. Stanislav — MD, PhD, Leading researcher at V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology. E-mail: marista@bk.ru.

Vladimir A. Kushnir — traumatologist at Polyclinics No. 3 of General Management Department of the President of the Russian Federation. E-mail: Drkushnir@gmail.com

Igor G. Belenkiy — MD, PhD, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics at Pavlov University; Head of the Department of Traumatology No.1 at Alexander Hospital. E-mail: Belenkiy.trauma@mail.ru.

Sergey S. Kopenkin — MD, associate professor of the Department of Traumatology and Orthopedics and Military Surgery at Pirogov Medical University, Moscow. E-mail: Serko.2001@mail.ru.

Vartan O. Tamazyan — doctor at Central City Clinical Hospital, Reutov. E-mail: vartantamazyan@yandex.ru.

Natalya N. Vezikova — MD, PhD, Professor, Head of the Department of Hospital Therapy, Petrozavodsk State Medical University. E-mail: Vezikov23@mail.ru.

Vasiliy V. Klyuchevskiy — MD, associate professor of the Department of Traumatology and Orthopedics at Yaroslavl State Medical University. E-mail: Kluchevsky@inbox.ru.

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДЛИНЫ ПРОТЕЗА***Д.Д. Болотов*^{1, 2}¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

² Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Минтруда России, Москва

В ряде случаев в процессе ходьбы на протезе бедра или голени параметры культы могут претерпевать изменения. При определенных патологиях объем культы может быстро изменяться (сосудистые заболевания, множественные рубцовые изменения), при этом у них при, например, избыточной нагрузке, может происходить и временное увеличение объема. В других случаях параметры изменяются постепенно и, как правило, в сторону уменьшения. Результатом изменения их объема является и изменение расстояния «большой вертел — пол», что приводит к временной или постоянной перегрузке отдельных мышечных групп при ходьбе, изменению походки и формированию вторичных изменений со стороны различных структур опорно-двигательной системы. Применение вставки в несущий модуль в виде корректора длины протеза позволяет повышать качество проводимой реабилитации и жизни инвалида, а также избегать значимого количества вторичных осложнений.

Ключевые слова: протез; культя нижней конечности; разноравность длин опор; вторичная патология.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Болотов Д.Д. Устройство для коррекции длины протеза. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(2):45-49. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027245-49>

A DEVICE FOR PROSTHESIS LENGTH CORRECTION*D.D. Bolotov*^{1, 2}¹ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia;² Federal bureau of medical and social expertise, Moscow, Russia

In some cases, the parameters of the stump may undergo changes while walking on the prosthesis of the thigh or lower leg. The volume of the stump can change rapidly with certain pathologies (vascular diseases, multiple cicatricial changes), while a temporary increase in volume can occur in case of, for example, overload. In other cases, the parameters change gradually and, as a rule, downward. The result of a change in their volume is a change in the distance of the greater trochanter—floor, which leads to temporary or permanent overload of individual muscle groups when walking, a change in gait, and the formation of secondary changes from the various structures of the musculoskeletal system. The use of an insert in the carrier module in the form of a prosthesis length corrector allows to improve the quality of the rehabilitation and life of the disabled person and also avoids a significant number of secondary complications.

Key words: prosthesis; stump of the lower extremity; uneven support lengths; secondary pathology.

Conflict of interest: n/a.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Bolotov DD. A device for prosthesis length correction. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):45-49. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027245-49>

Восстановление локомоции после ампутаций нижних конечностей осуществляется посредством их протезирования. Чем качественнее адаптированы относительно друг друга культя и приемная гильза, а также чем выше соматическое здоровье, тем выше возможная степень активности пациента. Наиболее значительные трансформации культы происходят в течение первого года после усечения конечности, но и в последующем проис-

ходят различные процессы, результатом которых является в том числе изменение объема культы и, следовательно, высоты «посадки» протеза. Возможно увеличение объема культы, особенно при прогрессировании воспалительных и сосудистых заболеваний, но значительно чаще происходит ее уменьшение. В результате культя «не садится полностью» или «проваливается» в приемную гильзу протеза, за счет чего изменяется расстояние «боль-

шой вертел — пол», то есть происходит «изменение длины» протезированной конечности, вслед за которыми вынужденно меняется структура ходьбы и создаются условия для развития множества заболеваний, в первую очередь деформирующих артрозов суставов нижних конечностей, плоскостопия, дорсопатий и развития статического сколиоза позвоночника [1, 8, 10]. Изменения параметров культи требуют замены культеприемной гильзы протеза и/или модуля несущего протеза. Нужно отметить, что при изготовлении протезов несущие модули устанавливаются жестко, без возможности коррекции их длины в связи с крайне высокими осевыми, угловыми и ротационными нагрузками при ходьбе пациента, особенно с большой массой тела.

В рамках действия Федерального закона № 181-ФЗ предусмотрен следующий механизм бесплатно для пациента осуществления ремонтных работ: проведение медико-технической комиссии для установления причины несоответствия протезно-ортопедического изделия требуемым функциям и путей его изменения, проведения дообследования для составления направления на медико-социальную экспертизу организацией, оказывающей лечебно-профилактическую помощь, проведения медико-социальной экспертизы филиалом Бюро медико-социальной экспертизы с внесением дополнений в индивидуальную программу реабилитации или абилитации инвалида, обращения в территориальный Фонд социального страхования для получения направления на протезно-ортопедическое предприятие и только после этого смена деталей в используемом изделии со снятием и установкой косметической оболочки протеза [11]. Стоит отметить, что в соответствии с регламентирующими документами, плановая замена протеза у взрослых осуществляется не чаще одного раза в 2 года, в том числе и при первичном протезировании [7]. Ряд инвалидов, пользующихся протезами, даже при появлении веских оснований для проведения ремонтных работ, зачастую ориентируются на этот срок, тем самым усугубляя имеющиеся и формируя множество новых вторичных нарушений. Одним из основных пусковых механизмов появления патологических изменений является связанная с изменением длины опорных конечностей асинхронно-асимметричная функция паравертебральной мускулатуры, несвоевременное устранение которой может явиться первопричиной появления заболеваний и дисфункций опорно-двигательного аппарата, в том числе симптомокомплекса «боль в спине». Учитывая, что даже функциональное укорочение конечностей может явиться первопричиной появления значимого количества хронических рецидивирующих заболеваний опорно-двигательной системы [10, 12] при сохранности анатомической структуры, колебания длины опорных конечностей в условиях нарушения биомеханики походки при ампутационных дефектах приводят к еще более быстрому прогрессированию патологий [1, 6, 8, 9].

Максимально допустимое укорочение конечности, не нарушающее походку, определено как 2 см, которое, по мнению множества авторов, обусловлено возможностью полноценного включения компенсаторных механизмов организма, таких как коленная и голеностопная стратегии, перекос таза и т. д. Однако, как показали исследования С.Л. Щербина, изменение длины конечности всего на 1 мм от оптимальной существенно (в 2–4 раза) нарушает синхронность функционирования паравертебральных мышечных групп, по данным клинического теста, электромиографии и стабилотрии [3, 4, 5, 12], вызывая целый каскад вначале функциональных, а в дальнейшем и анатомических расстройств, в том числе статической деформации позвоночника, что подтверждается нашими данными обследования пациентов с ампутационными дефектами нижних конечностей травматического генеза [1]. Широкий спектр дисфункций опорно-двигательной системы при несоответствии длины конечностей у пациентов, передвигающихся на протезе, выявлен и другими авторами с обоснованием ими необходимости, как следствие, проведения регулярных коррекционных программ [8].

Задача периодического изменения длины составляющих частей протеза, конечно же, ставилась перед разработчиками протезно-ортопедических изделий. Например, был разработан вариант несущего технологического модуля 8А 018-3К для взрослых с возможностью коррекции длины, регулируемого по высоте от 125 до 380 мм, трех модификаций (изготовитель «Ортопедическая индустрия Москва Энергия»), применяемого временно на этапе протезирования бедра и требующего последующей его замены на постоянный, уже без возможности коррекции длины в связи с ограничением по жесткости фиксации. Существуют несущие детские раздвижные модули 8А 005D, 8А 011D, 8А 011D-01 также производства Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королева. Модуль представляет из себя алюминиевую трубку, вставленную в стальную втулку, имеющую прорезь и стяжной винт для фиксации алюминиевой трубки на различной высоте, но в диапазоне обхвата обжимной части втулки. Недостатком данных изделий является возможность использования их у пациентов массой до 45 кг и ограничение регулировки по длине до 3 см [2].

На наш взгляд, задача периодического изменения длины протеза может быть решена за счет простой в изготовлении и применении коррекционной вставки в стандартный несущий модуль, позволяющей точно и надежно изменять длину протеза вне зависимости от роста и веса пациента с культей нижней конечности на практически любом уровне (за исключением избыточно длинных). Конструкция позволяет дозированно, с шагом по 1 мм, изменять длину несущего модуля, а после коррекции длины жестко закрепить составные части устройства и обеспечить нагрузки большой выраженности. Более точная коррекция длины протеза также



Рис. 1. Набор деталей для сборки устройства

Fig. 1. A set of parts for assembling the device



Рис. 2. Устройство в собранном виде с одной плоской шайбой жесткости

Fig. 2. Assembled device with one flat stiff washer

возможна, но для достижения клинической задачи этого не требуется. Оригинальная трехсоставная конструкция устройства в совокупности с применением технологического отверстия на косметической оболочке протеза позволяет производить многократную коррекцию длины протеза с высокой степенью скорости и технической легкости, не прибегая к ремонту со снятием косметической оболочки и заменой деталей модульной системы протеза (рис. 1–3).

Устройство интегрируется в виде вставки в стандартную трубку несущего модуля, то есть в уже установленный на протез несущий модуль с предварительным его (части модуля) сегментарным удалением в центральной части, с учетом тенденции к изменению параметров культи и предполагаемого в связи с этим изменения длины протеза, и с возможностью последующей коррекции как для удлинения, так и укорочения. При этом масса изделия не претерпевает принципиального увеличения.

При выкрученных фиксирующих элементах и удаленных шайбах жесткости центральная часть устройства имеет возможность вращаться по стержню внутри втулок, причем при повороте на 360° (один полный поворот) против часовой стрелки между ним и втулкой образуется зазор, равный 1 мм, а при повороте на 360° по часовой стрелке — уменьшается также ровно на 1 мм. Изменение длины несущего модуля осуществляется на основании клинических признаков методики теста больших пальцев по Щербину — Piedalu или другим способом. Жесткость системы по окончании коррекции длины обеспечивается за счет введения шайб жесткости в сформировавшийся зазор и фиксирующими элементами.



Рис. 3. Устройство в собранном виде установлено в несущий модуль протеза

Fig. 3. The assembled device is installed in the bearing module

Проведена апробация применения данного изделия у 3 пациентов с культи бедра и голени в возрасте от 57 до 66 лет при первичном протезировании. Вес пациентов не превышал 85 кг (рис. 4–6). Во всех случаях причиной формирования ампутационного дефекта были посттравматические отчленения конечностей с наличием рубцовых изменений, в связи с чем параметры культи имели тенденцию к периодическому изменению, особенно после избыточной нагрузки. Применение устройства позволило дозированно, с точностью в 1 мм, многократно изменять длину протеза в ту или иную сторону. Необходимую длину протеза определяли с помощью теста больших пальцев по Щербину — Piedalu. За счет быстрого изменения длины протеза нагрузка



Рис. 4. Вид протеза голени без косметической отделки в прямой (а) и боковой проекции (b), в несущий модуль которого установлено устройство для коррекции длины протеза

Fig. 4. View of the lower leg prosthesis without cosmetic finishing in frontal (a) and lateral projections (b); a device for length correction is installed in the bearing module



Рис. 5. Вид протеза бедра без косметической отделки в прямой (а) и боковой проекции (b), в несущий модуль которого установлено устройство для коррекции длины протеза

Fig. 5. View of the hip prosthesis without cosmetic finishing in frontal (a) and lateral projections (b); a device for length correction is installed in the bearing module

при ходьбе проводилась в комфортных для пациента условиях, исключались связанные с разновысокостью длин опор негативные перегрузки отдельных мышечных групп, изначально создавались условия для формирования правильного стереотипа ходьбы.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Болотов Д.Д., Юдин В.В., Поправка С.Н., Стариков С.М. Приоритетные проблемы пациентов с ампутациями в результате травматического отчленения нижних конечностей. *Вестник восстановительной медицины*. 2016;(3):52-57. [Bolotov DD, Yudin VV, Popravka SN, Starikov SM. Priority issues patients with post-traumatic lower limb amputations. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny*. 2016;(3):52-57. (In Russ.).]
2. Ортопедическая индустрия Москва Энергия. *Комплекующие протезов нижних конечностей*. Каталог. М.: Космос; 2018. 67 с. [Ortopedicheskaya industriya Moskva Energiya. *Komplektuyushchie protezov nizhnikh konechnostei*. Katalog. Moscow: Kosmos; 2018. 67 p. (In Russ.).]
3. Патент РФ № 2268700/27.01.2006. Бюлл. № 3. Щербин С.Л. Способ мануальной диагностики и коррекции функционального состояния позвоночника. [Patent RUS № 2268700/27.01.2006. Byul. № 3. Shcherbin SL. Sposob manual'noi diagnostiki i korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya pozvonochnika. (In Russ.).] Доступно по: <https://patents.google.com/patent/RU2268700C2/ru>. Ссылка активна на 12.04.2020.
4. Патент РФ № 2335239/10.10.2008. Бюлл. № 28. Щербин С.Л., Щербина С.М. Способ диагностики и коррекции функционального состояния позвоночника. [Patent RUS № 2335239/10.10.2008. Byul. № 28. Shcherbin SL,



Рис. 6. Внешний вид пациента с ампутационной культей бедра в прямой (а) и боковой (b) проекции на протезе с возможностью дозированного увеличения и уменьшения его длины

Fig. 6. Patient with an amputated femoral stump (frontal (a) and lateral (b) projections) using the prosthesis with calculated length correction

- Shcherbina SM. Method of diagnostics and correction of functional state of spinal column. (In Russ.).] Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37676367>. Ссылка активна на 12.04.2020.
5. Патент РФ № 2336804/27.10.2008. Бюлл. № 30. Щербин С.Л., Щербина С.М., Козьминов С.Г., Слива С.С. Способ мануальной диагностики и коррекции позвоночника и вестибулярной системы. [Patent RUS № 2336804/27.10.2008. Byul. № 30. Shcherbin SL, Shcherbina SM, Koz'minov SG, Sliva SS. Sposob manual'noi diagnostiki i korrektsii pozvonochnika i vestibulyarnoi sistemy. (In Russ.).]
6. Поправка С.Н. *Медицинская реабилитация пострадавших с ампутационными дефектами нижних конечностей в условиях реабилитационного центра*: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2014. 24 с. [Popravka SN. *Meditsinskaya reabilitatsiya postradavshikh s amputatsionnymi defektami nizhnikh konechnostei v usloviyakh reabilitatsionnogo tsentra*. [dissertation abstract] Moscow; 2014. 24 p. (In Russ.).]
7. Приказ Минтруда России № 85н от 13.02.2018 «Об утверждении Сроков пользования техническими средствами реабилитации, протезами и протезно-ортопедическими изделиями до их замены». [Order of the Ministry of Labor of Russia № 85n dated 13.02.2018 «Ob utverzhdenii Srokov pol'zovaniya tekhnicheskimi sredstvami reabilitatsii, protezami i protezno-ortopedicheskimi izdeliyami do ikh zameny». (In Russ.).] Доступно по: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=337164>. Ссылка активна на 12.04.2020.
8. Руднев А.И. *Медицинская реабилитация военнослужащих после минно-взрывной травмы*: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2012. 24 с. [Rudnev AI. *Meditsinskaya reabilitatsiya*

- voennosluzhashchikh posle minno-vzryvnoi travmy. [dissertation abstract] Moscow; 2012. 24 p. (In Russ.).]
9. Сковцов Д.В. *Клинический анализ движений. Стабилометрия*. М.: АОЗТ Антидор; 2000. 189 с. [Skvortsov DV. *Klinicheskii analiz dvizhenii. Stabilometriya*. Moscow: AOZT Antidor; 2000. 189 p. (In Russ.).]
 10. Скоблин А.А., Витензон А.С. *Комплексная медицинская реабилитация больных с заболеваниями позвоночника. Клинико-биологическое исследование*. М.: САЙНС-ПРЕСС; 2013. 400 с. [Skoblin AA, Vitenzon AS. *Kompleksnaya meditsinskaya reabilitatsiya bol'nykh s zabolevaniyami pozvonochnika. Kliniko-biologicheskoe issledovanie*. Moscow: SAINS-PRESS; 2013. 400 p. (In Russ.).]
 11. Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24.11.1995. [Federal Law «O sotsial'noi zashchite invalidov v Rossiiskoi Federatsii» dated 24.11.1995. (In Russ.).] Доступно по: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/. Ссылка активна на 12.04.2020.
 12. Щербин С.Л. Функционально-метрологическая технология как принципиально новый метод динамического выявления и коррекции разновысокости длин опоры и профилактики развития статического сколиоза позвоночника. В кн.: *Тест больших пальцев по Щербину — Piedalu*. Практическое руководство для врачей. Нальчик: Печатный двор; 2012. 88 с. [Shcherbin SL. Funktsional'no-metrologicheskaya tekhnologiya kak printsipial'no novyi metod dinamicheskogo vyavleniya i korrektsii raznovysokosti dlin opory i profilaktiki razvitiya staticheskogo skolioza pozvonochnika. In: *Test bol'shikh pal'tsev po Shcherbinu — Piedalu*. Prakticheskoe rukovodstvo dlya vrachei. Nalchik: Pечатnyi dvor; 2012. 88 p. (In Russ.).]

Сведения об авторе:

Денис Дмитриевич Болотов — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии. ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва; заместитель руководителя НМЦ по физической и медицинской реабилитации. ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России, Москва. orcid.org/0000-0003-1320-0960, SPIN-код: 8846-6802. E-mail: bolotov_d@mail.ru.

Information about the author:

Denis D. Bolotov — MD, associate professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia; Deputy Head of the National Medical Center for Physical and Medical Rehabilitation, Federal bureau of medical and social expertise, Moscow, Russia. orcid.org/0000-0003-1320-0960, SPIN-код: 8846-6802. E-mail: bolotov_d@mail.ru.

КОНСЕРВАТИВНАЯ КОРРЕКЦИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СВОДА СТОПЫ ПРИ ПЛОСКОСТОПИИ

П.С. Бардюгов^{1,2,3}, М.В. Паршиков¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Видновская районная клиническая больница», г. Видное

Цель. Изучить конструктивные особенности ортопедических приспособлений, применяющихся для сохранения или восстановления поперечного свода стопы с определением наиболее перспективных. **Материалы и методы.** Произведен анализ результатов применения ортопедических изделий для коррекции положения поперечного свода стопы у 350 пациентов в возрасте от 17 до 82 лет. Из общего числа пациентов 321 были женщины, и только 29 — мужчины. У 252 человек диагностировалось поперечное плоскостопие 1–2-й стадии с сохранением высокой эластичности сводов. В 218 наблюдениях поперечное плоскостопие сочеталось с вальгусной деформацией 1-го пальца в пределах 20–30°. У 98 пациентов патологический процесс достигал 3–4-й стадии и характеризовался низкой степенью эластичности сводов. У 86 человек изделия применяли в качестве комбинированной терапии после различных оперативных вмешательств, у остальных использовали только консервативную коррекцию в сочетании с комплексами восстановительной терапии. **Результаты.** Все ортопедические приспособления по особенностям конструкции и функциональным перспективам были разделены на 3 группы. Анализ их достоинств и недостатков позволил нам выделить четвертую группу, в которую вошли изделия, предусматривающие возможность дозированно регулировать расположение головок плюсневых костей переднего отдела стопы и одновременно восстанавливать поперечный свод с их успешным использованием как в реабилитационном периоде после различных реконструктивных операций, так и при консервативном лечении. **Заключение.** Восстановление поперечного свода стопы при статических деформациях (хирургически, консервативно или в их сочетании) должно быть одной из основных целей при лечении данной категории пациентов, применяя по показаниям и при необходимости корригирующие ортопедические изделия, что позволит добиться более высокого как лечебного, так и косметического результата и в итоге улучшить качество их жизни.

Ключевые слова: статические деформации стоп; поперечный свод стопы; ортопедические изделия; корректоры; стяжка.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования: не заявлен.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Бардюгов П.С., Паршиков М.В. Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>

CONSERVATIVE CORRECTION OF THE TRANSVERSE ARCH OF THE FOOT IN PATIENTS WITH FLAT FOOT

P.S. Bardyugov^{1,2,3}, M.V. Parshikov¹

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia

² Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

³ Vidnoe regional clinical hospital, Vidnoe, Russia

Objective. The aim of the study is to analyze the design features of orthopedic appliances used to preserve or restore the transverse arch of the foot and determine the most promising product. **Materials and methods.** Orthopedic products that were used to correct forefoot flattening in 350 patients aged 17–82 years were analyzed. Of the total number of patients, 321 were women, and only 29 were men; 252 people were diagnosed with transverse flatfoot of stages 1–2, while maintaining high elasticity of the arches, and in 34 cases, there was a pronounced rigidity. Flatness was combined with valgus deformity of one finger in the range of 20–30° in 218 patients. The pathological process reached stages 3–4, and the degree of elasticity of the arches was low in 98 patients. The products were used after various operations in 86 patients, while they were used as a conservative correction in the rest. **Results.** All orthopedic appliances were divided into groups according to several criteria (design features and functional perspectives). An analysis of the

strengths and weaknesses of the first three allowed us to identify the fourth group, which included products that provided the ability to adjust the size of the forefoot and at the same time restored the transverse arch. They were successfully used both in the rehabilitation period, after various reconstructive operations, and with conservative treatment. Conclusion. One of the main goals in the treatment of this category of patients is restoration of the transverse arch of the foot during flattening (surgically, conservatively, or in combination), should be used according to indications and, if necessary, be combined with other corrective elements. All this will allow to achieve both therapeutic and cosmetic results and ultimately improve their quality of life.

Key words: static deformations of the feet; transverse arch of the foot; orthopedic devices; proofreaders; screed

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Bardyugov PS, Parshikov MV. Conservative correction of the transverse arch of the foot in patients with flat foot. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>

ВВЕДЕНИЕ

Среди сложных проблем современной ортопедии важное и актуальное место занимает лечение пациентов, страдающих статическими деформациями стоп [1–3]. Одними из наиболее распространенных заболеваний данной категории патологий являются поперечное плоскостопие и вальгусное отклонение первого пальца стопы, которыми страдают от 17 до 68 % взрослого населения [4–6].

Чаще деформация выявляется у женщин [1]. При этом этиологических факторов, приводящих к развитию болезни, выделяется значительное количество. Так, по мнению А.А. Девятовой и др. [7], причиной развития может являться дисплазия переднего отдела, проявляющаяся в «синдроме поперечного плоскостопия». В то время как А.Н. Жильцов [8] объясняет развитие заболевания слабостью связочного аппарата у женщин, обусловленной частыми гормональными перестройками, начиная с половой зрелости, беременности и климакса.

Недостаточные профилактические меры, а часто просто неосведомленность населения о возможностях лечения приводит к тому, что за помощью к врачам некоторые пациенты обращаются со значимыми деформациями, которые возможно скорректировать лишь хирургическими способами [9, 10].

Сложность механогенеза развития заболевания требует дифференцированного подхода к каждому пациенту в отделимости. Только при соблюдении этого условия возможно правильное понимание патологического процесса и правильное определение направленности профилактических и лечебных мероприятий. Многие из пожилых пациентов имеют сопутствующую патологию: артериальную гипертензию, сосудистые заболевания нижних конечностей, избыточный вес. Так же нередко в этом возрасте, а иногда и раньше, пациенты начинают страдать сахарным диабетом. Эти обстоятельства суживают и ограничивают объем и характер проводимого лечения [11]. Сформировалось несколько приоритетных направлений в лечении данного патологического процесса,

которые можно подразделить на консервативное и хирургическое [12].

В настоящее время единого мнения по характеру, объему и радикальности проводимой коррекции пока что не сформировано. Часть ортопедов, в первую очередь практикующих амбулаторно, отдают предпочтение консервативным методикам, вплоть до третьей степени деформации, в то время как другие осуществляют хирургическую реконструкцию стопы уже при начальных проявлениях. При этом консервативная тактика основывается на предупреждении и замедлении прогрессирования патологического процесса в стопе.

Учитывая, что одной из основных причин формирования статических деформаций переднего отдела стопы (Hallux valgus, молоткообразные деформации II–IV пальцев и т. д.) является поперечное плоскостопие, сопровождающееся прогрессированием патологического процесса, по нашему мнению, необходимо осуществлять коррекцию, какой бы объем и характер лечения не был выполнен, без чего длительного положительного результата ожидать не приходится.

Уже с 60–90 годов XX в. при лечении этой патологии внимательно относились к коррекции поперечного свода стопы. С успехом применялись операции А.Ф. Краснова, К.М. Климова, McBride, Коржа–Яременко, В.И. Зоря и др. [13, 14]. Под формированием при проведении оперативного пособия «стяжки» терминологически понимают использование различных технологий механического сближения плюсневых костей для увеличения свода стопы. Их осуществляли внекостным или чрескостным способами. Целью их применения является изменение и фиксация поперечного размера стопы на уровне пучка. «Стягивание» плюсневых костей проводили, как правило, различными материалами: ауто- и аллосухожилиями, шелковыми, лавсановыми лентами и т. д.

В настоящее время при хирургическом лечении этой категории пациентов в основном используются различные дистальные, проксимальные остеотомии (шеvronная, SCARF, Wilson, Mitchel, Ludloff и т. д.) и атродезы [15–18]. В то же время комбинации с одновременным интраоперационным восстановлением свода широко не применяются. Более

того, стали просто редкостью [19]. Хотя некоторые специалисты при проведении реконструкции стопы объединяют различные элементы, в том числе и «стяжку» поперечного свода, в одно оперативное вмешательство. Так, В.И. Кузьмин [20] сообщает, что эффективно сочетал остеотомию SCARF и «стяжку» переднего отдела стопы по К.М. Климову и считает, что игнорирование состояния поперечного свода может привести к неудовлетворительным функциональным результатам.

По нашему мнению, при выработке тактики лечения этой группы пациентов необходимо учитывать не только характер деформаций, но и степень распластанности, выраженность эластичности переднего отдела стопы и при ее сохранности восстанавливать поперечный свод.

При этом, если в последнее время восстановление нормального поперечного свода стопы хирургическими способами резко уменьшилось, то использование для этих целей ортопедических приспособлений наоборот значительно увеличилось как при консервативном лечении, так и в послеоперационной реабилитации.

В комплекс консервативного лечения поперечного плоскостопия и выраженного опущения продольного свода из ортопедических изделий долгое время включали лишь вкладные ортопедические стельки, которые при грамотной конструкции и правильном использовании перераспределяли нагрузку в стопах и выводили головки средних плюсневых костей из-под прямого давления [21]. Другим методом коррекции явились рекомендации стягивать передний отдел стоп при этом заболевании, звучавшие достаточно давно. Так, Р.Р. Вреден в 1936 г., в Практическом руководстве по ортопедии [22] писал: «В начальных степенях поперечного плоскостопия приносит облегчение тугое круговое бинтование стопы на уровне диафизов плюсневых костей или ношение эластической манжеты».

Начиная с 90-х годов в нашу страну стали завозить огромное количество зарубежных ортопедических изделий для коррекции положения пальцев и стопы при различных деформациях. В этот же период стали появляться отечественные организации, которые наладили собственное производство ортопедических конструкций.

В настоящее время в ортопедических салонах, магазинах при протезно-ортопедических предприятиях, медтехниках и аптеках можно найти большое разнообразие изделий, в инструкциях по применению которых декларируется возможность нормализации поперечного свода. Однако на практике не все они позволяют это осуществить, и довольно часто лечение не достигает желаемого результата. Это вынуждает врача либо даже самого пациента определять возможности и свойства конструкции.

Цель исследования — изучить конструктивные особенности ортопедических приспособлений, применяющихся для сохранения или восстановления поперечного свода стопы и определить наиболее перспективные.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы характеристики, свойства и особенности воздействия различных ортопедических изделий, изготавливаемых в настоящее время промышленно и позволяющих в той или иной комбинации способствовать восстановлению поперечного свода стопы.

Для изучения воздействия ортезы приобретались в специализированных учреждениях Москвы и Московской области. Использовали их для коррекции распластанности переднего отдела стопы у 350 пациентов в возрасте от 17 до 82 лет. Из общего их числа 321 были женщины, и только 29 — мужчины. При этом 54 человека из них страдали сахарным диабетом 2-го типа. У 252 пациентов диагностировали поперечное плоскостопие 1–2-й стадии с сохранением высокой эластичности сводов, в 34 случаях имела место выраженная ригидность. В 218 наблюдениях изменение свода сочеталось с вальгусной деформацией 1-го пальца в пределах 20–30°. У 98 пациентов патологический процесс достигал 3–4-й стадии и степень эластичности сводов была низкой. У 86 человек изделия применяли после различных оперативных пособий, в то время как у остальных использовали в качестве консервативной коррекции.

Также анализу подверглись изделия, используемые пациентами с этой же целью, но приобретенные ими самостоятельно в других странах (в Москве и Московской области мы таких не обнаружили); конструкции из каталогов фирм-экспонентов выставок: «Здравоохранение» (Москва), конгресса «Человек и его здоровье» (Санкт-Петербург), Orthopedie+Reha-Technik (Лейпциг), Medica (Дюссельдорф), Rehatech (Москва) за последние 20 лет; и данные с сайтов, найденных с помощью поисковых систем по ключевым словам «корректоры, «стяжка» переднего отдела стопы; восстановление поперечного свода стопы».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все приспособления были объединены в 4 группы:

1. Изделия, фиксирующие и поддерживающие необходимый поперечный размер переднего отдела стопы без возможности регулировать его в процессе эксплуатации. Одна из наиболее многочисленных групп. Конструктивно эти ортопедические приспособления изготавливаются в двух вариантах: с корректором поперечного свода (а) и без него (б). Производители и торговые марки подгруппы 1а: ФГУП ЦИТО им. Приорова (Россия), Ортоник (Россия), Fresco Podología S. L. (Испания), PediFix (США), Comforsil (Испания), Bort Medical (Германия), Orliman (Испания), ORSA orthopedi sanayi (Турция); (рис. 1–6). Производители подгруппы 1б: Cuality Guaranteed (Коста-Рика), PediFix (США), Comforsil (Испания), ABSSaglik & Spor (Malzemeler) Ltd. (Турция), Orliman (Испания) и др. (рис. 7–9).

Приспособления этой группы начали выпускать первыми и достаточно давно. Основной целью их



Рис. 1. Неразъемная манжета-стяжка переднего отдела стопы (ФГУП ЦИТО, Россия) — подгруппа 1а. В настоящее время не производится

Fig. 1. One-piece forefoot cuff (FGUI CITO, Russia) — subgroup 1a. Currently not produced



Рис. 2. Metatarsal Support with Pad (Bort Medical, Германия) — подгруппа 1а
Fig. 2. Metatarsal Support with Pad (Bort Medical, Germany) — subgroup 1a



Рис. 3. Banda Elastica con Elevacion Metatarsal (Comforsil, Испания) — подгруппа 1а

Fig. 3. Banda Elastica con Elevacion Metatarsal (Comforsil, Spain) — subgroup 1a



Рис. 4. Бандаж для переднего отдела стопы со съемным метатарзальным валиком (ORLIMAN, Испания) — подгруппа 1а

Fig. 4. Forefoot brace with removable metatarsal cushion (ORLIMAN, Spain) — subgroup 1a



Рис. 5. Banda elástica con almohadilla de silicona (Comforsil, Испания) — подгруппа 1а

Fig. 5. Banda elastica con almohadilla de silicona (Comforsil, Spain) — subgroup 1a



Рис. 6. Meterars Ped I Elastik (ORSA Ortopedi sanayi, Турция) — подгруппа 1а

Fig. 6. Meterars Ped I Elastik (ORSA Ortopedi sanayi, Turkey) — subgroup 1a

использования является сохранение правильной формы стопы при консервативном лечении, либо удержание восстановленного поперечного свода после хирургического вмешательства. Главным элементом изделия является хлопково-эластичная или резиновая стяжка, выполненная в виде сшитой (неразъемной) манжеты-трубы. Для выведения головок

2, 3, 4-й плюсневых костей из-под нагрузок и восстановления арки переднего отдела стоп изготовители добавляют пелот-корректор поперечного свода (подгруппа 1а). В некоторых конструкциях предусмотрена возможность его удаления. Материал для корректора применяется различный. ФГУП ЦИТО для этого использовал упругий пластик; зарубежные



Рис. 7. Banda Elastica para Pie Abierto (Comforsil, Испания) — подгруппа 1б

Fig. 7. Banda Elastica para Pie Abierto (Comforsil, Spain) — subgroup 1b



Рис. 8. Arch Bandage (PediFix, США) — подгруппа 1б

Fig. 8. Arch Bandage (PediFix, USA) — subgroup 1b



Рис. 9. Silikon Metatars Yastığı (ABC, Турция) — подгруппа 1б

Fig. 9. Silikon Metatars Yastığı (ABC, Turkey) — subgroup 1b

фирмы чаще всего — гель-силикон. По нашему мнению, с одной стороны, пластик более эффективен в процессе коррекции, однако при использовании (особенно, в начальный период применения) может вызывать дискомфорт. Категорически не показан у пациентов с сахарным диабетом, и тем более при синдроме диабетической стопы. В то время как гелевый пелот не вызывает болезненных ощущений, но фиксированное, чаще всего, незначительное изменение его высоты не всегда позволяет полноценно восстановить свод. Положительным свойством манжеты (особенно с корригирующим пелотом) является возможность разместить ее в оптимальной области. Это важно в связи с тем, что не всегда стандартно расположенный корректор поперечного свода, например в серийных ортопедических стельках, находится под стопой в требуемой зоне, а изготавливать индивидуально не всегда возможно, либо дороже. При использовании манжеты одновременно достигается уменьшение поперечного размера переднего отдела стопы и сохранение или восстановление свода. Как правило, изготавливается несколько типоразмеров изделия. Однако при прогрессирующем увеличении окружности стопы (нарастающие отеки и пастозность различного генеза) продолжение ее применения иногда затруднено, и манжету необходимо снимать, что отрицательно сказывается на всем процессе лечения или послеоперационной реабилитации.

Манжеты, не имеющие корригирующего пелота (группа 1б), используют совместно с ортопедической стелькой, тем самым одновременно уменьшая (либо фиксируя) поперечный размер стопы и изменяя форму ее свода. Однако при появлении даже небольшого отека ее использование также невозможно. Особенно это опасно в случаях наличия у пациентов декомпенсированного сахарного диабета. Поэтому практически все производители таких конструкций в инструкции предупреждают о невозможности применения изделия при сахарном диабете, либо рекомендуют его использование только после консультации врача-эндокринолога.

2. Ортезы, которые обладают возможностью, кроме восстановления поперечного свода, осуществлять коррекцию других элементов деформации стопы (Hallux valgus и т. д.) (рис. 10–12).

В данной группе наиболее ярким примером является Hallufix (Hersteller/Manufacturer: Hallufix AG, Германия). Хорошего качества аналог производит фирма из Санкт-Петербурга «Ортоник». Особенностью приспособления является то, что вальгусная шарнирная шина первого пальца крепится на средний отдел стопы широкой лентой с помощью застежки Велькро. Причем поперечный свод корригируется **мобильным** пелотом. Таким образом, конструкция несет в себе две функции: улучшение положения первого пальца с одновременным восстановлением свода стопы. Показанием к ее применению является: консервативное лечение Hallux valgus до 30–35° с сохранением движений в первом плюснефаланговом суставе;

поперечная распластанность; послеоперационная реабилитация; профилактика начальной вальгусной деформации первого пальца при комбинированном плоскостопии.

Достоинства изделия: возможность дозированного исправления положения первого пальца и одновременное восстановление либо уменьшение распластанности; возможность движений (сгибания, разгибания) в первом плюснефаланговом суставе (тыльное и подошвенное сгибание) при сохранении эластичности поперечного свода; после реконструктивных операций на переднем отделе стопы позволяет закрепить (сохранить) достигнутый результат и сократить сроки реабилитации. Ее можно носить в том числе и при ходьбе в обуви.

В тоже время недостатком Hallufix является некоторая громоздкость конструкции, которая приводит к увеличению внешнего поперечного размера переднего отдела стопы. Учитывая это, изделием можно воспользоваться в просторной обуви (кроссовки, зимняя и осенняя обувь). Высокая стоимость приспособления также ограничивает покупательную способность у части пациентов (хотя российский аналог значительно дешевле). Конструкция обеспечивает только легкую степень коррекции элементов деформации (этот недостаток характерен для большинства многофункциональных конструкций). Поэтому, конечно, так называемые «ночные» шины первого пальца достигают значительно большей и более жесткой его коррекции. Однако движения в первом плюснефаланговом суставе при их использовании невозможны.

Оригинальные конструкции выпускают фирмы «Тривес» Россия (Т-02), Variteks orthopedi sanayi a.s. и Manufacturer Morsa Cyberg (Турция). В приспособлении Variteks шина, фиксирующая первый палец и плюснефаланговый сустав, расположенная по боковой поверхности, вшита в широкую мягкую объемную манжету. Регулировка поперечного размера возможна за счет застежек Велькро. Однако корректором, формирующим поперечный свод, изделие не снабжено. Аналогичный ортез изготавливает отечественная фирма «Крейт». Показания к применению: вариант «ночного» бандажа и реабилитационный период после оперативных вмешательств.

Условно к этой группе можно отнести еще несколько изделий: TAS Toe Alignment Splint (Darco, Германия) GmbH и Adjustable Bunion DaySplint; Hallux Valgus Softsplint (PediFix, США) (рис. 13, 14). Во всех трех имеется возможность коррекции положения пальца (в последнем в меньшей степени) и одновременного сближения плюсневых костей (то есть нормализация либо уменьшение поперечного размера). При этом отсутствие корригирующего пелота снижает эффективность конструкции. Другие характерные недостатки этих изделий такие же, как и у Hallufix.

3. Изделия, служащие для крепления корригирующих, разгружающих и защищающих приспособлений. Хотя они по внешнему виду (чаще всего в виде манжет) достаточно похожи на конструкции,



Рис. 10. Hallux Valgus Night Support (VARITEKS, Ortopedi sanayi A.S., Турция) — группа 2

Fig. 10. Hallux Valgus Night Support (VARITEKS, Ortopedi sanayi A.S., Turkey) — group 2

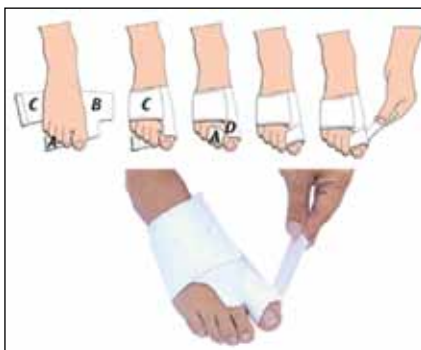


Рис. 11. Hallux Valgus Softsplint (PediFix, США) — группа 2

Fig. 11. Hallux Valgus Softsplint (PediFix, USA) — group 2



Рис. 12. Agjustable Bunion DaySplinte (PediFix, США) — группа 2

Fig. 12. Agjustable Bunion DaySplinte (PediFix, USA) — group 2

восстанавливающие поперечный свод, **этой функцией не обладают**. Это изделия фирм: Крейт (Россия), Малтри (Россия), Тривес (Россия), Fresco Podología S. L. (Испания) (рис. 15), Podospesial (Италия), OPPO Medical Inc. (США), Orliman (Испания), Orthocare Arden medical (Турция), Comforsil (Luga, Испания), Dynamic Techno Medicals (Индия), Morsa Cyberg (Турция), URIEL International (рис. 16) и др. Также к этой группе можно отнести приспособле-

ние Valgulos II (Bauerfeind AG, Германия) (рис. 17) и ортез F-720 (Крейт, Россия). Качество последнего изделия низкое. Конструкция Valgulos II позволяет восстановить положение первого пальца стопы, но манжета также не несет функции стяжки. Имеющийся мультиосный шарнир позволяет установить положение большого пальца под необходимым углом, учитывая послеоперационные показания и индивидуальные особенности стопы.



Рис. 13. Hallufix (Германия) — группа 2

Fig. 13. Hallufix (Germany) — group 2



Рис. 14. TAS Toe Alignment Splint (Darco, Германия) — группа 2

Fig. 14. TAS Toe Alignment Splint (Darco, Germany) — group 2



Рис. 15. Forman (Fresco, Испания) — группа 3

Fig. 15. Forman (Fresco, Spain) — group 3



Рис. 16. Forefoot Cushion Bandage (URIEL, International) — группа 3

Fig. 16. Forefoot Cushion Bandage (URIEL, International) — group 3



Рис. 17. Valgulos II (Bauerfeind, Германия) — группа 3

Fig. 17. Valgulos II (Bauerfeind, Germany) — group 3

Большинство приспособлений данной группы представляют собой мягкоэластичную трикотажную или тканевую манжету с гелевой (силиконовой) плоской пластиной толщиной от 2 до 3 мм. Такой пелот-диск защищает передний отдел стопы от ударных нагрузок при ходьбе и препятствует образованию натоптышей, то есть является протектором и должен применяться только как паллиативное средство и врачам об этом необходимо информировать пациентов. Так, например, компания Podospecial (Италия) выпускает под торговой маркой Zanni приспособление Fascia Metatarsale, которое рекомендуют использовать в том числе и при сахарном диабете. В нем также манжета несет лишь фиксирующую функцию.

4. Изделия, конструкции которых позволяют регулировать поперечный размер переднего отдела стопы и восстановить поперечный свод. Это продукция фирм МНПО «Паризо» (Россия) (рис. 18), PediFix (США) (рис. 19, 20), ФГУП «РЭЗ СП» (Россия) (рис. 21), Sporlastic Orthopaedics (Германия) (рис. 22). memo. OCHRONA NAJMLODSZYCH STOP, MDH Sp. z o.o. (Польша) (рис. 23).

Анализ достоинств и недостатков изделий из первых трех групп (а в дальнейшем и их сравнение) позволило выделить **четвертую группу**, куда вошли конструкции, предусматривающие возможность **регулировать** размер переднего отдела стопы и одновременно восстанавливать поперечный свод. Интересны конструкции Arch Brace и Visco-GEL компании PediFix (США), Metarso Anatomische Spreizfusbandage mit Pelotte (Sporlastic orthopaedics, Germany). Согласно инструкции силиконовая подушка под дистальный отдел стопы с застежкой Велькро торговой марки Comforma, изготавливаемая в КНР по заказу ТД «Атлетика» (Россия), «...разгружает поперечный свод, снимает ударную нагрузку при ношении модельной обуви и позволяет эффективно «бороться» с распластыванием плюсневых костей». Все они просты в применении, однако их корригирующий эффект ограничен.

Наиболее оптимальным, на наш взгляд, изделием оказалась ортопедическая манжета — ОМ (производитель МНПО «Паризо», Москва, Патент РФ № 2114582). Нами в клинической практике ортопедическая манжета ОМ применяется с 1996 г. (до этого использовали неразъемную манжету-стяжку, производитель ФГУП ЦИТО, Россия). В первые годы ОМ использовали только в реабилитационном периоде, после различных реконструктивных операций, а в дальнейшем и, большей частью, при консервативном лечении, так как таких пациентов значительно больше.

Ортопедическая манжета (ОМ) состоит из эластичной ленты, на концах которой с внутренней и внешней стороны нашиты соответственно «липучки» (Велькро), прилегающие друг к другу при наложении. На одном конце под «липучкой» выполнен карман с капюшоном-клапаном. В карман помещается вкладыш-пелот из односторонне выпуклого полужесткого материала. Периметр основания вкладыша имеет яйцеобразную форму.

Приводим технологию применения: для выведения головок 2–4-й плюсневых костей из-под нагрузки, ленту разомкнутой манжеты подкладывали под передний отдел стопы так, чтобы карман оказывался выпуклой стороной обязательно под этими головками. После чего натягивали ленту и совмещали ее концы таким образом, чтобы поверхности «липучек» совпали и слиплись. Если необходимо, одновременно с этим дозированно стягивали передний отдел стопы до восстановления нормального размера поперечника, а локальным давлением вкладыша-пелота формировали поперечный свод.

При использовании в реабилитационном периоде ортопедическую манжету одевали сразу после реконструкции. При высокой эластичности свода максимально необходимое натяжение достигали к 15–20-м суткам. Начало дозированной нагрузки на передний отдел стопы зависело от вида реконструкции, но обязательно в режиме постоянного использования манжеты. Анализ ближайших результатов показал, что у пациентов с мягким поперечным сводом при ходьбе отмечалось чувство удобства, комфорта и боли их не беспокоили. При ригидных сводах в ортопедической манжете производили замену вкладыша-пелота на более мягкий и низкий из латекса. В то же время при ходьбе без манжеты у части пациентов отмечались болевые ощущения, несмотря на достигнутый эффект по ходу операции.

При консервативном лечении распластанности ношение манжеты включали в комплекс ортопедического обеспечения пациентов. Причем если требовалось использование ортопедических стелек, в которые уже встроены корректоры поперечных сводов, из манжеты удаляли вкладыш-пелот и только стягивали, дозированно уменьшая поперечный размер переднего отдела стопы.

При увеличении объема (окружности) стоп в течение дня (за счет отеков) пациенты самостоятельно расслабляли и регулировали сжатие за счет перемещения застежки Велькро и продолжали ее использовать, что невозможно при неразъемных вариантах. Положение 1-го пальца при необходимости регулировалось различными межпальцевыми корректорами.

При консервативном лечении и после хирургического лечения наблюдали 106 пациентов от 1 года до 8 лет. Из них у 73 человек был мягкий поперечный свод и вальгусная деформация 1-го пальца не превышала 30°, у 33 пациентов — ригидный, при hallux valgus от 21 до 42°. Хирургическая коррекция деформированных пальцев была осуществлена 27 пациентам (положение их было восстановлено). У остальных для исправления положения пальцев использовали ортопедические приспособления (межпальцевые корректоры-«катушки», «ночной» бандаж и т. д.). У 22 человек в консервативный комплекс включили ношение ортопедических стелек. Все пациенты для коррекции либо сохранения поперечного свода применяли ортопедическую манжету по ранее описанной технологии. У 18 из них имелся сахарный диабет 2-го типа. Причем все эти пациенты тщательно отслеживали пока-



Рис. 18. Ортопедическая манжета ОМ (МНПО «Паризо», Россия) — группа 4
Fig. 18. Orthopedic cuff OM (MNPO Parizo, Russia) — group 4



Рис. 19. Arch Brace (PediFix; Pedi-Smart®, США) — группа 4
Fig. 19. Arch Brace (PediFix; Pedi-Smart®, USA) — group 4



Рис. 20. Arch Support Wrap (PediFix; Visco-GEL®, США) — группа 4
Fig. 20. Arch Support Wrap (PediFix; Visco-GEL®, USA) — group 4



Рис. 21. Силиконовая подушечка под дистальный отдел стопы (Comforma, КНР, по заказу ТД «Атлетика», Россия) — группа 4
Fig. 21. Silicone pad for foot distal part (Comforma, China, ordered by TH Athletika, Russia) — group 4



Рис. 22. Metarso Anatomische Spreizfusbandage mit Pelotte (Sporlastic Orthopaedics, Германия) — группа 4
Fig. 22. Metarso Anatomische Spreizfusbandage mit Pelotte (Sporlastic Orthopaedics, Germany) — group 4



Рис. 23. Pelota metatarsalna Inflex (memo. OCHRONA NAJMLODSZYCH STOP, MDH Sp. z o.o., Польша) — группа 4
Fig. 23. Pelota metatarsalna Inflex (memo. OCHRONA NAJMLODSZYCH STOP, MDH Sp. z o.o., Poland) — group 4

затели сахара в крови под наблюдением не только эндокринолога, но и ортопеда. Трофических нарушений не наблюдалось. Пациентов с эластичным сводом боли в стопах не беспокоили. Натоптыши выявлены только у 4 человек данной группы (у них наблюдались нарушения рекомендаций по ношению манжет). Походка улучшилась у большинства

обследованных. У 12 пациентов с ригидным сводом болевых ощущений также не отмечалось. В то же время у остальных они уменьшались и не носили мучительный характер. Вальгусное отклонение 1-го пальца увеличилось на 3–6° только у 7 человек (из них 5 ранее оперировались) за счет развития или прогрессирования деформирующего артроза. Нуж-

но обратить внимание, что наличие компенсированного сахарного диабета не препятствовало ношению ортопедической манжеты. При этом пациенты самостоятельно более тщательно осматривали кожные покровы и не допускали чрезмерного сдавления плюсневых костей. В процессе использования ортопедической манжеты трофические изменения не наблюдались.

Простота применения, низкая цена и успешные результаты использования изделий, позволяющих консервативно восстановить размер и форму поперечного свода, все больше привлекают как практикующих врачей, так и самих пациентов. При этом хотелось бы обратить внимание специалистов на перспективность конструкций четвертой группы. Мало-сложную ортопедическую обувь и «анатомические» модели также нередко изготавливают таким образом, чтобы имелась возможность регулировать сжатие переднего отдела стоп (за счет шнуровки, Велькро).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Восстановление поперечного свода стопы при поперечном плоскостопии (хирургически, консервативно или в их сочетании) должно быть одной из основных целей при лечении данной категории пациентов, применяться по показаниям и при необходимости сочетаться с другими корригирующими элементами. Все это позволит добиться как лечебного, так и косметического результата и в результате улучшить качество их жизни.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Алинагиев Б.Д. *Оперативное лечение вальгусной деформации первого пальца стопы с применением устройства наружной фиксации*. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2011. [Alinagiev BD. *Operativnoe lechenie val'gusnoi deformatsii pervogo pal'tsa stopy s primeneniem ustroistva naruzhnoi fiksatsii*. [dissertation abstract] Moscow; 2011. (In Russ.).]
- Сорокин Е.П. *Клинико-биомеханическая оценка эффективности различных методов оперативного лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы*. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб.; 2013. [Sorokin EP. *Kliniko-biomekhanicheskaya otsenka effektivnosti razlichnykh metodik operativnogo lecheniya val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'tsa stopy*. [dissertation abstract] St. Petersburg; 2013. (In Russ.).]
- Becker NL, Grau S, Obens T. [Vorfussdeformierung bei planum und balligem untergrund. (In German).] *OStechnik*. 1994;(1):20-30.
- Петров Д.Ю. *Хирургическая коррекция поперечной деформации переднего отдела стопы*. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — Саратов, 2010. [Petrov DYU. *Khirurgicheskaya korrektsiya poperechnoi deformatsii perednego otdela stopy*. [dissertation abstract] Saratov; 2010. (In Russ.).]
- Coughlin MJ, Roger A, Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int*. 1995;16(11):682-697. <https://doi.org/10.1177/107110079501601104>.
- Mann RA, Rudicel S, Graves SC. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(1):124-129. <https://doi.org/10.2106/00004623-199274010-00016>.
- Девятова А.А., Руденко И.А., Ткачев В.А. Способ оперативного лечения синдрома поперечного плоскостопия. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1991;146(2):45-46. [Devyatova AA, Rudenko IA, Tkachev VA. *Sposob operativnogo lecheniya sindroma poperechnogo ploskostopiya*. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 1991;146(2):45-46. (In Russ.).]
- Жильцов А.Н. О поперечном своде стопы и Hallux Valgus. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1978;(11):54-57. [Zhil'tsov AN. *O poperechnom svode stopy i Hallux Valgus*. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie*. 1978;(11):54-57. (In Russ.).]
- Ильминский А.В. *Хирургическое лечение поперечной распластности стопы и вальгусной деформации первого пальца*. Автореф. дисс. канд. мед. наук. Курск; 2009. [Il'minskii AV. *Khirurgicheskoe lechenie poperechnoi rasplastannosti stopy i val'gusnoi deformatsii pervogo pal'tsa*. [dissertation abstract] Kursk; 2009. (In Russ.).]
- Яременко Д.А., Корж А.А., Тлока В.А. *Клиника, оперативное лечение и ортопедическое снабжение при поперечной-распластанной деформации стопы*. Методические рекомендации. Харьков: НИИПП; 1982. 20 с. [Yaremenko DA, Korzh AA, Tloka VA. *Klinika, operativnoe lechenie i ortopedicheskoe snabzhenie pri poperechnoi-rasplastannoi deformatsii stopy*. Metodicheskie rekomendatsii. Kharkov: NIIPP; 1982. 20 p. (In Russ.).]
- Тертышник С.С., Плеханов Л.Г., Еремин И.В. Особенности оперативной коррекции деформаций переднего отдела стоп у пожилых. В кн.: *Материалы Первой международной конференции по хирургии стопы и голеностопного сустава в Москве*. М.; 2006. С. 97. [Tertyshnik SS, Plekhanov LG, Eremin IV. *Osobennosti operativnoi korrektsii deformatsii perednego otdela stop u pozhilykh*. In: *Materialy Pervoi mezhdunarodnoi konferentsii po khirurgii stopy i golenostopnogo sustava v Moskve*. Moscow; 2006. p. 97. (In Russ.).]
- Распутин Д.А. *Новое в хирургическом лечении вальгусного отклонения первого пальца стопы*. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Самара; 2009. [Rasputin DA. *Novoe v khirurgicheskoi lechenii val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'tsa stopy*. [dissertation abstract] Samara; 2009. (In Russ.).]
- Зоря В.И., Паршиков М.В. *Поперечное плоскостопие*. Учебное пособие для врачей. М.: Московский Государственный медико-стоматологический Университет; 2005. 27 с. [Zorya VI, Parshikov MV. *Poperechnoe ploskostopie*. Uchebnoe posobie dlya vrachei. Moscow: Moskovskii Gosudarstvennyi mediko-stomatologicheskii Universitet; 2005. 27 p. (In Russ.).]
- Попов А.В. *Лечение второй стадии поперечной распластности стопы и вальгусного отклонения первого пальца*. Дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2000. [Popov AV. *Lechenie vtoroi stadii poperechnoi rasplastannosti stopy i val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'tsa*. [dissertation] Moscow; 2000. (In Russ.).]
- Карданов А.А. *Оперативное лечение деформаций и заболеваний костей и суставов первого луча стопы*. Автореф. дисс. ... док. мед. наук. М.; 2009. [Kardanov AA. *Operativnoe lechenie deformatsii i zabolevaniy kostei i sustavov pervogo lucha stopy*. [dissertation abstract] Moscow; 2009. (In Russ.).]
- Процко В.Г. *Выбор оптимального метода лечения вальгусной деформации первого пальца стопы*. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2004. [Protsko VG. *Vybor optimal'nogo metoda lecheniya val'gusnoi deformatsii pervogo pal'tsa stopy*. [dissertation abstract] Moscow; 2004. (In Russ.).]
- Процко В.Г. *Хирургическое лечение плосковальгусной деформации стоп у взрослых*. Автореф. дисс. ... док. мед. наук. М.; 2019. [Protsko VG. *Khirurgicheskoe lechenie ploskoval'gusnoi deformatsii stop u vzroslykh*. [dissertation abstract] Moscow; 2019. (In Russ.).]
- Прозоровский Д.В., Бузницкий Р.И., Романенко К.К. Дифференцированный подход к выбору хирургического пособия при коррекции вальгусной дефор-

- мации первого пальца стопы. *Травма*. 2017;18(2):81-87. [Prozorovsky DV, Buznitsky RI, Romamenko KK. Differential approach to surgery method for hallux valgus treatment. *Trauma*. 2017;18(2):81-87. (In Russ.).] <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.18.2017.102563>
19. Жанаспаев А.М., Сорокин М.Н., Жанаспаев М.А., Бокембаев Н.А. Лечение поперечного плоскостопия с Hallux Valgus при I и II типе распластанности. *Наука и Здоровоохранение*. 2019;21(1):80-90. [Zhanaspaev AM, Sorokin MN, Zhanaspaev MA, Bokembaev NA. Treatment of transverse flatfoot with Hallux Valgus in type I and II foot flatness. *Nauka i Zdravoohranenie*. 2019;21(1):80-90. (In Russ.).]
 20. Кузьмин В.И. *Теоретические и практические аспекты проектирования медицинских технологий качества лечения больных с деформациями стоп у взрослых*: Автореф... дисс. док. мед. наук. М.; 2004. [Kuz'min VI. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty proektirovaniya meditsinskikh tekhnologii kachestva lecheniya bol'nykh s deformatsiyami stop u vzroslykh*. [dissertation abstract] Moscow; 2004. (In Russ.).]
 21. Батенкова Г.И., Горелова И.К., Старцева Т.Е. Вкладные ортопедические приспособления для стандартной обуви. *Протезирование и протезостроение: Сборник научных трудов ЦНИИПП*. 1980;70:66-71. [Batenkova GI, Gorelova IK, Startseva TE. Vkladnye ortopedicheskie prispособleniya dlya standartnoi obuvi. *Protezirovanie i protezostroenie: Sbornik nauchnykh trudov TsNIIPP*. 1980;70:66-71. (In Russ.).]
 22. Вреден Р.Р. *Практическое руководство по ортопедии*. 3-е изд. Л.: Биомедгиз; 1936. 605 с. [Vreden RR. *Prakticheskoe rukovodstvo po ortopedii*. 3rd ed. Leningrad: Biomedgiz; 1936. 605 p. (In Russ.).]

Информация об авторах:

Петр Сергеевич Бардюгов — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва; Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва; Видновская районная клиническая больница, г. Видное.

Михаил Викторович Паршиков — д-р мед. наук, профессор, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва.

Information about the authors:

Petr S. Bardyugov — MD, trauma-orthopedist, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia; Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia; Vidnoe regional clinical hospital, Vidnoe, Russia.

Mihail V. Parshikov — MD, PhD, Professor, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia.

ОЦЕНКА КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКИХ БИНАУРАЛЬНЫХ БИЕНИЙ В КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПАЦИЕНТОВ К ПРОТЕЗИРОВАНИЮ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

А.Б. Секирин, В.Ф. Прикулс, А.Е. Майбродская

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского», Москва

Цель. Повышение эффективности комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий по подготовке к выполнению эндопротезирования тазобедренного сустава. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 66 пациентов, которым планировалось выполнение эндопротезирования тазобедренного сустава. Они были разделены на две группы. В основную группу ($n = 32$) вошли пациенты, которым в качестве релаксационной программы проводили 5 процедур бинауральных биений. В группе сравнения ($n = 34$) пациенты получали стандартный комплекс мероприятий по подготовке к проведению данной операции. Все пациенты перед началом исследования проходили скрининг на наличие депрессии и тревоги при помощи стандартизированной госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS). А также мы регистрировали начальные уровни реактивной и личностной тревожности по тесту Спилберга – Ханина. Для оценки динамики показателей тестирования повторяли в обеих группах через 7 сут. **Результаты.** Проведенное исследование показало, что в основной группе на фоне проведения процедур бинауральных биений, существенно снижались показатели реактивной ($с\ 57,2 \pm 3,8$ до $42,4 \pm 5,2$ балла, $p = 0,014$) и личностной тревожности ($с\ 58,9 \pm 4,1$ до $44,7 \pm 3,8$ балла, $p = 0,003$). Кроме того, применение метода бинауральных биений приводило к значимому снижению показателей подшкалы тревоги HADS ($p < 0,001$) у пациентов основной группы — $с\ 12,8 \pm 2,8$ до $8,5 \pm 0,7$ балла. В то время как у пациентов в группе сравнения наблюдалось значительно менее выраженное снижение данного параметра — $с\ 11,7 \pm 3,1$ до $10,9 \pm 1,6$ балла ($p < 0,01$). По подшкале депрессии HADS также отмечалось выраженное уменьшение показателей в основной группе до $7,1 \pm 0,8$ балла, это значение было статистически значимо ниже ($p = 0,011$), чем в группе сравнения — $10,2 \pm 1,2$ балла. **Заключение.** Проведенное исследование показало, что использование метода бинауральных биений в комплексе мероприятий по подготовке пациентов к эндопротезированию тазобедренного сустава, способствует улучшению их психоэмоционального статуса. Это проявляется снижением показателей личностной и реактивной тревожности в тесте Спилберга – Ханина, а также выраженности депрессии и тревоги по шкале HADS. Преимуществами метода являются неинвазивность и простота применения, а к недостаткам можно отнести длительность проведения процедуры и недостаточно изученный механизм действия.

Ключевые слова: бинауральные биения; эндопротезирование; тазобедренный сустав; остеоартроз; реабилитация.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Источник финансирования: Клиническое исследование проводилось на базе ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Секирин А.Б., Прикулс В.Ф., Майбродская А.Е. Оценка клинической эффективности метода акустических бинауральных биений в комплексной подготовке пациентов к протезированию тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):60-65. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027260-65>

ASSESSMENT OF CLINICAL EFFICACY OF THE ACOUSTIC BINAURAL BEATING METHOD IN THE COMPLEX PREPARATION OF PATIENTS FOR HIP REPLACEMENT

A.B. Sekirin, V.F. Prikuls, A.E. Maybrodskaya

State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region
“M.F. Vladimirskiy Moscow Regional Clinical Research Institute”, Moscow, Russia

Objective. To increase the efficiency of the complex of therapeutic and rehabilitation measures in preparation for hip joint endoprosthesis. **Materials and methods.** 66 patients in whom it was planned to perform hip joint endoprosthesis took part in the research. They were divided into two groups. The main group ($n = 32$) included patients who underwent 5 binaural beats as a relaxation program. In the comparison group ($n = 34$) the patients received a standard set of measures to prepare for this operation. All patients were screened for depression and anxiety using the standardized hospital scale for anxiety and depression (HADS) before the study. We also recorded the initial levels of reactive and personality anxiety using the

Spielberger – Hanin test. We repeated the test in both groups after 7 days to evaluate the dynamics of the test. Results. The conducted research showed that in the main group on the background of binaural beating procedures, reactive (from 57.2 ± 3.8 to 42.4 ± 5.2 points, $p = 0.014$) and personal anxiety (from 58.9 ± 4.1 to 44.7 ± 3.8 points, $p = 0.003$) were significantly reduced. In addition, the application of binaural beats method resulted in a significant decrease of HADS alarm subscale indexes ($p < 0.001$) in patients of the base group — from 12.8 ± 2.8 to 8.5 ± 0.7 points. While patients in the comparison group had significantly less expressed decrease of this parameter — from 11.7 ± 3.1 to 10.9 ± 1.6 points ($p < 0.01$). On the HADS depression subscale there was also a marked decrease in the main group to 7.1 ± 0.8 points, this value was statistically significantly lower ($p = 0.011$) than in the comparison group — 10.2 ± 1.2 points. Conclusion. The conducted research has shown that the use of the binaural beats method in the complex of measures to prepare patients for hip joint endoprosthesis helps to improve their psycho-emotional status. This is manifested by a decrease in personal and reactive anxiety in the Spielberger – Hanin test, as well as the severity of depression and anxiety on the HADS scale. The advantages of the method are non-invasive and easy to use, and the disadvantages include the duration of the procedure and poorly studied mechanism of action.

Key words: binaural beats; arthroplasty; hip joint; osteoarthritis; rehabilitation.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Financing source: The clinical study was conducted using resources of State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region “M.F. Vladimirskiy Moscow Regional Clinical Research Institute”.

TO CITE THIS ARTICLE: Sekirin AB, Prikuls VF, Maybrodskaya AE. Assessment of clinical efficacy of the acoustic binaural beating method in the complex preparation of patients for hip replacement. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):60-65. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027260-65>

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных методов лечения и реабилитации пациентов с патологией тазобедренного сустава является эндопротезирование, выполнение которого особенно актуально у лиц пожилого возраста [1, 2]. В комплексе мероприятий по медицинской реабилитации этой категории пациентов, которая начинается еще на этапе подготовки к выполнению данного вмешательства, применяется лекарственная и немедикаментозная терапия, в том числе комплекс средств и методов, облегчающих адаптацию пациента и улучшающие его функциональные возможности, в том числе и психологическое состояние [3].

Комплекс немедикаментозных мероприятий включает физиотерапию, лечебную физкультуру, бальнеотерапию, массаж, лечебное и профилактическое питание, мануальную терапию, рефлексотерапию, а также психотерапию. Ряд авторов в качестве одного из перспективных направлений совершенствования системы лечебно-реабилитационных мероприятий рассматривают применение метода бинауральных ритмов [4, 5]. Бинауральные ритмы воспринимаются слухом как биения на частоте, равной разности частот, слышимых левым и правым ухом. Для того чтобы услышать бинауральные биения (ББ), необходимо использование стереонаушников, при этом в разные ушные раковины подаются сигналы, различающиеся по частоте в пределах 30 Гц, частота тонов не выше 1000–1500 Гц. Подобные различия мозг воспринимает как естественные биения низкой частоты [6].

По нашему мнению, актуальной представляется необходимость проведения систематических исследований, которые могли бы продемонстрировать эффективность данного метода по сравнению с ис-

пользуемыми методами коррекции состояний рассматриваемой категории пациентов, в том числе в рамках их комплексной подготовки к эндопротезированию. Нами предпринята попытка изучения влияния ББ на психоэмоциональный статус больных в комплексе применяемых лечебно-реабилитационных методов.

Цель исследования: повышение эффективности комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий по подготовке к выполнению эндопротезирования тазобедренного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 66 пациентов, которым планировалось выполнение эндопротезирования тазобедренного сустава, в том числе 42 мужчины и 24 женщины, возраст — от 58 до 72 лет, средний возраст больных составил $65,2 \pm 7,8$ года. Из этой выборки были сформированы 2 группы: основная ($n = 32$) — пациенты, которым проводили стандартный комплекс мероприятий по подготовке к проведению эндопротезирования тазобедренного сустава, а также в отношении которых была реализована разработанная комплексная релаксационная программа, включавшая применение метода ББ; группа сравнения ($n = 34$) — лица, которым проводили стандартный комплекс мероприятий по подготовке к проведению эндопротезирования тазобедренного сустава.

Отбор пациентов для участия в исследовании осуществляли в соответствии со следующими критериями включения:

1. Диагноз деформирующего артроза тазобедренного сустава, подтвержденный данными клинического и рентгенологического обследования согласно критериям EULAR.

2. Отсутствие удовлетворительного эффекта консервативной терапии при поражении сустава I–II степени согласно клинко-рентгенологической классификации остеоартроза Н.С. Косинской.
3. Выявление при первичной диагностике выраженных дегенеративных изменений и стойкого нарушения функции пораженного сустава, соответствующих остеоартрозу III степени по клинко-рентгенологической классификации Н.С. Косинской.
4. Добровольное информированное согласие на участие в настоящем исследовании.

В качестве критериев не включения рассматривали:

1. Наличие на момент включения в исследования остеомиелита в области предполагаемого операционного поля.
2. Гнойный артрит пораженного сустава, инфекция мягких тканей в области пораженного сустава.
3. Выраженное рубцевание в предполагаемой области оперативного вмешательства, затрагивающее костные компоненты пораженного сустава.
4. Имобилизация пациента, не связанная с поражением сустава, не позволяющая мобилизовать пациента путем эндопротезирования (например, вследствие гемипареза в исходе инсульта, нейродегенеративных заболеваний и т. п.).
5. Острые инфекционно-воспалительные заболевания любой этиологии или сопутствующие хронические инфекционные заболевания в активной фазе, хронические воспалительные очаги, требующие санации, любой локализации.
6. Тяжелая сопутствующая соматическая патология со значительным нарушением функции соответствующих органов (неконтролируемая артериальная гипертензия, гемодинамически значимые нарушения ритма и проводимости сердца, недавно перенесенный инфаркт миокарда или инсульт, тяжелые пороки сердца, острые и хронические заболевания легких, печени и/или почек в стадии обострения с развитием сердечной, дыхательной, печеночной и/или почечной недостаточности).
7. Наличие тяжелых психических расстройств или неврологических заболеваний.
8. Отказ от участия в исследовании и от подписания формы добровольного информированного согласия.

Критерии исключения:

1. Желание пациента прекратить исследование.
2. Нарушение пациентом плана исследования.
3. Серьезные нежелательные явления, возникающие у пациента во время исследования.

После первичной оценки состояния были проведены: стандартный комплекс мероприятий по подготовке к проведению эндопротезирования тазобедренного сустава; курс ББ-терапии в количестве 5 сеансов.

В качестве задач предоперационного восстановительного лечения рассматривали уменьшение выраженности болевого синдрома в пределах имеющегося диапазона активных движений, увеличение

тонуса и силы мышц поясничного отдела позвоночника, абдукторов, разгибателей и внутренних ротаторов бедра; подготовку пациента к занятиям лечебной физкультурой после эндопротезирования.

В группе сравнения для решения этих задач в рамках стандартного комплекса предоперационных мероприятий в течение 5 дней пациенты выполняли соответствующие упражнения из облегченного исходного положения при гравитационной разгрузке сустава вытяжением или специальными эластичными тягами, также маховые и пассивные упражнения.

В основной группе в комплексе предоперационных мероприятий использовали метод ББ. Процедуру проводили в звукоизолированном экранированном помещении с приглушенным освещением, в положении лежа на спине.

Для изучения биоэлектрической активности мозга использовали электроэнцефалограф «Нейрон-Спектр», наложение электродов выполняли с использованием международной системы отведений «10-20», запись осуществляли с помощью 8 активных хлор-серебряных электродов. Применяли фильтр частот, ограничивающий пропускание сигнала в пределах 0,5–35 Гц.

Обследуемым предлагалось прослушивать звуковые фрагменты, содержащие бинауральные биения. Использовали следующие частоты бинауральных биений: 3 Гц (соответствует дельта-диапазону электроэнцефалограммы (ЭЭГ)), 18 Гц (бета-диапазон ЭЭГ) и «резонансная» частота, которая определялась у каждого обследуемого индивидуально — усреднялись показатели средней частоты альфа-ритма в затылочных отведениях четырех 10-секундных отрезков ЭЭГ покоя с закрытыми глазами, после чего полученное среднее значение округлялось с точностью до 0,5 Гц; частоты воздействия находились в диапазоне 9–11 Гц.

Звуковые колебания синусоидальной формы генерировались с помощью компьютерной программы, отсутствие искажений синусоиды и частотно-амплитудные характеристики воспроизводимого звука перед началом обследований контролировались с помощью цифрового осциллографа. Воспроизводился файл с помощью наушников с амбушюрами, исключающими возможность костной проводимости.

Прослушивание выполняли на пустой желудок (либо натощак, либо через 2 ч после приема пищи), лежа на спине, голова пациента была слегка приподнята на подушке. Перед началом сеанса пациенту предлагали сделать 3 глубоких вдоха-выдоха; сжать челюсти, зажмурить глаза, напрячь мышцы лица, головы, шеи, сжать кулаки, напрячь мышцы рук, плеч, груди, живота, сделать глубокий вдох, задержать в напряженном состоянии дыхание на 5–10 с и резко выдохнуть, свободно подышать, не открывая глаз.

Затем включали звуковоспроизводящее устройство, обеспечивали максимально громкий, но приемлемый для пациента уровень громкости первого звукового компонента.

Включали видеоряд, регулировали по громкости второй звуковой компонент (музыку, сопровождающий видеоряд). Проводили 5 сеансов прослушивания ежедневно по 2 раза в день с минимальным интервалом между сеансами не менее 6 ч. Прослушивание пациентами аудиозаписей осуществлялось через подсоединенные наушники на комфортном для индивидуального восприятия уровне громкости в течение 30 мин.

У каждого обследуемого регистрировали ЭЭГ покоя с закрытыми глазами в тишине. Затем производили регистрацию ЭЭГ при прослушивании 10-минутных звуковых фрагментов, содержащих бинауральные биения с частотами 3, 18 Гц, «резонансная». Порядок предъявления звуковых фрагментов был случайным.

В ходе исследования оценивали динамику показателей тревожности в тесте Спилберга — Ханина, регистрировали уровни реактивной тревожности и личностной тревожности. Методика Спилберга — Ханина (шкала самооценки тревожности) позволяет определить субъективную самооценку реактивной тревожности, как состояния, и личностной тревожности, как устойчивой характеристики [7].

Все пациенты перед началом исследования проходили скрининг на наличие депрессии и тревоги при помощи стандартизированной госпитальной шкалы тревоги и депрессии (The hospital Anxiety and Depression Scale — HADS). Шкала позволяет проводить первичную оценку тяжести депрессии и тревоги в условиях общемедицинской практики. Шкала HADS содержит 14 пунктов, каждому из которых соответствует 4 варианта ответов, отражающих степень нарастания симптоматики.

Проводили сравнения показателей до коррекции и через 7 сут с начала проведения комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий в обеих группах, выполняли межгрупповые сравнения в различные периоды наблюдения.

Независимый комитет по этике при государственном бюджетном учреждении здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» № 8 от 13.09.2018 одобрил протокол данного научного исследования.

Статистическая обработка результатов выполнена на персональном компьютере при помощи пакета программ для статистической обработки данных Statistica for Windows 10.0 (StatSoft, США). Проверку значений количественных показателей на соответствие нормальному распределению осуществляли с помощью метода Шапиро — Уилка. Для оценки различий значений количественных показателей в разных группах (после проверки распределения признаков на соответствие закону нормального распределения по критерию Колмогорова — Смирнова) использовали непараметрический *U*-критерий Манна — Уитни. Сравнение различий показателей в связанных выборках в разные сроки исследования осуществляли с использованием критерия Вилкоксона.

Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что у пациентов, которым планировалось выполнение эндопротезирования тазобедренного сустава, были повышенными уровни как реактивной, так и личностной тревожности. Как представлено на рис. 1, значения показателя реактивной тревожности составили в группе сравнения $56,8 \pm 4,2$ балла, в основной группе — $57,2 \pm 3,8$ балла. Тестирование, проведенное через 7 сут, показало, что в группе пациентов, в комплексе мероприятий которым был использован метод ББ, значение данного показателя снизилось до $42,4 \pm 5,2$ балла. Значение этого показателя было статистически значимо ниже ($p = 0,014$), чем в группе сравнения, которое составило в этот срок $52,1 \pm 4,7$ балла.

Уровни личностной тревожности также были повышены в обеих группах, значения данного показателя составили в группе сравнения и основной группе соответственно $61,2 \pm 6,0$ и $58,9 \pm 4,1$ балла (рис. 2). После курса процедур ББ у больных основной группы наблюдалось существенное снижение этого показателя до $44,7 \pm 3,8$ балла, что было достоверно меньше ($p = 0,003$), чем в группе сравнения — $54,6 \pm 5,4$ балла.

Установлено, что применение метода ББ в комплексе лечебно-реабилитационных мероприятий приводило к значимому снижению показателя подшкалы «тревога» ($p < 0,001$) у пациентов основной группы — с $12,8 \pm 2,8$ до $8,5 \pm 0,7$ балла (рис. 3). В то же время у пациентов группы сравнения наблюдалось значительное менее выраженное снижение данного параметра — с $11,7 \pm 3,1$ до

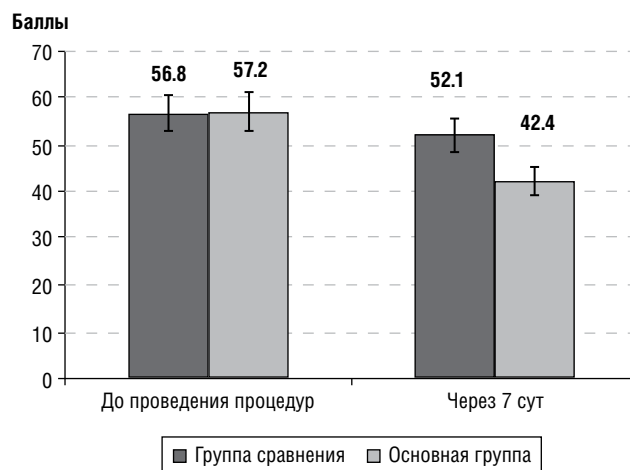


Рис. 1. Динамика показателя реактивной тревожности (тест Спилберга) на фоне проведения процедур. * — различия статистически значимы ($p < 0,05$) по сравнению с показателем в группе сравнения (критерий Манна — Уитни)

Fig. 1. Dynamics of reactive anxiety index (Spielberger test) against the background of procedures. * — differences are statistically significant ($p < 0.05$) in comparison with the index in the comparison group (Mann — Whitney criterion)

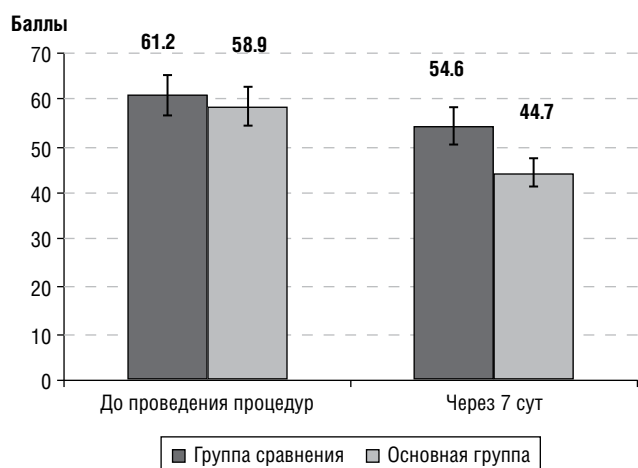


Рис. 2. Динамика показателя личностной тревожности (тест Спилбергера) на фоне проведения процедур. * — различия статистически значимы ($p < 0,05$) по сравнению с показателем в группе сравнения (критерий Манна — Уитни)

Fig. 2. Dynamics of personal anxiety index (Spielberger test) on the background of procedures. * — differences are statistically significant ($p < 0,05$) compared to the index in the comparison group (Mann — Whitney criterion)

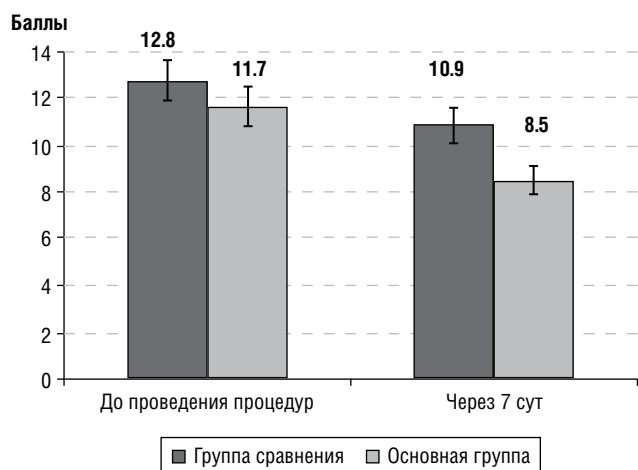


Рис. 3. Динамика подшкалы тревоги HADS на фоне проведения процедур. * — различия статистически значимы ($p < 0,05$) по сравнению с показателем в группе сравнения (критерий Манна — Уитни)

Fig. 3. Dynamics of the HADS alarm subscale during procedures. * — differences are statistically significant ($p < 0,05$) in comparison with the indicator in the comparison group (Mann — Whitney criterion)

10,9 ± 1,6 балла. Последнее значение было статистически значимо выше ($p < 0,01$), чем в основной группе больных.

Исходные значения показателя подшкалы депрессии HADS свидетельствовали о наличии депрессии у большинства больных обеих групп, которым планируется выполнение эндопротезирования тазобедренного сустава. После курса процедур ББ у пациентов основной группы отмечалось выраженное уменьшение данного показателя до 7,1 ± 0,8 балла, это значение было статистически значимо ниже ($p = 0,011$), чем в группе сравнения —

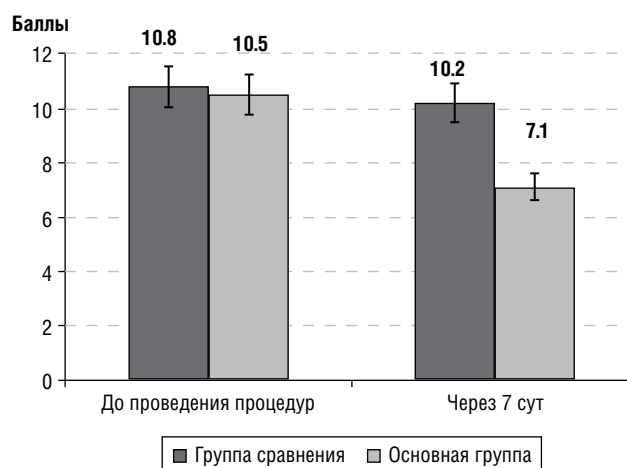


Рис. 4. Динамика подшкалы депрессии HADS на фоне проведения процедур. * — различия статистически значимы ($p < 0,05$) по сравнению с показателем в группе сравнения (критерий Манна — Уитни)

Fig. 4. Dynamics of the HADS subscale of depression during procedures. * — differences are statistically significant ($p < 0,05$) compared to the indicator in the comparison group (Mann — Whitney criterion)

10,2 ± 1,2 балла (рис. 4). Нежелательных явлений во время и после проведения процедур ББ у пациентов отмечено не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование показало, что использование метода ББ в комплексе мероприятий, реализуемых в рамках подготовки больных, нуждающихся в выполнении эндопротезирования тазобедренного сустава, способствует улучшению их психоэмоционального статуса, что проявляется снижением показателей личностной и реактивной тревожности в тесте Спилбергера, а также выраженности депрессии и тревоги по шкале HADS.

Безусловно, необходимым представляется проведение дальнейших исследований, для того чтобы оценить длительность сохранения установленного клинического эффекта и охарактеризовать группы пациентов, которые наиболее «чувствительны» к применению этого метода.

По одной из гипотез эффективность метода ББ обусловлена способностью подпороговых звуковых стимулов синхронизировать кортикальную активность больших нейронных популяций. Представляется, что весьма перспективным может быть применение метода в области коррекции психосоматических расстройств, в первую очередь — тревожно-депрессивных [4, 5]. Очевидно, что преимуществами использования ББ являются неинвазивность и простота данного подхода, а к недостаткам можно отнести длительность проведения процедуры.

Активное внедрение ББ в клиническую практику будет способствовать улучшению психоэмоционального состояния пациентов с остеоартрозом

тазобедренного сустава, что в свою очередь окажет бесспорное влияние на качество жизни и успех хирургического лечения.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Edwards PK, Mears SC, Stambough JB, Foster SE, Barnes CL. Choices, compromises, and controversies in total knee and total hip arthroplasty modifiable risk factors: what you need to know. *J Arthroplasty*. 2018;33(10):3101-3106. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.066>.
2. Алабут А.В., Сикилинда В.Д. Влияние коморбидности на выбор тактики лечения пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. *Главный врач Юга России*. 2016;(2):35-40. [Alabut AV, Sikilinda VD. Influence of comorbidity on the choice of treatment tactics for patients with diseases of musculoskeletal system. *Glavnyi vrach Yuga Rossii*. 2016;(2):35-40. (In Russ.)]
3. Конева Е.С., Лядов К.В., Шаповаленко Т.В., Жукова Е.В., Полушкин В.Г. Персонализированный подход к назначению аппаратных методик восстановления стереотипа ходьбы у пациентов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2018;95(1):26-34. [Koneva ES, Lyadov KV, Shapovalenko TV, Zhukova EV, Polushkin VG. The hardware techniques for the restoration of the gait stereotype in the patients following total hip replacement: the personalized approach. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury*. 2018;95(1):26-34. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/kurort201895126-34>
4. Tang HY, Vitiello MV, Perlis M, Riegel B. Openloop neurofeedback audiovisual stimulation: a pilot study of its potential for sleep induction in older adults. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2015;40(3):183-188. <https://doi.org/10.1007/s10484-015-9285-x>.
5. Palaniappan R, Phon-Amnuaisuk S, Eswaran C. On the binaural brain entrainment indicating lower heart rate variability. *Int J Cardiol*. 2015;190:262-263. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.04.175>.
6. Kennel S, Taylor AG, Lyon D, Bourguignon C. Pilot feasibility study of binaural auditory beats for reducing symptoms of inattention in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Pediatr Nurs*. 2010;25(1):3-11. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2008.06.010>.
7. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Мирошников Н.П., Шарай В.Б. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния. *Вопросы психологии*. 1973;19(6):141-145. [Doskin VA, Lavrent'eva NA, Miroshnikov NP, Sharai VB. Test differentsirovannoi samootsenki funktsional'nogo sostoyaniya. *Voprosy psikhologii*. 1973;19(6):141-145. (In Russ.)]

Сведения об авторах:

Алексей Борисович Секирин — канд. мед. наук, научный руководитель отделения физиотерапии и реабилитации. ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского», Москва. E-mail: sekira@inbox.ru.

Владислав Францевич Прикулс — д-р мед. наук, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и физиотерапии. ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского», Москва. E-mail: vlad_doc@list.ru.

Александра Евгеньевна Майбродская — младший научный сотрудник отделения физиотерапии и реабилитации. ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского», Москва. E-mail: sunmyland@rambler.ru.

Information about authors:

Alexey B. Sekirin — MD, Director for Science of the Department of Physiotherapy and Rehabilitation at State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region "M.F. Vladimirskiy Moscow Regional Clinical Research Institute", Moscow, Russia. E-mail: sekira@inbox.ru.

Vladislav F. Prikuls — MD, PhD, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Physiotherapy at State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region "M.F. Vladimirskiy Moscow Regional Clinical Research Institute", Moscow, Russia. E-mail: vlad_doc@list.ru.

Alexandra E. Maybrodskaya — Junior Researcher of the Department of Physiotherapy and Rehabilitation at State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region "M.F. Vladimirskiy Moscow Regional Clinical Research Institute", Moscow, Russia. E-mail: sunmyland@rambler.ru.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

<https://doi.org/10.17816/vto202027266-71>

© Коллектив авторов, 2020



РОЛЬ микроРНК ПРИ ДЕГЕНЕРАЦИИ МЕЖПОЗВОНКОВОГО ДИСКА

О.А. Бейлерли, И.Ф. Гареев, В.Н. Павлов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Республика Башкортостан

МикроРНК (miRNA) представляют собой класс небольших некодирующих молекул РНК, которые негативно регулируют экспрессию генов на посттранскрипционных уровнях. MiRNAs не только регулируют многие нормальные физиологические процессы, но также играют важную роль в развитии большинства расстройств. Уровни экспрессии miRNAs характеризуются эндогенными свойствами и тканевой специфичностью. Это повышает вероятность того, что miRNAs могут служить полезными клиническими биомаркерами при диагностике определенных заболеваний. Хроническая боль в пояснице, как правило, связана с дегенерацией межпозвонкового диска (ДМД), которая тесно связана с апоптозом, нарушением внеклеточного матрикса, пролиферацией клеток и воспалительным ответом. Этот процесс характеризуется каскадом молекулярных, клеточных, биохимических и структурных изменений. В настоящее время не существует клинической терапии, направленной на патофизиологию дегенерации диска. Наличие нерегулируемой экспрессии miRNAs у пациентов с заболеваниями дегенерации диска указывает на то, что miRNAs могут играть жизненно важную роль в патогенезе ДМД. Становится очевидным, что эпигенетические процессы так же сильно влияют на эволюцию ДМД, как и генетический фон. Дeregулированные фенотипы клеток пульпозного ядра, включая дифференцировку, миграцию, пролиферацию и апоптоз, участвуют во всех стадиях прогрессирования ДМД человека. В этом обзоре мы сфокусируемся на роли и терапевтическом значении miRNAs при ДМД.

Ключевые слова: дегенерация межпозвонкового диска; микроРНК; апоптоз клеток пульпозного ядра; пролиферация клеток пульпозного ядра.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: данная работа была выполнена при финансовой поддержке гранта Республики Башкортостан молодым ученым от 7 февраля 2020 г. № УГ-43.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Бейлерли О.А., Гареев И.Ф., Павлов В.Н. Роль микроРНК при дегенерации межпозвонкового диска. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):66-71. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027266-71>

THE ROLE OF microRNA IN DEGENERATION OF THE INTERVERTEBRAL DISC

O.A. Beylerli, I.F. Gareev, V.N. Pavlov

Bashkir State Medical University, Rep. Bashkortostan, Ufa, Russia

MicroRNAs (miRNAs) are a class of small noncoding RNA molecules that negatively regulate gene expression at posttranscriptional levels. MiRNAs regulate many normal physiological processes, and also play an important role in the development of most disorders. The expression levels of miRNAs are characterized by endogenous properties and tissue specificity. These characteristics increase the likelihood that miRNAs can serve as useful clinical biomarkers in the diagnosis of certain diseases. Chronic lower back pain is usually associated with degeneration of the intervertebral disc (IDD), which is closely associated with apoptosis, impaired extracellular matrix, cell proliferation, and an inflammatory response. This process is characterized by a cascade of molecular, cellular, biochemical, and structural changes. Currently, there is no clinical therapy that shows the pathophysiology of disk degeneration. The presence of unregulated expression of miRNA in patients with degenerative disk disease indicates a vital role of miRNAs in the pathogenesis of IDD. It becomes apparent that epigenetic processes affect the evolution of IDD as much as the genetic background. Deregulated phenotypes of pulp nucleus cells, including differentiation, migration, proliferation, and apoptosis, are involved in all stages of the progression of human IDD. In this review, we will focus on the role and therapeutic value of miRNAs in IDD.

Key words: degeneration of the intervertebral disc; miRNA; apoptosis of the cell's nucleus pulposus; cell proliferation of the nucleus pulposus.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: research was conducted under the grant of the Republic of Bashkortostan for young scientists No. UG-43 dated February 7, 2020.

TO CITE THIS ARTICLE: Beylerli OA, Gareev IF, Pavlov VN. The role of microrna in degeneration of the intervertebral disc. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):66-71. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027266-71>

ВВЕДЕНИЕ

Межпозвоночный диск (МПД) представляет собой гетерогенную фиброзно-хрящевую ткань, расположенную между каждым из 24 позвонков, которые подразделяются на 7 шейных, 12 грудных и 5 поясничных позвонков. Он состоит из трех морфологически различных областей: пульпозного ядра (ПЯ), фиброзного кольца (ФК) и концевых хрящевых пластин (КХП). Центральная область МПД — ПЯ, которое окружено ФК сбоку и КХП ниже и выше [1]. Такое расположение позволяет дискам облегчить движение и гибкость [2]. Стоит отметить, что МПД принадлежит к самой крупной аваскулярной структуре тела, капилляры которой снабжают только внешнюю сторону ФК, а также верхнюю и нижнюю поверхности диска через КХП [3]. Кроме того, в МПД нервные окончания достигают только периферии ФК [4]. Из-за этих структурных особенностей МПД подвержен дегенерации. Дегенерация межпозвоночного диска (ДМД) является одной из основных причин болей в пояснице, которые составляют глобальное бремя с серьезной медицинской помощью и социально-экономическими издержками [5]. Несмотря на то что лечение ДМД значительно продвинулось за последнее десятилетие, многие пациенты все еще не достигают устойчивой ремиссии. Этиология ДМД является многофакторной, включая генетическую предрасположенность, образ жизни (например, тип занятий, курение, употребление алкоголя) и старение [6, 7]. Основные молекулярные и клеточные механизмы ДМД до сих пор в значительной степени неизвестны. Таким образом, все большее число исследований подтверждает наблюдение, что клетки ПЯ играют важную роль в поддержании целостности межпозвоночных дисков МПД благодаря их роли в производстве коллагена II типа, агрекана и других компонентов внеклеточного матрикса (ВКМ) [8, 9].

Фактически miRNAs являются исключительно универсальным механизмом подавления экспрессии и поэтому задействованы в регуляции широкого спектра клеточных процессов (по разным оценкам от 30 до 60 % генов человека являются мишенями микроРНК) [10, 11]. Экспрессия miRNAs имеет как пространственную, так и временную специфичность, наряду с тканевой и клеточной специфичностью [12]. Они играют важную роль в различных патологических состояниях, таких как рак, нейродегенерация и старение [13, 14]. Недавние исследования показали, что miRNAs могут участвовать в пролиферации, дифференцировке и апоптозе клеток и, таким образом, участвовать в более широких процессах [15, 16]. Недавний прогресс в биологии показал, что miRNAs не регулируются при различных типах рака. Таким образом, miRNAs имеют

значительный потенциал, чтобы стать предметом исследований для профилактики и лечения ДМД, особенно для нацеливания на связанные с ДМД клеточные процессы, такие как пролиферация клеток ПЯ и апоптоз.

MiRNAs РЕГУЛИРУЮТ АПОПТОЗ КЛЕТОК ПУЛЬПОЗНОГО ЯДРА

Апоптоз, также известный как запрограммированная гибель клеток типа I, характеризуется конденсацией хромосом, сокращением клеток, деградацией ДНК и формированием апоптотического тела и требует участия каспаз. Существует большое количество доказательств, подтверждающих, что апоптоз существует не только во множестве физиологических процессов, но также широко вовлекается во многие патологические дегенеративные заболевания, такие как остеоартрит, нейродегенерация и дегенерация МПД [17, 18]. Ячейки ПЯ играют решающую роль в поддержании структурной стабильности МПД посредством синтеза компонентов КХП, чтобы противостоять механическим нагрузкам. В настоящее время связанное с апоптозом уменьшение числа клеток ПЯ рассматривается как важный механизм дегенерации МПД [19, 20]. Доказано, что miR-494 участвует в контроле клеточного апоптоза при различных патологических состояниях, включая ишемию и многочисленные раковые заболевания [21–23]. Недавнее исследование продемонстрировало, что обработка клеток ПЯ с помощью фактора некроза опухоли-α (ФНОα) значительно увеличивает скорость апоптоза в зависимости от концентрации и времени [24]. Однако обнаружено, что глушение miR-494 с помощью векторной инфекции, вызванной лентивирусным ингибитором miR-494, усиливает экспрессию JunD (член семейства Jun.) и затем подавляет апоптотическую передачу цитохрома C, что приводит к ингибированию ФНОα-индуцированного апоптоза клеток ПЯ [24]. Кроме того, анализ репортеров с двойной люциферазой идентифицировал JunD как прямую мишень для miR-494 [24]. Эти результаты показывают, что miR-494 играет важную роль в развитии апоптоза клеток ПЯ, и доставка ингибиторов miR-494 *in vivo* может иметь потенциальную терапевтическую пользу для пациентов с дегенеративным заболеванием диска. Сообщалось, что miR-27a высоко экспрессируется в дегенеративных клетках ПЯ [25]. Передача сигналов PI3K/АКТ является каскадом событий, включающих регуляцию множественных клеточных процессов, включая рост, пролиферацию, миграцию и адгезию клеток [26], и этот путь активируется в ходе дегенерации диска [27]. Воздействие на клетки ПЯ miR-27a приводит к заметному снижению экспрессии PI3K путем непосредственного нацеливания на его 3'-UTRs, что устраняется мутацией

сайтов связывания miR-27a, в результате чего PI3K становится новой мишенью для miR-27a [25]. Более того, активация miR-27a способна резко стимулировать апоптоз клеток ПЯ путем ингибирования сигнального пути PI3K/АКТ [25]. Таким образом, miR-27a функционирует в качестве индуктора апоптоза клеток ПЯ, и подавление miR-27a может привести к разработке нового вмешательства для лечения ДМД посредством блокирования апоптоза в клетках ПЯ. В дополнение к miR-494 и miR-27a, miR-155 участвует в регуляции апоптотической передачи сигналов и иммунологических ответов. miR-155 является многофункциональной микроРНК и дифференциально экспрессируется в различных тканях и клетках [28, 29]. В дегенеративных клетках ПЯ наблюдается заметное снижение уровней miR-155 по сравнению с нормальными клетками ПЯ [30]. Сверхэкспрессия miR-155 в клетках ПЯ посредством трансфекции лентивирусным pre-miR-155 приводит к подавлению Fas-ассоциированного белка, содержащего домен смерти (FADD) и каспазы-3; тогда как глушение miR-155 с лентивирусным ингибитором микроРНК-155 приводит к усилению FADD и каспазы-3 [30]. Более того, сочетание гибридации *in situ* и иммуногистохимии показало, что miR-155 существует в цитоплазме клеток ПЯ, демонстрируя отрицательную корреляцию с FADD и каспазой-3 [30]. Эти наблюдения предполагают, что FADD и каспаза-3 действуют как гены-мишени miR-155. Кроме того, Fas-опосредованный апоптоз значительно увеличивается при антагонизировании miR-155, но уменьшается в присутствии pre-miR-155 в этих клетках [30]. В целом, miR-155 защищает клетки ПЯ от апоптоза, способствуя замедлению прогрессирования ДМД. Подобно клеткам ПЯ, потеря клеток ФК тесно связана с началом дегенерации МПД. Тем не менее до сих пор не хватает исследований, касающихся влияния miRNAs на апоптоз клеток ФК. Следовательно, будущие исследования в этой области могут оказаться многообещающими.

MiRNAs И ПРОЛИФЕРАЦИЯ КЛЕТОК ПУЛЬПОЗНОГО ЯДРА

Растущее число исследований продемонстрировало, что образование кластеров клеток ПЯ и их aberrantная пролиферация играют решающую роль при ДМД [27]. Дополнительные данные показали, что miRNAs играют важную роль в контроле пролиферации клеток ПЯ путем посттранскрипционной регуляции ряда генов [31]. Предыдущие исследования доказали, что miR-10b участвует в регуляции пролиферации в клетках различных типов, особенно в раковых клетках, таких как рак молочной железы, поджелудочной железы и желудка [32–34]. Он также не регулируется в этих раковых заболеваниях, и его уровни тесно связаны с прогрессированием опухоли и патологической степенью [35, 36]. Кроме того, наши предыдущие результаты показали, что miR-10b значительно подавляется в клеточных линиях и тканях рака желудка, что продемонстрировано

количественной ПЦР в реальном времени. Сверхэкспрессия miR-10b в клетках MGC-803 и HGC-27 резко подавляет пролиферацию, миграцию и инвазию клеток и индуцирует апоптоз [37]. Подобно его роли в раке, miR-10b активируется в дегенеративных тканях ПЯ и значительно связан со степенью дегенерации диска. Более того, сверхэкспрессия miR-10b значительно увеличивает пролиферацию клеток ПЯ. MiR-10b способствует пролиферации клеток ПЯ путем прямого воздействия на HOXD10, а также индуцирует фосфорилирование Akt RhoC-зависимым образом [38]. MiR-21 чаще всего дисрегулируется при различных типах рака человека, таких как рак молочной железы, легких, печени и желудка, и было показано, что он вовлечен во множественные клеточные процессы, включая миграцию, дифференцировку, пролиферацию, апоптоз и инвазию [39, 40]. Н. Liu et al. сообщили, что miR-21 был активирован в дегенеративных тканях человека по сравнению с нормальным ПЯ [41]. Более того, усиленная экспрессия miR-21 способствует пролиферации клеток ПЯ. В связи с этим избыточная экспрессия miR-21 приводила к повышенному фосфорилированию Akt путем прямого воздействия на PTEN. Кроме того, влияние miR-21 на пролиферацию клеток ПЯ и индукцию циклина D1 в клетках ПЯ может блокироваться Ly294002 (ингибитор АКТ).

MiRNAs РЕГУЛИРУЮТ РЕГЕНЕРАЦИЮ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА

Основными компонентами ВКМ на дисках являются коллагены и протеогликаны. Ткани ПЯ представляют собой желатиновую матрицу, которая богата коллагеном типа II (Col II) и протеогликаном, особенно агреканом [42]. Ткани ФК представляют собой толстую плотную структуру, которая разделена на внешнее и внутреннее кольца. Во внешнем кольце существует большое количество коллагена типа I (Col I) и относительно низкое содержание протеогликана. Тем не менее внутреннее кольцо содержит как Col I, так и Col II, с большим количеством протеогликана. В здоровом диске скорости синтеза и деградации ВКМ находятся в равновесии. Когда катаболизм ВКМ преобладает над его анаболизмом, обычно происходит дегенерация диска [43]. Таким образом, прогрессирующая потеря коллагенов и протеогликанов считается основной патологической особенностью иоддефицитных заболеваний. Матричные металлопротеиназы (ММП) являются основными ферментами, которые разлагают компоненты ВКМ. Многие члены ММП высоко экспрессируются в дегенеративных тканях МПД, и их уровни положительно коррелируют со степенью дегенерации диска [44–46]. Уже сообщалось, что ФНО α , интерлейкин-1 β и фактор роста нервов способствуют разрушению ВКМ и прогрессированию ДМД, повышая экспрессию ММП [47–49]. Напротив, защитные эффекты ряда лекарств, действующих против дегенерации диска, включая ресвератрол, пентозан-полисульфат, глюкозамин,

улинастатин и лигустразин, получены от их способности ингибировать экспрессию ММП. Учитывая широкие биологические функции miRNAs, неудивительно, что некоторые из них участвуют в регуляции экспрессии ММП в МПД. J. Chen et al. установили, что толщина желтых связок и экспрессия коллагена типов I и III, а также miR-155 были выше у пациентов со стенозом поясничного отдела позвоночника, чем у пациентов с грыжей поясничного диска [50]. С этой целью уровень экспрессии miR-155 положительно коррелировал с толщиной желтой связки и уровнями коллагена типов I и III. Сверхэкспрессия miR-155 увеличивала экспрессию мРНК и белка коллагенов I и III в фибробластах, выделенных из желтой связки, в то время как подавленная экспрессия miR-155 имела противоположные эффекты. Передача сигналов протеинкиназы C, основного регулятора хондрогенной дифференцировки, также участвует в патологическом ремоделировании ВКМ. E. Tsirimonaki et al. продемонстрировали, что активация протеинкиназы C индуцировала активацию miR-377 [51].

ВЫВОДЫ И БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

В этом обзоре мы суммировали роль miRNAs в функции клеток ПЯ и их вклад в ДМД. Начало и развитие ДМД является многофакторным и сложным процессом. Хотя существует неполное понимание путей и мишеней miRNA при ДМД, ясно, что ряд miRNAs дифференциально экспрессируются в дегенеративных тканях и клетках МПД человека. Среди них было показано, что некоторые miRNAs играют положительную или отрицательную роль в прогрессировании дегенерации диска, регулируя апоптоз, ремоделирование ВКМ, пролиферацию клеток и воспалительный ответ. Таким образом, эти измененные miRNAs могут быть использованы в качестве новых диагностических и прогностических биомаркеров ДМД. Учитывая, что большинство miRNAs имеют несколько мишеней, идентификация всех мишеней ДМД, связанных с miRNA, также важна для установления их вклада при дегенерации. Если эти miRNAs-мишени играют критическую роль в патогенезе ДМД, мы ожидаем, что применение ингибиторов или мимиков miRNA приведет к биологически индуцированной репарации дисков. Остается неясным, оказывают ли miRNAs влияние на патологические процессы во время дегенерации диска. Насколько нам известно, основанный на miRNA терапевтический потенциал для дегенерации диска в основном является результатом экспериментов *in vitro*. По-прежнему не хватает исследований, выполненных на животных и пациентах с дегенеративным заболеванием диска. Таким образом, срочно необходимы как доклинические, так и клинические испытания для лучшего определения эффективности и безопасности терапии, нацеленной на miRNA. Основные подходы к доставке miRNAs *in vivo* в настоящее время заключаются во внутривенной и внутрибрюшинной инъекциях.

Однако из-за чрезвычайно гидрофильной природы miRNAs и их чувствительности к деградации рибонуклеазы эти два метода могут значительно снизить способность микроРНК проникать в клетки-мишени. Недавно было разработано несколько новых стратегий доставки для уменьшения разрушения miRNAs, особенно наночастиц, которые характеризуются улучшенной стабильностью, чрезвычайно малым размером, биосовместимостью и самосборкой. Наночастицы могут потенциально эффективно доставлять miRNAs в клетки-мишени [52]. Отвечая на эти и многие другие вопросы, мы будем ближе к разработке целенаправленной терапии miRNA для того, чтобы способствовать биологически индуцированному восстановлению диска, тем самым предоставляя альтернативу хирургическому вмешательству для ранней стадии дегенерации диска.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Woods BI, Vo N, Sowa G, Kang JD. Gene therapy for intervertebral disk degeneration. *Orthop Clin North Am.* 2011;42(4):563-574. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2011.07.002>.
2. Blanquer SB, Grijpma DW, Poot AA. Delivery systems for the treatment of degenerated intervertebral discs. *Adv Drug Deliv Rev.* 2015;84:172-187. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2014.10.024>.
3. Boubriak OA, Watson N, Sivan SS, Stubbens N, Urban JP. Factors regulating viable cell density in the intervertebral disc: blood supply in relation to disc height. *J Anat.* 2013;222(3):341-348. <https://doi.org/10.1111/joa.12022>.
4. Garcia-Cosamalon J, Fernandez-Fernandez J, Gonzalez-Martinez E. [Innervation of the intervertebral disc. (In Spanish).] *Neurocirugia (Astur).* 2013;24(3):121-129.
5. Raj PP. Intervertebral disc: anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. *Pain Pract.* 2008;8(1):18-44. <https://doi.org/10.1111/j.1533-2500.2007.00171.x>.
6. Furukawa T, Ito K, Nuka S, Hashimoto J, Takei H, Takahara M, Ogino T, Young MF, Shinomura T. Absence of biglycan accelerates the degenerative process in mouse intervertebral disc. *Spine (Phila Pa).* 1976;34(25):911-917. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181b7c7ec>.
7. Mayer JE, Iatridis JC, Chan D, Qureshi SA, Gottesman O, Hecht AC. Genetic polymorphisms associated with intervertebral disc degeneration. *Spine J.* 2013;13(3):299-317. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.01.041>.
8. Li Z, Liang J, Wu WK, Yu X, Yu J, Weng X, J Shen. Leptin activates RhoA/ROCK pathway to induce cytoskeleton remodeling in nucleus pulposus cells. *Int J Mol Sci.* 2014;15(1):1176-1188. <https://doi.org/10.3390/ijms15011176>.
9. Li Z, Shen J, Wu WK, Yu X, Liang J, Qiu G, J Liu. The role of leptin on the organization and expression of cytoskeleton elements in nucleus pulposus cells. *J Orthop Res.* 2013;31(6):847-857. <https://doi.org/10.1002/jor.22308>.
10. Wilson RC, Doudna JA. Molecular mechanisms of RNA interference. *Annu Rev Biophys.* 2013;42:217-239. <https://doi.org/10.1146/annurev-biophys-083012-130404>.
11. Friedman RC, Farh KK, Burge CB, Bartel DP. Most mammalian mRNAs are conserved targets of microRNAs. *Genome Res.* 2009;19(1):92-105. <https://doi.org/10.1101/gr.082701.108>.
12. Gillen AE, Gosalia N, Leir SH, Harris A. MicroRNA regulation of expression of the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator gene. *Biochem J.* 2011;438(1):25-32. <https://doi.org/10.1042/BJ20110672>.
13. Montag J, Hitt R, Opitz L, Schulz-Schaeffer WJ, Hunsmann G, Motzkus D. Upregulation of miRNA hsa-miR-342-3p in experimental and idiopathic prion disease. *Mol*

- Neurodegener. 2009;4:36. <https://doi.org/10.1186/1750-1326-4-36>.
14. Wilfred BR, Wang WX, Nelson PT. Energizing miRNA research: a review of the role of miRNAs in lipid metabolism, with a prediction that miR-103/107 regulates human metabolic pathways. *Mol Genet Metab*. 2007;91(3):209-217. <https://doi.org/10.1016/j.yimgme.2007.03.011>.
15. Bae Y, Yang T, Zeng HC, Campeau PM, Chen Y, Bertin T, Dawson BC, Munivez E, Tao J, Lee BH. miRNA-34c regulates Notch signaling during bone development. *Hum Mol Genet*. 2012;21(13):2991-3000. <https://doi.org/10.1093/hmg/dds129>.
16. Xie W, Li Z, Li M, Xu N, Zhang Y. miR-181a and inflammation: miRNA homeostasis response to inflammatory stimuli in vivo. *Biochem Biophys Res Commun*. 2013;430(2):647-652. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2012.11.097>.
17. Huang GF, Zou J, Shi J, Zhang D, Peng H, Zhang Q, Gao Y, Wang B, Zhang T. Electroacupuncture stimulates remodeling of extracellular matrix by inhibiting apoptosis in a rabbit model of disc degeneration. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2015;2015:386012. <https://doi.org/10.1155/2015/386012>.
18. Yang SD, Yang DL, Sun YP, Wang BL, Ma L, Feng SQ, Ding WY. 17beta-estradiol protects against apoptosis induced by interleukin-1beta in rat nucleus pulposus cells by down-regulating MMP-3 and MMP-13. *Apoptosis*. 2015;20(1):348-357. <https://doi.org/10.1007/s10495-015-1086-4>.
19. Ma X, Lin Y, Yang K, Yue B, Xiang H, Chen B. Effect of lentivirus-mediated surviving transfection on the morphology and apoptosis of nucleus pulposus cells derived from degenerative human disc in vitro. *Int J Mol Med*. 2015;36(1):186-194. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2015.2225>.
20. Ding F, Shao ZW, Xiong LM. Cell death in intervertebral disc degeneration. *Apoptosis*. 2013;18(7):777-785. <https://doi.org/10.1007/s10495-013-0839-1>.
21. Wang X, Zhang X, Ren XP, Chen J, Liu H, Yang J, Medvedovic M, Hu Z, Fan GC. MicroRNA-494 targeting both proapoptotic and antiapoptotic proteins protects against ischemia/reperfusion-induced cardiac injury. *Circulation*. 2010;122(13):1308-1318. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.964684>.
22. Li XT, Wang HZ, Wu ZW, Yang TQ, Zhao ZH, Chen GL, Xie XS, Li B, Wei YX, Huang YL, Zhou YX, Du ZW. miR-494-3p regulates cellular proliferation, invasion, migration, and apoptosis by PTEN/AKT signaling in human glioblastoma cells. *Cell Mol Neurobiol*. 2015;35(5):679-687. <https://doi.org/10.1007/s10571-015-0163-0>.
23. Bai Y, Sun Y, Peng J, Sun Y, Peng J, Liao H, Gao H, Guo Y, Guo L. Overexpression of secretagogen inhibits cell apoptosis and induces chemoresistance in small cell lung cancer under the regulation of miR-494. *Oncotarget*. 2014;5(17):7760-7775. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.2305>.
24. Wang T, Li P, Ma X, Tian P, Han C, Zang J, Kong J, Yan H. MicroRNA-494 inhibition protects nucleus pulposus cells from TNF-alpha-induced apoptosis by targeting JunD. *Biochimie*. 2015;115:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2015.04.011>.
25. Liu G, Cao P, Chen H, Yuan W, Wang J, Tang X. MiR-27a regulates apoptosis in nucleus pulposus cells by targeting PI3K. *PLoS One*. 2013;8(9):e75251. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075251>.
26. Zhang J, Yu XH, Yan YG, Wang C, Wang WJ. PI3K/Akt signaling in osteosarcoma. *Clin Chim Acta*. 2015;444:182-192. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2014.12.041>.
27. Li Z, Shen J, Wu WK, Shen J, Wu WK, Yu X, Liang J, Qiu G, Liu J. Leptin induces cyclin D1 expression and proliferation of human nucleus pulposus cells via JAK/STAT, PI3K/Akt and MEK/ERK pathways. *PLoS One*. 2012;7(12):e53176. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053176>.
28. Karachi A, Fazeli M, Karimi MH, Geramizadeh B, Moravej A, Ebrahimnezhad S, Afshari A. Evaluation of immunomodulatory effects of mesenchymal stem cells soluble factors on miR-155 and miR-23b expression in mice dendritic cells. *Immunol Investig*. 2015;44(5):427-437. <https://doi.org/10.3109/08820139.2015.1017046>.
29. Mohammad F, DeInnocentes P, Bird RC. Altered microRNA expression profiles and regulation of INK4A/CDKN2A tumor suppressor genes in canine breast cancer models. *J Cell Biochem*. 2015;116(12):2956-2969. <https://doi.org/10.1002/jcb.25243>.
30. Wang HQ, Yu XD, Liu ZH, Cheng X, Samartzis D, Jia LT, Wu SX, Huang J, Chen J, Luo ZJ. Deregulated miR-155 promotes Fas-mediated apoptosis in human intervertebral disc degeneration by targeting FADD and caspase-3. *J Pathol*. 2011;225(2):232-242. <https://doi.org/10.1002/path.2931>.
31. Wang W, Zhao LJ, Tan YX, Ren H, Qi ZT. MiR-138 induces cell cycle arrest by targeting cyclin D3 in hepatocellular carcinoma. *Carcinogenesis*. 2012;33(5):1113-1120. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgs113>.
32. Ma L. Role of miR-10b in breast cancer metastasis. *Breast Cancer Res*. 2010;12(5):210. <https://doi.org/10.1186/bcr2720>.
33. Li QJ, Zhou L, Yang F, Wang GX, Zheng H, Wang DS, He Y, Dou KF. MicroRNA-10b promotes migration and invasion through CADM1 in human hepatocellular carcinoma cells. *Tumour Biol*. 2012;33(5):1455-1465. <https://doi.org/10.1007/s13277-012-0396-1>.
34. Frampton AE, Krell J, Zhang Y, Stebbing J, Castellano L, Jiao LR. The role of miR-10b in metastatic pancreatic ductal adenocarcinoma. *Surgery*. 2012;152(5):936-938. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2012.03.021>.
35. Ma L, Teruya-Feldstein J, Weinberg RA. Tumour invasion and metastasis initiated by microRNA-10b in breast cancer. *Nature*. 2007;449(7163):682-688. <https://doi.org/10.1038/nature06174>.
36. Nakata K, Ohuchida K, Mizumoto K, Kayashima T, Ike-naga N, Sakai H, Lin C, Fujita H, Otsuka T, Aishima S, Nagai E, Oda Y, Tanaka M. MicroRNA-10b is overexpressed in pancreatic cancer, promotes its invasiveness, and correlates with a poor prognosis. *Surgery*. 2011;150(5):916-922. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2011.06.017>.
37. Li Z, Lei H, Luo M, Wang Y, Dong L, Ma Y, Liu C, Song W, Wang F, Zhang J, Shen J, Yu J. DNA methylation downregulated mir-10b acts as a tumor suppressor in gastric cancer. *Gastric Cancer*. 2015;18(1):43-54. <https://doi.org/10.1007/s10120-014-0340-8>.
38. Yu X, Li Z, Shen J, Wu WK, Liang J, Weng X, Qiu G. MicroRNA-10b promotes nucleus pulposus cell proliferation through RhoC-Akt pathway by targeting HOXD10 in intervertebral disc degeneration. *PLoS One*. 2013;8(4):e83080. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083080>.
39. Haigl B, Vanas V, Setinek U, Hegedus B, Gsur A, Sutterlcuty-Fall H. Expression of microRNA-21 in non-small cell lung cancer tissue increases with disease progression and is likely caused by growth conditional changes during malignant transformation. *Int J Oncol*. 2014;44(12):1325-1334. <https://doi.org/10.3892/ijo.2014.2272>.
40. Huang YH, Lin YH, Chi HC, Liao CH, Liao CJ, Wu SM, Chen CY, Tseng YH, Tsai CY, Lin SY, Hung YT, Wang CJ, Lin CD, Lin KH. Thyroid hormone regulation of miR-21 enhances migration and invasion of hepatoma. *Cancer Res*. 2013;73(8):2505-2517. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-12-2218>.
41. Liu H, Huang X, Liu X, Xiao S, Zhang Y, Xiang T. miR-21 promotes human nucleus pulposus cell proliferation through PTEN/AKT signaling. *Int J Mol Sci*. 2014;15(3):4007-4018. <https://doi.org/10.3390/ijms15034007>.
42. Janeczko L, Janeczko M, Chrzanowski R, Zieliński G. The role of polymorphisms of genes encoding collagen IX and XI in lumbar disc disease. *Neurol Neurochir Pol*. 2014;48(1):60-62. <https://doi.org/10.1016/j.pjnns.2013.04.001>.
43. Maitre CLL, Pockert A, Buttle DJ, Freemont AJ, Hoyland JA. Matrix synthesis and degradation in human interver-

- tebral disc degeneration. *Biochem Soc Trans.* 2007;35(Pt 4):652-655. <https://doi.org/10.1042/BST0350652>.
44. Ozkanli S, Kaner T, Efendioglu M, Basaran R, Senol M, Zemheri E, Gezen AF. The relation of matrix metalloproteinase 1, 2, 3 expressions with clinical and radiological findings in primary and recurrent lumbar disc herniations. *Turk Neurosurg.* 2015;25(1):111-116. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.11276-14.1>.
 45. Xu H, Mei Q, Xu B, Liu G, Zhao J. Expression of matrix metalloproteinases is positively related to the severity of disc degeneration and growing age in the East Asian lumbar disc herniation patients. *Cell Biochem Biophys.* 2014;70(2):1219-1225. <https://doi.org/10.1007/s12013-014-0045-y>.
 46. Vo NV, Hartman RA, Yurube T, Jacobs LJ, Sowa GA, Kang JD. Expression and regulation of metalloproteinases and their inhibitors in intervertebral disc aging and degeneration. *Spine J.* 2013;13(3):331-341. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2012.02.027>.
 47. Wang Z, Hutton WC, Yoon ST. Bone morphogenetic protein-7 antagonizes tumor necrosis factor- α -induced activation of nuclear factor kappaB and up-regulation of the ADAMTS, leading to decreased degradation of disc matrix macromolecules aggrecan and collagen II. *Spine J.* 2014;14(3):505-512. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.08.016>.
 48. Zhao CQ, Zhang YH, Jiang SD, H Li, Jiang LS, Dai LY. ADAMTS-5 and intervertebral disc degeneration: the results of tissue immunohistochemistry and *in vitro* cell culture. *J Orthop Res.* 2011;29(5):718-725. <https://doi.org/10.1002/jor.21285>.
 49. Kao TH, Peng YJ, Tsou HK, Salter DM, Lee HS. Nerve growth factor promotes expression of novel genes in intervertebral disc cells that regulate tissue degradation: laboratory investigation. *J Neurosurg Spine.* 2014;21(4):653-661. <https://doi.org/10.3171/2014.6.SPINE13756>.
 50. Chen J, Liu Z, Zhong G, Qian L, Li Z, Qiao Z. Hypertrophy of ligamentum flavum in lumbar spine stenosis is associated with increased miR-155 level. *Dis Markers.* 2014;2014:786543. <https://doi.org/10.1155/2014/786543>.
 51. Tsirimonaki E, Fedonidis C, Pneumatics SG, Tragas AA, Michalopoulos I, Mangoura D. PKC ϵ signalling activates ERK1/2, and regulates aggrecan, ADAMTS5, and miR377 gene expression in human nucleus pulposus cells. *PLoS One.* 2013;8(11):e82045. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082045>.
 52. Гареев И.Ф., Бейлерли О.А., Павлов В.Н., Zhao S., Chen X., Zheng Z., Shen C., Sun J. Наночастицы: новый подход в диагностике и терапии глиальных опухолей головного мозга. *Креативная хирургия и онкология.* 2019;9(1):66-74. [Gareev IF, Beylerli OA, Pavlov VN, Zhao S, Chen X, Zheng Z, Shen C, Sun J. Nanoparticles: a new approach to the diagnosis and treatment of cerebral glial tumours. *Kreativnaya khirurgiya i onkologiya.* 2019;9(1):66-74. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2019-9-1-66-74>.

Информация об авторах:

Озал Арзуман оглы Бейлерли — аспирант кафедры урологии с курсом ИДПО. ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Республика Башкортостан, г. Уфа. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-6149-5460>. E-mail: obeylerli@mail.ru.

Ильгиз Фанилевич Гареев — аспирант кафедры нейрохирургии и медицинской реабилитации с курсом ИДПО. ФГБОУ ВО «БГМУ» Минздрава России. Республика Башкортостан, г. Уфа. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4965-0835>. E-mail: ilgiz_gareev@mail.ru.

Валентин Николаевич Павлов — д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. РАН, зав. кафедрой урологии с курсом ИДПО, ректор. ФГБОУ ВО «БГМУ» Минздрава России, Республика Башкортостан, г. Уфа. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-2125-4897>. E-mail: pavlov@bashgmu.ru.

Information about authors:

Ozal Arzuman Beylerli — MD, postgraduate student of the Department of Urology with the course IPDE at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Ufa. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-6149-5460>. E-mail: obeylerli@mail.ru.

Ilgiz F. Gareev — MD, postgraduate student of the Department of Neurosurgery and Medical Rehabilitation with Courses IPDE at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Ufa. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4965-0835>. E-mail: ilgiz_gareev@mail.ru.

Valentin N. Pavlov — MD, PhD, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Rector, Head of the Department of Urology with the Course IPDE at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Ufa. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-2125-4897>. E-mail: pavlov@bashgmu.ru.

НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧА БАЛБЕРКИНА



Сприскорбием сообщаем, что 23.05.2020 г., на 64-м году жизни, после тяжелой и продолжительной болезни скончался заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 6 (костной патологии взрослых) ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, лауреат национальной премии «Призвание»,

заслуженный врач России, доктор медицинских наук, профессор Александр Викторович Балберкин.

А.В. Балберкин — известный ученый и врач, на протяжении практически всей своей медицинской деятельности занимавшийся проблемами костной патологии и онкологической ортопедии, эндопротезирования крупных суставов.

Родился в Брянске 07.04.1957. После окончания школы поступил в Смоленский медицинский институт, который с успехом окончил в 1980 г. В последующем работал врачом в городских и ведомственных медицинских учреждениях. По окончании ординатуры по травматологии и ортопедии в ЦИТО им. Н.Н. Приорова в 1990 г. остался работать в отделении костной патологии и всю остальную карьеру посвятил этому учреждению. Свои знания и умения Александр Викторович приобретал под руководством таких известных профессоров, ученых и мастеров хирургии, как С.Т. Зацепин и В.Н. Бурдыгин.

В 1994 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Множественная экзостозная хондродисплазия у взрослых. Клиника, диагностика, лечение», а в 1999 г. — докторскую диссертацию «Реконструктивные операции по замещению пострезекционных дефектов суставных концов длинных костей у больных с опухолями и опухолеподобными заболеваниями скелета».

А.В. Балберкиным разрабатывались высокоэффективные методы хирургического лечения пациентов с опухолями и опухолеподобными заболеваниями костей с применением современных имплантов, изготавливаемых на основе высоких российских и зарубежных технологий. Александр Викторович активно внедрял в клиническую практику биологически и механически совместимые модульные и онкологические эндопротезы крупных суставов для замещения пострезекционных дефектов бедренной и большеберцовой костей, диафизов длинных костей, импланты с памятью формы.

А.В. Балберкин принимал непосредственное участие в разработке новых эндопротезов начиная

с этапа их проектирования, являясь профессором кафедры «Новые материалы и технологии в медицине» Московского авиационного и Московского авиационного технологического университетов им. К.Э. Циолковского.

Совместные исследования с ведущими российскими технологами позволили добиться приоритета отечественных медицинских разработок по ряду направлений ортопедии и онкологии.

При активном и непосредственном участии А.В. Балберкина было разработано и внедрено в клиническую практику новое направление отечественной рентгено-эндоваскулярной хирургии — рентгено-эндоваскулярная окклюзия новообразований скелета, позволяющая существенно снизить травматичность и кровопотерю последующих хирургических вмешательств и риск их осложнений.

Под руководством А.В. Балберкина подготовлено более 10 диссертаций. Он являлся автором более 300 научных работ, ряда патентов, организатором и руководителем научно-технической работы по разработке и усовершенствованию биологически и механически совместимых имплантов и эндопротезов.

В 2010 г. за активное внедрение инноваций в медицину он был удостоен Диплома национальной премии лучшего врача России «Призвание», а также награжден нагрудным знаком «Отличник здравоохранения» и благодарностью Президента Российской Федерации.

Помимо обширной научной и организаторской работы, Александр Викторович уделял большое внимание хирургической деятельности, ежедневно выполняя наиболее сложные операции пациентам с опухолями и опухолеподобными заболеваниями скелета, дегенеративно-дистрофическими заболеваниями суставов. Постоянные консультации наиболее сложных пациентов из регионов России и ближнего зарубежья, проводимые А.В. Балберкиным, позволяли установить диагноз и определить правильную тактику лечения.

Александр Викторович пользовался заслуженным авторитетом среди коллег и пациентов. Его простота и отзывчивость снискали уважение всех тех, кто когда-либо с ним общался. До конца своих дней он был готов протянуть руку помощи каждому, кто в ней нуждался.

Светлые воспоминания об этом человеке навечно останутся в наших сердцах.

*Коллектив ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России,
Ассоциация травматологов-ортопедов России*