

КАФЕДРА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

ТЕМЫ НОМЕРА

- ВНУТРИКОСТНОЕ И ВНУТРИСУСТАВНОЕ ВВЕДЕНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПЛАЗМЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА
- ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ХИРУРГИИ И ОРТОПЕДИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)
- ПАРАМЕТРЫ КЛИНИЧЕСКОГО И РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЦЕРВИКАЛГИЕЙ ПЕРЕНЕСШИХ ТРАВМУ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА



№ 1



Компания Z-med является официальным дистрибьютором и многолетним партнером ведущего производителя медицинских изделий для травматологии и ортопедии Zimmer Biomet.

Специализируется на комплексном обеспечении инструментария и расходных материалов, имплантами для травматологии, ортопедии, остеосинтеза и нейрохирургии.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СЕРВИС — УВЕРЕННОСТЬ ДОКТОРА, ДОВЕРИЕ ПАЦИЕНТА

Основными принципами работы нашей компании являются:

- Индивидуальный подход. Мы предоставляем размерный ряд имплантов и необходимый инструментарий при обеспечении каждой операции;
- Оперативное обеспечение заказа любой сложности в кратчайшие сроки;
- Комплексное оснащение травматологических, ортопедических и нейрохирургических отделений имплантами и инструментарием;
- Профессиональный ремонт и инженерное обслуживание силового оборудования Zimmer Universal в сертифицированном сервисном центре.

Высокая квалификация наших специалистов и многолетний опыт успешной работы на медицинском рынке — гарантия надежности и качества оказываемых услуг.

+7 (495) 230-05-84 | info@zm5.ru | www.zet-med.ru

РЕКЛАМА

Arthrex — синоним малоинвазивной хирургии



Преимущества малоинвазивной хирургии:

- Позволяет уменьшить болевые ощущения, отечность и размеры рубцов
- Равноценные открытым хирургическим операциям результаты лечения при более высоком уровне удовлетворения пациентов¹

Фрезы для малоинвазивных операций
Большой выбор фрез для различных хирургических задач



Система DrillSaw 200 Power

Обеспечивает работу низкоскоростной проводной дрели с высоким крутящим моментом со встроенным устройством для ирригации



Набор инструментов для малоинвазивных операций и
Компрессионные винты с полной резьбой (FT)



Источник

1. Lai MC, Rikhray IS, Woo YL, Yeo W, Ng YCS, Koo K. Clinical and radiological outcomes comparing percutaneous chevron-Akin osteotomies vs open scarf-Akin osteotomies for hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2018;39(3):311-317. doi:10.1177/1071100717745282.

www.arthrex.com

© Arthrex GmbH, 2020. Все права защищены.



Кафедра травматологии и ортопедии

Журнал включен ВАК в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Лычагин Алексей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), директор клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов, Москва, Россия

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

Кавалерский Геннадий Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ахтямов Ильдар Фуатович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГАОУ ВПО Казанского государственного медицинского университета, Казань, Россия

Бобров Дмитрий Сергеевич – ответственный секретарь, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Брижань Леонид Карлович, доктор медицинских наук, профессор, начальник ЦТиО ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь им. Бурденко», профессор кафедры хирургии с курсами травматологии, ортопедии и хирургической эндокринологии НМХЦ им.Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Гаркави Андрей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет)

Голубев Валерий Григорьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Российской медицинской академии последипломного образования, Москва, Россия

Дубров Вадим Эрикович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Егиазарян Карен Альбертович, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Иванников Сергей Викторович, доктор медицинских наук, профессор, профессор Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва, Россия

Королев Андрей Вадимович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии и ортопедии Российского университета дружбы народов, Москва, Россия

Самодай Валерий Григорьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Москва, Россия

Слиняков Леонид Юрьевич, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Хофманн Зигфрид, доктор медицинских наук, доцент кафедры ортопедической хирургии, глава учебного центра эндопротезирования колленного сустава, ЛКН Штольцальпе 8852 Штольцальпе, Австрия

Моррей Бернад Ф., доктор медицины, профессор кафедры ортопедической хирургии, почетный председатель кафедры ортопедии университета фундаментального медицинского образования и науки клиники Мэйо в Миннесоте, США

Кон Елизавета, профессор, доктор медицинских наук, руководитель центра биологической реконструкции, трансляционной ортопедии колленного сустава, научно-исследовательского госпиталя Humanitas, Милан, Италия

Ярвела Тимо, Профессор, доктор медицинских наук, травматолог - ортопед, Университетская клиника г. Тампере, центр артроскопии и ортопедии г. Хатанпаа, Финляндия

ИЗДАТЕЛЬ:

ООО «Профиль — 2С»
123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 15/16;
тел./факс (499) 196-18-49;
E-mail: sp@profill.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 15/16;
тел./факс (499) 196-18-49;
E-mail: sp@profill.ru
<http://www.jkto.ru>

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается только с разрешения редакции. При использовании материалов ссылка на журнал обязательна. Присланные материалы не возвращаются. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность рекламной информации.

Отпечатано: Типография «КАНЦЛЕР», 150044; г. Ярославль, Полушкина роща 16, стр. 66а.

Подписано в печать 30.12.2019.

Формат 60x90/1/8

Тираж 1000 экз.

Цена договорная

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-48698 от 28 февраля 2012 г.

Подписной индекс 91734 в объединенном каталоге «Пресса России»

The Department of Traumatology and Orthopedics

The Journal is included in the list of Russian reviewed scientific journals of the Higher Attestation Commission

CHIEF EDITOR

Lychagin Alexey Vladimirovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Director of the orthopedic department of University Hospital, Moscow, Russia

SCIENTIFIC EDITOR

Kavalersky Gennadiy Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery I.M.Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

EDITORIAL BOARD

Akhtyamov Ildar Fuatovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Surgery of extreme states of Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Bobrov Dmitry Sergeevich, secretary-in-charge, PhD, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery, Associate Professor, Moscow, Russia

Brizhan Leonid Karlovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of CTiO FGKU «Main Military Hospital Burdenko», Professor of Department of Surgery with the course of traumatology, orthopedics and surgical endocrinology Federal State Institution «The National Medical and Surgical Center named NI Pirogov «the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Garkavi Andrey Vladimirovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, I.M.Sechenov First Moscow State Medical University The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor, Moscow, Russia

Golubev Valery Grigorievich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

Dubrov Vadim Erikovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of General and Specialized Surgery, Faculty of Fundamental Medicine of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Eghiazaryan Karen Albertovich, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. N.I. Pirogov Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Ivannikov Sergey Viktorovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Institute of Professional Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Korolev Andrey Vadimovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Samoday Valery Grigorevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery of Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Moscow, Russia

Sliniyakov Leonid Yuryevich, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, I.M.Sechenov First Moscow State Medical University The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor, Moscow, Russia

Hofmann Siegfried, MD, PhD, Associate Professor Orthopedic Surgery of Head Knee Training Center, LKH Stolzalpe, 8852 Stolzalpe, Austria

Morrey Bernard F., M.D., Professor of Orthopedic Surgery, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota; Professor of Orthopedics, University of Texas Health Center, San Antonio, Texas, USA

Kon Elizaveta, Associate Professor Orthopedics, Chief of Translational Orthopedics of Knee Functional and Biological Reconstruction Center, Humanitas Research Hospital, Milano, Italy

Järvelä Timo, M.D., PhD, Professor, Tampere University Hospital, Hatanpää Arthroscopic Center and Orthopaedic Department, Finland

PUBLISHER:

ООО «Profill — 2S»
123060, Moscow, 1 Volokolamsky pr-d., 5/16;
tel/fax (499) 196-18-49;
e-mail: sp@profill.ru

ADDRESS OF EDITION:

123060, Moscow, 1 Volokolamsky pr-d., 5/16;
tel/fax (499) 196-18-49,
e-mail: sp@profill.ru
<http://www.jkto.ru>

The reprint of the materials published in magazine is supposed only with the permission of edition. At use of materials the reference to magazine is obligatory. The sent materials do not come back. The point of view of authors can not coincide with opinion of edition. Edition does not bear responsibility for reliability of the advertising information.

Printed in Printing house "KANTSLEER", 150044; Yaroslavl, Polushkina grove 16, build. 66a

СОДЕРЖАНИЕ

ЕГИАЗАРЯН К.А., ДАНИЛОВ М.А., АБДУСАЛАМОВ Р.М., ФЛДЖЯН Г.А. ВНУТРИКОСТНОЕ И ВНУТРИСУСТАВНОЕ ВВЕДЕНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПЛАЗМЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА	5
ЛЫЧАГИН А.В., ГРИЦЮК А.А., РУКИН Я.А., ЕЛИЗАРОВ М.П. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ХИРУРГИИ И ОРТОПЕДИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	13
КАЛИНСКИЙ Е.Б., ЧЕРНЯЕВ А.В., СЛИНЯКОВ Л.Ю., ЛЫЧАГИН А.В., ГОНЧАРУК Ю.Р., РОМАДИН Д.В., ЦЕЛИЩЕВА Е.Ю. ПАРАМЕТРЫ КЛИНИЧЕСКОГО И РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЦЕРВИКАЛГИЕЙ ПЕРЕНЕСШИХ ТРАВМУ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА	20
ДУБИНЕНКОВ В. Б., ВАВИЛОВ М.А., ГРОМОВ И.В., КОРЫШКОВ Н.А. БЛОКАДА СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА И N.SAPHENUS У ДЕТЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКТИВНО-КОРРИГИРУЮЩИХ ОПЕРАЦИЯХ НА ГОЛЕНИ И СТОПЕ	25
МАКСИМОВ Б.И. ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДЛИНЫ ВИНТОВ ПРИ НАКОСТНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ: КАК ИЗБЕЖАТЬ ОШИБКИ?	30
МУРЫЛЕВ В.Ю., ИВАНЕНКО Л.Р., КУКОВЕНКО Г.А., ЕЛИЗАРОВ П.М., РУБИН Г.Г., СОРОКИНА Г.Л. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ	38
ДОКОЛИН С.Ю., КУЗЬМИНА В.И., МАРЧЕНКО И.В., КУРБАНОВ И.Ш. АРТРОСКОПИЧЕСКИ-АССИСТИРОВАННЫЙ ТРАНСФЕР СУХОЖИЛИЯ ШИРОЧАЙШЕЙ МЫШЦЫ СПИНЫ В ПОЛОЖЕНИИ LATERAL DECUBITUS – ВАРИАНТ БЕЗОПАСНОЙ И ВОСПРОИЗВОДИМОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ	50
ЛАЗИШВИЛИ Г.Д., ЕГИАЗАРЯН К.А., РАТЬЕВ А.П., СИРОТИН И.В., ГОРДИЕНКО Д.И., ХРАМЕНКОВА И.В., ШПАК М.А. ГИБРИДНАЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИЯ – ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАССЕКАЮЩЕГО ОСТЕОХОНДРИТА КОЛЕННОГО СУСТАВА	59

CONTENT

EGIAZARYAN K.A., DANILOV M.A., ABDUSALAMOV R.M., FLDZHJAN G.A. INTRAOSSEOUS AND INTRA-ARTICULAR INJECTION OF PLATELET-RICH PLASMA IN THE TREATMENT OF OSTEOARTHRITIS OF THE KNEE JOINT	5
LYCHAGIN A.V., GRITSYUK A.A., RUKIN Y.A., ELIZAROV M.P. THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF ROBOTICS IN SURGERY AND ORTHOPEDICS (LITERATURE REVIEW)	13
KALINSKY E.B., CHERNYAEV A.V., SLINYAKOV L.YU., LYCHAGIN A.V., GONCHARUK YU.R., ROMADIN D.V., TSELISHEVA E.YU. RESULTS OF CLINICAL AND RADIOLOGICAL EXEMINATION OF PATIENT WITH NECK PAIN AND PREVIOUS INJURY OF THESHOLDER GIRDLE	20
DUBINENKOV V.B., VAVILOV M.A., GROMOV I.V., KORYSHKOV N.A. BLOCKADE OF THE SCIATIC NERVE AND N. SAPHENUS IN CHILDREN WITH RECONSTRUCTIVE-CORRECTIVE SURGERY ON THE LOWER LEG AND FOOT	25
MAXIMOV B.I. INTRAOPERATIVE ASSESSMENT OF SCREWS LENGTH DURING PLATE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL RADIUS: HOW TO AVOID A MISTAKE?	30
MURYLEV V.YU., IVANENKO L.R., KUKOVENKO G.A., ELIZAROV P.M., RUBIN G.G., SOROKINA G.L. THE REVIEW OF THE CURRENT STATE OF SHOULDER ARTHROPLASTY FOR PROXIMAL HUMERUS FRACTURE SEQUELAE	38
DOKOLIN S.YU., KUZMINA V., MARCHENKO I.V., KURBANOV I. SH. ARTHROSCOPICALLY-ASSISTED LATISSIMUS DORSI TENDON TRANSFER IN LATERAL DECUBITUS POSITION IS A VARIANT OF THE SAFE AND REPRODUCIBLE SURGICAL TECHNIQUE	50
LAZISHVILI G.D., EGI AZARYAN K.A., RATYEV A.P., SIROTIN I.V., GORDIENKO D.I., CHRAMENKOVA I.V., SHPAK M.A. HYBRID BONE AND CARTILAGE TRANSPLANTATION - AN INNOVATIVE TECHNIQUE FOR SURGICAL TREATMENT OF OSTEOCHONDRITIS DISSECAN OF THE KNEE JOINT	59

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.5-12

УДК 617.3

© Егиазарян К.А., Данилов М.А., Абдусаламов Р.М., Флджян Г.А., 2020

ВНУТРИКОСТНОЕ И ВНУТРИСУСТАВНОЕ ВВЕДЕНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПЛАЗМЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА

ЕГИАЗАРЯН К.А.^{1,а}, ДАНИЛОВ М.А.^{1,б}, АБДУСАЛАМОВ Р.М.^{1,с}, ФЛДЖЯН Г.А.^{1,д}¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва

Резюме.

Выполнен анализ данных, опубликованных в периодической литературе о возможностях применения комбинирования внутрикостного и внутрисуставного способов введения обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП) – продукта, получаемого из крови пациента – в лечении остеоартроза (ОА). В данной работе также рассмотрен патогенез заболевания, а также описаны механизмы действия ОТП (снижение активности воспалительного процесса, хондропротективный эффект, стимуляция процессов миграции и дифференцировки клеток, подавление катаболического эффекта протеолитических ферментов), и эффективность применения ОТП в зависимости от способа введения. Представлены результаты клинических исследований, посвященных оценке потенциала применения комбинированного введения ОТП в лечении остеоартроза. Исследование продемонстрировало, что сочетание внутрисуставного и внутрикостного введения обогащенной тромбоцитами плазмы приводит к стойкому снижению болевого синдрома, улучшению функционального состояния пораженного сустава, при этом данный метод максимально эффективен при легкой и средней степени тяжести остеоартроза, а также у молодых пациентов. Особыми преимуществами данной методики являются улучшение внутрисуставного гомеостаза и коррекция местных деструктивных изменений, малоинвазивность манипуляции.

Ключевые слова: остеоартроз, коленный сустав, болевой синдром, воспаление, обогащенная тромбоцитами плазма, внутрикостное введение.

INTRAOSSSEOUS AND INTRA-ARTICULAR INJECTION OF PLATELET-RICH PLASMA IN THE TREATMENT OF OSTEOARTHRITIS OF THE KNEE JOINT

EGIAZARYAN K.A.^{1, a}, DANILOV M.A.^{1, b}, ABDUSALAMOV R.M.^{1, c}, FLDZHJAN G.A.^{1, d}¹ Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow

Abstract.

It was performed an analysis of data in the periodicals about application possibilities of combining intraosseous and intra-articular routes of administration of platelet-rich plasma (PRP) – a product, which obtained from the patient's blood – in the treatment of osteoarthritis (OA). In this work, the pathogenesis of the disease is also considered, and the mechanisms of the action of the PRP are described (reducing the activity of the inflammatory process, chondroprotective effect, stimulating the processes of migration and differentiation of cells, suppressing the catabolic effect of proteolytic enzymes), and the effectiveness of application PRP depending on the route of administration. The results of clinical studies on the assessment of the potential use of the combined administration of OTP in the treatment of osteoarthritis are showed. The study demonstrated that a combination of intra-articular and intraosseous administration of platelet-rich plasma leads to a persistent decrease in pain, an improvement in the functional state of the affected joint, and this method is most effective for mild and moderate severity of osteoarthritis, as well as in young patients. The special advantages of this technic are the improvement of intraarticular homeostasis and the correction of local destructive changes, minimally invasive manipulation.

Key words: osteoarthritis, knee joint, pain, inflammation, platelet-rich plasma, intraosseous infiltration.

Введение

Остеоартроз — гетерогенная группа хронических прогрессирующих заболеваний суставов, характеризующихся дегенерацией суставного хряща с последующими изменениями в субхондральной кости и развитием краевых остеофитов, а также сопровождающееся реактивным синовитом. В основе данных заболеваний лежит поражение всех компонентов коленного сустава: хряща, субхондральной кости, менисков, синовиальной

оболочки, связок, капсулы, а также периартикулярных мышц [1].

Прогрессирующее старение мировой популяции приводит к неуклонному возрастанию эпидемиологического значения различных форм остеоартроза, в частности коленного сустава. По данным Института Ревматологии, на территории Российской Федерации, на 100000 населения приходится 2330 пациента с остеоартрозом, из чего следует, что общее число больных ОА в

^a E-mail: egkar@mail.ru^b E-mail: md.danilov@gmail.com^c E-mail: ratmirspb@mail.ru^d E-mail: grant_23@mail.ru

России равно 2,5 миллион. Гонартроз (остеоартроз коленного сустава) представляет большую угрозу для общественного здоровья. В Российской Федерации доля страдающих от гонартроза варьирует пределах от 5,9 до 14%. Согласно мировым данным эпидемиологических исследований последних лет частота артроза коленного сустава варьирует в широких пределах – от 6,9% до 38,5%. В старших возрастных группах возрастает как частота встречаемости остеоартроза, так и степень его выраженности. При этом вне зависимости от возраста данное заболевание встречается в 1,2-1,7 раз чаще у женщин, чем у мужчин. Заболевание может прогрессировать в течение нескольких лет, и ведет к инвалидности – пациенты, страдающие гонартрозом, составляют около трети от общего количества лиц со стойкой утратой трудоспособности, наступившей вследствие заболеваний суставов [1].

Несмотря на наличие большого количества предложенных методов консервативного лечения ОА, ни один из них до нашего времени не признан однозначно эффективным, позволяющим в полной мере остановить течение заболевания, и тем более обратить его. В качестве одного из методов малоинвазивной терапии остеоартроза применяется внутрисуставное введение аутологической обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП). Несмотря на подтвержденную эффективность внутрисуставных инъекций и их малоинвазивность, данный метод не лишен ряда недостатков. При внутрисуставном введении ОТП, глубокие слои суставного хряща и субхондральный слой кости остаются интактными к проводимой терапии. Этот факт ограничивает применение ОТП при тяжелых деструктивно-дегенеративных поражениях коленного сустава. В связи с этим появляется необходимость изучения других методов введения ОТП, обеспечивающих его доставку к глубоким патологическим очагам. Повышенный интерес у исследователей вызывают внутрикостные инъекции ОТП в область патологических очагов, все больше и больше появляется работ посвященных данному методу лечения заболеваний костной ткани [2, 3].

Цель работы - анализ литературных данных лечения остеоартроза коленных суставов с применением аутологической обогащенной тромбоцитами плазмы, изучение обоснованности методик введения ОТП.

Причиной развития остеоартроза являются биомеханические и биохимические изменения в суставе, приводящие к подавлению процессов регенерации. Развитие молекулярной биологии и применение ее методов при изучении ОА коленного сустава, сформировало представление о том, что сустав является системой, в которой в норме поддерживается биохимический баланс [4].

При ОА первой поражается хрящевая ткань, которая, по мнению многих специалистов, имеет крайне ограниченной способностью к регенерации. В патогенезе остеоартроза ключевую роль играют три процесса – воспаление, ангиогенез и апоптоз с разрушением внеклеточного матрикса [2,4].

Развитие остеоартроза сопровождается усилением продукции компонентов внеклеточного матрикса и гипертрофией основных клеток хрящевой ткани. Одним из неотъемлемых проявлений заболевания является повышение активности процессов

ремоделирования костной ткани и формирование остеофитов, что является причиной развития одного из главных проявлений остеоартроза – деформации костной ткани. Изменения субхондральной костной ткани, активация процессов роста сосудов и апоптоза хондроцитов ведут к развитию основных клинических проявлений остеоартроза – болевого синдрома и ограничения подвижности в суставе [4].

В первую очередь воспалительный процесс поражает синовиальную оболочку, что приводит к накоплению экссудата в полости сустава, развитию его отека и болезненности. Отек костной ткани и появление субхондральных кист приводят к нарушению целостности хряща и высвобождению частиц хрящевого внеклеточного матрикса (фрагменты коллагена II-го типа, фибромодулин, фибронектин и т.д.), активирующих клетки иммунной системы, таким образом, замыкающих порочный круг воспаления [5,6].

В патогенезе остеоартроза значительную роль играют макрофаги синовиальной жидкости. Вышеупомянутые фрагменты внеклеточного матрикса стимулируют продукцию макрофагами больших количеств провоспалительных медиаторов – интерлейкина (ИЛ)-1 β и фактора некроза опухоли (ФНО). Под воздействием этих цитокинов хондроциты в больших объемах вырабатывают простагландин E2 (PGE2), окись азота (NO) и матриксные металлопротеиназы (ММП). Помимо этого, ИЛ-1 β и ФНО вместе с продуктами распада внеклеточного матрикса активируют ядерный транскрипционный фактор $\text{pNF-}\kappa\text{B}$. В результате активации этого сигнального пути усиливается продукция интерлейкинов -6, -8, -10, моноцитарного хемоаттрактантного протеина 1, в свою очередь, они запускают ферменты, вызывающие деструкцию матрикса хряща (в том числе ММП-1, -3, -13) [8].

В силу важной роли ИЛ-1 β и ФНО в патогенезе остеоартроза, именно эти цитокины при разработке методов терапии заболевания стали мишенями. Но, в отличие от ревматоидного артрита, при котором усиление экспрессии ИЛ-1 β опосредовано ФНО, при ОА лекарственное воздействие на ФНО или ИЛ-1 β неэффективно в силу их независимого действия. В связи с этим считается, что подавления активности обоих цитокинов можно достигнуть с помощью применения аутологичных продуктов крови (например, аутологичной кондиционированной сыворотки крови, при проведении «ортокин-терапии») [17,18,19].

Ангиогенез – еще один из важнейших механизмов патогенеза остеоартроза. В норме хондроцитами вырабатывается хондромодулин, тропонин I и тканевой ингибитор металлопротеиназы – факторы, которыми подавляется процесс ангиогенеза. При остеоартрозе активаторы ангиогенеза выходят на первый план, при этом проявляется связь ангиогенеза с развитием воспаления, опосредованная сосудистым фактором роста эндотелия (VEGF). Экспрессия данного фактора активируется как напрямую, за счет воздействия на него ФНО и ИЛ-1 β , так и вследствие активации индуцируемого гипоксией фактора (HIF-1 α). Процессы ангиогенеза в хрящевой ткани приводят к ишемии субхондральной кости, ее резорбции и, в итоге, к повреждению сустава. Кроме того, при васкуляризации суставного хряща происходит формированием чувствительных нервных окончаний, опосре-

дованное фактором роста нервов (nGF), что может являться одной из причин развития болевого синдрома при остеоартрозе [7,8].

На данный момент, в терапии остеоартроза приоритетное значение имеют нестероидные противовоспалительные средства. В число методов консервативной терапии, применяемых вместо инвазивного лечения, входит применение препаратов хондроитинсульфата, глюкозамина, а также внутрисуставное введение кортикостероидов, применяющихся при неэффективности НПВС. Все эти методы с различной степенью эффективности устраняют болевой синдром, частично и временно восстанавливают функции сустава, однако, при этом, ни один из них не оказывает влияния на течение остеоартроза и его прогрессирование [12].

Это обуславливает необходимость разработки новых способов лечения, которые позволят не только купировать симптомы заболевания, но и замедлить его прогрессирование. Достижения молекулярной биологии и данные исследований последних лет по изучению механизмов взаимодействия клеток указывают на возможность создания условий, способствующих активации регенеративных процессов в хрящевой ткани и использования этой информации для выработки новых подходов к лечению ОА [20,21].

Обогащенная тромбоцитами плазма является аутологичным продуктом крови с концентрацией тромбоцитов выше среднего уровня, получаемым с помощью центрифугирования цельной крови пациента. Клиническая эффективность использования обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении пациентов с остеоартрозом до недавнего времени считалась сомнительной в силу неоднозначных результатов, что было отображено в систематических обзорах. Но тем не менее появляется все больше работ, свидетельствующих об успешном применении ОТП при лечении остеоартроза. Различия в результатах объясняются расхождениями по частоте введения ОТП и разным подходом к подготовке плазмы и её активации. В одних рандомизированных исследованиях не была выделена контрольная группа, а анализ данных производился ретроспективно [12,14,15].

В составе тромбоцитов имеются несколько белков, при необходимости быстро высвобождающихся и выступающих в роли медиаторов воспаления первой линии. Тромбоциты участвуют в регуляции воспалительного процесса, контролируя миграцию лейкоцитов через эндотелий и их активацию. В гранулах тромбоцитов содержатся предшественники β -тромбоглобулина, активирующего нейтрофилы. Тромбоциты также являются источником тромбоцитарного фактора 4, который в малых концентрациях представляет собой антагонист β -тромбоглобулина, а в больших - действует синергетически с ним [20,22,23,26].

Тромбоциты высвобождают факторы, которые стимулируют миграцию моноцитов. Всего в гранулах тромбоцитов содержится около 32 факторов, влияющих на миграцию моноцитов. Моноцитарный хемоаттрактантный белок 1, как и прочие факторы, вызывает хемотаксис моноцитов, а тромбоцитарный фактор 4 предотвращает их апоптоз и стимулирует дифференцировку моноцитов в макрофаги [13,14,15].

Установлено, что препараты ОТП способны понижать активность воспалительного процесса, вследствие изменения

воспалительного фенотипа некоторых клеток. Это действие обуславливается рядом факторов роста, выявляемых в гранулах тромбоцитов. В качестве противовоспалительного агента в первую очередь выступает фактор роста гепатоцитов. Этот фактор подавляет экспрессию е-селектина, чем препятствует миграции воспалительных клеток через эндотелиальный барьер (наряду с VEGF и TGF- β). Кроме того, фактор роста гепатоцитов подавляет активацию сигнального пути nF-kB, нарушая экспрессию зависимых от этого пути провоспалительных факторов (например, циклооксигеназы ЦОГ-2). Моделирование воспалительного процесса выявило связь между фактором роста гепатоцитов и снижением концентрации провоспалительного ИЛ-6, а также сопутствующим повышением концентрации интерлейкина-10, выступающего в качестве противовоспалительного агента. Помимо всего этого, ОТП стимулирует продукцию фактора роста гепатоцитов клетками синовиальной оболочки [8].

Существует мнение, что ОТП активизирует продукцию гиалуроновой кислоты синовиоцитами, и эта гипотеза подтверждается данными исследований. Эффективность применения препаратов ОТП в заживлении дефектов хряща демонстрировалась в сравнительном исследовании на экспериментальных моделях [9].

Важной деталью является то, что хондропротективный эффект ОТП обуславливается не только подавлением реакции воспаления, но и стимуляцией анаболических процессов в хряще. Как отмечалось ранее, основным клеточным компонентом хряща являются хондроциты – клетки, которые находятся в фазе клеточного цикла G0, они же клетки с митотической активностью приближенной к нулевой. Исходя из этого, можно сделать вывод, что восстановление хряща может быть достигнуто за счет миграции клеток-предшественников с их дальнейшей дифференцировкой, а также синтеза компонентов внеклеточного матрикса. Несколько экспериментальных исследований показали, что препараты ОТП активируют мезенхимальные стволовые клетки и направляют их дифференцировку по хондрогенному пути [10].

В настоящее время, полученные данные свидетельствуют о том, что ОТП способна стимулировать процесс миграции и дифференцировки этих клеток, за счет множества содержащихся в ней хемокинов и цитокинов. В то же время восстановление клеточного пула не является единственным эффектом ОТП. Как в самой плазме, так и в тромбоцитарных гранулах, можно обнаружить не только фактор роста гепатоцитов, но и большое количество других факторов роста (TGF- β 1 и 2, FGF-2 и т. д.). Эти факторы роста повышают накопление коллагена II-го типа в хрящевой ткани. Представители семейства трансформирующих факторов роста (TGF) также, возможно, опосредуют эффект ОТП, так как они участвуют в процессах дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток по хондрогенному пути [8].

Доказано, что ОТП не только оказывает стимулирующее воздействие на анаболические процессы, но и противодействует катаболическому эффекту протеолитических ферментов. В ней содержится α 2-макроглобулин – один из основных эндогенных ингибиторов ММП. ММП связывается этим белком, а после этот комплекс путем эндоцитоза поглощается. Помимо этого,

тромбоциты способны выделять целый ряд представителей семейства тканевых ингибиторов металлопротеиназ (ТИМП) [16].

Конечно, при планировании применения ОТП необходим учет индивидуальных особенностей пациента. Важным фактором является то, что популяция людей, страдающих от остеоартроза, состоит в большинстве своем из людей пожилого возраста. Изменения активности метаболизма и пониженная чувствительность клеток в организме таких пациентов к факторам роста у данной категории больных могут стать причиной проявления патологических эффектов [11,12,13].

Концентрация тромбоцитов в препаратах ОТП, используемых в исследованиях, различается в пределах от 500 до 1500 тыс. на мм³. Выражены различия в концентрациях прочих клеточных элементов, например, лейкоцитов. Могут быть разными и технологии приготовления препаратов ОТП (разный объем извлекаемой крови, различия параметров центрифугирования и др.) [10].

Однако стоит отметить, что при внутрисуставном введении ОТП, глубокие слои суставного хряща и субхондральный слой кости остаются интактными к проводимой терапии. Этот факт ограничивает применение ОТП при тяжелых деструктивно-дегенеративных поражениях коленного сустава [27].

Существует ряд сравнительных исследований, посвященных эффективности применений внутрикостных инъекций ОТП при остеоартрозе. Так исследовательская группа Sánchez M., Sánchez P., Delgado D. провела целую серию исследований применения сочетания внутрикостных и внутрисуставных инъекций ОТП при лечении ОА коленного сустава. В 2016 году были опубликованы результаты пилотного клинического исследования, в котором приняли участие 19 пациентов с остеоартрозом коленного сустава в возрасте от 40 до 77 лет. Им производились две внутрикостные инъекции и одна внутрисуставная инъекция ОТП в область коленного сустава. При возникновении болей, для их купирования пациентам назначались анальгетики (acetaminophen). Оценка состояния пациентов и течения лечения производилась с использованием шкалы KOOS, шкалы QOL, индексу Лекена и ВАШ. Наблюдалось значительное снижение боли по шкале KOOS от исходного уровня (61,55 + 14,11) до 24 недели (74,60 + 19,9) после лечения ($p = 0,08$), вторичных исходов (симптомы, $p = 0,004$, ADL, $p = 0,022$; спорт / рек., $p = 0,017$; улучшение качества жизни по QOL, $p = 0,012$), а также балл по ВАШ ($p < 0,001$) и индекс Лекена ($p = 0,008$). Присутствие мезенхимальных стволовых клеток в синовиальной жидкости и колониеобразующих клетках через неделю после обработки существенно снизилось с $7,98 + 8,21$ мск / μL до $4,04 + 5,36$ мск / μL ($p = 0,019$) и с $601,75 + 312,30$ до $139,19 + 123,61$ ($p = 0,012$) соответственно. Внутрисуставные инъекции в сочетании с внутрикостной инфильтрацией плазмы, обогащенной тромбоцитами, уменьшают боль и мезенхимальные стволовые клетки в синовиальной жидкости, а также значительно улучшают функцию коленного сустава у пациентов с тяжелым остеоартрозом коленного сустава. Несмотря на подробное описание состояния здоровья пациентов и улучшение их качества жизни, данное исследование имеет ряд недостатков. Так в исследовании приняло участие слишком малое количество пациентов, что делает невозможным выделение отдельной контрольной группы, и, та-

ким образом, ставит под сомнение существенное превосходство данного вида лечения. Помимо этого в ходе обследования пациентов после лечения практически не проводилось лучевая диагностика (рентгенография, УЗИ, МРТ, КТ) коленного сустава, а также дистального эпифиза бедренной кости и проксимального эпифиза большеберцовой кости, что не даёт возможности получить объективные данные о ходе восстановления субхондральной кости и хрящевых структур коленного сустава. Короткий срок наблюдения за больным (6 мес.) также затрудняет контроль за состоянием здоровья пациента, оценки его приверженности лечению [24].

Также, в этом же году, этой же группой исследователей была проанализирована взаимосвязь между изменением количества мезенхимальных стволовых клеток в суставной жидкости, до и после лечения, а также способом введения ОТП в область коленного сустава. Целью данного исследования было оценить влияние внутрисуставных или комбинации внутрисуставных и внутрикостных инъекций ОТП на клеточное содержание синовиальной жидкости (СЖ) пациентов с остеоартрозом. Из 31 обследуемых, 14 пациентов получили одну внутрисуставную инъекцию ОТП, а 17 пациентов, вместе с одной внутрисуставной инъекцией ОТП, получили две внутрикостные инъекции, один в медиальном мышечке бедра и один в большеберцовом плато. СЖ исследовали за неделю до инъекции и через неделю после нее. Присутствие в СЖ мезенхимальных стволовых клеток (МСК), моноцитов и лимфоцитов определяли количественно методом проточной цитометрии. Количество и идентичность МСК были дополнительно подтверждены с помощью анализа колониеобразования и дифференцировки. Инъекции ОТП в субхондральную кость (СК) и в суставную щель вызывает уменьшение популяции МСК в СЖ. Это снижение МСК было дополнительно подтверждено анализом колониеобразования (CFU-F). Напротив, одна только инъекция внутрисуставно не вызвала изменений ни в одной из клеточных популяций с помощью проточной цитометрии или анализа CFU-F. СЖ пациентов с остеоартрозом содержит популяцию МСК, которая может модулироваться инъекцией ОТП в СК. Результаты данного исследования подтверждают способность ОТП оказывать влияние на дифференцировку клеток-предшественников, и усиление этого влияния при введении данного препарата в субхондральную кость, которая, по мнению ряда авторов, является источником клеток-предшественников хрящевой ткани [25].

В нашем исследовании, проведенном в 2016 году изучена эффективность применения ОТП в лечении пациентов страдающих ОА коленного сустава. Проведено лечение 188 пациентов, результаты исследования показали, что применение ОТП способствует снижению болевого синдрома и улучшению функции суставов [10].

Два года спустя та же исследовательская группа опубликовала результаты обсервационного исследования, в котором приняли участие 60 пациентов, страдающих тяжелыми формами ОА коленного сустава. Они были разделены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту, индексу массы тела и рентгенологической тяжести ОА (III и IV степени по Ahlbäck scale). Пациенты первой группы получали внутрисуставные инъек-

ции ОТП (группа IA), а пациенты второй группы - комбинацию внутрикостной и внутрисуставной инфильтрации ОТП (группа IO). Клинический результат оценивался через 2, 6 и 12 месяцев с использованием опросников по оценке травмы колена и остеоартроза (KOOS) и индекса WOMAC. Через 2, 6 и 12 месяцев после лечения наблюдалось значительное улучшение состояния показателей шкал KOOS и WOMAC у пациентов из группы ($p < 0,05$). Обследование пациентов через 6 месяцев показало минимальное клинически значимое улучшение (МКЗУ) - уменьшение болевого синдрома не менее чем на 10 баллов от базового уровня у 16 из 30 пациентов группы IO, тогда как в группе IA МКЗУ зарегистрирован только у 8 из 30 (26,7%; 95% ДИ от -0,4 до 49,9; $p = 0,037$). Через 12 месяцев у 14 пациентов из группы IO и у 5 пациентов из группы IA был обнаружен МКЗУ (30%; 95% ДИ от 4,3 до 51,9; $p = 0,013$). Благодаря наличию большого количества обследуемых, значительно более длительному сроку наблюдения за ними и выделению контрольной группы, можно значительно с большей уверенностью утверждать об эффективности способа, сочетающего в себе внутрисуставные и внутрикостные инъекции ОТП при лечении ОА коленного сустава, и его превосходстве перед исключительно внутрисуставным введением ОТП [28].

Группа исследователей из Китая Su K., Bai Y., Wang J. et al. опубликовала в 2018 году исследование, которое включало в себя обследование, лечение и наблюдение за 86 пациентами с II-III степенью ОА по Келлгрену-Лоуренсу. Целью этого исследования являлась оценка эффективности внутрикостного введения в сочетании с внутрисуставным введением ОТП для лечения ОА коленного сустава II-III степени по Келлгрену-Лоуренсу по сравнению с другими методами лечения, в частности внутрисуставными инъекциями ОТП и ГК. 86 пациентов с ОА коленного сустава с II-III степени по классификации Келлгрена-Лоуренса были случайным образом распределены на следующие группы: пациенты получавшие сочетание внутрисуставных и внутрикостных инъекций ОТП (группа А), пациенты получавшие исключительно внутрисуставные инъекции ОТП (группа В), пациенты получавшие внутрисуставные инъекции ГК (группа С). Пациенты в группе А получали внутрисуставные в сочетании с внутрикостной инъекцией ОТП (вводили дважды, с интервалом 2 недели). Пациенты в группе В получали внутрисуставную инъекцию ОТП каждые 14 дней. Пациенты в группе С получали серию из пяти внутрисуставных инъекций ГК каждые 7 дней. Все пациенты оценивались с использованием шкалы визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) и WOMAC до начала лечения и через 1, 3, 6, 12 и 18 месяцев после лечения. В конце 1-го месяца наблюдались значимые улучшения. Примечательно, что у пациентов группы А показатели ВАШ и WOMAC были значительно выше, чем в группах В и С. Значения ВАШ были одинаковыми в группах В и С после 6-го месяца. Что касается баллов WOMAC, группы В и С отличались в 1, 3, 6 и 12 месяцев; однако, значимого различия не наблюдалось на 18-м месяце. Комбинация внутрикостного введения с внутрисуставными инъекциями ОТП привела к значительно лучшему клиническому результату с устойчивыми более низкими показателями ВАШ и WOMAC и улучшением качества жизни в течение 18 месяцев. Несмотря на

отсутствие данных оценки состояния пациентов после лечения, полученных с помощью инструментальных методов обследования, результаты данного исследования можно считать значительно более достоверными в связи с большим количеством исследуемых, наличием контрольных групп и длительным сроком наблюдения за пациентами [29].

Возможность лечения ОА коленного сустава посредством внутрикостного введения ОТП также рассматривалась в работе А. В. Лычагина, А. В. Гаркави, О. И. Ислейих, П. И. Катунян, которые провели исследование внутрикостного введения ОТП в зону отека костного мозга при гонартрозе. В данной работе были рассмотрены вопросы влияния ОКМ на развитие гонартроза, а также терапевтические подходы к ведению пациентов с ОА. Целью исследования была разработка методики лечения ОКМ при ОА коленного сустава путем локального внутрикостного введения в зону отека аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы. Исследовали 17 пациентов с диагнозом остеоартроз II-IV ст. по классификации Kellgren-Lawrence, у которых на МРТ в субхондральной зоне выявлены области локального воспаления в виде ОКМ в соответствии с международной классификацией WORMS. Средний возраст пациентов составил $41,7 \pm 14,3$ лет. Пациентам внутрикостно из внесуставного доступа в зону ОКМ вводили аутологичную обогащенную тромбоцитами плазму под рентгеноскопическим контролем. Оценку эффективности лечения проводили по шкалам ВАШ, WOMAC и KOOS до введения аутоплазмы, через 1 и 3 месяца после начала лечения. Через 3 месяца после манипуляции отмечалось статистически значимое снижение показателей интенсивности воспалительного синдрома: по WOMAC на 17,5%, KOOS на 19,4% и по ВАШ на 33,1% ($p < 0,01$). Таким образом, доказана эффективность внутрикостного введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении пациентов с ОА, сопровождающимся ОКМ в субхондральной зоне [30].

Для оценки эффективности внутрикостных инъекций ОТП при лечении заболеваний костной ткани интерес представляют не только исследования, рассматривающие внутрикостные инъекции ОТП в контексте лечения гонартроза, но и применение данной методики при заболеваниях костной ткани в других частях опорно-двигательного аппарата. Так, в 2017 году группой исследователей Nevalainen M. T., Repo J. P., Pesola M. был опубликован клинический случай, в котором описан результат применения внутрикостных инъекций ОТП в качестве одного из компонентов схемы лечения посттравматического остеонекроза таранной кости. В качестве исследуемого выступил 45-летний мужчина (проходивший лечение с 2014 по 2016 от гипертонии и гипотиреоза), у которого произошел вывих в голеностопном суставе во время прогулки с собакой. У пациента был выявлен отек мягких тканей в проекции латеральной лодыжки, но отсутствовали рентгенологические признаки перелома. Несмотря на проводившееся консервативное лечение, боль в голеностопном суставе сохранялась в течение 3 месяцев. Рентгенография голеностопного сустава, производившаяся в этот период, не выявила признаков перелома таранной кости. Но результаты производившегося МРТ голеностопного сустава свидетельствовали об остеонекрозе таранной кости в I стадии по классификации

Association Research Circulation Osseous (ARCO). Из-за постоянной боли и непереносимости нагрузки, тактика лечения была изменена. Пациенту провели декомпрессию головки таранной кости, а также внутрикостное введение стволовых клеток и ОТП. Через 4 недели после процедуры введения пациент не испытывал болевого синдрома в стопе. При рентгенографии голеностопного сустава не выявили патологии, за исключением низкой минеральной плотности костей в целом. По итогам обследования пациента спустя 3 месяца после лечения, было выявлено полное восстановление двигательной активности и способности у пациента к выполнению ежедневных бытовых действий, отсутствие отека и болей в области наружной лодыжки. Произведенное в этот период МРТ голеностопного сустава показало практически полное отсутствие остеонекротических изменений в таранной кости. Обследование пациента произведенное спустя 15 месяцев показало полное восстановление его качества жизни, отсутствие болей, отека. Результаты произведенных в тот период рентгенографии и МРТ голеностопного сустава показали полное отсутствие патологических изменений в костной ткани таранной кости. Все это является признаком наличия стойкого положительного результата от применения описанной комбинированной терапии у данного пациента, и также может свидетельствовать об эффективности внутрикостных инъекций ОТП при лечении дегенеративно-дистрофических изменений сустава, и в частности субхондральной костной ткани. Однако, для полноценной оценки эффективности данного метода и оценки значимости в схеме данного лечения внутрикостных инъекций ОТП необходимо проведение масштабного клинического исследования, включающего в себя значительно большее количество обследуемых, выделение контрольных и экспериментальных групп, а также объективизацию субъективных клинических признаков пациента путем использования оценочных шкал [31].

В 2012 году исследователями Menezes L. M., Rao J. были опубликованы результаты клинического исследования, в котором приняли участие 60 здоровых, не курящих пациентов с диагнозом хронический периодонтит, имеющих внутрикостные дефекты. Обследуемые были разделены на две равные группы - контрольную и экспериментальную. Пациентам, входившим в экспериментальную группу, дефекты обрабатывали смесью ОТП и пористым гидроксипатитом, а пациентам, входившим в контрольную группу - смесью гидроксипатита и физиологического раствора. Клиническое обследование пациентов и рентгенографические снимки были выполнены в начале исследования и через 1 и 4 года после лечения. Обследование пациентов, проведенное спустя 1 год после лечения, не показали существенных изменений по сравнению с исходным уровнем. Тем не менее, результаты обследований, произведенных спустя 4 года, показали, что оба метода лечения привели к значительным изменениям всех клинических параметров (глубина зондирования, клинический уровень прикрепления десны, рецессия десны и заполнение внутрикостного дефекта; $P < 0,001$). Однако экспериментальная группа продемонстрировала более выраженные статистически значимые изменения, по сравнению с контрольной группой: уменьшение глубины зондирования - $5,8 \pm 0,49$ мм против $4,0 \pm 0,45$ мм ($P < 0,0001$); клиническое увеличе-

ние прикрепления - $5,4 \pm 1,2$ мм против $3,1 \pm 1,1$ мм ($P < 0,0001$); и заполнение дефектов - $3,2 \pm 0,8$ мм против $2,1 \pm 0,6$ мм ($P < 0,0001$). Лечение комбинацией PRP и гидроксипатита привело к значительно более благоприятному клиническому улучшению при внутрикостных дефектах пародонта. Данное исследование свидетельствует о благоприятном влиянии ОТП на регенеративные процессы, происходящие в костной ткани [32].

Другая группа исследователей из Индии Shukla S., Chug A., Mahesh L., Grover H. S. опубликовала в 2016 году результаты внутрикостного введения ОТП в сочетании с содержащей фосфосиликат кальция мастикой (ФСК) при лечении внутрикостных дефектов у 20 пациентов с периодонтитом. Исследование проводилось в амбулаторном учреждении при учебном стоматологическом институте на севере Индии. Для оценки клинических параметров и рентгенографической плотности костного вещества после применения ФСК с ОТП и без него, у пациентов с периодонтитом, которым назначено хирургическое лечение внутрикостных дефектов, было проведено рандомизированное исследование органов ротовой полости типа «split-mouth». Пациентов разделили на контрольную группу, лечившуюся только с использованием мастики с ФСК (Group PUT), и экспериментальную группу, которая получала ОТП в дополнение к ФСК (Group PRP). Состояние пациентов оценивалось по показателям глубины карманов при зондировании (PPD), парадонтальный индекс (PI), индекс десны (GI) и клинический уровень прикрепления десны (CAL), а также с помощью стандартных периапикальных рентгенограмм. Оценка состояния пациентов производилась до лечения, а также спустя 1, 3, 6, 9 месяцев после лечения. Результаты исследования оказались не удовлетворительными. Было установлено, что снижение PPD от исходного уровня до 1-го, 3-го, 6-го и 9-го месяца было значительным ($p < 0,05$). Процент снижения PPD среди группы PUT составил $57,18 \pm 10,71\%$, а среди группы PRP - $51,39 \pm 12,60\%$. Не наблюдалось статистически значимой разницы в процентном снижении PPD среди двух групп через 9 месяцев ($p = 0,48$). На участках в обеих группах наблюдалось статистически значимое снижение PI и GI, которое сохранялось в течение всего периода исследования. Подобные результаты были замечены при измерении CAL. Данное исследование свидетельствует о том, что добавление ОТП в ФСК-мастику, не дает какого-либо дополнительного преимущества при лечении [33].

Заключение

Благодаря анализу опубликованных данных, получены свидетельства о высокой эффективности и безопасности метода, сочетающего внутрисуставные и внутрикостные инъекции ОТП, что подтверждают данные систематических обзоров и клинических исследований, опубликованных в течение последних лет. Внутрикостные инъекции обогащенной тромбоцитами плазмы, помимо ослабления болевого синдрома, улучшения функционального состояния пораженной части опорно-двигательного аппарата, значительно улучшают регенеративные процессы костной ткани, что является важным элементом терапии ОА. При терапии ОА эффект сохраняется практически до года, при этом максимальный эффект от нее наблюдается даже при сред-

ней и тяжелой степени тяжести ОА. Анализ опубликованных к настоящему времени результатов контролируемых исследований, как рандомизированных, так и не рандомизированных, дают возможность сделать следующие выводы:

-применение внутрикостных инъекций препаратов ОТП эффективно при лечении остеоартроза различных суставов, а также при лечении дефектов костной ткани;

-введение ОТП непосредственно в костную ткань обладает более продолжительным и более выраженным эффектом в сравнении с курсом исключительно внутрисуставными инъекциями;

-эффект внутрикостного введения ОТП является долговременным, устойчивым, длится более года;

-внутрикостные инъекции препаратов ОТП являются относительно безопасной процедурой, которая может сопровождаться побочными эффектами, наиболее частым из которых являлся болевой синдром.

В то же время мнения исследователей об эффективности внутрикостного введения ОТП расходятся. Причиной этого, возможно, являются различия организации исследования, выборке, отличия в подходе к оценке состояния пациентов до и после лечения, в частности по объему и разнообразию применения лабораторных и инструментальных методов обследования, срокам наблюдения, а также технологии подготовки ОТП. Все это обуславливает необходимость проведения новых крупных рандомизированных клинических исследований, которые подтвердили бы результаты выполненных исследований и позволили бы оценить отдаленные последствия данного метода терапии остеоартроза. Кроме того, критически важно создание единой технологии приготовления препаратов ОТП для обеспечения наибольшей эффективности применения данного метода.

Для цитирования:

Егиазарян К.А., Данилов М.А., Абдусаламов Р.М., Флджян Г.А., ВНУТРИКОСТНОЕ И ВНУТРИСУСТАВНОЕ ВВЕДЕНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПЛАЗМЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 5—12. [Egiazaryan K.A., Danilov M.A., Abdusalamov R.M., Fldzhjan G.A., INTRAOSSEOUS AND INTRA-ARTICULAR INJECTION OF PLATELET-RICH PLASMA IN THE TREATMENT OF OSTEOARTHRITIS OF THE KNEE JOINT. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 5—12]

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding: The study had no sponsorship.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Список литературы/References:

1. Алексеева Л. И., Цветкова Е. С. Остеоартроз: из прошлого в будущее // Научно-практическая ревматология. – 2009. – Т. 2. – С. 31-37. [Aleksееva LI, Svetkova ES. Osteoarthritis: from the past to the future // *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2009;2:31-37 (In Russ.)].
2. Насонова В. А. Остеоартроз–проблема полиморбидности // *Consilium medicum*. – 2009. – Т. 11. – №. 2. – С. 5-8. [Nasonova VA. Osteoarthritis - the problem of polymorbidity // *Consilium medicum*. 2009;11(2):5-8 (In Russ.)].

3. Zhang W., Nuki G., Moskowitz R. W. et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009 // *Osteoarthritis Cartilage*. 2010. Vol. 18, No 4. P. 476-499;
4. Хитров Н. А. Остеоартроз и остеоартрит – патоморфоз названия и прогресс знаний о болезни // *РМЖ*. 2011. № 25 (19). С. 1525–1529 [Xitrov NA. Osteoarthrosis and osteoarthritis-pathomorphosis names and progress of knowledge about the disease // *russkij medicinskij zhurnal* 2011;25(19)1525-29(In Russ.)].
5. Spector T.D. et al. Definition of osteoarthritis of the knee for epidemiological studies. // *Ann Rheum Dis*. 1993. Vol. 52, № 11. P. 790–794.
6. Новоселов К. А., Корнилов Н. Н., Куляба Т. А. Повреждения и заболевания коленного сустава // *Травматология и ортопедия*. – 2006. – Т. 3. – С. 213-438 [Novoselov KA, Kornilov NN, Kulyaba TA. Injuries and diseases of the knee joint // *Travmatologiya i ortopediya* 2006;3:213-438(In Russ.)].
7. Martel-Pelletier J. et al. Osteoarthritis // *Nature Reviews. Disease Primers*. 2016. (2). С. 16072.
8. Балабанова Р. М. Роль интерлейкина 1 при остеоартрозе и возможность и его блокирования // *Современная ревматология*. – 2011. – №. 1 [Balabanova RM. The role of interleukin 1 in osteoarthritis and the possibility of blocking it // *Sovremennaya revmatologiya*. 2011;1 (In Russ.)].
9. Цурко В. В. Остеопороз и остеоартроз. От общего к частному // *Практикующий врач сегодня*. 2011. No 2. С. 64-66 [Czurko VV. Osteoporosis and osteoarthritis. From General to private // *Praktikuyushhii vrach segodnya* 2011;2:64-66(In Russ.)].
10. Лазишвили Г. Д., Егиазарян К. А., Данилов М. А. Исследование клинической эффективности применения обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении остеоартроза коленного сустава // *Кафедра травматологии и ортопедии*. – 2016. – №. 1. – С. 10-15 [Lazishvili GD, Egi-zaryan KA, Danilov MA. Investigation of the clinical efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of knee osteoarthritis // *Kafedra travmatologii i ortopedii* 2016;1,10-15(In Russ.)].
11. Sellam J., Berenbaum F. The role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis // *nat Rev Rheumatol*. 2010. Vol. 6, No 11. P. 625-635;
12. Baltzer A. W., Moser C., Jansen S. A. et al. Autologous conditioned serum (Orthokine) is an effective treatment for knee osteoarthritis // *Osteoarthritis Cartilage*. 2009. Vol. 17. No 2. P. 152-160;
13. Andia I., Abate M. knee osteoarthritis: hyaluronic acid, platelet- rich plasma or both in association? // *Expert Opin Biol Ther*. 2014. Vol. 14. No 5. P. 635-649;
14. Walsh M., Kim R., Del Valle I. et al. Importance of interaction between nerve growth factor and alpha9beta1 integrin in glial tumor angiogenesis // *Neuro Oncol*. 2012. Vol. 14. No 7. P. 890-901;
15. Abrams G. D., Frank R. M., Fortier L. A. et al. Platelet-rich plasma for articular cartilage repair // *Sports Med Arthrosc*. 2013. Vol. 21. № 4. P. 213-219;
16. Kon E., Mandelbaum B., Buda R. et al. Platelet-rich plasma intra-articular injection versus hyaluronic acid viscosupplementation as treatments for cartilage pathology: from early degeneration to osteoarthritis // *Arthroscopy*. 2011. Vol. 27. № 11. P. 1490-1501;
17. Colen S., van den Bekerom M. P., Mulier M. et al. Hyaluronic acid in the treatment of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis with emphasis on the efficacy of different products // *BioDrugs*. 2012. Vol. 26. № 4. P. 257-68;
18. Alsousou J., Thompson M., Hulley P. et al. The biology of platelet-rich plasma and its application in trauma and orthopaedic surgery: a review of the literature // *J Bone Joint Surg Br*. 2009. Vol. 91. № 8. P. 987-996;
19. Nguyen R.T., Borg-Stein J., McInnis K. Applications of platelet-rich plasma in musculoskeletal and sports medicine: an evidence-based approach // *PM R*. 2011. Vol. 3. № 3. P. 226-250;
20. Patel S., Dhillon M.S., Aggarwal S. et al. Treatment with platelet-rich plasma is more effective than placebo for knee osteoarthritis: a prospective,

double-blind, randomized trial // *Am J Sports Med.* 2013. Vol. 41. № 2. P. 356-364;

21. Демкин С.А., Маланин Д.А., Рогова Л.Н. Обогащенная тромбоцитами аутологичная плазма в лечении пациентов с остеоартрозом коленного сустава: современное состояние вопроса // *Волгоградский научно-медицинский журнал.* 2013. № 4. С. 7-10 [Demkin SA, Malanin DA, Rogova LN. Platelet-rich autologous plasma in the treatment of patients with knee osteoarthritis: current status of the issue // *Volgogradskij nauchno-medicinskij zhurnal.* 2013;4,7-10(In Russ.)].

22. Nakamura T, Sakai K, Nakamura T. et al. Hepatocyte growth factor twenty years on: Much more than a growth factor // *J Gastroenterol Hepatol.* 2011. Vol. 26. Suppl. 1. P. 188-202;

23. Coudriet G.M. et al. Hepatocyte Growth Factor Modulates Interleukin-6 Production in Bone Marrow Derived Macrophages: Implications for Inflammatory Mediated Diseases // *PLoS One.* 2010. Vol. 5, № 11.

24. Anitua E., Sanchez M., Zalduendo M.M. et al. Fibroblastic response to treatment with different preparations rich in growth factors // *Cell Prolif.* 2009. Vol. 42. № 2. P. 162-170;

25. Liu J. et al. A Comparison between Platelet-Rich Plasma (PRP) and Hyaluronate Acid on the Healing of Cartilage Defects // *PLoS One.* 2014. Vol. 9, № 5.

26. Kruger J.P., Ketzmar A.K., Endres M. et al. Human platelet-rich plasma induces chondrogenic differentiation of subchondral progenitor cells in polyglycolic acid-hyaluronan scaffolds // *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2014. Vol. 102. № 4. P. 681-692;

27. de Vries-van Melle M.L. et al. Chondrogenesis of Mesenchymal Stem Cells in an Osteochondral Environment Is Mediated by the Subchondral Bone // *Tissue Engineering Part A.* 2013. Vol. 20, № 1-2. P. 23-33.

28. Sanchez M. et al. Combination of intra-articular and intraosseous injections of platelet rich plasma for severe knee osteoarthritis: a pilot study // *BioMed research international.* – 2016. – P. 1-10.

29. Su, K., Bai, Y., Wang, J., Zhang, H., Liu, H., & Ma, S. (2018). Comparison of hyaluronic acid and PRP intra-articular injection with combined intra-articular and intraosseous PRP injections to treat patients with knee osteoarthritis. *Clinical Rheumatology*, 37(5), 1341-1350.

30. Лычагин А. В., Гаркави А. В., Ислейих О. И., Катунян П. И., Бобров Д. С., Явлиева Р. Х., Целищева Е. Ю. Эффективность внутрикостного введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы в зону отека костного мозга при остеоартрозе коленного сустава // *Журнал «Вестник РГМУ»*, №4, С. 47 – 53.

31. Nevalainen M.T. et al. Successful Treatment of Early Talar Osteonecrosis by Core Decompression Combined with Intraosseous Stem Cell Injection: A Case Report // *J Orthop Case Rep.* 2018. Vol. 8, № 1. P. 23-26.

32. Menezes L. M., Rao J. Long-term clinical evaluation of platelet-rich plasma in the treatment of human periodontal intraosseous defects: A comparative clinical trial // *Quintessence International.* – 2012. – Vol. 43. – №. 7.

33. Shukla S. et al. Effect of Addition of Platelet-rich Plasma to Calcium Phosphosilicate Putty on Healing at 9 Months in Periodontal Intrabony Defects // *The journal of contemporary dental practice.* – 2016. – Vol. 17. – №. 3. – P. 230-234.

Сведения об авторах:

Егиазарян Карен Альбертович – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, директор университетской клиники травматологии и ортопедии, Москва, Россия, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, г. Россия. E-mail: egkar@mail.ru

Данилов Максим Александрович – кандидат мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии,

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, г. Россия.

E-mail: md.danilov@gmail.com

Абдусаламов Ратмир Мусаевич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, г. Россия. E-mail: ratmirspb@mail.ru

Флджян Грант Артакович – студент 4 курса ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, г. Россия. E-mail: grant_23@mail.ru

Information about the authors:

Egiazaryan Karen Albertovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Danilov Maksim Aleksandrovich – PhD in Medicine, Associate professor at the Department of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; Moscow, Russian Federation

Abdusalamov Ratmir Musaevich – postgraduate of traumatology, orthopedics and military field surgery department, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Fldzhjan Grant Artakovich – student Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.13-19

УДК 617-089.844

© Лычагин А.В., Грицюк А.А., Рукин Я.А., Елизаров М.П., 2020

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ХИРУРГИИ И ОРТОПЕДИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

ЛЫЧАГИН А.В.^{1, a}, ГРИЦЮК А.А.^{1, b}, РУКИН Я.А.^{1, c}, ЕЛИЗАРОВ М.П.^{1, d}

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991
Университетская клиническая больница №1. Клиника травматологии, ортопедии и патологии суставов

Резюме

Тотальное эндопротезирование коленного сустава признано наиболее эффективным методом лечения, позволяющим устранить болевой синдром, улучшить физическую активность и качество жизни у пациентов с тяжелыми дегенеративными заболеваниями суставов. Количество осложнений и неудовлетворительных результатов эндопротезирования коленного сустава достаточно велико и достигает 13,2%. Увеличивается число ревизионных артропластик коленного сустава до 10,8%.

Одна из проблем — это позиционирование, индивидуальный подбор и точность резекции кости для посадки имплантата при первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава, ошибки приводят к послеоперационным осложнениям. Для решения данных проблем предложены хирургические ортопедические роботы, которые впервые были внедрены в клиническую практику более двух десятилетий назад.

В данной статье мы провели анализ научной литературы о применении различных современных роботизированных хирургических систем, историю их возникновения и эволюцию развития. С момента внедрения робототехнических технологий в ортопедическую хирургию, они подверглись заметному развитию, первоначально они использовались для выполнения частных задач, решения вопросов компьютерного предоперационного планирования и интраоперационной навигации. В настоящее время системы, применяемые в ортопедии, включают в себя роботизированную руку, роботизированные режущие приспособления и роботизированные фрезерные системы с разнообразными стратегиями навигации с использованием активных, полуавтоматических или пассивных систем управления, которые позволяют уменьшить частоту возможных ошибок и повысить точность позиционирования компонентов. Оценены возможные перспективы дальнейшего использования роботизированных систем в ортопедии.

Ключевые слова: Роботизированная хирургическая система; робототехника в ортопедии; роботизированная хирургия.

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF ROBOTICS IN SURGERY AND ORTHOPEDICS (LITERATURE REVIEW)

LYCHAGIN A.V.^{1, a}, GRITSYUK A.A.^{1, b}, RUKIN Y.A.^{1, c}, ELIZAROV M.P.^{1, d}

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 119991
University Clinical Hospital №1. Clinic of Traumatology and Orthopedics First Moscow State Medical University I.M. Sechenov

Abstract

Total knee arthroplasty is recognized as the most effective treatment method that allows to reduce pain, improve physical activity and quality of life in patients with knee osteoarthritis. The number of complications and unsatisfactory results of knee arthroplasty is quite large and reaches 13.2%. The number of revision arthroplasty of the knee joint increases to 10.8%.

One of the problems of total knee arthroplasty is the positioning, individual selection and accuracy of bone resection for implant placement during primary total knee replacement, errors lead to postoperative complications. To solve these problems, surgical orthopedic robots are proposed, which were first introduced into clinical practice more than two decades ago.

In this article, we analyzed the scientific literature on the use of various modern robotic surgical systems, the history of their occurrence and evolution. Since the introduction of robotic technologies in orthopedic surgery, they have undergone significant development, they were initially used to perform tasks, solve computer preoperative planning issues and intraoperative navigation. Currently, systems used in orthopedics include a robotic arm, robotic cutting devices, and robotic milling systems with a variety of navigation strategies using active, semi-automatic or passive control systems that can reduce the frequency of possible errors and increase the accuracy of component positioning. Possible prospects for the further use of robotic systems in orthopedics are evaluated.

Key words: Robotic surgery system; robotics in orthopedics; robotic surgery.

^a E-mail: clinic@travma.moscow

^b E-mail: drgaamma@gmail.com

^c E-mail: yar.rukin@gmail.com

^d E-mail: elizarovm07@gmail.com

Ответственная трудовая деятельность человека опирается на знания, умения и опыт, которые воплощены в трудовых навыках и инструментах которыми мы пользуемся. Эволюция инструментов, в настоящее время, во многом превосходит мануальные возможности человеческого организма, которые определены понятием «человеческий фактор». Точность выполняемых человеком работ зависит не только от знаний и навыков, но и от физического состояния человека, усталости и внимания. Поэтому для уменьшения влияния «человеческого фактора» стали разрабатываться роботизированные системы, которые хорошо себя зарекомендовали особенно в тех производствах, где требуются высокоточные и часто повторяющиеся движения. Современная хирургия в своем развитии также становится более точной и требует значительных интеллектуальных и физических затрат. Одним из эффективных решений данной проблемы может стать применение хирургических роботов.

Цель работы:

Оценить развитие и технические особенности применения различных роботических систем в клинической практике.

Попытки создания приспособлений, которые бы имитировали или заменяли человеческие руки уходят корнями в глубокую древность. В средневековье ближе всего данным решениям подошел гениальный Леонардо да Винчи, мысли которого намного опережали свою эпоху (его именем названа одна из современных роботизированных установок). В современной истории впервые слово «робот» ввел в обиход чешский писатель Karel Capek в своей научно-популярной пьесе «Rossum's Universal Robots» в 1923 г. Слово «робот» происходит от чешского слова «robota», обозначающего тяжелый физический труд [1]. Isaac Assimov в романе «Хоровод» (Runaround, 1942) предложил для использования слово «робототехника» и сформулировал законы робототехники, которые стали непреложными для многих писателей [2].

Первые функциональные роботы появились в середине XX в., так в 1954 г. George Devol и Joe Engleberger разработали роботизированную руку, управляемую посредством электрического контролера. Движения руки осуществлялись при помощи гидравлической системы. Данное устройство получило название «Анимэйт» (Unimate) [3]. Впервые «роботическая рука» была применена для извлечения и перемещения горячих деталей на конвейерах сборки автомобилей компании «Дженерал Моторс» (General Motors) в 1961 г. Данное изобретение позволило добиться увеличения скорости сборки кузова автомобиля, увеличив эффективность производства.

К настоящему времени история внедрения роботов в различные отрасли машиностроения хорошо известны, функциональные роботы и компьютерные технологии продолжают развиваться и уже способны не только самостоятельно передвигаться (Cart, Genghis, Shadow Biped), но и взбираться по лестницам и переносить грузы (Asimo, Honda), играть на музыкальных инструментах (Partner), изображать домашних животных (Aibo, iCybie), собирать образцы породы на Марсе (Sojourner), обеспечивать работу международной космической станции (SSRMS), а также участвовать в поиске и спасении людей в чрезвычайных ситуациях.

Роботизированные технологии впервые в 1950-х годах начинают внедряться в медицинскую отрасль, их можно разделить на несколько направлений:

- 1) Роботизированные системы для помощи пациентам:
 - а) облегчение жизни пациентам с полной или частичной утратой способности передвижения (инвалидные кресла);
 - б) помощь пожилым пациентам (роботы способные напоминать о времени приема лекарств (Nursebot) [4], роботы у постели больного (RP-6 robot) [5].
- 2) В системе оптимизации здравоохранения:
 - а) лабораторные системы [6];
 - б) диагностические (КТ, МРТ и др.);
 - б) транспортные системы.
- 3) Хирургические роботизированные системы:
 - а) полуактивные - управляемые человеком, помогающие в выполнении операций (ассистенты)- «робот-ассистированные» операции;
 - б) активные роботизированные системы, которые выполняют этапы операции самостоятельно, под контролем хирурга.

Применение роботизированных систем в хирургии начинается в 1985 г. с использования в нейрохирургии манипуляционной системы Programmable Universal Manipulation Arm (PUMA) 560 для выполнения точечной биопсии головного мозга с КТ-наведением, но статическая картинка затрудняла выполнение манипуляции [7]. К началу 1995 г. была разработана нейрохирургическая роботизированная система Minerva, использующая данные динамического КТ, что позволяло вносить коррективы в ходе процедуры биопсии в режиме реального времени. Однако необходимость нахождения пациента в аппарате КТ на протяжении всей манипуляции существенно ограничивало применение системы. Другая нейрохирургическая роботизированная система CyberKnife® (Accuray™, Inc, США) была разработана для выполнения ультраточной лучевой терапии злокачественных новообразований головного мозга. Для достижения максимальной точности при облучении используется технология пошаговой корреляции изображений дооперационного КТ и рентгеновских исследований, проводимых в ходе манипуляции в режиме реального времени.

В 1988 г. была разработана роботизированная система «Probot» для выполнения трансуретральной резекции простаты (ТУРП). В том же году была выполнена первая роботизированная ТУРП [8] В предоперационном периоде была создана 3D-модель простаты пациента с четкой объемной моделью опухоли, хирург намечает границы резекции, а роботическая система точно контролирует траекторию движения резектоскопа [9]

В 1994 г. компания Computer Motion изготовила первого робота-ассистента для выполнения эндоскопических операций, получившего сертификат US FDA – Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP). К 1998 г. модель AESOP 3000 была усовершенствована и обладала семью степенями свободы. Система прикреплялась к операционному столу и посредством различных переходников и адаптеров получала способность удерживать и манипулировать эндоскопом [10].

Следующим глобальным шагом в эволюции роботизированной хирургии стало развитие дистанционной телехирургии.

Концепция данного проекта состояла в том, что хирург способен дистанционно проводить тяжелые операции, посредством трансляции его движений на манипуляторы роботической установки, которая находится у операционного стола и хирург управляет не только камерой, но и несколькими «руками» с инструментами. Разработки в области роботизированной дистанционной телемедицины были одновременно начаты тремя государственными организациями в США, что привело к созданию военного прототипа, способного обеспечить помощь раненым непосредственно на поле боя. Хирург находился глубоко в тылу и осуществлял манипуляции дистанционно при помощи телевизионной трансляции [11].

В настоящее время доступны для использования две роботизированные хирургические системы: ZEUS и da Vinci, применение которых позволило сделать реальностью так называемую трансконтинентальную телероботохирургию [12]. В 2001 г. хирурги успешно удалили желчный пузырь с помощью дистанционно управляемой роботической системы, установленной в одном из госпиталей Франции, находясь от пациентки на расстоянии 7000 км в Нью-Йорке. Современные средства связи обеспечили передачу сигналов в обоих направлениях (от видеокамеры лапароскопа к хирургу и обратно – от станции управления к роботу) по трансатлантическому волоконно-оптическому кабелю [13].

В настоящее время активно развивается трансоральная роботическая хирургия, онкологическая хирургия головы и шеи. К 2014 г. насчитывалось более чем 6000 публикаций, посвященных роботической хирургии, более 4000 систем da Vinci инсталлированы в более чем 1500 медицинских учреждениях по всему миру, выполнено 350 000 роботических операций, наиболее популярными из которых являются роботическая радикальная простатэктомия и гистерэктомия [14].

Первые хирургические роботы в России были внедрены в 2008 г. в урологической практике при радикальной простатэктомии использовались роботизированные системы da Vinci (Intuitive Surgical Inc., USA), которые использовались также и в других областях хирургии, где имеет преимущества малоинвазивный принцип оперативного лечения. К 2012 г. В нашей стране насчитывалось 10 роботических установок и было выполнено более 1500 тысяч оперативных вмешательств [15, 16].

В ортопедическую клиническую практику в 1992 году была внедрена первая роботизированная система Robodoc (IBM), которую применили при эндопротезировании тазобедренных суставов. В последующем появлялись более усовершенствованные модели, обладающие способностью в автоматическом режиме выполнять этапы протезирования тазобедренного сустава (Caspar system, 2000) [17]. Примерно в то же время начинается разработка роботов для выполнения тотального эндопротезирования коленного сустава, однако на внедрение их в клиническую практику потребовалось более 10 лет испытаний и усовершенствований [18, 19].

Точность выполнения традиционного тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) зависит от навыка и опыта хирурга [20]. Правильность размеров сгибательно-раз-

гибательных промежутков, баланс мягкотканых структур и позиционирование импланта во время оперативного вмешательства зависит от субъективной оценки анатомических структур, которые патологически изменены. Точность работы режущего инструмента (осцилляторной пилы) при выполнении резекции кости, также зависит от хирурга, состояния инструмента и от плотности костной ткани, что весьма вариабельно. Использование интрамедуллярных направителей во время стандартной операции увеличивает риск тромбоземболических и кардиореспираторных осложнений [21, 22]. Частично решает данную проблему компьютерная навигация. Инфракрасные камеры считывают информацию с датчиков и выводят на экран, показывая анатомические и кинематические особенности коленного сустава во время имплантации протеза. Применение компьютерной навигации помогает хирургу более точно определить уровень и направление резекции, но не может обеспечить точности данной резекции [23, 24].

Современные робототехнические хирургические системы (РТХС), применяемые в ортопедии, включают в себя роботизированную руку, роботизированные режущие приспособления с разнообразными технологиями навигации с использованием активных, полуавтоматических или пассивных систем управления. Одной из задач роботизированных систем, является точное предоперационное планирование с использованием 3D моделирования, индивидуальным выбором имплантата, с возможностью виртуального позиционирования с учетом механических осей конечности [25].

Второй задачей роботизированной ортопедической системы является обеспечение высокой точности резекции кости для правильной посадки протеза во время операции [26, 27].

В зависимости от конструктивных особенностей и степени участия хирурга, роботизированные системы подразделяют на 2 группы:

Активные роботизированные хирургические системы — это системы, которые работают полностью автономно, самостоятельно производят опилы бедренной и большеберцовой кости по предоперационному плану, без вмешательства хирурга, под его визуальным контролем.

Полуактивные роботизированные хирургические системы — это системы которые помогают хирургу контролировать предельные отклонения от предоперационного плана и задавать уровни и углы корригирующих опилов бедра и большеберцовой кости, но саму резекцию выполняет хирург [28, 29]

На сегодняшний день в Российской Федерации разрешены к применению активная роботизированная система «TSolution-One» (THINK Surgical Inc., Фримонт, Калифорния, США), полуактивные роботизированные системы: «NAVIO Surgical System» (Smith & Nephew, Техас, США) и «MAKO Robotic arm» (Страйкер Ltd, Каламазу, Мичиган, США).

«MAKO Robotic arm» (Страйкер Ltd, Каламазу, Мичиган, США) это полуактивная система, состоящая из датчиков и стойки с инфракрасной камерой, «роботизированной руки». Для визуализации и предоперационного планирования используется КТ-сканирование, по которой определяются размеры и необходимые уровни костной резекции. Во время операции,

информацию с фиксированных датчиков к бедру и голени считывает система инфракрасных камер, которая выводит на экран, изображение анатомических и кинематических особенностей коленного сустава. «Роботизированная рука» задает необходимые углы и уровень резекции, хирург перемещает роботизированную руку с осцилляторной пилой по заданной траектории и контролирует силу давления на пилу. Отклонения от запланированной траектории движения пилы деактивируют роботизированное устройство (Рис. 1).



Рис. 1. Общий вид «MAKO Robotic arm» роботизированной ортопедической системы (Страйкер Ltd, Каламазу, Мичиган, США).

<https://www.stryker.com/us/en/portfolios/orthopaedics/joint-replacement/mako-robotic-arm-assisted-surgery.html>

Система «MAKO Robotic arm» в основном используется для роботизированного одномышечкового эндопротезирования коленного сустава. Тотальное эндопротезирование коленного сустава с применением «MAKO Robotic arm» продемонстрировала клинические результаты, по данным которых смещение механической оси более 3° отмечено 9,0% по сравнению с 31,8% в группе, где тотальное эндопротезирование выполнялось с применением стандартных направителей. В среднем, окончательные опиловы выполненные при помощи роботической руки «MAKO Robotic arm» в 3,1 раза более точные, чем ручная техника. Точность этих опилов вариабельна и зависит от работы режущего инструмента (осцилляторной пилы), опыта хирурга, состояния инструмента и от плотности костной ткани [30].

«NAVIO Surgical System» (Smith & Nephew, Техас, США) это полуактивная роботизированная система, которая использует портативную платформу для интраоперационной работы, состоит из датчиков, стойки с инфракрасной камерой, роботической фрезы с навигационными датчиками. В начале операции к бедру и голени фиксируют датчики, инфракрасные камеры считывают информацию с датчиков и выводят на экран, далее хирург на основании полученной информации производит опиловы при помощи роботической фрезы. Хирург перемещает роботизированную фрезу по запланированной траектории, контролирует перемещение и усилие фрезы. Отклонения от запланирован-

ного движения пилы останавливает роботизированную фрезу (Рис. 2).



Рис. 2. Общий вид роботизированной системы «NAVIO Surgical System» (Smith & Nephew, Техас, США).

<https://www.smith-nephew.com/key-products/robotics/navio/>

Система «NAVIO Surgical System» в основном применяется при одномышечковом эндопротезировании коленного сустава, изолированном протезировании пателофemorального сустава, иногда при тотальном эндопротезировании коленного сустава. Функционирование робота основано на интраоперационной навигации, КТ исследование для предоперационного планирования не требуется. Учитывая мобильность роботической фрезы возможно использование миниинвазивных доступов. Учитывая высокую чувствительность инструмента, скорость вращения бура снижена. Точность выполняемых опилов зависит от мануальных навыков хирурга и от плотности костной ткани [31].

«TSolution-One» (THINK Surgical Inc., Фримонт, Калифорния, США) — это активная роботизированная ортопедическая система, разработанная в 1992 году под названием Robodoc (Curexo Technology, Fremont, CA, США) для применения в ортопедической хирургии [32]. Впоследствии Curexo Technology Corporation изменила свое название на THINK Surgical Inc. (Fremont, CA) в сентябре 2014 года, переименовав Robodoc в TSolution-One® (рис 3). В августе 2019 года хирургическая система получает FDA для тотальной артропластики коленного сустава. «TSolution-One®» является активной автономной, роботизированной системой фрезерования, которая способна точно выполнять резекции кости для установки компонентов эндопротеза на основе предоперационного КТ изображения. Хирург, на основе полученного при компьютерной томографии 3D модели конечности пациента, планирует хирургическое вмешательство и создает индивидуальный оригинальный план операции со всеми параметрами резекции костей и осей конечности, с подбором рекомендованного имплантата, и сохраняет этот план (программа работы робота) на компьютерном носителе [33].



Рис. 3. «TSolution-One» активная роботизированная система (THINK Surgical Inc., Фримонт, Калифорния, США)

Перед операцией план-программа загружается в активную фрезерную систему. Хирург выполняет доступ, устанавливает ретракторы для защиты околоуставных мягких тканей, закрепляет конечность неподвижно к роботу специальными устройствами с датчиками движения. После процедуры регистрации положения костных ориентиров пациента в соответствии с программой предоперационного планирования, активная роботизированная режущая установка включается и самостоятельно выполняет опиловы бедренной и большеберцовой костей по запланированной модели операции, при визуальном контроле, но без вмешательства хирурга. Что является отличительной особенностью данной системы, в процессе резекции кости «человеческий фактор» практически исключен. После выполнения резекции хирург выполняет примерку пробными компонентами и имплантирует протез. Преимущество системы «TSolution-One» в том, что она позволяет нивелировать погрешность мануальных навыков хирурга и не зависит от плотности костной ткани. Недостатком является то, что планирование, регистрация и фрезерование занимает больше времени, чем при выполнении другим современным роботизированными системами [34].

Заключение:

Роботизированная ТЭКС ассоциируется с повышенной точностью в позиционирование импланта и выравнивании оси конечности по сравнению со стандартной техникой выполнения протезирования. Были проведены проспективные

рандомизированные исследования: группы, состоящие из 50 стандартно выполненных ТЭКС и 50 роботизированных ТЭКС. При сравнении было установлено, в группе роботизированных ТЭКС улучшена точность механического выравнивания и уменьшен разброс более 3° ротации, значительно более точное следование предоперационному плану [34, 35]. Еще в одной работе были рассмотрены результаты у 25 пациентов, после роботизированного ТЭКС, на основании данных, расположение бедренного и большеберцового компонента эндопротеза в пределах 1° от запланированного позиционирования во всех трех плоскостях [36].

При роботизированном ТЭКС уменьшена возможность повреждения мягких тканей во время выполнения костных опилов, что в свою очередь может значительно снизить местный воспалительный ответ, уменьшить боль и послеоперационный отек по сравнению со стандартной техникой ТЭКС. Было проведено ретроспективное исследование на 70 пациентах, после роботизированного ТЭКС, по сравнению с 50 пациентами, которым выполнялось ТЭКС стандартными методами, отмечено уменьшение послеоперационного отека мягких тканей в роботизированной группе [37].

Проведённое проспективное когортное исследование сравнения ранних функциональных результатов 40 стандартно выполненных ТЭКС и 40 роботизированных ТЭКС. Авторы отметили, что после роботизированного ТЭКС уменьшение послеоперационной боли, снижение потребности в анальгезии, пациенты быстрее самостоятельно поднимают прямую прооперированную ногу, лучший угол сгибания в коленном суставе при выписки, уменьшенная потребность в стационарной физиотерапии по сравнению с стандартной группой. Среднее время в больнице после роботизированного ТЭКС составило 77 часов (74 до 81) по сравнению со 105 часами (98–126) в группе со стандартным выполненным ТЭКС ($p < 0,001$) [38].

Ещё в одном исследовании авторы сравнили результаты 28 роботизированных ТЭКС и 20 стандартных ТЭКС и показали что боль, удовлетворенность пациента и показатели физической функции на основании шкалы WOMAC были лучше в роботизированной группе на сроках через 6 месяцев после операции [39].

Рядом авторов проведено проспективное не рандомизированное многоцентровое исследование, сравнение 102 стандартных ТЭКС и 150 роботизированных ТЭКС и обнаружили, что после роботизированного ТЭКС пациенты активнее начинали ходить, стоять, быстрее возвращались к активному двигательному режиму на сроках через 4–6 недель и через три месяца после операции по сравнению с стандартным ТЭКС [40].

Основываясь на данных различных авторов можно отметить что отмечается снижение болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, снижение потребности в анальгезии, улучшение ранних функциональных результатов прооперированной конечности, более быстрое возвращение к привычному двигательному режиму, хотя данных по улучшению выживаемости эндопротезов коленного сустава при роботизированной ТЭКС пока нет.

Вывод:

Внедрение роботизированных систем в ортопедию показало безопасность их применения, обеспечивает высокую точность позиционирования имплантата, снижает риски послеоперационных осложнений, но позволит ли это внедрение вывести первичное тотальное эндопротезирование на новый уровень функционирования и качества жизни пациентов, в настоящее время этот вопрос активно изучается.

Для цитирования:

Лычагин А.В., Грицюк А.А., Рукин Я.А., Елизаров М.П., История развития робототехники в хирургии и ортопедии (Обзор литературы) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 13—19. [Lychagin A.V., Gritsyuk A.A., Ruikin Y.A., Elizarov M.P., The history of the development of robotics in surgery and orthopedics (Literature review). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 13—19]

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

- Capek K., Playfair N., Selver P., Landes W.A. Universal Robots. New York : Doubleday, 1923.
- Assimov I. Runaround. Astounding Science Fiction. – Street & Smith Publications Inc. ; March 1942.
- Devol G. C., Jr. ATTORNEY United States Patent 2 988,237 PROGRAMMED ARTICLE TRANSFER Brookside Drive, Greenwich, Conn. Filed Dec. 10, 1954, Ser. No. 474,574 28 Claims. (Cl. 214-11).
- Pineau J. Towards robotic assistance in nursing homes. *Robot Autonom Syst.* – 2003. – Vol. 42. – P. 271–281.
- Ellison L.M. Teleraunding and patient satisfaction after surgery. *J. am Coll. Surg.* – 2004. – Vol. 199. – P. 523–530.
- Sasaki M. Total laboratory automation in Japan. *Clin. Chim. Acta.* – 1998. – Vol. 278. – P. 217–227.
- Kwoh Y.S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* – 1988. – Vol. 35. – P. 153–160.
- Davies B.L., Hibberd R.D., Ng W.S., Timoney A.G., Wickham J.E. The development of a surgeon robot for prostatectomies. *Proc Inst Mech Eng [H]* 1991;205(1):35–8.
- Harris S.J., Arambula-Cosio F., Mei Q., Hibberd R.D., Davies B.L., Wickham J.E., et al. The Probot—an active robot for prostate resection. *Proc Inst Mech Eng [H]* 1997;211 (4):317–25.
- Dharia S.P. Robotics in reproductive medicine. *Fertil Steril.* – 2005. – Vol. 84. – P. 1–9.
- Satava R.M. Robotic Surgery: from past to future – a personal journey. *Surg. Clin. North. Am.* – 2003. – Vol. 83. – P. 1–6.
- Marescaux J. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature.* – 2001. – Vol. 413. – P. 379–380.
- Romano Jr JA, Lam DM, Moses GR, Gilbert GR, Marchessault Jr R. The future of military medicine has not arrived yet, but we can see it from here. *Telemed J E Health* 2006 Aug;12(4):417–25.
- Bann S. Robotics in surgery. *J. Am. Coll. Surg.* – 2003. – Vol. 196. – P. 784–795.
- Пушкарь Д.Ю. Роботы в медицине// ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2012, том 82, № 11, с. 971–991.
- Колонтарев К.Б., Пушкарь Д.Ю., Говоров А. В., Шептунов С.А. Развитие роботических технологий в медицине. *Медицинские науки. Научный обзор*, № 4 (32), 2014.
- Börner M., Bauer A., Lahmer A. Rechnerunterstützter Robotereinsatz in der Hüftendoprothetik. *Orthopade*. 1997;26:251.
- Siebert W., Mai S., Kober R., et al. Technique and first clinical results of robot-assisted total knee replacement. *Knee*. 2002;9(3):173–80.
- Jakopec M. The first clinical application of a «hands-on» robotic knee surgery system. *Comput. Aided. Surg.* – 2001. – Vol. 6. – P. 329–339.
- Mooney L.T., Smith A., Sloan K., Clark G.W. The effect of the native kinematics of the knee on the outcome following total knee arthroplasty. *Bone Joint J* 2016;98-B:1471–1478.
- Van der Woude J.A., Wiegant K., Van Heerwaarden R.J., et al. Knee joint distraction compared with total knee arthroplasty: a randomised controlled trial. *Bone Joint J* 2017;99-B:51–58. Huang T., Long Y., George D., Wang W. Meta-analysis of gap balancing versus measured resection techniques in total knee arthroplasty. *Bone Joint J* 2017;99-B:151–158.
- Mullaji A.B., Shetty G.M. Correcting deformity in total knee arthroplasty: techniques to avoid the release of collateral ligaments in severely deformed knees. *Bone Joint J* 2016;98-B:101–104.
- Petrie J.R., Haidukewych G.J. Instability in total knee arthroplasty: assessment and solutions. *Bone Joint J* 2016;98-B:116–119.
- Mistry J.B., Elmallah R.K., Chughtai M., Oktem M., Harwin S.F., Mont M.A. Longterm survivorship and clinical outcomes of a single radius total knee arthroplasty. *Surg Technol Int* 2016; 28: 247e51.
- Hampp E.L., Chughtai M., Scholl L.Y., et al. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty demonstrated greater accuracy and precision to plan compared with manual techniques. *J Knee Surg* 2019;32:239–250.
- Song E.K., Seon J.K., Park S.J., Jung W.B., Park H.W., Lee G.W. Simultaneous bilateral total knee arthroplasty with robotic and conventional techniques: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:1069–1076.
- Sultan A.A., Samuel L.T., Khlopas A., et al. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty more accurately restored the posterior condylar offset ratio and the Insall-Salvati index compared to the manual technique: a cohort-matched study. *Surg Technol Int* 2019;34:409–413.
- Bargar W.L. Robots in orthopedic surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;463:31.
- Chun Y.S., Kim K.I., Cho Y.J., et al. Causes and patterns of aborting a robot-assisted arthroplasty. *J Arthroplast*. 2011;26:621.
- Lang JE, Mannava S, Floyd AJ, et al. Robotic systems in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93:1296.
- Navio PFS FDA. http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf12/K121936.pdf. 2006. Accessed 05 Jan 2006.
- Liow M.H., Chin P.L., Tay K.J., Chia S.L., Lo N.N., Yeo S.J. (2014) Early experiences with robot-assisted total knee arthroplasty using the Digi Match TM ROBODOC® surgical system. *Singapore Med J* 55(10), 529–534.
- Jacofsky D., Allen M. Robotics in arthroplasty: a comprehensive review. *J Arthroplast*. 2016;31:2353–63.
- Song E.K., Seon J.K., Park S.J., Jung W.B., Park H.W., Lee G.W. Simultaneous bilateral total knee arthroplasty with robotic and conventional techniques: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:1069–1076.
- Song E.K., Seon J.K., Yim J.H., Netravali N.A., Bargar W.L. Robotic-assisted TKA reduces postoperative alignment outliers and improves gap balance compared to conventional TKA. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:118–126.
- Bellemans J., Vandenuecker H., Vanlauwe J. Robot-assisted total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2007;464:111–116.
- Siebert W., Mai S., Kober R., Heeckt P.F. Technique and first clinical results of robot-assisted total knee replacement. *Knee* 2002;9:173–180.
- Kayani B., Konan S., Tahmassebi J., Rowan F.E., Haddad F.S. An assessment of early functional rehabilitation and hospital discharge in conventional

versus robotic arm-assisted unicompartmental knee arthroplasty: a prospective cohort study. *Bone Joint J* 2019;101-B:24–33.

39. Marchand R.C., Sodhi N., Khlopas A., et al. Patient satisfaction outcomes after robotic arm-assisted total knee arthroplasty: a short-term evaluation. *J Knee Surg* 2017;30:849–853.

40. Khlopas A., Sodhi N., Hozack W.J., et al. Patient-reported functional and satisfaction outcomes after robotic-arm-assisted total knee arthroplasty: early results of a prospective multicenter investigation. *J Knee Surg* 2019. doi:10.1055/s-0039-1684014.

Сведения об авторах:

Лычагин Алексей Владимирович - доктор мед. наук, Директор клиники, Заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И. М. Сеченова,
e-mail: clinic@travma.moscow

Грицок Андрей Анатольевич - доктор мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И. М. Сеченова,
e-mail: drgaamma@gmail.com

Рукин Ярослав Алексеевич – кандидат мед. наук, Заведующий травматолого-ортопедическим отделением, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И.М. Сеченова,
e-mail: yar.rukin@gmail.com

Елизаров Михаил Павлович - аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И. М. Сеченова,
e-mail: elizarovm07@gmail.com

Information about the authors:

Lychagin Alexey Vladimirovich - Director of the Clinic, Head of the Department I.M.Sechenov First Moscow State Medical University. The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor. PhD in Medical Science, e-mail: clinic@travma.moscow

Gritsyuk Andrey Anatolyevich - I.M.Sechenov First Moscow State Medical University. The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor. PhD in Medical Science,
e-mail: drgaamma@gmail.com

Rukin Yaroslav Alekseevich - Head of the Traumatology and Orthopedic, I.M.Sechenov First Moscow State Medical University. The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery PhD, Assistant professor of the Department, e-mail: yar.rukin@gmail.com

Elizarov Mikhail Pavlovich - I.M.Sechenov First Moscow State Medical University. The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery. Postgraduate student, e-mail: elizarovm07@gmail.com

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.20-24

УДК 616.717.1, 616-031.31

© Калининский Е.Б., Черняев А.В., Слияков Л.Ю., Лычагин А.В., Гончарук Ю.Р., Ромадин Д.В., Целищева Е.Ю., 2020

ПАРАМЕТРЫ КЛИНИЧЕСКОГО И РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЦЕРВИКАЛГИЕЙ ПЕРЕНЕСШИХ ТРАВМУ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА

КАЛИНСКИЙ Е.Б.^{1,а}, ЧЕРНЯЕВ А.В.^{1,б}, СЛИНЯКОВ Л.Ю.^{1,в}, ЛЫЧАГИН А.В.^{1,д}, ГОНЧАРУК Ю.Р.^{1,е}, РОМАДИН Д.В.^{1,ф}, ЦЕЛИЩЕВА Е.Ю.^{1,г}

¹ ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава РФ, ул. Трубецкая д.8, с.2, Москва, 119991, Россия

Резюме

Введение: в настоящее время существует мнение, что шейный отдел позвоночника и плечевой пояс составляют единый функциональный механизм и оказывают взаимное влияние друг на друга. В связи с этим можно предположить, что предшествующая в анамнезе травма плечевого пояса может являться причиной боли в шейном отделе позвоночника и влиять на алгоритм лечения. Правильная диагностика и выявление причин болевого синдрома в шейном отделе позвоночника поможет сформировать правильную тактику лечения и реабилитации данной когорты пациентов.

Клинические наблюдения и методы: в исследовании участвовало 537 пациентов с травмой плечевого пояса в анамнезе (прошедшие консервативное и оперативное лечение) и цервикалгией, средний возраст составил 40,7 лет. Всем пациентам было выполнено рентгенографическое и клиническое обследование. Интенсивность болевого синдрома оценивали с помощью визуально-аналоговой шкалы, ограничения жизнедеятельности — по опроснику NDI-RU.

Результаты: у всех пациентов выявлены функциональные расстройства различной степени, однако у большинства пациентов (73,56%) были выявлены функциональные расстройства умеренной степени выраженности. Рентгенологическое обследование выявило такие проявления (в порядке убывания частоты встречаемости) как: отклонение остистых позвонков, смещение суставных поверхностей дугоотростчатых суставов, нестабильность тел позвонков, снижение высоты межпозвоночных дисков (в сравнение с дисками соседних сегментов), артроз дугоотростчатых суставов, спондилез.

Выводы: шейный отдел позвоночника и плечевой пояс являются неотделимыми функциональными структурами. В настоящем исследовании подтверждена зависимость локального болевого синдрома шейного отдела позвоночника от предшествующей травмы плечевого пояса. Однако существует дефицит подобных исследований в литературе, что наталкивает на дальнейшее изучение данной проблемы.

Ключевые слова: цервикалгия; плечевой пояс; диагностика.

RESULTS OF CLINICAL AND RADIOLOGICAL EXEMINATION OF PATIENT WITH NECK PAIN AND PREVIOUS INJURY OF THE SHOULDER GIRDLE

KALINSKY E.B.^{1,а}, CHERNYAEV A.V.^{1,б}, SLINYAKOV L.YU.^{1,в}, LYCHAGIN A.V.^{1,д}, GONCHARUK YU.R.^{1,е}, ROMADIN D.V.^{1,ф}, TSELISHEVA E.YU.^{1,г}

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia 119991

Abstract

Introduction: At present, it is believed that the cervical spine and the shoulder girdle form a single functional mechanism and have mutual influence on each other. It can therefore be assumed that a prior history of shoulder girdle injury may cause pain in the cervical spine and affect the treatment algorithm. Proper diagnosis and identification of the causes of pain in the cervical spine will help form the correct treatment and rehabilitation tactics for this cohort of patients.

Object and methods: 537 patients with shoulder girdle injury in the history (who underwent conservative and surgical treatment) and cervicgia participated in the study, the average age was 40.7 years. Radiographic and clinical examinations were performed on all patients.

Results: Most patients (73.56%) had moderate functional disorders. Radiological examination revealed such manifestations (in descending order of frequency of occurrence) as: a deviation of austral vertebrae, displacement of joint surfaces of arched joints, instability of vertebral bodies, a decrease in height of intervertebral discs (in comparison with discs of adjacent segments), arthrosis of arched joints, spondylosis.

^а E-mail: eugene_kalinsky@mail.ru

^б E-mail: avchernjaev@yandex.ru

^в E-mail: slinyakovleonid@mail.ru

^д E-mail: lychagin@travma.moscow

^е E-mail: julia.goncharuk@mail.ru

^ф E-mail: romadinmd@yandex.ru

^г E-mail: ts.jane@bk.ru

Conclusions: The cervical spine and the shoulder girdle are inseparable functional structures. The present study confirms the dependence of the local pain syndrome of the cervical spine with the previous shoulder girdle injury. However, there is a lack of such studies in the literature, which encourages further study of this problem.

Key words: Neck Pain; Upper Extremity injury; Diagnosis

Введение

В настоящее время этиология болевого синдрома представляет большой интерес среди исследователей, в частности большое внимание уделяется болевому синдрому при структурно-функциональных расстройствах позвоночника. Если рассматривать опорно-двигательную систему с точки зрения анатомии, то ее можно определить, как подвесную систему, где позвоночный столб является опорой, а мышцы спины и шеи, верхний плечевой пояс и нижние конечности обеспечивают баланс и стабильное функционирование тела в окружающем пространстве [1, 2]. В свою очередь смещение этих балансирующих элементов ведет к последующим адаптивным компенсаторным изменениям, для сохранения функциональной работы остальных составляющих опорно-двигательной системы [3, 4, 5, 6]. Следовательно, верхние конечности и шейный отдел позвоночника являются функционально зависимыми друг от друга. Это утверждение требует рассмотрения этих структур как связанных элементов опорно-двигательной системы [1, 3, 7, 8]. До 15% травм опорно-двигательного аппарата приходится на долю верхнего плечевого пояса, что является весомой частью в настоящей травматологической практике [9]. Основные причины данного вида повреждений является производственный, транспортный, спортивный и бытовой травматизм, как правило затрагивающий по большей части людей молодого трудоспособного возраста. В настоящем исследовании удалось выбрать определенную группу пациентов с выявленным синдромом цервикалгии с предшествующей травмой верхнего плечевого пояса в анамнезе, которая включает в себя людей разного возраста и пола, получавших как оперативное, так и консервативное лечение. Пациенты молодого и зрелого, работоспособного возраста имеют больший интерес, в анамнезе которых до получения травмы не наблюдалась локальных болей в области шеи. Наличие болевого синдрома, связанного с шейным отделом позвоночника, значительно влияет на качество, на скорость и сроки реабилитации и способствует проявлению функциональных ограничений у таких пациентов [7]. В связи с этим целью исследования стало определение взаимосвязи между цервикалгией и травмами плечевого пояса у пациентов на основании клинической и рентгенологической картин шейного отдела позвоночника, поскольку в современной литературе данных об этиологии и распространенности вышеупомянутого синдрома недостаточно.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В данном исследовании участвовало 537 пациентов мужского и женского пола со средним возрастом $40,7 \pm 3,3$ лет (от 18 до 55 лет) (см. Таблицу 1), выбранных по критериям наличия локализованных шейных болей с перенесенными от 3-5 лет назад травмами верхнего плечевого пояса. Пациенты с травмами любого отдела позвоночника и сочетанными травмами, различными не-

травматической этиологии повреждениями, радикулопатиями были исключены из исследования.

Таблица 1.

Распределение пациентов по полу и возрасту

	Мужчины	Женщины
18-44	173(32.2%)	123 (20.85%)
45-59	129 (24.02%)	112 (22.92%)
Всего	302 (56.23%)	235 (43.77%)

Оперативное вмешательство после травм верхнего плечевого пояса было проведено 371 пациентом (69%), консервативное лечение 166 (31%). Для клинического анализа данных по критериям интенсивности боли и ограничения жизнедеятельности проводилась оценка по критериям VAS (визуально-аналоговая шкала) и использовался опросник NDI-RU. [10, 11, 12, 13, 14]. В передне-задней и боковой проекции были выполнены рентгенографические снимки шейного отдела позвоночника у каждого пациента. Для исключения изменений спинномозгового канала шейного и оценки межпозвоночных дисков шейного отдела были проведены МРТ исследования [23, 26]. 273 пациентам была проведена постуральная цифровая рентгенография для анализа сагиттального профиля шейного отдела позвоночника (Рис. 1) [7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25].

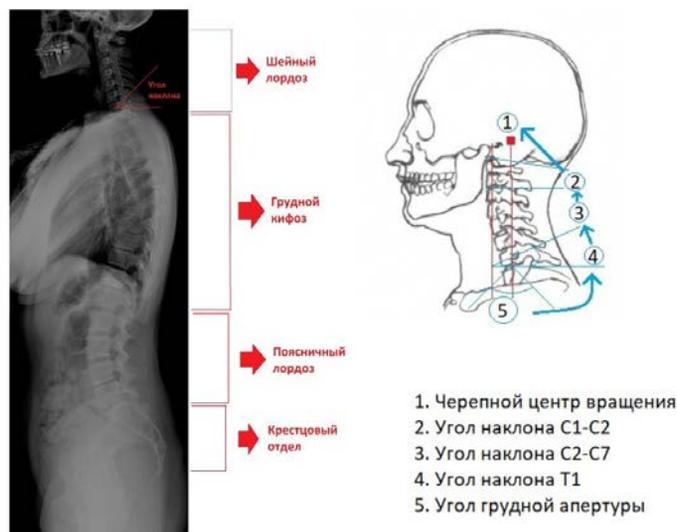


Рис. 1 – Анализ постуральной цифровой рентгенографии

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Локальные шейные боли – основной симптом, наблюдавшийся у всех обследуемых. Интенсивность болевых ощущений по визуально-аналоговой шкале в среднем варьировалась от $5,8 \pm 0,5$ балла, сильную и нестерпимую боль испытывали 103 па-

циента (19 %), умеренные болевые ощущения были выявлены у 395 пациентов (74%), а количество опрошенных с жалобами на слабую боль оказалось 39 (7%).

По опроснику NDI-RU уровень функциональных расстройств выражен в легкой степени у 109 (20,29%) пациентов, в умеренной у 376 (73,56%), а в сильной у 52 (9,68%). Результаты клинического обследования пациентов представлены в Таблице 2. Результаты рентгенологического обследования представлены в Таблице 3.

Таблица 2.

Результаты клинического обследования пациентов

Симптом	Количество пациентов
Оценка профиля позвоночника	
Сглаженность шейного, поясничного лордоза и грудного кифоза	127 (23,64%)
Увеличенный грудной кифоз	61 (11,35%)
Увеличенный грудной кифоз и поясничный лордоз	38 (7,07%)
Грудно-поясничный сколиоз	322 (59,06%)
Изменения в шейном отделе позвоночника	
Увеличенный тонус мышц шеи	477 (88,82%)
Ограничение сгибания	485 (90,31%)
Ограничение передне-заднего сгибания	508 (94,59%)
Ограничение бокового разгибания	422 (78,58%)
Ограничение ротации	495 (92,17 %)
Увеличенный шейный лордоз	242 (45,06%)
Сглаженный шейный лордоз	259 (48,23 %)

Таблица 3.

Результаты рентгенологических исследований

Рентгенологические проявления	Количество (%)
Снижение высоты межпозвоночных дисков (в сравнение с дисками соседних сегментов)	64 (11,91%)
Смещение суставных поверхностей дугоотростчатых суставов	474 (88,26%)
Нестабильность тел позвонков	355 (66,1%)
Отклонение остистых отростков	493 (91,8%)

Спондилез	16 (2,97%)
Артроз дугоотростчатых суставов	31 (5,77%)

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

537 пациентов приняло участие в данном исследовании, в анамнезе которых были травмы верхнего плечевого пояса, у всех из них были выявлены признаки локальных болей в шейном отделе позвоночника в посттравматический период.

Общая клиническая картина у таких пациентов совмещалась из ограничений подвижности шейного отдела, цервикалгии и миофасциального синдрома. Данные МРТ исследований не выявили изменений в спинномозговых каналах, однако позволило определить наличие начальных стадий изменений двигательных сегментов шейных позвонков дегенеративного характера I и II типов по Pfirmann [26]. Биомеханических изменений по оценки сагитального баланса шейного отдела не обнаружено. Так же в пользу изменений функционального, а не структурного характера свидетельствует отсутствие наличия различных видов дегенеративно-дистрофических изменений в рентгенологическом исследовании, что говорит о локальных причинах появления болей.

Функциональное проявление данного патологического состояния заключаются в динамических нарушениях, таких как гипер- или гипомобильность позвоночно-двигательных сегментов, что позволяет в зависимости от типа изменений назначать пациентам соответствующие реабилитации и лечения для увеличения качества жизни и купирования цервикального синдрома [27, 28].

Поскольку подобных исследований в отечественной и мировой литературе недостаточно для обширного представления о данной патологии, следует продолжать исследования и выявление взаимосвязи между травмами верхнего плечевого пояса, методами их лечения и функциональными нарушениями позвоночника.

ВЫВОД

Локальные боли в шейном отделе позвоночника в ряде случаев связаны с травмами верхнего плечевого пояса, что может привести к функциональным проблемам в шейном отделе позвоночника и проявляться в виде цервикалгии, изучение этих взаимосвязей поможет в будущем при разработке действенных методов профилактики, лечения и реабилитации.

Для цитирования:

Калинский Е.Б., Черняев А.В., Слияков Л.Ю., Лычагин А.В., Гончарук Ю.Р., Ромадин Д.В., Целищева Е.Ю., Результаты клинического и лучевого обследования пациентов с цервикалгией и предшествующей травмой плечевого пояса // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 20—24. [Kalinsky E.B., Chernyaev A.V., Slinyakov L.Y., Lychagin A.V., Goncharuk Y.R., Romadin D.V., Tselisheva E.Y. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 20—24]

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

- Капанджи А. И. Позвоночник. Физиология суставов. 6 изд. М.: Изд-во «Эксмо»; 2009. 327 с. [Kapandzhi A. I. Pozvonochnik. Fiziologiya sustavov. Publisher «EhksmO»; 2009; 6:327]
- Dubouset J, Challier V, Farcy JP, Schwab FJ, Lafage V. Spinal alignment versus spinal balance. In: HaidRW, SchwabFJ, ShaffreyCI, YoussefJA (ed.). Global Spinal Alignment: Principles, Pathologies, and Procedures St. Louis, MO: Quality Medical Publishing, 2014. p. 3–9.
- Dubouset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: The pediatric spine: principles and practice. New York: Raven Press; 1994: 479–496.
- Hasegawa K, Okamoto M, Hatsushikano S, Shimoda H, Ono M, Watanabe K. Normative values of spino-pelvic sagittal alignment, balance, age, and health-related quality of life in a cohort of healthy adult subjects. *Eur Spine J.* 2016; 25 (11): 3675–86. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4702-2>
- Mac-Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, Guigui P. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults. *Spine.* 2010; 35 (22): E1193–E1198. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e3181e50808>
- Ames CP, Smith JS, Scheer JK, Bess S, Bederian SS, Deviren V et al. Shaffrey Impact of spinopelvic alignment on decision making in deformity surgery in adults: A review. *J Neurosurg Spine.* 2012; 16 (6): 547–64. <https://doi.org/10.3171/2012.2.SPINE11320>
- Бурцев А. В., Рябык С. О., Котельников А. О., Губин А. В. Клинические аспекты сагиттального баланса у взрослых. *Гений ортопедии.* 2017; 23 (2): 228–35. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2017-23-2-228-235> [Burtsev A. V., Ryabykh S. O., Kotelnikov A. O., Gubin A. V. Klinicheskie aspekty sagittal'nogo balansa u vzroslykh. *Genii ortopedii.* 2017; 23 (2): 228–35.]
- Калинский Е. Б., Калинин Б. М., Гончарук Ю. Р., Усманова Н. Х. Подходы к лечению повреждений акромиально-ключичного сустава III типа (по Rockwood). *Мануальная терапия.* 2017; 66 (2): 65–68. [Kalinskii E. B., Kalinskii B. M., Goncharuk Yu. R., Usmanova N. Kh. Podkhody k lecheniyu povrezhdenii akromial'no-klyuchichnogo sustava III tipa (Rockwood). *Manuálnaya terapiya.* 2017; 66 (2): 65–68.]
- Котельников Г. П., Миронов С. П., редакторы. *Травматология. Национальное руководство.* М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008: 808 с. [Kotelnikov G. P., Mironov S. P. *Travmatologiya. Natsional'noe rukovodstvo.* М.: GEHOTAR-Media; 2008: 808]
- Scott J, Huskisson EC. Vertical or horizontal visual analogue scales. *Ann Rheum Dis.* 1979; 38: 560.
- Gould D. et al. Visual Analogue Scale (VAS). *Journal of Clinical Nursing* 2001; 10: 697–706.
- Vernon H, Mior, S. (1991). The Neck Disability Index: A study of reliability and validity. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.* 14 (7): 409–15.
- Bakhtadze MA, Vernon H, Zakharova OB, Kuzminov KO, Bolotov DA. The Neck Disability Index-Russian Language Version (NDI-RU): A Study of Validity and Reliability. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015 Jul 15; 40 (14): 1115–1. DOI: 10.1097/ BRS.0000000000000880.
- Бывальцев В. А., Бельх Е. Т., Алексеева Н. В., Сороковиков В. А. Применение шкал и анкет в обследовании пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника: методические рекомендации. Иркутск: ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН, 2013. 32 с. [Byval'tsev V. A., Belykh E. G., Alekseeva N. V., Sorokovikov V. A. *Primenenie shkal i anket v obsledovanii patsientov s degenerativnym porazheniem poyasnichnogo otdela pozvonochnika: metodicheskie rekomendatsii.* Irkutsk: FGBU «NCRVKh» SO RAMN, 2013. 32 s. [Byval'tsev V. A., Belykh E. G., Alekseeva N. V., Sorokovikov V. A. *Primenenie shkal i anket v obsledovanii patsientov s degenerativnym porazheniem poyasnichnogo otdela pozvonochnika: metodicheskie rekomendatsii.* Irkutsk: FGBU «NCRVKh»; SO RAMN, 2013:32]
- Scheer JK, Tang JA, Smith JS, Acosta Jr FL, Protosaltis TS, Blondel B et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review. *J Neurosurg Spine.* 2013; 19 (2): 141–159. <https://doi.org/10.3171/2013.4.SPINE12838>
- Ozer AF, Kaner T, Bozdoğan Ç. Sagittal Balance in the Spine. *Turkish Neurosurgery.* 2014; 24 (1): 13–19.
- Le Huec JC, Demezon H, Aunoble S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers. *Eur Spine J.* 2015; 24 (1): 63–71. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3632-0>
- Liu S, Schwab F, Smith JS, Klineberg E, Ames CP, Mundis G et al. Likelihood of reaching minimal clinically important difference in adult spinal deformity: a comparison of operative and nonoperative treatment. *Ochsner J.* 2014; 14 (1): 67–77.
- Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87 (2): 260–7.
- Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gagey PM, Ondra S et al. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine.* 2008; 33 (14): 1572–78. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31817886a2>
- El Fegoun AB, Schwab F, Gamez L, et al. Center of gravity and radiographic posture analysis: a preliminary review of adult volunteers and adult patients affected by scoliosis. *Spine* 2005;30:1535–40.
- Schwab F, Lafage V, Boyce R, et al. Gravity Line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters and foot position. *Spine* 2006;31:E959–E967.
- Ozer A.E., Kaner T., Bozdoğan Ç. Sagittal Balance in the Spine // *Turkish Neurosurgery.* 2014. Vol. 24, Suppl. 1. P. 13-19.
- Repeatability test of C7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique / X. Zheng, R. Chaudhari, C. Wu, A.A. Mehbod, E.E. Transfeldt, R.B. Winter // *Spine.* 2010. Vol. 35, No 18. P. E889-E894.
- Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults / J.M. Mac-Thiong, P. Roussouly, E. Berthonnaud, P. Guigui // *Spine.* 2010. Vol. 35, No 22. P. E1193-E1198. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e50808.
- Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001 Sep 1; 26 (17): 1873–8.
- Авоян Т. К. Консервативное лечение больных с синдромом межпозвоночных суставов при поясничном остеохондрозе [диссертация]. М.: 1998. [Avoyan T. K. *Konservativnoe lechenie bol'nykh s sindromom mezhpozvonochnykh sustavov pri poyasnichnom osteokhondroze [diss].* М.: 1998]
- Жандаров К. А. Стеноз межпозвоночных каналов шейного отдела позвоночника [диссертация]. М.: 2016. [Zhandarov K. A. *Stenoz mezhpozvonochnykh kanalov sheinogo otdela pozvonochnika [diss].* М.: 2016]

Информация об авторах:

Калинский Евгений Борисович – асс., к.м.н., кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2 e-mail eugene_kalinsky@mail.ru

Черняев Анатолий Владимирович – асс., к.м.н., кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им.

И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

e-mail: slavchernjaev@yandex.ru

Слиняков Леонид Юрьевич – проф., д.м.н., кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

e-mail: slinyakovleonid@mail.ru

Лычагин Алексей Владимирович – проф., д.м.н., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

e-mail: lychagin@travma.moscow

Гончарук Юлия Романовна – клинический ординатор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

e-mail: julia.goncharuk@mail.ru

Ромадин Дмитрий Владимирович – клинический ординатор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2.

e-mail: romadinmd@yandex.ru

Целищева Евгения Юрьевна – доц., к.м.н., кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова (Сеченовский университет) Москва 119991, Россия, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

e-mail: ts.jane@bk.ru

of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: romadinmd@yandex.ru

Tselisheva E.Yu. – PhD, Associate prof. of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: ts.jane@bk.ru

Information about the authors:

Kalinsky E.B. – PhD, Assistant prof. of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: eugene_kalinsky@mail.ru

Chernyaev A.V. – PhD, Assistant prof. of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: avchernjaev@yandex.ru

Slinyakov L.Yu. – prof., MD, professor of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: slinyakovleonid@mail.ru

Lychagin A.V. – prof., MD, Head of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: lychagin@travma.moscow

Goncharuk Yu.R. – Resident physician of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation (Sechenov University) 8. str.2 Trubeckaya street, Moscow 119991, Russia. E-mail: julia.goncharuk@mail.ru

Romadin D.V. – Resident physician of Department of trauma, orthopedics and disaster surgery of First Moscow State Medical University

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.25-29

УДК 617.3

© Дубиненков В.Б., Вавилов М.А., Громов И.В., Корышков Н.А., 2020

БЛОКАДА СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА И N.SAPHENUS У ДЕТЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКТИВНО-КОРРИГИРУЮЩИХ ОПЕРАЦИЯХ НА ГОЛЕНИ И СТОПЕ

ДУБИНЕНКОВ В. Б.^{1,а}, ВАВИЛОВ М.А.^{2,б}, ГРОМОВ И.В.^{2,с}, КОРЫШКОВ Н.А.^{3,д}¹ООО «Клиника Константа»²ГБУЗ ЯО «ОДКБ» г. Ярославль³РФ ЦИТО им.Н.Н. Приорова

Введение. Цель исследования – изучение эффективности и безопасности применения блокады нервов нижней конечности у детей с реконструктивными операциями на голени и стопе. Проанализировано использование блокады седалищного блокады n.saphenus в комплексе анестезиологического пособия при реконструктивно-корректирующих операциях на голени и стопе у детей с врожденной и приобретенной патологией, а так же влияние регионарной анестезии на интраоперационную анестезию и послеоперационную аналгезию.

Материалы и методы. Исследование проведено на 57 пациентах с ВПП (врожденная косолапость, плоско-вальгусная деформация, вертикальный таран, продольные эктроделии, гемимиэлия), которым были проведены реконструктивно-корректирующие операции. Пациенты были разделены на 2 группы. В основной группе проводилась общая анестезия и регионарная анестезия (блокада седалищного нерва и блокада n.saphenus). В контрольной группе – общая анестезия. Оценивалась эффективность интраоперационной анестезии и количество использованного фентанила. Болевой синдром и его выраженность в послеоперационном периоде оценивали по шкале оценки болевого синдрома у детей FLACC (оценка лица, ног, активности, плача и спокойствия). Учитывали дозу наркотических анальгетиков (трамадол) в 1-е сутки; фиксировали осложнения, как на общую анестезию, так и на регионарную анестезию. При сравнении полученных параметров нами использовался 2-сторонний t-критерий Стьюдента для независимых парных выборок и χ^2 -тест.

Результаты по основной группе: меньший расход наркотических анальгетиков (фентанила) интраоперационно для достижения адекватного уровня анестезии- аналгезии; показатели FLACC сохранялись более длительно на невысоком уровне; меньший расход наркотических анальгетиков (трамадола) в послеоперационном периоде. Осложнений на регионарную анестезию, общую анестезию не зафиксировано.

Заключение. Блокада седалищного нерва и n.saphenus обеспечивает эффективную анестезию и послеоперационную аналгезию при реконструктивно-корректирующих операциях на голени и стопе у детей.

Ключевые слова: регионарная анестезия голени и стопы, врожденный порок развития, реконструктивно-корректирующие операции на голени и стопе.

BLOCKADE OF THE SCIATIC NERVE AND N. SAPHENUS IN CHILDREN WITH RECONSTRUCTIVE-CORRECTIVE SURGERY ON THE LOWER LEG AND FOOT

DUBINENKOV V.B.^{1,а}, VAVILOV M.A.^{2,б}, GROMOV I.V.^{2,с}, KORYSHKOV N.A.^{3,д}¹Clinic "The Constant";²Yaroslavl regional children hospital;³Central Institute of Traumatology and Ortopedii named N.N.Priorov

Introduction. The purpose of the study was to study the effectiveness and safety of the use of nerve blockade of the lower extremities in children with reconstructive surgery on the lower leg and foot. The use of sciatic nerve blockade and n.saphenus blockade in the complex of anesthesiological aid for reconstructive corrective operations on the lower leg and foot in children with congenital and acquired pathology, as well as the effect of regional anesthesia on intraoperative anesthesia and postoperative analgesia, is analyzed.

Material and methods. The study was conducted on 57 patients with congenital malformations (congenital clubfoot, flat valgus deformity, vertical ram, longitudinal ectromelia, hemimielia) who underwent reconstructive corrective surgery. Patients were divided into 2 groups. In the main group, general anesthesia and regional anesthesia (sciatic nerve block and n.saphenus block) were performed. In the control group - general anesthesia. The efficacy of intraoperative anesthesia and the amount of fentanyl used were evaluated. The pain syndrome and its severity in the postoperative period was evaluated according to the FLACC pain rating scale for children (assessment of face, legs, activity, crying and calm). Take into account the dose of narcotic analgesics (tramadol) on the 1st

^а E-mail: 63vbd@mail.ru^б E-mail: maxtravma@mail.ru^с E-mail: gromich_87@mail.ru^д E-mail: nik-koryshkov@yandex.ru

day; fixed complications, both for general anesthesia and for regional anesthesia. When comparing the obtained parameters, we used the 2-sided Student t-test for independent paired samples and the χ^2 test.

Results in the main group: lower consumption of narcotic analgesics (fentanyl) intraoperatively to achieve an adequate level of anesthesia-analgesia; FLACC indicators remained longer for a long time at a low level; lower consumption of narcotic analgesics (tramadol) in the postoperative period. Complications of regional anesthesia, general anesthesia is not fixed.

Conclusion. Blockade of the sciatic nerve and n.saphenus provides good anesthesia and postoperative analgesia during reconstructive corrective surgery on the lower leg and foot in children.

Key words: regional anesthesia of the lower leg and foot, congenital malformation, reconstructive corrective surgery on the lower leg and foot.

При реконструктивно-корректирующих операциях по поводу врожденных и приобретенных деформаций голени и стопы у детей, в большинстве случаев используется общая анестезия [1]. Реконструктивно - корректирующие операции на голени и стопе – это весьма травматичные, длительные и обширные оперативные вмешательства на ноге, которые обычно сопровождается выраженный послеоперационный болевой синдром [2,3]. Продолжительность болевого синдрома при этих операциях составляет от 24 до 36 часов [3]. Выраженность болевого синдрома снижается после первых суток, поэтому наиболее важно эффективное, послеоперационное обезболивание в 1-е сутки. Для послеоперационного обезболивания традиционно применяются как ненаркотические, так и наркотические анальгетики, и седативные препараты.

В настоящее время как у взрослых, так и у детей возобладали мультимодальный подход к анестезии и послеоперационной анальгезии, при котором в комплексе используются общая анестезия, регионарная анестезия, местная анестезия, наркотические, ненаркотические анальгетики и прочее [4]. Достаточно трудно оценить болевой синдром у детей, поэтому используются специальные шкалы для оценки боли [2,5]. В современной анестезиологии признана рациональность комбинированного применения общей, местной и регионарной анестезии – это основное направление развития современного анестезиологического обеспечения в детской практике [1,4]. Применение регионарной анестезии существенно улучшает качество анестезии и соответственно уменьшает использование наркотических анальгетиков интраоперационно и обладает длительным пролонгированным анальгетическим эффектом в послеоперационном периоде [6,7]. На фоне регионарной анестезии улучшается кровоток и микроциркуляция за счет адекватной анальгезии и симпатолитического эффекта, это способствует более быстрому восстановлению травмированных тканей [4,6]. Уменьшение использования наркотических анальгетиков ведет к уменьшению количества осложнений, которые связаны с их применением.

Основная цель нашего исследования заключалась в изучении рациональности, эффективности и безопасности блокад периферических нервов при реконструктивно-корректирующих операциях на голени и стопе у детей с врожденной и приобретенной патологией.

Материал и методы исследования

Исследование было проведено на 57 пациентах (средний возраст $4,5 \pm 0,7$ года), которые подверглись плановым реконструктивно-корректирующим операциям на голени и стопе при врожденной и приобретенной патологиях нижних конечностей

(анизомелии нижних конечностей, косолапость, вертикальный таран, плоско-вальгусная и варусная деформации стоп).

Все пациенты до операции были рандомизированы случайным образом по использованию регионарной анестезии (использовалась или не использовалась). Пациентам основной группы (n=30) выполнялась общая анестезия и блокада седалищного нерва и n.saphenus; пациентам контрольной группы (n=27) выполнялась только общая анестезия. Характеристика пациентов по группам представлена в Таблице 1.

Критерии включения:

- информированное согласие родителей пациента на определенный вид обезболивания;
- отсутствие выраженной патологии со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Таблица 1.

Общая характеристика пациентов

Характеристика. Группа.	Основная N =30	Контрольная N =27
Возраст	$4,5 \pm 1,2$ г	$4,6 \pm 1,4$ г
Минимальный возраст	3 г 4 мес	3г 3 мес
Максимальный возраст	5 лет 8мес	6 лет
Мальчики	16	14
Девочки	14	13
Вес, в кг	$16,4 \pm 2,4$	$17,2 \pm 2,3$
Длительность операции	116 ± 27 минут	123 ± 22 минут
Вид анестезии	Общая анестезия + блок пер. нервов	Общая анестезия

Критерии исключения:

- отказ родителей пациента;
- возраст менее 1,5 лет;
- наличие выраженной патологии со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
- коагулопатия, инфекционные поражения кожи в области предполагаемой блокады, отказ от сотрудничества родителей пациента с врачом на этапах исследования.

Все пациенты были прооперированы в условиях общей анестезии: после премедикации – атропин (10 мкг/кг), мидозолам (0,2 мг/кг), трамадол (1-2мг/кг) внутримышечно, вводная анестезия осуществлялась масочным севофлюрановым наркозом, затем катетеризировалась периферическая вена, проводилась или установка ларингеальной маски, а при операциях более 2х часов - интубация трахеи. Анестезия поддерживалась подачей

смеси кислорода и севофлюрана МАК(3-3,5 об/%). В основной группе после этого проводилась блокада седалищного нерва чрезглютеальным или подглютеальным доступом с помощью нейростимулятора Б-Браун и блокада п. Saphenus путем подкожной инфильтрации на уровне колена по стандартной методике 0,375% - 0,5% наропином [8]. Общий расход наропина не превышал 3 мг/кг [1,8]. Во время операции проводился интраоперационный мониторинг: ЭКГ, неинвазивного АД, ЧСС, SpO₂, температуры, капнограммы. После полного просыпания пациент передавался в палату к родителям в отделение.

Послеоперационное обезболивание в обеих группах проводилось анальгином 50% в/в, в/м(10мг/кг) каждые 6-8 часов, в промежутках нурофеном per os (10 мг/кг 3 раза в сутки) в плановом порядке и наркотическими анальгетиками (трамадолом 1-2мг/кг 3 раза в день) «по требованию» или при выраженности болевого синдрома по шкале FLACC более 3 баллов.

Исследовались: реакция сердечно-сосудистой системы на операционную травму и количество фентанила для поддержания адекватного уровня анестезии во время операции, выраженность болевого синдрома в послеоперационном периоде по шкале оценки лица, ног, активности, плача и спокойствия, FLACC scale (Face, Legs, Activity, Cry, Consolability) через 1, 6, 12,18,24 часа после операции. Учитывалась суммарная доза наркотических анальгетиков в 1-е сутки, длительность эффективной анальгезии в послеоперационном периоде. Фиксировались осложнения общей анестезии, блокад периферических нервов.

При сравнении полученных параметров нами использовался 2-сторонний t-критерий Стьюдента для независимых парных выборок и χ^2 -тест. Достоверными признавались различия с уровнем доверительной вероятности не менее 95 % с учетом поправки Бонферрони для множественных сравнений. Статистическая обработка данных проводилась в Excel (Microsoft) и R Studio.

Результаты

Артериальное давление (АД) и ЧСС во время операции находились в пределах возрастной нормы, средний расход фентанила в основной группе составил 37 ± 12 мкг а в контрольной группе составил 115 ± 35 мкг ($p=0,01$). Это подтверждает, что блокада седалищного нерва и п.saphenus обеспечивает эффективную интраоперационную анестезию при реконструктивных операциях на голени и стопе и уменьшает потребность в фентаниле для адекватного обезболивания.

Эффективной анальгезией в послеоперационном периоде считались показатели выраженности болевого синдрома по шкале FLACC до 3 и менее баллов. У пациентов контрольной группы болевой синдром уже через 1 час после операции приближался к критическому значению и достигал значений 3,7-4,9 баллов по шкале FLACC через 4-6 часа после операции, и требовал назначения трамадола каждые 6-8 часов, в промежутках осуществлялось введение анальгина и нурофена. В основной группе болевой синдром силой 2,9 -3,7 балла возникал в среднем через 10 -12 часов после операции. Различия между обеими группами полностью исчезали к 18 часам (Таблица 2).

Таблица 2.

Динамика оценки уровня боли по шкале оценки лица, ног, активности, плача и спокойствия (FLACC scale), баллы (M+m, p)

Время	Основная группа (n=30)	Контрольная группа (n=27)
До операции	1,5± 0,4	1,6± 0,5
После операции через 1 час	1,7± 0,4*	2,9± 0,6*
После операции через 6 ч	2,2± 0,4*	4,3± 0,6*
Через 12 ч	3,3± 0,4*	4,4± 0,3*
Через 18 ч	4,3± 0,4	4,2± 0,4
Через 24 ч	4,4± 0,4	4,3± 0,4

*Достоверные различия между основной и контрольной группами ($p<0,05$).

Достоверно более продолжительное эффективное послеоперационное обезболивание в основной группе, связано с проведением до операции блокады периферических нервов (седалищного нерва и п.saphenus).

Преимущества применения блокады периферических нервов (седалищного нерва и п.saphenus) при реконструктивно-корректирующих операциях на голени и стопе отчетливо проявились при учете расхода опиоидных анальгетиков, требуемых для эффективного обезболивания в раннем послеоперационном периоде. Средний расход трамадола в течение первых 24 часов после операции в основной группе составил $1,5 \pm 0,5$ мг/кг/сутки против $4,5 \pm 1,5$ мг/кг/сутки в контрольной группе ($p = 0,01$). Эти данные убедительно свидетельствуют, что регионарная анестезия при операциях на голени и стопе обеспечивает лучшее качество послеоперационной анальгезии.

Осложнений в обеих группах и в основной, и в контрольной ни на регионарную анестезию, ни на общую анестезию не отмечалось. Не отмечалось случаев токсических реакций на местные анестетики и не фиксировано повреждений периферических нервов в обеих группах [9,10].

Обсуждение

Общая анестезия преобладает в структуре анестезиологических пособий для детей при травматолого-ортопедических операциях. Однако в последнее десятилетие обсуждается безопасность такого вида обезболивания у детей от 0 до 6 лет. С.К. Kalkman и соавт.(2009), оценивая влияние общей анестезии указывают на долгосрочные нарушения внимания и когнитивные расстройства даже при однократно проведенной общей анестезии [11]. Мультимодальный, многокомпонентный подход к проведению анестезиологического пособия у детей, который был реализован нами в основной группе, т.е. сочетание общей и регионарной анестезии, местной анестезии обеспечивает адек-

ватную, интраоперационную анестезию при значительно меньшем расходе наркотических анальгетиков во время операции. Преимущество включения регионарной анестезии обеспечивает максимальную защиту от стресс-ответа на повреждение и гипорефлексию в месте операции. А.В. Диордиев (2014г) приводит результаты исследования при реконструктивных операциях на нижних конечностях и делает вывод, что общая анестезия в сочетании с блокадой нервных сплетений нижних конечностей обеспечивает хороший уровень интраоперационной анестезии и постоперационной аналгезии [12]. Полученные нами данные абсолютно согласуются с данными А.В. Диордиева и подтверждают, что блокада периферических нервов обеспечивает высокий уровень послеоперационного обезболивания в наиболее значимые первые 24 часа после операции при реконструктивных операциях на голени и стопе у детей. В послеоперационном периоде у детей основной группы, с проведенной регионарной анестезией значительно снижалась потребность в назначении наркотических препаратов, соответственно и связанные с ними осложнения. Осложнений на проведенные блокады периферических нервов в нашем исследовании не отмечалось, что соответствует данным ретроспективного анализа проведенного Ноети V. и соавт. по поводу осложнений на регионарную анестезию у детей в промежуток времени с 1998 по 2013г, где отмечается, что осложнений периферических блокад зафиксировано не было [13].

Выводы

1. Комбинация общей анестезии и регионарной анестезии обеспечивала высокий уровень интраоперационной анестезии и значительно снижает расход наркотических анальгетиков (фентанила) во время операции.

2. Применение блокады периферических нервов (седалищного нерва и n.saphenus) при реконструктивно-корректирующих операциях на голени и стопе значительно улучшает эффективность послеоперационной аналгезии и обладает пролонгированным эффектом.

3. Использование данной методики позволяет существенно снизить расход опиоидных анальгетиков (трамадол) в первые сутки после операции и, соответственно, риск развития побочных эффектов от наркотических препаратов.

4. Побочных эффектов, системной токсичности местных анестетиков, неврологических осложнений и прочих, на блокады периферических нервов (седалищного нерва и n.saphenus) не отмечалось.

Для цитирования:

Дубиненков В.Б., Вавилов М.А., Громов И.В., Корышков Н.А., Блокада седалищного нерва и n. saphenus у детей при реконструктивно-корректирующих операциях на голени и стопе // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 25—29. [Dubinenkov V.B., Vavilov M.A., Gromov I.V., Korichkov N.A., Blockade of the sciatic nerve and n. saphenus in children with reconstructive-corrective surgery on the lower leg and foot. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 25—29]

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки
Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы / References:

1. Айзенберг, В.Л. Отдельные главы из монографии «Регионарная анестезия в педиатрии» // В.Л. Айзенберг, Г.Э. Ульрих, Л.Е. Ципин, Д.В. Заболотский // Регионарная анестезия и лечение острой боли. Том VIII, №4, 2014 [Ajzenberg, V.L. . Separate chapters from the monograph "Regional anesthesia in pediatrics" // V.L. Ajzenberg, G.E. Ulrich, L.E. Tsipin, D.V. Zabolotsky // *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroj boli*. Tom VIII, №4, 2014].
2. Дмитриев, Д.В. Методы оценки боли у детей разного возраста / Д.В. Дмитриев, А.В. Котиков, Л.И. Лайко и др. // Дитячий лікар. – 2015. - №1(38)[Dmitriev, D.V. Methods for assessing pain in children of different ages / D.V. Dmitriev, A.V. Kotikov, L.I. Lajkoidr. // *Dityachij likar*. – 2015. - №1(38)].
3. Забусов, А.В. Болевой синдром после операций на костном остеосинтеза переломов лодыжек при различных видах анестезиологического пособия / А.В. Забусов, Д.С. Яснев, Е.Я. Соловьев и др. // Новости анестезиологии и реаниматологии Информационный сборник. – 2007. - №3. – С. 106 [Zabusov A.V. Pain after surgeries of osteosynthesis of ankle fractures in various types of anesthesia. / A.V. Zabusov, D.S. YAsnev, E.YA. Solov'evidr. // *Novosti anesteziologii i reanimatologii Informacionnyj sbornik*. – 2007. - №3. – P. 106].
4. Овечкин, А.М. Послеоперационная боль и обезболивание: современное состояние проблемы / А.М. Овечкин, С.В. Свиридов// Регионарная анестезия. – 2006. - №1. – С. 61-75[Ovechkin, A.M. . Postoperative pain and analgesia: current status of the problem. / A.M. Ovechkin, S.V. Sviridov// *Regionarnaya anesteziya*. – 2006. - №1. – P. 61-75].
5. Оценка и ведение болевого синдрома у детей: Краткий курс компьютерного обучения, включающий рекомендации ВОЗ 2012 года по обезболиванию. – М.: Р.Валент. - 2014. – С. 88.[Evaluation and management of pain in children: A short course in computer training, including the 2012 WHO recommendations for pain management 2012. – М.: R.Valent. - 2014. – P. 88].
6. Рафмелл, Д.Р. Регионарная анестезия: самое необходимое в анестезиологии. / Д.Р. Рафмелл, Д.М. Нил, К.М. Вискоуми // Пер. с англ. М.: МЕДпресс-информ. - 2007. – С. 280 [Rafmell, D.R. Regional anesthesia: the most necessary in anesthesiology. / D.R. Rafmell, D.M. Nil, K.M. Viskoumi // *Per. Sang l. M.: MED press-inform*. - 2007. – P. 280].
7. Grosser, D.M. Preoperative lateral popliteal nerve block for intraoperative and postoperative pain control in elective foot and ankle surgery: a prospective analysis. / D.M. Grosser, M.J. Herr, R.J. Claridge // *Foot Ankle Int*. – 2007. - № 28(12). – P. 1271-1275.
8. Mazoit, J.X. Ropivacain in infants and children / J.X. Mazoit, B.J. Daleus // *Curr. Opin. Anaesthesiol*. – 2003. - № 16 (3). – P. 305-307.
9. Neal, J.M. ASRA practice advisory on local anesthetic systemic toxicity / J.M. Neal, C.M. Bernards, J.F. Butterworth, etc. // *Reg. Anesth. Pain Med*. – 2010. - № 35 (2). – P. 152-161.
10. Neal, J.M. ASRA practice advisory on neurologic complications in regional anesthesia and pain medicine. / J.M. Neal, C.M. Bernards, A. Hadzic, etc. // *Reg. Anesth. Pain Med*. – 2008. - № 33 (5). – P. 404-415.
11. Kalkman C.J., Peelen L., Moons K.G., Veenhuizen M., Bruen sM., Sinnema G. et al. Behavior and development in child renand age at the time of first anesthetic exposure. *Anesthesiology*. 2009; 110: 805-12.
12. Диордиев А.В. Анестезиологическое обеспечение при реконструктивных оперативных вмешательствах у пациентов с детским церебральным параличом. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.20. Москва; 2014. 49 с. [Diordiev A.V. Anesthetic management in reconstructive surgical interventions in patients with cerebral palsy. Abstract of dr. diss., med. sci. Moscow, 2014. 49 p. (in Russian)]

13. Noemi V., Mossetti V., Ivani G. Evaluation of 18279 Blocks in a Pediatric Hospital. *Anesth. Pain Med.* 2015; 5 (2): 1–2.

Информация об авторах:

Дубиненков Владимир Борисович

e-mail: 63vbd@mail.ru

Врач анестезиолог-реаниматолог ООО «Клиника КОНСТАНТА»

Адрес: г. Ярославль, ул. Победы 15, инд 150000

с.т. +7 (915)976-38-68

Соавторы:

Вавилов Максим Александрович

e-mail: maxtravma@mail.ru

Врач к. м.н. травматолог-ортопед ГБУЗ ЯО «ОДКБ»

Адрес: г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 27 Инд. 150042

р.т. +7(4852)77-38-98 д.т. +7(4852)20-33-66 с.т. +7(903)823-38-66

Громов Илья Валерьевич

Врач травматолог-ортопед ГБУЗ ЯО «ОДКБ»

с.т. +7(920)107-76-05 e-mail: gromich_87@mail.ru

Корышков Николай Александрович

ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России

Руководитель группы исследования стопы и голеностопного сустава

Врач д.м.н. РФ ЦИТО им.Н.Н. Приорова

Адрес: Москва, 127299, ул. Приорова 10

р.т. 8(499)153-64-55, с.т. +7(926)908-51-86

Information about the authors:

Vladimir B. Dubinenkov

e-mail: 63vbd@mail.ru

Anaesthesiologist Doctor LLC "Clinic CONSTANT"

Address: Yaroslavl, Pobedy str. 15, Ind 150000

mobile 8 (915) 976-38-68

Collaborators

Maxim A. Vavilov

e-mail: maxtravma@mail.ru

YAROSLAVL REGIONAL CHILDREN'S HOSPITAL

Location: Yaroslavl, Tutaevsky highway, 27 Indus. 150042

Work phone +7 (4852) 77-38-98,

home phone +7 (4852) 20-33-66 mobile +7 (903) 823-38-66

Ilya V. Gromov

YAROSLAVL REGIONAL CHILDREN'S HOSPITAL

mobile +7 (920) 107-76-05 e-mail: gromich_87@mail.ru

Nikolay A. Korichkov

Central Institute of Traumatology and Orthopedics N.N. Priorov

cito@cito-priorov.ru/

Tel: +7 (499) 940-97-47mobile: 8(926)908-51-86

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.30-37

УДК 617-089.844; 616-717.56

© Калининский Е.Б., Черняев А.В., Слияков Л.Ю., Лычагин А.В., Гончарук Ю.Р., Ромадин Д.В., Целищева Е.Ю., 2020

ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДЛИНЫ ВИНТОВ ПРИ НАКОСТНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ: КАК ИЗБЕЖАТЬ ОШИБКИ?

МАКСИМОВ Б.И.^{1, а}¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия

Резюме. Одними из наиболее частых осложнений остеосинтеза дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) с использованием волярных пластин с угловой стабильностью являются осложнения со стороны сухожилий разгибательной поверхности предплечья, возникающие в результате некорректного подбора длины винтов, заводимых с ладонной поверхности лучевой кости, и их последующего конфликта с сухожилиями разгибателей. **Целью работы** являлся анализ осложнений остеосинтеза ДМЭЛК волярными пластинами с угловой стабильностью, связанных с повреждением сухожилий разгибательной поверхности предплечья винтами неадекватной длины, и разработка мер профилактики данных осложнений для улучшения функциональных результатов хирургического лечения переломов ДМЭЛК.

Материал и методы: проведен анализ лечения 319 пациентов с переломами ДМЭЛК, которым в отделении травматологии и ортопедии ГКБ №29 им. Н.Э. Баумана в период с 2014 по 2018 годы выполняли остеосинтез с использованием волярных пластин с угловой стабильностью. В эту группу вошли 155 мужчин и 164 женщин в возрасте от 18 до 89 лет (средний возраст больных составил 57,2±0,8 лет). Во всех случаях в процессе выполнения остеосинтеза для определения длины устанавливаемых винтов и исключения их протрузии через тыльный кортикальный слой лучевой кости использовали измеритель глубины просверленного канала. Помимо этого, в 156 случаях (основная группа пациентов, до 2016 года) для интраоперационной оценки длины винтов использовали рентгенологический контроль в двух стандартных проекциях (передне-заднюю и боковую), а с 2016 года (163 пациента – контрольная группа) стали выполнять дополнительную третью тангенциальную проекцию.

Результаты: Все случаи протрузии винтов через тыльную поверхность лучевой кости, требовавшие их замены на более короткие, как в боковой, так и в тангенциальной проекции были документированы. Среди 156 прооперированных пациентов основной группы, у 74 (47,4%) при выполнении контрольной рентгенографии в боковой проекции, несмотря на кажущуюся корректность подбора длины винта при помощи измерителя глубины просверленного канала, было выявлено выступание одного и более винтов за тыльный кортикальный слой ДМЭЛК, потребовавшее их интраоперационной замены более короткими. У 27 пациентов основной группы (17,3%) в послеоперационном периоде диагностировали явления тендинита со стороны сухожилий разгибателей, потребовавшие у 16 пациентов удаления выступающих винтов, а у 8 – замены их более короткими винтами. В трех случаях на сроках более 6 недель после операции пациентам удалили полностью всю металлоконструкцию. В одном случае (0,64%) у пациентки основной группы через 3,5 месяца после выполнения остеосинтеза ДМЭЛК произошел спонтанный разрыв сухожилия длинного разгибателя большого пальца, потребовавший реконструктивно-пластической операции по восстановлению этого сухожилия. У 131 пациента контрольной группы (80,4%), у которых при выполнении интраоперационной рентгенографии в передне-задней и боковой проекциях установленные винты были расценены как винты адекватной длины, при выполнении дополнительной тангенциальной проекции была выявлена перфорация кончиками винтов тыльной кортикальной пластинки ДМЭЛК. Во всех случаях винты были заменены на более короткие.

Выводы. Для адекватной интраоперационной оценки длины винтов при накостном остеосинтезе дистального метаэпифиза лучевой кости, а также профилактики осложнений, связанных с повреждением сухожилий разгибательной поверхности предплечья винтами неадекватной длины, необходимо комбинированное использование измерителя глубины просверленного канала и рентгенологического контроля с обязательным применением тангенциальной проекции.

Ключевые слова: дистальный метаэпифиз лучевой кости; осложнение; остеосинтез; тангенциальная проекция; длина винта; ирритативный синдром.

INTRAOPERATIVE ASSESSMENT OF SCREWS LENGTH DURING PLATE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL RADIUS: HOW TO AVOID A MISTAKE?

МАКСИМОВ Б.И.^{1, а}¹ Moscow City Hospital #29 named after N.E.Bauman Department of health of Moscow city, Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia

Abstract. One of the most common complications after volar locking plate fixation of distal radius is extensor tendon complications as a result of incorrect screw length assessment and dorsal screw tips penetration leading to a conflict between extensor tendons and screws.

The aim of the study is to analyze complications of volar locking plate fixation of distal radius related to extensor tendons as a result of using incorrect screws length and its protrusion into extensor compartments and to offer preventive measures of such complications to improve functional results of surgical treatment of distal radius fractures.

^а E-mail: dr.borismaximov@gmail.com

Material and Methods. We analyzed 319 patients with distal radius fractures (164 female and 155 male) treated in the period from 2014 to 2018 using volar locking plate fixation. The mean age was 57,2+0,8 years (18-89 years). During plate osteosynthesis in all cases for screw length assessment and exclusion of screws protrusion past dorsal cortex of distal radius we used a depth gauge. In addition, in 156 cases (till 2016 – the main group of patient) for intraoperative assessment of screws length we used standart fluoroscopic views (AP and lateral), whereas since 2016 (163 patients – control group) we started to use additional third view – tangential view.

Results. All screws that were seen to protrude past the dorsal cortex of the distal radius and required exchange were recorded. In 74 of 156 cases (47,4%) despite the usage of depth gauge, we found protrusion of one or more screws on lateral view required their intraoperative exchange for shorter ones. Extensor tendon tendinitis was diagnosed in 27 patients of the main group (17,3%) in post-op period. In 16 cases this required screws removal and in 8 cases long screws were exchanged for shorter ones. In 3 patients after 6 weeks post-op the implants were removed at all. In 1 patient of the main group (0,64%) 3,5 month after volar locking plating of distal radius there was a spontaneous rupture of extensor pollicis longus tendon, which required tendon reconstruction. In 131 patients of control group (80,4%) after confirmation of correct screws length by intraoperative AP and lateral views, during tangential view we determined dorsal screw tips penetration. In all cases screws were exchanged with shorter ones.

Conclusions. For prevention of extensor tendon-related complications and adequate intraoperative assessment of screw length during volar locking plate fixation of distal radius fracture, it is necessary to combine usage of a depth gauge with X-ray control with obligatory use of tangential view.

Key words: distal radius; complication; osteosynthesis; tangential view; screw length; irritation syndrome

Введение

Несмотря на множество существующих способов лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК), накостный остеосинтез является наиболее надежным и широко применяемым [1,2,3]. «Золотым стандартом» при этом является использование волярных пластин с угловой стабильностью [4,5,6,7]. Эти фиксаторы не только обеспечивают надежную стабилизацию костных отломков, в том числе и тыльных, но и демонстрируют значительно меньший процент осложнений и неудовлетворительных отдаленных результатов по сравнению с консервативным лечением в гипсовой повязке, внеочаговой фиксацией или остеосинтезом тыльными пластинами [8,9,10]. Не стоит отрицать, однако, что использование данного подхода к хирургическому лечению переломов ДМЭЛК требует тщательного предоперационного планирования и строгого соблюдения хирургической техники. Прежде всего, это касается позиционирования пластины относительно дистального метаэпифиза лучевой кости и покрывающих его сухожилий сгибателей, а также корректного подбора длины и локализации используемых винтов: дистальный ряд винтов в пластине должен располагаться в субхондральной зоне максимально близко к суставному хрящу ДМЭЛК, а винты, используемые в этой зоне, должны быть максимально длинными для обеспечения полноценной и надежной поддержки суставной поверхности и профилактики вторичного смещения фиксированных костных отломков после старта ранних реабилитационных процедур и лечебной физкультуры [11,12]. И если соблюдение первого условия достаточно несложно в техническом плане – положение пластины на кости легко контролируется выполнением рентгенограмм в двух проекциях, ориентируясь на «линию водораздела», то стандартно используемые для интраоперационного контроля репозиции и фиксации перелома передне-задняя и боковая рентгенологические проекции, а также измеритель глубины просверленного канала не могут гарантировано исключить перфорацию тыльного кортикального слоя лучевой кости в области дистального метаэпифиза винтами, как из-за сложной геометрической формы дорсальной поверхности лучевой кости, так и из-за фрагментации тыльного кортикала, нередко сопутствующей оскольчатым переломам. Именно это и побудило хирургов к поискам более достоверных диагности-

ческих приемов, позволяющих избежать ревизионных операций, когда перфорация тыльного кортикального слоя лучевой кости и конфликт винта с сухожилиями разгибательной поверхности предплечья выявляются в послеоперационном периоде [13]. Стоит заметить, что частота подобных осложнений увеличивается параллельно увеличивающемуся количеству выполняемых операций по остеосинтезу ДМЭЛК с использованием волярных пластин [14,15]. Объяснением этому служит тот факт, что тыльная поверхность лучевой кости в дистальной трети контактирует с сухожилиями разгибателей напрямую и именно поэтому каждый случай перфорации тыльного кортикального слоя лучевой кости устанавливаемым через пластину винтом неизбежно приводит к конфликту «винт-сухожилие» [16]. Данное осложнение хирургического лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости на сегодняшний день является одним из наиболее частых и может достигать 23%, проявляясь болезненным ограничением разгибательных движений кисти и пальцев прооперированной верхней конечности, а порой заканчиваться даже их разрывами [13,14,17,18]. В литературе сегодня все чаще можно встретить информацию о прямой взаимосвязи между некорректно подобранной длиной устанавливаемых через пластину винтов и частотой возникновения ирритативного синдрома со стороны сухожилий разгибателей кисти и пальцев [19]. Накопленный опыт хирургического лечения переломов ДМЭЛК, красноречиво свидетельствует о потенциальной возможности ошибки в оценке длины устанавливаемых винтов при интраоперационном использовании лишь измерителя глубины просверленного канала и рентгеноскопии в двух стандартных проекциях. В то же время, использование дополнительной тангенциальной проекции позволяет полноценно визуализировать тыльный кортикальный слой дистального отдела лучевой кости и оценить его взаимоотношения с кончиками заведенных с ладонной поверхности винтов [16,20].

Цель работы – анализ осложнений остеосинтеза ДМЭЛК волярными пластинами с угловой стабильностью, связанных с повреждением сухожилий разгибательной поверхности предплечья винтами неадекватной длины, разработка мер профилактики данных осложнений для улучшения функциональных результатов хирургического лечения переломов ДМЭЛК.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ лечения 319 пациентов с переломами ДМЭЛК, которым в отделении травматологии и ортопедии ГКБ №29 им. Н.Э. Баумана в период с 2014 по 2018 годы выполняли остеосинтез с использованием волярных пластин с угловой стабильностью. В эту группу вошли 155 мужчин и 164 женщины в возрасте от 18 до 89 лет (средний возраст больных составил 57,2±0,8 лет). Во всех случаях переломы были закрытыми, изолированными, свежими (до 7 дней с момента получения травмы) и применяли ладонный хирургический доступ по J. Orbay [7]. По классификации D.L. Fernandez с соавторами [21] переломы были распределены следующим образом: тип I – 131 случай (41%), тип II – 23 (7,2%), тип III – 165 (51,8%). Во всех случаях в процессе выполнения остеосинтеза для определения длины устанавливаемых винтов применяли определенный набор инструментов и диагностических методов. Прежде всего, после просверливания канала для установки метаэпифизарного винта, использовали специальный измеритель глубины канала, применение которого основано на пальпации противоположно кортикального слоя (Рис. 1).



Рис.1. Измерение размера просверленного канала для определения длины устанавливаемого винта

Помимо этого, интраоперационно всем пациентам выполняли рентгенологический контроль с использованием электронно-оптического преобразователя с целью оценки длины установленных винтов, их локализации и положения относительно тыльного кортикального слоя ДМЭЛК. Стоит заметить, что до 2016 года (156 пациентов – основная группа) для выполнения рентгенологического контроля использовали две стандартные проекции (передне-заднюю и боковую) (Рис. 2), а с 2016 года во всех случаях (163 пациента – контрольная группа) стали выполнять дополнительную тангенциальную проекцию (Рис. 3).

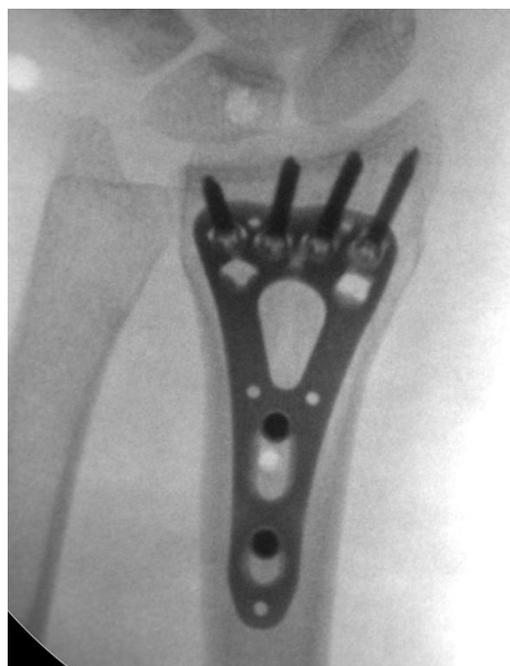


Рис.2. Интраоперационная рентгенография лучезястного сустава в передне-задней и боковой проекциях



Рис.3. Интраоперационная рентгенография лучезапястного сустава в тангенциальной проекции

При этом для корректного выполнения тангенциальной проекции необходимо следовать определенным правилам, а именно: исследуемая верхняя конечность сгибается в локтевом суставе до 75 градусов, предплечье при этом находится в положении полной супинации, а кисть максимально сгибается в лучезапястном суставе. Пучок рентгеновских лучей центрируется на область лучезапястного сустава с целью визуализации его основных анатомических ориентиров: бугорка Листера, шиловидного отростка лучевой кости, тыльной поверхности ДМЭЛК, а также дистального радио-ульнарного сочленения (Рис. 4).



Рис. 4. Укладка верхней конечности для выполнения тангенциальной проекции

Результаты интраоперационных снимков оценивали исходя из взаимоотношений тыльного кортикального слоя ДМЭЛК и кончиков установленных винтов. Во всех случаях, при выявлении выступании винта за тыльную поверхность ДМЭЛК, производилась его замена на винт корректной длины.

Результаты

Все случаи протрузии винтов через тыльную поверхность лучевой кости, требовавшие их замены на более короткие, как в боковой, так и в тангенциальной проекции были документированы. Среди 156 прооперированных пациентов основной группы, у 74 (47,4%) при выполнении контрольной рентгенографии в боковой проекции, несмотря на кажущуюся корректность подбора длины винта при помощи измерителя глубины просверленного канала, было выявлено выступание одного и более винтов за тыльный кортикальный слой ДМЭЛК, потребовавшее их интраоперационной замены более короткими. Еще более интересные результаты были получены при выполнении дополнительной тангенциальной проекции: у 131 пациента контрольной группы (80,4%), у которых при выполнении интраоперационной рентгенографии в передне-задней и боковой проекциях установленные винты были расценены как винты адекватной длины, при выполнении дополнительной тангенциальной проекции была выявлена перфорация кончиками винтов тыльной кортикальной пластинки ДМЭЛК разной величины, что также требовало их немедленной интраоперационной замены на более короткие с целью профилактики развития ирритативного синдрома со стороны разгибателей в послеоперационном периоде.

К сожалению, не во всех случаях ошибки с подбором длины метаэпифизарных винтов были диагностированы и исправлены во время операции. На этапе освоения методики при установке пластин ладонным доступом мы применяли интраоперационный рентгенологический контроль в двух стандартно используемых проекциях, что в ряде случаев привело к развитию осложнений в послеоперационном периоде. Так, явления тендинита со стороны сухожилий разгибателей встретились у 27 пациентов (17,3%). Решение о выполнении ревизионных операций принимали с позиции оценки риска разрыва сухожилия и стадии консолидации перелома. В тех случаях, когда данное осложнение выявлялось в сроки, заведомо меньшие, чем необходимо для сращения (до 4-6 недель), а выступающий винт не влиял на стабильность остеосинтеза, его удаляли. Таких операций было выполнено 16 (59,3%). В 8 случаях, когда наличие винта являлось важным элементом стабильности остеосинтеза (29,7%), вместо извлеченного винта имплантировали другой, меньшей длины. Эти операции являлись в буквальном смысле ревизионными. В тех случаях, когда данные осложнения диагностировали в сроки более 6 недель, и можно было рассчитывать на консолидацию, удаляли пластину целиком. Таких операций было выполнено три (11%). Формально такие операции не являлись ревизионными и расценивались как раннее удаление фиксатора.

В одном случае (0,64%) через 3,5 месяца после выполнения остеосинтеза ДМЭЛК во время чистки стекла автомобиля щет-

кой от снега произошел спонтанный разрыв сухожилия длинного разгибателя большого пальца (Рис. 5), что потребовало реконструктивно-пластической операции по восстановлению этого сухожилия. Этот случай заслуживает отдельного комментария. До момента самого разрыва пациентка не предъявляла каких-либо жалоб со стороны разгибателей кисти и пальцев, вернулась к самообслуживанию и вышла на работу. При выполнении перед операцией компьютерной томографии с 3D-реконструкцией было выявлено выстояние винтов за пределы тыльной кортикальной пластинки лучевой кости, особенно выраженное в проекции III сухожильного компартмента разгибателей, то есть в проекции tendon extensor pollicis longus (Рис. 6).



Рис.5. Выпадение функции extensor pollicis longus через 3,5 месяца после остеосинтеза ДМЭЛК



Рис.6. КТ с 3D-реконструкцией правого лучезяпястного сустава через 3,5 месяца после остеосинтеза.

Обобщенные данные по выявленным осложнениям в обеих группах и способам их коррекции представлены в Таблице 1.

Таблица 1.

Выявленные осложнения	Группы пациентов					
	Основная (использование измерителя глубины просверленного канала + интраоперационная рентгенография в двух проекциях) n = 156			Контрольная (использование измерителя глубины просверленного канала + интраоперационная рентгенография в трех проекциях) n = 163		
	Вид хирургической помощи					
	Замена винта	Удаление винта/удаление пластины	Пластика сухожилия	Замена винта	Удаление винта/удаление пластины	Пластика сухожилия
Интраоперационная перфорация тыльного кортикального ДМЭЛК	74 (47,4%)	-	-	131 (80,4%)	-	-
Тендинит разгибателей	8 (5,13%)	16 (10,3%) / 3 (1,9%)	-	-	-	-
Разрыв сухожилий разгибателей	-	-	1 (0,64%)	-	-	-

Обсуждение

Накостный остеосинтез с использованием волярных пластин с угловой стабильностью постепенно становится методом выбора в лечении переломов ДМЭЛК, демонстрируя при этом отличные функциональные и рентгенологические результаты. В то же время метод не лишен и недостатков, нередко приводя к развитию осложнений и плохим функциональным результатам [8,22,23]. Одними из наиболее частых осложнений остеосинтеза ДМЭЛК с использованием волярных пластин с угловой стабильностью сегодня считаются осложнения со стороны сухожилий разгибательной поверхности предплечья, возникающие в результате некорректного подбора длины винтов, заводимых с ладонной поверхности лучевой кости, и их последующего конфликта с сухожилиями разгибателей [3,13,18,24,25,26,27]. Стоит заметить, что в силу сложной геометрии, а также фрагментации тыльной поверхности ДМЭЛК, зачастую имеющейся при переломах данной локализации, оценка длины устанавливаемых в метаэпифиз винтов и выявление их пенетрации в разгибательные сухожильные компартменты могут быть затруднены, даже при рутинном использовании измерителя глубины просверленного канала и стандартного интраоперационного рентгенологического контроля [31,33]. Ограниченность пространства в этих компартментах при проникновении в них винтов неизбежно приводит к их конфликту с сухожилиями, вызывая теносиновиты или даже спонтанные разрывы последних с выпадением функции одного из разгибателей [8,39]. При этом наиболее часто повреждается сухожилие *extensor pollicis longus* в области его прилегания к бугорку Листера [28,29]. Н. Clement с соавторами в своем морфологическом исследовании объясняют это вариабельностью как высоты бугорка Листера, так и глубины, прилегающей к нему борозды, в которой располагается сухожилие длинного разгибателя большого пальца, что может затруднять выявление выступа винта в сухожильный компартмент посредством интраоперационной рентгенографии в стандартных проекциях [30].

Клинически повреждения сухожилий разгибательной поверхности предплечья винтами можно разделить по степени на следующие виды: ирритативный синдром и разрыв сухожилия.

Ирритативный синдром проявляется жалобами на ноющие боли по тыльной поверхности предплечья, возникающие при попытках как активной, так и пассивной дорсифлексии кисти. Более точная локализация зависит от того, с каким винтом контактирует то или иное сухожилие. Чаще всего в этот процесс вовлекаются сухожилия II и III разгибательных компартментов (сухожилия *m.extensor carpi radialis longus*, *m.extensor carpi radialis brevis* и, наиболее часто, *m.extensor pollicis longus*) [14]. По ходу этих сухожилий иногда развивается гиперемия и местная гипертермия. В результате пациенты ограничивают интенсивность реабилитационных мероприятий, что приводит к неудовлетворительным функциональным результатам вследствие контрактуры лучезапястного сустава. В повседневной практике эти явления обычно проходят под маской так называемых «тендовагинитов» и лечатся различными консервативными методами: мази, нестероидные противовоспалительные препараты, физиотерапия и пр. Использование местных инъекционных

препаратов является ошибкой, поскольку эти препараты могут приводить к дегенеративным изменениям соединительной ткани и сами по себе способствовать разрыву сухожилий в отдаленном периоде. Другой отрицательный эффект заключается в обезболивании и повышении активности в условиях, когда основная причина не устранена.

Разрыв сухожилия является завершающей стадией ирритативного синдрома и следствием его неадекватного лечения. В результате постоянного конфликта сухожилия с кончиком выступающего винта происходит его перетирание и спонтанный разрыв. Пациенты описывают этот момент как хруст и выпадение функции поврежденного сухожилия (например, невозможность отведения и разгибания I пальца). При этом интенсивность болевого синдрома существенно уменьшается. По данным ряда авторов, до 40% всех разрывов происходит в течение 1 месяца после операции [14,31].

Выделение промежуточных дополнительных позиций между ирритативным синдромом и разрывом видится нецелесообразным, поскольку это не определяет какие-либо дополнительные опции в лечебной тактике. Основным действием врача при выявлении вышеописанных жалоб в послеоперационном периоде должно быть направление пациента на компьютерную томографию, независимо от того, кажутся они обоснованными или нет. Единственным же обоснованным и исчерпывающим лечебным приемом в такой ситуации является удаление неадекватно длинного винта как можно быстрее. Удалять его совсем или проводить вместо него другой, более короткий – этот вопрос определяется морфологией перелома и наличием костных фрагментов, которые этот винт может фиксировать.

Как же избежать подобного рода ошибок и осложнений? Р. Rhee с соавторами для исключения данных ятрогенных повреждений сухожилий разгибательной поверхности предплечья и последующих функциональных проблем в послеоперационном периоде советуют в процессе рассверливания канала под винт следить за тем, чтобы сверло не выходило за пределы тыльного кортикального слоя ДМЭЛК, а винты для фиксации дистального костного отломка использовать строго монокортикальные [3].

Ряд авторов указывают на то, что стандартные передне-задняя и боковая проекции, используемые при интраоперационном контроле, не могут достоверно оценивать длину установленных в процессе остеосинтеза субхондральных винтов [26,32,33]. По этой причине в литературе появляется все больше сообщений о дополнительных рентгенологических проекциях, позволяющих минимизировать риски ошибок и избегать ревизионных операций [16,33,34,35,36,37,38,39,40,41].

Однако, в нашей стране сообщения о применении подобного рода протокола отсутствовали, что и побудило нас к изучению более точных методов оценки устанавливаемых винтов при остеосинтезе ДМЭЛК волярными пластинами для последующего их внедрения в практическую деятельность на регулярной основе.

Заключение

Для интраоперационной оценки длины винтов при накостном остеосинтезе ДМЭЛК, а также с целью профилактики осложнений, связанных с повреждением сухожилий разгиба-

тельной поверхности предплечья винтами неадекватной длины, необходимо комбинированное использование измерителя глубины просверленного канала и рентгенологического контроля. Накопленный опыт демонстрирует, что использование дополнительной тангенциальной проекции интраоперационно является более надежной и эффективной мерой профилактики перфорации тыльного кортикального слоя ДМЭЛК устанавливаемыми при накостном остеосинтезе винтами по сравнению со стандартной боковой проекцией.

Соблюдение подобного протокола может позволить сократить число интраоперационных ошибок и последующих осложнений в послеоперационном периоде, нередко требующих выполнения ревизионных хирургических вмешательств, что, в свою очередь, может быть гарантом максимально ранней и безболезненной реабилитации пациентов после остеосинтеза ДМЭЛК с использованием волярных пластин с угловой стабильностью.

Для цитирования:

Максимов Б.И., ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДЛИНЫ ВИНТОВ ПРИ НАКОСТНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ: КАК ИЗБЕЖАТЬ ОШИБКИ?// Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 30—37. [Maximov B.I., INTRAOPERATIVE ASSESSMENT OF SCREWS LENGTH DURING PLATE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL RADIUS: HOW TO AVOID A MISTAKE? *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 30—37]

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки
Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Сырцов В.В., Иванов В.С. Сравнительный анализ способов лечения больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости.//Травматология и ортопедия России. 2015. №2.С.5-15.[Khominec V.V., Tkachenko M.V., Syrtsov V.V., Ivanov V.S. Comparative analysis of treatment technique in patients with distal radius fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*, 2015, no. 2, pp.5-15 [In Russ]. doi:10.21823/2311-2905-2015-0-2-5-15.
2. Koval K.V., Harrast J.J., Anglen J.O., Weinstein J.N. Fractures of the distal part of the radius: The evolution of practice over time. Where's the evidence? *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90(9):1855-61. doi:10.2106/JBJS.G.01569.
3. Rhee P.C., Dennison D.G., Kakar S. Avoiding and treating perioperative complications of distal radius fractures. *Hand Clin*. 2012;28(2):185-98. doi:10.1016/j.hcl.2012.03.004.
4. Chung K.C., Shauver M.J., Birkmeyer J.D. Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *J BONE JOINT SURG AM*. 2009;91(8):1868-73. doi: 10.2106/JBJS.H.01297.
5. Wei D.H., Raizman N.M., Bottino C.J., Jobin C.M., Strauch R.J., Rosenwasser M.P. Unstable distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate. A prospective randomized trial. *J BONE JOINT SURG AM*. 2009;91(7):1568-77. doi:10.2106/JBJS.H.00722.
6. Максимов Б.И. Накостный остеосинтез переломов дистального метаэпифиза лучевой кости с использованием волярного хирургического доступа.//Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И.Пирогова. 2018. №13(2). С.78-83.[Maksimov B.I. Extramedullary os-

teosynthesis of fractures of distal metepiphysis of radius bone with the use of volar surgical access. *Vestnik natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I.Pirogova [Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center]*, 2018 no. 13(2), pp. 78-83. (In Russ).

7. Orbay J.L. The treatment of unstable distal radius fractures with volar fixation. *Hand Surg*. 2000;5:103-12. doi:10.1142/S0218810400000223.

8. Arora R., Lutz M., Hennerbichler A., Krappinger D., Espen D., Gabl M. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma*. 2007;21(5):316-22. doi:10.1097/bot.0b013e318059b993.

9. Kapoor H., Agarwal A., Dhaon B. Displaced intraarticular fractures of distal radius: A comparative evaluation of results following closed reduction, external fixation and open reduction with internal fixation. *Injury*. 2000;31(2):75-79. doi:10.1016/s0020-1383(99)00207-7.

10. Kreder H., Hanel D., Agel J., McKee M., Schemitsch E., Trumble T., Stephen D. Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intraarticular fractures of the distal radius: A randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(6):829-36. doi:10.1302/0301-620x.87b6.15539.

11. Drobetz H., Bryant A.L., Pokorny T., Spitaler R., Leixnering M., Jupiter J.B. Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction – a biomechanical study in a cadaveric model. *J Hand Surg Am*. 2006;31(4):615-22. doi:10.1016/j.jhsa.2006.01.011.

12. Drobetz H., Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop*. 2003;27(1):1-6. doi:10.1007/s00264-002-0393-x.

13. Kambouroglou G.K., Axelrod T.S. Complications of the AO/ASIF titanium distal radius plate system (pi plate) in internal fixation of the distal radius: a brief report. *J Hand Surg Am*. 1998;23(4):737-41. doi:10.1016/S0363-5023(98)80063-4.

14. Al-Rashid M., Theivendran K., Craigen M.A. Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(12):1610-2. doi:10.1302/0301-620X.88B12.17696.

15. Margaliot Z., Haase S.C., Kotsis S.V., Kim H.M., Chung K.C. A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 2005; 30(6):1185-99. doi:10.1016/j.jhsa.2005.08.009.

16. Maschke S.D., Evans P.J., Schub D., Drake R., Lawton J.N. Radiographic evaluation of dorsal screw penetration after volar fixed-angle plating of the distal radius: A cadaveric study. *Hand* 2007; 2(3): 144-50. doi:10.1007/s11552-007-9038-2.

17. Toros T., Sugun T.S., Ozaksar K. Complications of distal radius locking plates. *Injury*. 2013;44(3):336-9. doi:10.1016/j.injury.2013.01.008.

18. McKay S.D., MacDermid J.C., Roth J.H., Richards R.S. Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complications checklist. *J Hand Surg* 2001;26(5):916-22. doi:10.1053/jhsu.2001.26662.

19. Nana A.D., Joshi A., Lichtman D.M. Plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13(3):159-71. doi:10.5435/00124635-200505000-00003.

20. Herisson O., Delaroche C., Maillot-Roy S., Sautet A., Doursounian L., Cambon-Binder A. Comparison of lateral and skyline fluoroscopic views for detection of prominent screws in distal radius fractures plating: results of an ultrasonographic study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017; 137(10):1357-62. doi:10.1007/s00402-017-2759-y.

21. Fernandez D.L., Jupiter J.B. Fractures of the distal radius//New York:Springer-Verlag:1996. doi:10.1007/978-1-4684-0478-4.

22. Davis D.I., Baratz M. Soft tissue complications of distal radius fractures. *Hand Clin*. 2010;26(2):229-35. doi:10.1016/j.hcl.2009.11.002.

23. Berglund L.M., Messer T.M. Complications of volar plate fixation for managing distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009; 17(6): 369-77. doi:10.5435/00124635-200906000-00005.

24. Rozental T.D., Blazar P.E. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2006;31(3):359–65. doi:10.1016/j.jhsa.2005.10.010.

25. Eesenwein P., Sonderegger J., Gruenert J., Ellenrieder B., Tawfik J., Jakubietz M. Complications following palmar plate fixation of distal radius fractures: a review of 665 cases. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013; 133(8): 1155–62. doi:10.1007/s00402-013-1766-x.

26. Tarallo L., Mugnai R., Zambianchi F., Adani R., Catani F. Volar plate fixation for the treatment of distal radius fractures: analysis of adverse events. *J Orthop Trauma.* 2013;27(12):740–5. doi:10.1097/BOT.0b013e3182913fc5.

27. White B.D., Nydick J.A., Karsky D., Williams B.D., Hess A.V. Stone J.D. Incidence and clinical outcomes of tendon ruptures following distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2012;37(10): 2035–40. doi:10.1016/j.jhsa.2012.06.041.

28. Soong M., van Leerdam R., Guitton T.G., Got C., Katarincic J., Ring D. Fracture of the distal radius: risk factors for complications after locked volar plate fixation. *J Hand Surg Am.* 2011;36(1):3–9. doi:10.1016/j.jhsa.2010.09.033.

29. Owers K.L., Grieve P.P., Mee S., Chew N.S., Ansele G., Lee J. Ultrasound changes in the extensor pollicis longus and flexor pollicis longus tendons following open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013;38(2):129–32. doi:10.1177/1753193412452080.

30. Pichler W., Grechenig W., Clement H., Windisch G., Tesch N.P. Perforation of the third extensor compartment by the drill bit during palmar plating of the distal radius. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009;34(3):333–5. doi:10.1177/1753193408099821.

31. Clement H., Pichler W., Nelson D., Hausleitner L., Tesch N.P., Grechenig W. Morphometric analysis of lister's tubercle and its consequences on volar plate fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2008;33(10):1716–9. doi:10.1016/j.jhsa.2008.08.012.

32. Owers K.L., Lee J., Khan N., Healy J., Eckersley R. Ultrasound changes in the extensor pollicis longus tendon following fractures of the distal radius – a preliminary report. *J Hand Surg Eur.* 2007;32(4):467–71. doi:10.1016/J.JHSB.2006.11.021.

33. Park D.H., Goldie B.S. Volar plating for distal radius fractures – do not trust the image intensifier when judging distal subchondral screw length. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2012;16(3):169–72. doi:10.1097/BTH.0b013e31825f7c5a.

34. Lee S.K., Bae K.W., Choy W.S. Use of the radial groove view intra-operatively to prevent damage to the extensor pollicis longus tendon by protruding screws during volar plating of a distal radial fracture. *Bone Joint J.* 2013;95-B(10):1372–6. doi:10.1302/0301-620X.95B10.31453.

35. Thomas A.D., Greenberg J.A. Use of fluoroscopy in determining screw overshoot in the dorsal distal radius: a cadaveric study. *J Hand Surg Am.* 2009;34(2):258–61. doi:10.1016/j.jhsa.2008.10.002.

36. Ozer K., Wolf J.M., Watkins B., Hak D.J. Comparison of 4 fluoroscopic views for dorsal cortex screw penetration after volar plating of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2012;37(5):963–7. doi:10.1016/j.jhsa.2012.02.026.

37. Joseph S.J., Harvey J.N. The dorsal horizon view: detecting screw protrusion at the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2011;36(10):1691–3. doi:10.1016/j.jhsa.2011.07.020.

38. Haug L.C., Glodny B., Deml C., Lutz M., Attal R. A new radiological method to detect dorsally penetrating screws when using volar locking plates in distal radial fractures. The dorsal horizon view. *Bone Joint J.* 2013;95-B(8):1101–5. doi:10.1302/0301-620X.95B8.31301.

39. Ozer K., Tokar S. Dorsal tangential view of the wrist to detect screw penetration to the dorsal cortex of the distal radius after volar fixed-angle plating. *Hand (NY)* 2011;6:190–3. doi:10.1007/s11552-010-9316-2.

40. Hill B.W., Shakir I., Cannada L.K. Dorsal screw penetration with the use of volar plating of distal radius fractures: how can you best detect? *J Orthop Trauma.* 2015;29:408–13. doi:10.1097/BOT.0000000000000361.

41. Taylor B.C., Malarkey A.R., Eschbaugh R.L., Gentile J. Distal radius skyline view: how to prevent dorsal cortical penetration. *J Surg Orthop Adv.* 2017;26(3):183–6.

Сведения об авторах:

Максимов Борис Игоревич, к.м.н., заведующий отделением травматологии и ортопедии

ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия

e-mail dr.borismaximov@gmail.com

Information about the authors:

Maximov Boris Igorevich, Cand. Sci. (Med.), head of the trauma department of Moscow city hospital #29 named after N.E. Bauman, Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia

e-mail dr.borismaximov@gmail.com

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.38-49

УДК 616.727.2

© МУРЫЛЕВ В.Ю., ИВАНЕНКО Л.Р., КУКОВЕНКО Г.А., ЕЛИЗАРОВ П.М., РУБИН Г.Г., СОРОКИНА Г.Л., 2020

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

МУРЫЛЕВ В.Ю.^{1, 2, a}, ИВАНЕНКО Л.Р.^{1, b}, КУКОВЕНКО Г.А.^{1, 2, c}, ЕЛИЗАРОВ П.М.^{1, 2, d}, РУБИН Г.Г.^{2, e}, СОРОКИНА Г.Л.^{2, f}¹ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, 125284, Москва, Россия

Переломы и переломовывихи проксимального отдела плечевой кости – одна из самых частых травм по статистике, и их количество продолжает расти. Описана наиболее распространенная классификация последствий повреждения проксимального отдела плечевой кости, предложенная Волеау в 2001 году, и позволяющая выбрать тактику хирургического лечения.

Реверсивные эндопротезы произвели революцию в лечении сложных патологий плечевого сустава, в первую очередь последствий его повреждения. Появляются исследования, в которых расширяются показания к применению реверсивной конструкции, в то время как частота осложнений уменьшается по мере освоения методики. Специфичным противопоказанием к эндопротезированию плечевого сустава реверсивным протезом считается атрофия и дисфункция дельтовидной мышцы.

Среди факторов, ухудшающих прогноз операции, разными авторами выделены: число предыдущих вмешательств, мужской пол, депрессия, количество сопутствующих заболеваний, несостоятельность вращательной манжеты плеча, дисфункция дельтовидной мышцы, гипотрофия мышц плечевого пояса, поражения плечевого сплетения, а также костный дефект проксимального отдела плечевой кости.

Наиболее распространенные осложнения реверсивного эндопротезирования составляют: вывихи и нестабильность, перипротезная инфекция, асептическое расшатывание компонентов, лопаточный нотчинг и перипротезные переломы.

Можно выделить следующие направления дальнейших исследований в области эндопротезирования плечевого сустава при последствиях его повреждений: 3D планирование, использование индивидуальных инструментов и индивидуальных компонентов, определение оптимального натяжения мышц плеча и положения компонентов эндопротеза, изучение необходимости и способов остеотомии бугорков и фиксации сухожилий, особенности выбора оптимального доступа в разных ситуациях, а также изучение отдаленных результатов лечения.

Ключевые слова: Эндопротезирование плечевого сустава; реверсивное эндопротезирование плечевого сустава; переломы проксимального отдела плечевой кости; последствия травм плечевого сустава.

THE REVIEW OF THE CURRENT STATE OF SHOULDER ARTHROPLASTY FOR PROXIMAL HUMERUS FRACTURE SEQUELAE

MURYLEV V.YU.^{1, 2, a}, IVANENKO L.R.^{1, b}, KUKOVENKO G.A.^{1, 2, c}, ELIZAROV P.M.^{1, 2, d}, RUBIN G.G.^{2, e}, SOROKINA G.L.^{2, f}¹ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation² Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Fractures of the proximal humerus are one of the most common injuries and their number continues to grow. We describe the most useful classification of the proximal humerus fractures sequelae, proposed by Boileau in 2001.

Reverse shoulder prosthesis revolutionized the treatment of complex pathologies of the shoulder joint. There are studies in which the indications for the use of a reverse design are expanding, while the frequency of complications decreases. Atrophy and dysfunction of the deltoid muscle are considered a specific contraindication to reverse shoulder arthroplasty.

Among the risk factors of poor functional outcomes different authors distinguished: the number of previous interventions, male gender, depression, the number of concomitant diseases, rotator cuff failure, deltoid muscle dysfunction, atrophy of the muscles of the shoulder girdle, lesions of the brachial plexus, and also a bone defect size in the proximal humerus.

The most common complications of reverse shoulder arthroplasty are: dislocations and instability, periprosthetic infection, aseptic loosening, scapular notching and periprosthetic fractures.

^a E-mail: nmuril@yandex.ru^b E-mail: uchenichok@gmail.com^a E-mail: gkukovenko@gmail.com^a E-mail: elizarov_07@mail.ru^a E-mail: rgg83@mail.ru^a E-mail: galina61.05@mail.ru

We can distinguish the following areas of further research in the field of shoulder joint replacement for proximal humerus fractures sequelae: 1) study of the long-term outcomes in large populations; 2) choosing the optimal surgical approach in different situations; 3) solving the problem of instability and determining the optimal tension of the shoulder muscles, the optimal position of the components; 4) study of the need and potential benefits of tuberosity fixation and rotator cuff tendons reattachment; 5) 3D planning and the use of patients specific instruments and implants.

Keywords: Total Shoulder Replacement; Proximal Humeral Fractures; Malunited Fractures

Введение

На переломы проксимального отдела плечевой кости (ПОПК) приходится 4,7—8,8% всех переломов костей и до 70% переломов плечевой кости 1,2. Переломы ПОПК являются третьими по частоте после переломов бедра и дистального отдела лучевой кости у пациентов старше 65 лет, с отношением женщин к мужчинам почти 2:1^{3,4}. Эти переломы особенно типичны для женщин в постменопаузе с остеопорозом⁵.

Интересно, что частота переломов ПОПК возрастает с увеличением возраста. Доля низкоэнергетических многооскольчатых переломов головки плечевой кости у пожилых пациентов составляет 30—45% от всех переломов ПОПК¹. Напротив, у молодых людей такие травмы происходят при воздействии высокой энергии и составляют около 17—20% всех переломов плечевой кости^{1,6}. Застарелые переломы и вывихи плеча составляют от 10 до 23,7% случаев, а рецидивы вывиха плеча после открытого вправления происходят нередко – в 5,8–12,1% случаев^{7,8}. Поскольку ожидается, что частота этих травм значительно возрастет с ростом сегмента пожилых людей с остеопорозом в течение следующих десятилетий, частота последствий переломов также должна вырасти⁹.

Несмотря на то, что консервативное лечение переломов ПОПК может давать удовлетворительные результаты у пациентов старшего возраста и пациентов с низкими функциональными потребностями в отношении боли и качества жизни, результаты значительно ухудшаются по мере увеличения сложности перелома^{9,10}.

Лечение ложных суставов и посттравматических деформаций ПОПК остаётся особенно трудной проблемой даже для самого опытного плечевого хирурга. Неправильное сращение, формирование ложных суставов и деформаций ПОПК происходит нередко, независимо от исходного метода лечения (оперативного или консервативного). Результаты оперативного лечения грубых последствий травм ПОПК часто не устраивают хирургов из-за выраженного ограничения функции плечевого сустава и снижения трудоспособности пациентов¹.

Нарушения обмена веществ и метаболические заболевания костей (например, диабет, ожирение, остеопороз) признаются в качестве факторов, приводящих к замедленной консолидации и формированию ложных суставов, и должны быть идентифицированы с помощью соответствующих лабораторных маркеров¹¹.

Классификация последствий повреждения проксимального отдела плечевой кости

Как классически описал Neer, ПОПК может быть условно разделен на четыре части: суставной сегмент (головка), большой и малый бугорки с вращательной манжетой, и диафиз плечевой кости. Смещение каждого сегмента на 1 см и более или угловое смещение более 45 градусов считается значительным, независимо от количества линий перелома¹². Подавляющее большинство (до

85%) переломов ПОПК имеют незначительное смещение и хорошо поддаются консервативному лечению. Неоднократно в литературе был подтвержден успех нехирургического лечения таких переломов¹⁰. В то же время, у пациентов с ложными суставами и грубыми деформациями может сохраняться инвалидизирующая боль и недопустимое функциональное ограничение^{9,13,14}.

Beredjikian и др. предложили систему классификации последствий переломов ПОПК, основанную на нарушении анатомии с использованием простых рентгенограмм. Тип I включал смещение бугорков более чем на 1 см от анатомического положения. Тип II определялся по несоответствию суставных поверхностей вследствие внутрисуставного характера перелома, посттравматического артроза или асептического некроза головки плечевой кости. Тип III был описан как более чем 45 градусов ротационного смещения суставного сегмента относительно диафиза в любой из трех плоскостей¹³.

Наиболее распространена классификация, описанная Voileau и соавт. (Рис. 1). Она разделяет последствия повреждений ПОПК на две категории и четыре типа для выбора хирургической тактики. Категория 1 включает последствия внутрикапсульных вколоченных переломов, которые разделены на тип 1 (коллапс или некроз головки плечевой кости) и тип 2 (вывихи и переломовывихи). В этом случае не требуется остеотомия большого бугорка. Напротив, последствия переломов категории 2 включают значительные смещения и ложные суставы, что, по мнению автора классификации, требует выполнения остеотомии бугорков. Эта категория разделена на ложные суставы шейки плечевой кости (тип 3) и грубые деформации со значительным смещением бугорков (тип 4)¹⁵.

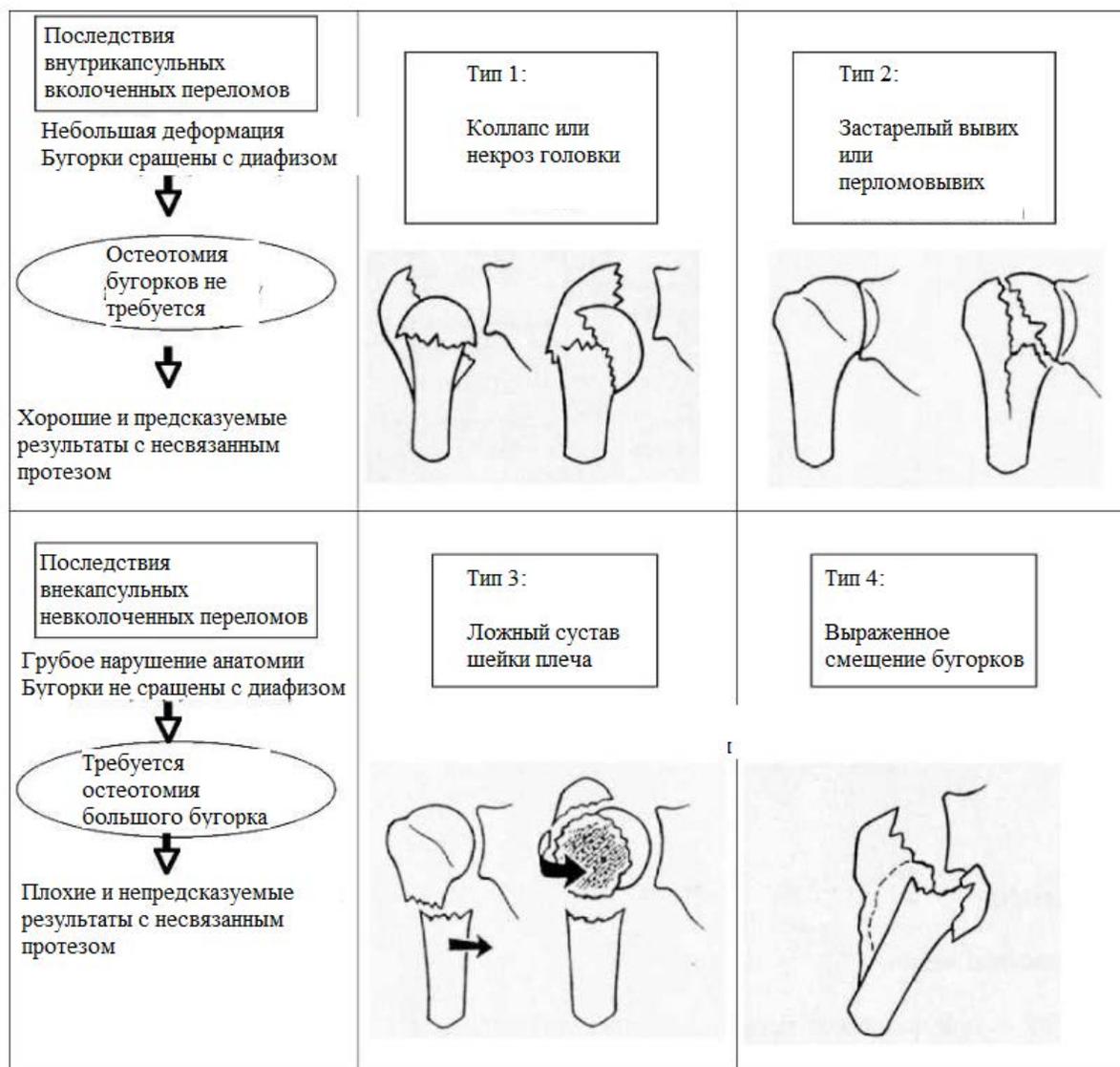


Рис. 1. Иллюстрация схематически изображает хирургическую классификацию последствий поврежденной плечевой кости по Boileau и соавт.¹⁴ multicenter study of 42 patients (42 shoulders

Особенности и распространенность эндопротезирования плечевого сустава

По данным австралийского регистра за 2018 год, количество операций эндопротезирования плечевого сустава за год возросло на 10%, а за 10 лет на 141,4%. Доля тотального реверсивного эндопротезирования среди всех случаев эндопротезирования составила 58,9%. Причем на женщин пришлось 65% первичного тотального эндопротезирования, а средний возраст больных составил 74 года¹⁶.

Всё большую популярность набирает реверсивный эндопротез плечевого сустава. Так, доля реверсивных конструкций в тотальном эндопротезировании плечевого сустава в Австралии возросла за 10 лет с 43,3% до 73,6%¹⁶. Доля реверсивных конструкций в тотальном эндопротезировании в США на базе Washington University Medical Center за 10 лет возросла с 27% до 52%¹⁷.

Реверсивное эндопротезирование было впервые предложено для пожилых людей с низкими функциональными запросами и дисфункцией вращательной манжеты. Анатомические протезы позволяют достигнуть отличных результатов при артрозе плечевого сустава с интактной манжетой, однако, при дисфункции вращательной манжеты возникают проблемы, такие как сохранение болевого синдрома, расшатывание гленоида и непредсказуемый функциональный результат.

Наиболее распространенные показания к эндопротезированию реверсивными конструкциями в Австралии в 2018 году составили остеоартроз (44,9%), несостоятельность вращательной манжеты (34,5%) и переломы (15,3%). По способу фиксации 75,8% от общего числа пришлось на бесцементные конструкции¹⁶.

Новые показания к реверсивному эндопротезированию включают, помимо артропатии на фоне дисфункции вращательной манжеты, также невосстановимые разрывы вращательной

манжеты, остеоартроз плечевого сустава, переломы проксимального отдела плечевой кости, отдаленные последствия переломов и переломовывихов плечевой кости, новообразования, неблагоприятные исходы после установки тотальных анатомических и гемипротезов^{18,19}.

Проблема специализации на эндопротезировании плечевого сустава

Использование тотальной артропластики плечевого сустава значительно увеличилось за последнее десятилетие. Такое увеличение, вероятно, является вторичным по отношению к стареющей популяции, повышенному комфорту во время процедуры и принятию расширенных показаний для реверсивного эндопротезирования, особенно при переломах проксимального отдела плечевой кости и их последствиях.

Предыдущие обзоры продемонстрировали тесную связь между объемом операций у хирурга и результатами процедуры. По данным одного из американских исследований, с 2012 по 2014 год в США количество хирургов, выполняющих не менее 10-ти ЭПС в год, увеличилось с 834 до 1078, а количество артропластик плечевого сустава увеличилось с 21137 (25,3 на одного хирурга) до 26765 (24,9 на одного хирурга). Многие из этих хирургов имели разнообразную хирургическую практику: почти половина выполняла тотальное эндопротезирование коленного сустава, одна треть выполняла не-артропластические операции на колене и >80% выполняли не-артропластические операции на плечевом суставе. Только одна треть из этих хирургов прошла формальное обучение по хирургии плечевого и локтевого суставов²⁰.

Во многих исследованиях продемонстрировано влияние кривой обучаемости на результаты операций эндопротезирования суставов. Эндопротезирование плечевого сустава не имеет такого широкого распространения, как эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов. В свою очередь, каждый хирург, занимающийся этой проблемой, имеет свои подходы и наработки, что затрудняет стандартизацию методики.

Показания к эндопротезированию при последствиях переломов ПОПК

Первоначально описанные Neer, последствия переломов ПОПК представляют одну из самых сложных пространственных деформаций. Небольшие деформации большого бугорка и хирургической шейки можно лечить с помощью комбинации артроскопической декомпрессии, релиза капсулы, дебридмента, в то время как более значительные деформации с конгруэнтными суставными поверхностями успешно исправляются с помощью остеотомии бугорка или шейки плечевой кости^{9,13,14}. В литературе описано лечение ложных суставов хирургической шейки плечевой кости с открытой репозицией и внутренней фиксацией с интрамедуллярной костной пластикой или без нее. Это может быть разумным вариантом для молодых пациентов без значительного разрушения сустава и потери костной ткани в условиях, предрасполагающих к сращению перелома^{9,11,21}.

Эндопротезирование плечевого сустава (ЭПС) при последствиях повреждений ПОПК или суставной поверхности лопатки часто сопровождается техническими трудностями, среди

которых: наличие выраженной контрактуры плечевого сустава, имеющиеся грубые рубцовые изменения в окружающих мягких тканях, грубые анатомические нарушения структуры ПОПК (прежде всего большого и малого бугорков и прикрепляющихся к ним сухожилий вращательной манжеты), а также возможно присутствующие неврологические осложнения вследствие первоначальной травмы или операции.

Реверсивный эндопротез незаменим у большинства пациентов с последствиями травм плечевого сустава. Его биомеханические возможности позволяют не задействовать для поднятия руки мышцы вращательной манжеты. У больных с травмами ПОПК, а особенно с последствиями травм, где наблюдается выраженная атрофия и дистрофия мышц вращательной манжеты с отсутствием возможности их восстановления, данный факт представляется важным. При сохраненной дельтовидной мышце и достаточном мягкотканном релизе имеются предпосылки для хороших и удовлетворительных функциональных результатов операции у таких больных^{3,22}.

Поскольку показания к эндопротезированию плечевого сустава реверсивным эндопротезом расширились, многие авторы выступают за использование этого протеза для лечения последствий переломов ПОПК в случаях, где иначе использовалась бы остеотомия или анатомическое эндопротезирование²³⁻²⁵. Ранние результаты являются многообещающими, но пациенты должны быть проинформированы о типично худших результатах по сравнению с реверсивным эндопротезированием плечевого сустава при артропатии вследствие разрыва вращательной манжеты^{26,27}.

В исследовании Voileau, из 203 случаев, 19 случаев были отнесены к 4-му типу деформации. Ранее авторы отмечали, что применение анатомической конструкции эндопротеза при 3-м и 4-м типах возможно только с выполнением остеотомии бугорков плечевой кости. В то же время, часто отмечалось несращение отсеченных бугорков и неудовлетворительный функциональный результат. Осложнения в группе больных с деформациями, отнесенными ко второй категории, составили 32%, а частота ревизий 16%, что позволило им сделать вывод, что в этой группе пациентов, особенно с 4-м типом деформации, анатомическое эндопротезирование относительно противопоказано и предпочтение следует отдать реверсивным конструкциям, стремительно набирающим популярность^{14,15}.

Всё чаще хирурги выбирают реверсивный эндопротез и для более простых деформаций. Например, Raiss и соавт. опубликовали хорошие результаты применения реверсивного эндопротеза у больных с 1-м типом деформации после травмы плеча, ассоциированной с несостоятельностью вращательной манжеты или с выраженной контрактурой, хотя эти признаки и являются по мнению авторов факторами ухудшения клинического результата²⁸.

Противопоказания к реверсивному эндопротезированию

Как и в любых случаях эндопротезирования, основными противопоказаниями являются активная инфекция и тяжелое состояние больного с декомпенсацией соматических заболеваний. Возрастного ограничения для эндопротезирования пле-

чего сустава не существует, хотя при необходимости следует рассмотреть более щадящие варианты лечения у молодых пациентов. Кроме того, к артропластике следует подходить с осторожностью, если пациент не способен самостоятельно пройти полный курс реабилитации для достижения оптимального результата⁹.

Специфичным противопоказанием к эндопротезированию плечевого сустава реверсивным эндопротезом считается *атрофия, дисфункция дельтовидной мышцы, особенно её передней порции* вследствие прямого повреждения либо неврологического дефицита^{8,9,29}. В этом случае, прогноз для восстановления функции конечности неблагоприятный, а вероятность осложнений высокая, несмотря на потенциальную возможность избавления от болевого синдрома.

Поражение плечевого сплетения часто осложняет травмы плеча, вызывая атрофию мышц плеча и предплечья, отеки мягких тканей, что в итоге на фоне продолжительной иммобилизации приводит к контрактурам. Поражения нервно-мышечного аппарата и травмы плечевого сплетения на фоне свежих переломов и вывихов плеча часто остаются незамеченными из-за грубых проявлений травм и малой настороженности в этом вопросе. На основании этого, некоторые авторы рекомендуют в рамках предоперационного обследования и планирования рутинно проводить электромиографию и на основании её результатов решать вопрос о целесообразности реверсивного ЭПС для улучшения функции руки, а не только для облегчения болевого синдрома⁸.

Результаты

Множество исследований описывают результаты лечения ложных суставов ПОПК с помощью анатомических эндопротезов^{15,30}, демонстрирующие уменьшение боли и улучшение функции. Однако, обращает на себя внимание высокая частота несращения остеотомий бугорков и относительно высокая частота осложнений у пациентов со сложными деформациями (3-4-й типы по Voileau). Исследования с использованием реверсивных эндопротезов у таких пациентов представлены на небольших выборках и с разными дизайнами, что затрудняет сравнение результатов. Некоторые исследования демонстрируют относительно высокую частоту осложнений и неудовлетворенности лечением (до 13,6%). Другие же показывают отличные результаты с частотой осложнений лишь 9,5%, что можно считать адекватным, учитывая сложность патологии¹⁴.

Среди факторов, ухудшающих прогноз, выделены число предыдущих вмешательств и дегенеративные изменения малой круглой мышцы. При этом значимых различий между результатами при дефектах 1-й категории (типы 1 и 2) и 2-й категории (типы 3 и 4) по Voileau не было. Наилучший результат получен у больных, проходивших сразу после травмы консервативное лечение, по сравнению с оперативным лечением^{31,32}.

В другом исследовании предполагается, что фактором незначительного улучшения функции при эндопротезировании реверсивной конструкцией являются интактная вращательная манжета или изначально хорошая функция плечевого сустава. Факторами риска худшего результата также оказались мужской

пол, депрессия и количество сопутствующих заболеваний, в то время как возраст и показание к операции не оказали влияния на результат³³. Также факторами риска неудовлетворительного результата указывают несостоятельность вращательной манжеты плеча, дисфункцию дельтовидной мышцы, гипотрофию мышц плечевого пояса, поражения плечевого сплетения травматического или центрального генеза⁸.

В одном из исследований, среди прогностических факторов, влияющих на функциональный результат реверсивного эндопротезирования, самым значимым оказался *костный дефект проксимального отдела плечевой кости*. Дефекты плечевой кости более 3 см (при измерении от самой верхней части плечевого компонента эндопротеза на рентгенограмме до проксимального конца плечевой кости вдоль оси плечевой кости) привели к значительно более низким функциональным результатам со значимой обратной корреляцией³¹.

Осложнения после реверсивного эндопротезирования

По данным австралийского регистра за 2018 год, частота ревизий для реверсивных эндопротезов в первые три месяца превышает, а затем становится ниже таковой для анатомических конструкций. В первые три месяца ревизии после первичного эндопротезирования по поводу переломов проводились чаще, затем без разницы между первичными диагнозами. Частота ревизий за пять лет составила от 4 до 7%. Основные причины ревизий составили: 1) вывихи 34,5%, 2) инфекция 19,9%, 3) асептическое расшатывание 18,3%, 4) перипротезные переломы 13,3%¹⁶.

По данным Voileau и соавт. наиболее частыми причинами ревизий после реверсивной тотальной артропластики плеча в порядке убывания являются: нестабильность протеза (38%), инфекция (22%), проблемы с плечевым компонентом (21%), включая расшатывание и перелом плечевой кости, и, наконец, проблемы расшатывания гленоида (13%). Осложнения часто бывают множественными, и их связь недооценивается. Часто пациенты могут быть повторно оперированы несколько раз из-за возникновения одного и того же осложнения, неспособности диагностировать сопутствующие осложнения или появления дополнительного осложнения³⁴.

1) вывихи и нестабильность эндопротеза

Нестабильность после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава остается одним из наиболее распространенных осложнений. Факторы, ассоциированные с нестабильностью, включают дефицит мягких тканей, потерю костной массы, ожирение, ревизионный статус операции, конструкцию имплантата, технические факторы и факторы, специфичные для пациента³⁵.

Натяжение мышц и фасций, окружающих плечевой сустав и образующих своеобразную оболочку из мягких тканей, является ключевым фактором для предотвращения нестабильности. Это натяжение можно условно представить в двух направлениях: медиально-латеральном и верхне-нижнем. Увеличение сил компрессии между компонентами эндопротеза часто имеет решающее значение для достижения стабильности при первичном и ревизионном реверсивном ЭПС^{36,37}. Оценка этого натяжения

представляет сложности при наличии вывиха или нестабильности. Проще производить оценку уже во время операции после вправления. Методы оценки и измерения оптимального натяжения мягких тканей находятся в процессе постоянного изучения и разработки^{9,36,38}.

2) инфекция

Инфекция после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава остается сложной проблемой. Особую проблему представляют вялотекущие инфекции, ассоциированные с *Propionibacterium acnes*, характерным именно для эндопротезов плечевого сустава. Клиническое обследование и лабораторные исследования часто не позволяют выявить инфекцию *P. acnes*, что затрудняет диагностику и лечение^{39,40}.

Двухэтапное ревизионное эндопротезирование с установкой спейсера является золотым стандартом лечения. Однако, одноэтапная ревизия эндопротеза плечевого сустава и другие стратегии лечения могут быть использованы в некоторых случаях⁴⁰.

Использование комплексного протокола профилактики инфекции может помочь предотвратить разрушительные осложнения инфекции после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

3) асептическое расшатывание компонентов

Основным фактором риска расшатывания плечевого компонента считается величина костного дефекта ПОПК⁴¹. Для рентгенологического описания нестабильности ножки эндопротеза предложено использовать классификацию, аналогичную с таковой для тазобедренного сустава, предложенную Gruen и соавт. и адаптированную к плечу по Melis и соавт. Анализируются рентген-прозрачные линии вокруг ножки эндопротеза в 7-ми зонах. Нестабильность устанавливается при изменении положения имплантата или при обнаружении рентген-прозрачных линий >2 мм в 3-х и более зонах⁴².

Главным фактором, влияющим на расшатывание лопаточного компонента после реверсивного эндопротезирования, считается неправильное позиционирование, приводящее к механически невыгодному распределению сил в конструкции. В частности, наклон гленоида вверх приводит к увеличению вырывающих сил и ассоциирован с расшатыванием последнего⁴³. По мнению многих авторов, оптимальным является расположение гленоида максимально латерально и вертикально, либо с наклоном вниз до 10-15 гр., что позволяет избежать лопаточного нотчинга и расшатывания, а также обеспечить необходимое плечо силы для сгибания и отведения плеча^{9,44-46}.

4) нотчинг

Лопаточный «нотчинг» обнаруживается в исследованиях с частотой до 52% случаев. В то же время, часто не удается связать его обнаружение с плохим функциональным результатом. На практике его потенциальное значение в повышении риска нестабильности и расшатывания лопаточного компонента, как правило, требует только продленного рентгенологического наблюдения^{14,47,48}.

Проблема доступа

Описаны два основных доступа для эндопротезирования плечевого сустава: дельтопекторальный и верхнелатеральный (трансдельтовидный)^{49,50}.

Верхнелатеральный доступ обеспечивает хорошую визуализацию гленоида и упрощает обработку лопатки. Дельтопекторальный доступ, в свою очередь, обеспечивает хороший обзор нижнего края гленоида, и позволяет установить гленосферу максимально низко и с нужным наклоном, что может быть затруднено из верхнелатерального доступа.

Главным недостатком верхнелатерального доступа считается прямое повреждение дельтовидной мышцы и риск повреждения подмышечного нерва или его ветвей, иннервирующих дельтовидную мышцу. Так как нерв идет сзади-наперед, возможно выключение из иннервации передней порции дельтовидной мышцы с ее последующей атрофией, что может потенциально ухудшить функциональный результат.

Дельтопекторальный доступ проходит спереди от дельтовидной мышцы и позволяет сохранить её иннервацию. Однако, при ретроверсии гленоида, установка лопаточного компонента может быть затруднена и сопряжена с механическим повреждением дельтовидной мышцы, либо установкой гленосферы в антеверсии. В таких случаях следует отдать предпочтение верхнелатеральному доступу.

Что касается вращательной манжеты, то основные её повреждения локализованы в задне-верхней области, а отсечение оставшейся подлопаточной мышцы при дельтопекторальном доступе может ослабить поддерживающий мышечный аппарат плеча и потенциально повысить риск нестабильности.

Ревизионные операции обычно проводятся через дельтопекторальный доступ (при условии первичной операции этим доступом), так как он позволяет расширить разрез дистально при трудностях с удалением ножки эндопротеза.

Остеотомия бугорков и фиксация сухожилий мышц вращательной манжеты

Необходимость и потенциальные преимущества транспозиции и фиксации бугорков вокруг реверсивных имплантатов остаются спорными. Низкие показатели сращения бугорков (всего 40%) были зарегистрированы в некоторых опубликованных исследованиях для переломов у пожилых людей. Более того, поскольку реверсивное ЭПС может преодолеть дефицит вращательной манжеты, некоторые авторы рекомендуют не фиксировать или даже удалять бугорки при реверсивном эндопротезировании⁵¹. В частности, Bonneville и др. не получили доказательств преимущества восстановления надостной мышцы при реверсивном эндопротезировании с реконструкцией бугорков после перелома ПОПК⁵².

По данным других авторов, даже когда повторно имплантированные бугорки не заживают в анатомическом положении, общий функциональный результат, хотя и хуже, чем после анатомичного заживления, тем не менее, значительно лучше, чем после удаления бугорков. Восстановление бугорков связано со снижением риска послеоперационной нестабильности, наиболее распространенного осложнения. Долгосрочный риск расша-

тывания плечевого компонента также потенциально снижается путем восстановления метафизарной кости с помощью фиксации бугорков⁵³.

Таким образом, многие авторы считают, что транспозиция бугорков с использованием костной пластики оправдана, а восстановление бугорков при эндопротезировании улучшает функциональные результаты и удовлетворенность пациентов. Однако, эта проблема нуждается в дальнейшем изучении.

Индивидуальные инструменты и имплантаты, 3D планирование

Правильное расположение лопаточного компонента для анатомического и реверсивного эндопротезирования плечевого сустава может быть сложной задачей даже для опытных плечевых хирургов. По этой причине была разработана относительно недавняя инновация – индивидуальные инструменты, специфичные для каждого пациента, для подготовки и установки лопаточных компонентов при эндопротезировании плечевого сустава.

Есть три основных условия достижения оптимального результата после реверсивного ЭПС. Во-первых, хирург должен оценить уникальную анатомию лопатки каждого пациента. На нее могут влиять как врожденные факторы, такие как длина шейки лопатки, так и приобретенные факторы, такие как потеря костной ткани. Во-вторых, хирург должен понимать особенности конструкции выбранной системы имплантатов. Различные изменения размера, формы и положения гленосферы, а также шеечно-диафизарного угла плечевого компонента приводят к различной биомеханике сустава. В-третьих, хирург должен определить идеальное расположение компонентов эндопротеза относительно анатомии пациента. Это значит разместить имплантаты так, чтобы максимизировать диапазон движений и стабильность, при этом минимизируя импинджмент и нотчинг.

Необходимо адаптировать свой хирургический план как к анатомии пациента, так и к особенностям дизайна выбранной системы имплантатов. У пациентов с костным дефектом или врожденной короткой шейкой лопатки можно использовать костную пластику или более латерализованную конструкцию, чтобы уменьшить импинджмент и оптимизировать биомеханику сустава. Этому могут способствовать трехмерное предоперационное планирование, создание шаблонов имплантатов и использование индивидуальных инструментов⁹.

Программное обеспечение для планирования и индивидуальные инструменты успешно используются в течение многих лет при артропластике тазобедренного и коленного суставов. Аналогичные работы были опубликованы для реверсивного ЭПС⁵⁴. Venne и др. продемонстрировали улучшенную точность расположения лопаточного компонента и винтов на моделях в лабораторных условиях⁵⁵. Stubig и др. опубликовали аналогичные результаты. С помощью трёхмерной (3D) навигации, позиционирование лопаточного компонента было улучшено, со средним отклонением в 1,6 градуса по сравнению с 11,5 градуса без использования навигации⁵⁶. Iannotti и др. продемонстрировали, что одно только предоперационное 3D-планирование без использования индивидуальных инструментов улучшило точность установки направителя. Хотя Iannotti и соавт. действи-

тельно обнаружили значимое улучшение точности при использовании индивидуальных инструментов в лопатках с большими дефектами, они не обнаружили существенного улучшения при легкой (менее 7 градусов ретроверсии) деформации⁵⁷.

В то же время, в систематическом обзоре, включающем более 500 случаев ЭПС, Sabarwal и соавт. не обнаружили статистически значимого улучшения точности позиционирования по сравнению со стандартным инструментарием и сделали вывод о невозможности рекомендовать рутинное использование этой технологии⁵⁸.

Учитывая, что это относительно новая методика, нет долгосрочных исследований экономической целесообразности, соотношения пользы и затрат. Безусловно, со временем стоимость оборудования будет снижаться. Кроме того, нет никаких сомнений в том, что ревизионные операции стоят дорого, а если индивидуальные инструменты помогут предотвратить будущие ревизии, то их использование, вероятно, вполне оправдано. Многочисленные исследования подтвердили, что трехмерная визуализация и индивидуальные инструменты улучшают точность позиционирования лопаточных компонентов при тотальной артропластике плечевого сустава, но ни одно исследование пока не продемонстрировало улучшенных функциональных результатов или долговечности компонентов, связанных с этим повышением точности. Необходимы дальнейшие среднесрочные и долгосрочные исследования, чтобы определить, приводит ли улучшенная точность позиционирования лопаточного компонента, обеспечиваемая индивидуальными инструментами, к лучшим функциональным результатам и увеличенной долговечности эндопротеза^{9,58-60}.

Заключение

Переломы и переломовывихи ПОПК – одна из самых частых травм по статистике, и их количество продолжает расти.

ЭПС при последствиях травм – непростая задача для хирурга, и сопряжено с множеством проблем: выраженная контрактура, грубые рубцовые изменения, грубые деформации и анатомические нарушения, костные дефекты, а также нередко присутствующие неврологические осложнения. Анатомическая реконструкция плечевой кости часто невозможна, и, даже когда технически возможна, результаты остаются неудовлетворительными. Реверсивные эндопротезы произвели революцию в лечении сложных патологий плечевого сустава, в первую очередь последствий его повреждения.

Можно выделить следующие направления дальнейших исследований в области эндопротезирования плечевого сустава при последствиях его повреждений: 3D планирование, использование индивидуальных инструментов и индивидуальных компонентов, определение оптимального натяжения мышц плеча и положения компонентов протеза, изучение необходимости и способов остеотомии бугорков и фиксации сухожилий, особенности выбора оптимального доступа в разных ситуациях, и, конечно, изучение отдаленных результатов лечения на больших выборках.

Одна из сложностей в проведении исследований заключается в относительно небольшой распространенности этой опера-

ции и, соответственно, недостаточной специализации хирургов, малому количеству пациентов в исследованиях и отсутствию стандартизации. Необходимо накопить большое количество опыта и информации в этом вопросе, особенно с длительным периодом наблюдения.

Уменьшение количества осложнений Роль бугорков и мышц, особенно подлопаточной мышцы, после реверсивного эндопротезирования, их влияние на функциональный результат и удовлетворенность лечением, также нуждается в дальнейшем изучении.

И, пожалуй, самыми интересными для исследования являются индивидуальные инструменты и 3D планирование. Они без сомнения повышают точность установки компонентов эндопротеза, особенно в случаях тяжелых деформаций и костных дефектов. Дальнейшее исследование воспроизводимости этих результатов в клинических исследованиях, влияния опыта хирурга на результат, степени точности, необходимой для улучшения клинических результатов, а также, в конечном счете, экономической целесообразности, является оправданным.

Для цитирования:

Мурылев В.Ю., Иваненко Л.Р., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Рубин Г.Г., Сорокина Г.Л., Современное состояние проблемы эндопротезирования плечевого сустава при последствиях повреждений проксимального отдела плечевой кости // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 38—49. [Murylev V.Y., Ivanenko L.R., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Rubin G.G., Sorokina G.L., The Review of the Current State of Shoulder Arthroplasty for Proximal Humerus Fracture Sequelae. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 38—49]

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки
Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы:

- Загородний НВ, Федоров СЕ, Абакиров МД, Смирнов АВ, Аль Баварид ОА. Выбор оптимального метода хирургического лечения сложных переломов и переломовывихов проксимального отдела плечевой кости. *Вестник Российского Университета Дружбы Народов Серия Медицина*. 2018;22(2):159-164. doi:10.22363/2313-0245-2018-22-2-159-164
- Майков СВ. Пути повышения эффективности эндопротезирования плечевого сустава. 2012.
- Длясин НГ. Результат тотального эндопротезирования плечевого сустава реверсивной конструкцией delta Xtend™. *Травматология И Ортопедия России*. 2011;(4).
- Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. *Arch Osteoporos*. 2015;10:209. doi:10.1007/s11657-015-0209-4
- Malik AT, Bishop JY, Neviasser AS, Beals CT, Jain N, Khan SN. Shoulder Arthroplasty for a Fracture Is Not the Same as Shoulder Arthroplasty for Osteoarthritis: Implications for a Bundled Payment Model. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(24):927-932. doi:10.5435/JAAOS-D-18-00268
- Гиришин СГ. *Клинические лекции по неотложной травматологии*. Москва: Азбука; 2004.
- Афанасьев ДС. Лечение больных с закрытыми костно-суставными травмами плеча, осложненными повреждениями нервных стволов. 2004.
- Зубарева ТВ, Гюльназарова СВ, Мамаев ВИ. Стабилизирующая роль мышц плечевого пояса при эндопротезировании плечевого сустава. *Гений Ортопедии*. 2015;(2).
- Dines DM, Dines JS, Edwards TB. *Reverse Shoulder Arthroplasty: A Practical Approach*. New York Stuttgart Delhi Rio de Janeiro: Thieme; 2018.
- Iyengar JJ, Devicic Z, Sproul RC, Feeley BT. Nonoperative treatment of proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma*. 2011;25(10):612-617. doi:10.1097/BOT.0b013e3182008df8
- Gumina S, Grassi FA, Paladini P. *Reverse Shoulder Arthroplasty Current Techniques and Complications*.; 2019.
- Neer CS. Displaced proximal humeral fractures: part I. Classification and evaluation. 1970. *Clin Orthop*. 2006;442:77-82. doi:10.1097/01.blo.0000198718.91223.ca
- Beredjikian PK, Iannotti JP, Norris TR, Williams GR. Operative treatment of malunion of a fracture of the proximal aspect of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(10):1484-1497. doi:10.2106/00004623-199810000-00010
- Raiss P, Edwards TB, Collin P, et al. Reverse Shoulder Arthroplasty for Malunions of the Proximal Part of the Humerus (Type-4 Fracture Sequelae). *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(11):893-899. doi:10.2106/JBJS.15.00506
- Boileau P, Chuinard C, Le Huec J-C, Walch G, Trojani C. Proximal humerus fracture sequelae: impact of a new radiographic classification on arthroplasty. *Clin Orthop*. 2006;442:121-130. doi:10.1097/01.blo.0000195679.87258.6e
- Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2018 Annual Report. Adelaide: AOA, 2018.*
- Chalmers PN, Salazar DH, Romeo AA, Keener JD, Yamaguchi K, Chamberlain AM. Comparative Utilization of Reverse and Anatomic Total Shoulder Arthroplasty: A Comprehensive Analysis of a High-volume Center. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(24):e504-e510. doi:10.5435/JAAOS-D-17-00075
- Jauregui JJ, Nadarajah V, Shield WP, Henn RF, Gilotra M, Hasan SA. Reverse Shoulder Arthroplasty: Perioperative Considerations and Complications. *JBJS Rev*. 2018;6(8):e3. doi:10.2106/JBJS.RVW.17.00152
- Chalmers PN, Keener JD. Expanding roles for reverse shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(1):40-48. doi:10.1007/s12178-016-9316-0
- Zmistowski B, Warrender W, Livesey M, Girden A, Williams GR, Namdari S. The Characteristics of Surgeons Performing Total Shoulder Arthroplasty: Volume Consistency, Training, and Specialization. *Am J Orthop Belle Mead NJ*. 2018;47(12). doi:10.12788/ajo.2018.0111
- Badman BL, Mighell M, Kalandiak SP, Prasarn M. Proximal humeral nonunions treated with fixed-angle locked plating and an intramedullary strut allograft. *J Orthop Trauma*. 2009;23(3):173-179. doi:10.1097/BOT.0b013e31819b0bdc
- Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005;14(1 Suppl S):147S-161S. doi:10.1016/j.jse.2004.10.006
- Raiss P, Edwards TB, da Silva MR, Bruckner T, Loew M, Walch G. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of nonunions of the surgical neck of the proximal part of the humerus (type-3 fracture sequelae). *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(24):2070-2076. doi:10.2106/JBJS.N.00405
- Hattrup SJ, Waldrop R, Sanchez-Sotelo J. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Posttraumatic Sequelae. *J Orthop Trauma*. 2016;30(2):e41-47. doi:10.1097/BOT.0000000000000416
- Alentorn-Geli E, Guirro P, Santana F, Torrens C. Treatment of fracture sequelae of the proximal humerus: comparison of hemiarthroplasty and reverse total shoulder arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(11):1545-1550. doi:10.1007/s00402-014-2074-9
- Wall B, Nové-Josserand L, O'Connor DP, Edwards TB, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(7):1476-1485. doi:10.2106/JBJS.F00666

27. Wellmann M, Struck M, Pastor MF, Gettmann A, Windhagen H, Smith T. Short and midterm results of reverse shoulder arthroplasty according to the preoperative etiology. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(4):463-471. doi:10.1007/s00402-013-1688-7
28. Raiss P, Alami G, Bruckner T, et al. Reverse shoulder arthroplasty for type I sequelae of a fracture of the proximal humerus. *Bone Jt J.* 2018;100-B(3):318-323. doi:10.1302/0301-620X.100B3.BJJ-2017-0947.R1
29. Schwartz DG, Kang SH, Lynch TS, et al. The anterior deltoid's importance in reverse shoulder arthroplasty: a cadaveric biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(3):357-364. doi:10.1016/j.jse.2012.02.002
30. Jacobson JA, Duquin TR, Sanchez-Sotelo J, Schleck CD, Sperling JW, Cofield RH. Anatomic shoulder arthroplasty for treatment of proximal humerus malunions. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(8):1232-1239. doi:10.1016/j.jse.2013.11.015
31. Greiner S, Uschok S, Herrmann S, Gwinner C, Perka C, Scheibel M. The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(6):755-764. doi:10.1007/s00402-014-1980-1
32. Santana F, Alentorn-Geli E, Guirro P, Torrens C. Reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae: How the initial fracture treatment influences the outcomes of joint replacement. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2019;53(4):278-281. doi:10.1016/j.aott.2019.03.010
33. Werner BC, Wong AC, Mahony GT, et al. Causes of poor postoperative improvement after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(8):e217-222. doi:10.1016/j.jse.2016.01.002
34. Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2016;102(1 Suppl):S33-43. doi:10.1016/j.otsr.2015.06.031
35. Chalmers PN, Rahman Z, Romeo AA, Nicholson GP. Early dislocation after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(5):737-744. doi:10.1016/j.jse.2013.08.015
36. Lädermann A, Williams MD, Melis B, Hoffmeyer P, Walch G. Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(4):588-595. doi:10.1016/j.jse.2009.03.012
37. Cheung EV, Sarkissian EJ, Sox-Harris A, et al. Instability after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(11):1946-1952. doi:10.1016/j.jse.2018.04.015
38. Lädermann A, Edwards TB, Walch G. Arm lengthening after reverse shoulder arthroplasty: a review. *Int Orthop.* 2014;38(5):991-1000. doi:10.1007/s00264-013-2175-z
39. Rao AJ, Chalmers PN, Cvetanovich GL, et al. Preoperative Doxycycline Does Not Reduce Propionibacterium acnes in Shoulder Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(11):958-964. doi:10.2106/JBJS.17.00584
40. Marcheggiani Muccioli GM, Guerra E, Roberti di Sarsina T, et al. Diagnosis and Treatment of Infected Shoulder Arthroplasty: Current Concepts Review. *Joints.* 2018;6(3):173-176. doi:10.1055/s-0038-1675800
41. Ascione F, Domos P, Guarrella V, Chelli M, Boileau P, Walch G. Long-term humeral complications after Grammont-style reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(6):1065-1071. doi:10.1016/j.jse.2017.11.028
42. Melis B, DeFranco M, Lädermann A, et al. An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(9):1240-1246. doi:10.1302/0301-620X.93B9.25926
43. Tashjian RZ, Martin BI, Ricketts CA, Henninger HB, Granger EK, Chalmers PN. Superior Baseplate Inclination Is Associated With Instability After Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Clin Orthop.* 2018;476(8):1622-1629. doi:10.1097/CORR.0000000000000340
44. Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty: minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. *Clin Orthop.* 2011;469(9):2558-2567. doi:10.1007/s11999-011-1775-4
45. Kelly JD, Humphrey CS, Norris TR. Optimizing glenosphere position and fixation in reverse shoulder arthroplasty, Part One: The twelve-mm rule. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(4):589-594. doi:10.1016/j.jse.2007.08.013
46. Humphrey CS, Kelly JD, Norris TR. Optimizing glenosphere position and fixation in reverse shoulder arthroplasty, Part Two: The three-column concept. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(4):595-601. doi:10.1016/j.jse.2008.05.038
47. Friedman RJ, Barcel DA, Eichinger JK. Scapular Notching in Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(6):200-209. doi:10.5435/JAAOS-D-17-00026
48. Kolmodin J, Davidson IU, Jun BJ, et al. Scapular Notching After Reverse Total Shoulder Arthroplasty: Prediction Using Patient-Specific Osseous Anatomy, Implant Location, and Shoulder Motion. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(13):1095-1103. doi:10.2106/JBJS.17.00242
49. Gillespie RJ, Garrigues GE, Chang ES, Namdari S, Williams GR. Surgical exposure for reverse total shoulder arthroplasty: differences in approaches and outcomes. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(1):49-56. doi:10.1016/j.ocl.2014.09.015
50. Molé D, Wein F, Dézaly C, Valenti P, Sirveaux F. Surgical technique: the anterosuperior approach for reverse shoulder arthroplasty. *Clin Orthop.* 2011;469(9):2461-2468. doi:10.1007/s11999-011-1861-7
51. Boileau P, Alta TD, Decroocq L, et al. Reverse shoulder arthroplasty for acute fractures in the elderly: is it worth reattaching the tuberosities? *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(3):437-444. doi:10.1016/j.jse.2018.08.025
52. Bonnevalle N, Ohl X, Clavert P, et al. Should the supraspinatus tendon be excised in the case of reverse shoulder arthroplasty for fracture? *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol.* 2020;30(2):231-235. doi:10.1007/s00590-019-02572-7
53. Gallinet D, Cazeneuve J-F, Boyer E, et al. Reverse shoulder arthroplasty for recent proximal humerus fractures: Outcomes in 422 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2019;105(5):805-811. doi:10.1016/j.otsr.2019.03.019
54. Wylie JD, Tashjian RZ. Planning software and patient-specific instruments in shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(1):1-9. doi:10.1007/s12178-016-9312-4
55. Venne G, Rasquinha BJ, Pichora D, Ellis RE, Bicknell R. Comparing conventional and computer-assisted surgery baseplate and screw placement in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(7):1112-1119. doi:10.1016/j.jse.2014.10.012
56. Stübig T, Petri M, Zeckey C, et al. 3D navigated implantation of the glenoid component in reversed shoulder arthroplasty. Feasibility and results in an anatomic study. *Int J Med Robot Comput Assist Surg MRCAS.* 2013;9(4):480-485. doi:10.1002/rcs.1519
57. Iannotti J, Baker J, Rodriguez E, et al. Three-dimensional preoperative planning software and a novel information transfer technology improve glenoid component positioning. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(9):e71. doi:10.2106/JBJS.L.01346
58. Cabarcas BC, Cvetanovich GL, Gowd AK, Liu JN, Manderle BJ, Verma NN. Accuracy of patient-specific instrumentation in shoulder arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *JSES Open Access.* 2019;3(3):117-129. doi:10.1016/j.jses.2019.07.002
59. Levy JC, Everding NG, Frankle MA, Keppler LJ. Accuracy of patient-specific guided glenoid baseplate positioning for reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(10):1563-1567. doi:10.1016/j.jse.2014.01.051
60. Heylen S, Van Haver A, Vuylsteke K, Declercq G, Verborgh O. Patient-specific instrument guidance of glenoid component implantation reduces inclination variability in total and reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(2):186-192. doi:10.1016/j.jse.2015.07.024

References:

- Zagorodny N.V., Fedorov S.E., Abakirov M.D., Smirnov A.V., Al Bawared O.A. (2018). Choice of the optimal method of surgical treatment of complex fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus. RUDN

Journal of Medicine, 22 (2), 159–164. DOI: 10.22363/2313-0245-2018-22-2-159-164.

2. Majkov SV. Puti povysheniya jeffektivnosti jendoprotezirovaniya plech-evogov sustava. 2012.

3. Dljasin NG. Rezul'tat total'nogo jendoprotezirovaniya plechevogo sustava reversivnoj konstrukciej delta XtendTM. *Travmatologija I Ortopediya Rossii*. 2011;(4).

4. Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. *Arch Osteoporos*. 2015;10:209. doi:10.1007/s11657-015-0209-4

5. Malik AT, Bishop JY, Neviasser AS, Beals CT, Jain N, Khan SN. Shoulder Arthroplasty for a Fracture Is Not the Same as Shoulder Arthroplasty for Osteoarthritis: Implications for a Bundled Payment Model. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(24):927-932. doi:10.5435/JAAOS-D-18-00268

6. Girshin SG. Klinicheskie lekicii po neotlozhnoj travmatologii. Moskva: Azbuka; 2004.

7. Afanashev DS. Lechenie boľnyh s zakrytymi kostno-sustavnymi travmami plecha, oslozhnennymi povrezhdenijami nervnyh stvolov. 2004.

8. Zubareva TV, Gjul'nazarova SV, Mamaev VI. The stabilizing role of the shoulder girdle muscles during the shoulder arthroplasty. *Genij Ortopedii*. 2015;(2).

9. Dines DM, Dines JS, Edwards TB. *Reverse Shoulder Arthroplasty: A Practical Approach*. New York Stuttgart Delhi Rio de Janeiro: Thieme; 2018.

10. Iyengar JJ, Devicic Z, Sproul RC, Feeley BT. Nonoperative treatment of proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma*. 2011;25(10):612-617. doi:10.1097/BOT.0b013e3182008df8

11. Gumina S, Grassi FA, Paladini P. *Reverse Shoulder Arthroplasty Current Techniques and Complications*; 2019.

12. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures: part I. Classification and evaluation. 1970. *Clin Orthop*. 2006;442:77-82. doi:10.1097/01.blo.0000198718.91223.ca

13. Beredjickian PK, Iannotti JP, Norris TR, Williams GR. Operative treatment of malunion of a fracture of the proximal aspect of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(10):1484-1497. doi:10.2106/00004623-199810000-00010

14. Raiss P, Edwards TB, Collin P, et al. Reverse Shoulder Arthroplasty for Malunions of the Proximal Part of the Humerus (Type-4 Fracture Sequelae). *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(11):893-899. doi:10.2106/JBJS.15.00506

15. Boileau P, Chuinard C, Le Huec J-C, Walch G, Trojani C. Proximal humerus fracture sequelae: impact of a new radiographic classification on arthroplasty. *Clin Orthop*. 2006;442:121-130. doi:10.1097/01.blo.0000195679.87258.6e

16. *Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2018 Annual Report*. Adelaide: AOA, 2018.

17. Chalmers PN, Salazar DH, Romeo AA, Keener JD, Yamaguchi K, Chamberlain AM. Comparative Utilization of Reverse and Anatomic Total Shoulder Arthroplasty: A Comprehensive Analysis of a High-volume Center. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(24):e504-e510. doi:10.5435/JAAOS-D-17-00075

18. Jauregui JJ, Nadarajah V, Shield WP, Henn RF, Gilotra M, Hasan SA. Reverse Shoulder Arthroplasty: Perioperative Considerations and Complications. *JBJS Rev*. 2018;6(8):e3. doi:10.2106/JBJS.RVW.17.00152

19. Chalmers PN, Keener JD. Expanding roles for reverse shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(1):40-48. doi:10.1007/s12178-016-9316-0

20. Zmistowski B, Warrender W, Livesey M, Girden A, Williams GR, Namdari S. The Characteristics of Surgeons Performing Total Shoulder Arthroplasty: Volume Consistency, Training, and Specialization. *Am J Orthop Belle Mead NJ*. 2018;47(12). doi:10.12788/ajo.2018.0111

21. Badman BL, Mighell M, Kalandiak SP, Prasarn M. Proximal humeral nonunions treated with fixed-angle locked plating and an intramedullary strut allograft. *J Orthop Trauma*. 2009;23(3):173-179. doi:10.1097/BOT.0b013e31819b0bdc

22. Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F, Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005;14(1 Suppl S):147S-161S. doi:10.1016/j.jse.2004.10.006

23. Raiss P, Edwards TB, da Silva MR, Bruckner T, Loew M, Walch G. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of nonunions of the surgical neck of the proximal part of the humerus (type-3 fracture sequelae). *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(24):2070-2076. doi:10.2106/JBJS.N.00405

24. Hattrup SJ, Waldrop R, Sanchez-Sotelo J. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Posttraumatic Sequelae. *J Orthop Trauma*. 2016;30(2):e41-47. doi:10.1097/BOT.0000000000000416

25. Alentorn-Geli E, Guirro P, Santana F, Torrens C. Treatment of fracture sequelae of the proximal humerus: comparison of hemiarthroplasty and reverse total shoulder arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(11):1545-1550. doi:10.1007/s00402-014-2074-9

26. Wall B, Nové-Josserand L, O'Connor DP, Edwards TB, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(7):1476-1485. doi:10.2106/JBJS.F00666

27. Wellmann M, Struck M, Pastor MF, Gettmann A, Windhagen H, Smith T. Short and midterm results of reverse shoulder arthroplasty according to the preoperative etiology. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(4):463-471. doi:10.1007/s00402-013-1688-7

28. Raiss P, Alami G, Bruckner T, et al. Reverse shoulder arthroplasty for type 1 sequelae of a fracture of the proximal humerus. *Bone Jt J*. 2018;100-B(3):318-323. doi:10.1302/0301-620X.100B3.BJJ-2017-0947.R1

29. Schwartz DG, Kang SH, Lynch TS, et al. The anterior deltoid's importance in reverse shoulder arthroplasty: a cadaveric biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(3):357-364. doi:10.1016/j.jse.2012.02.002

30. Jacobson JA, Duquin TR, Sanchez-Sotelo J, Schleck CD, Sperling JW, Cofield RH. Anatomic shoulder arthroplasty for treatment of proximal humerus malunions. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(8):1232-1239. doi:10.1016/j.jse.2013.11.015

31. Greiner S, Uschok S, Herrmann S, Gwinner C, Perka C, Scheibel M. The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(6):755-764. doi:10.1007/s00402-014-1980-1

32. Santana F, Alentorn-Geli E, Guirro P, Torrens C. Reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae: How the initial fracture treatment influences the outcomes of joint replacement. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2019;53(4):278-281. doi:10.1016/j.aott.2019.03.010

33. Werner BC, Wong AC, Mahony GT, et al. Causes of poor postoperative improvement after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(8):e217-222. doi:10.1016/j.jse.2016.01.002

34. Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2016;102(1 Suppl):S33-43. doi:10.1016/j.otsr.2015.06.031

35. Chalmers PN, Rahman Z, Romeo AA, Nicholson GP. Early dislocation after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(5):737-744. doi:10.1016/j.jse.2013.08.015

36. Lädermann A, Williams MD, Melis B, Hoffmeyer P, Walch G. Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2009;18(4):588-595. doi:10.1016/j.jse.2009.03.012

37. Cheung EV, Sarkissian EJ, Sox-Harris A, et al. Instability after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(11):1946-1952. doi:10.1016/j.jse.2018.04.015

38. Lädermann A, Edwards TB, Walch G. Arm lengthening after reverse shoulder arthroplasty: a review. *Int Orthop*. 2014;38(5):991-1000. doi:10.1007/s00264-013-2175-z

39. Rao AJ, Chalmers PN, Cvetanovich GL, et al. Preoperative Doxycycline Does Not Reduce Propionibacterium acnes in Shoulder Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(11):958-964. doi:10.2106/JBJS.17.00584

40. Marcheggiani Muccioli GM, Guerra E, Roberti di Sarsina T, et al. Diagnosis and Treatment of Infected Shoulder Arthroplasty: Current Concepts Review. *Joints*. 2018;6(3):173-176. doi:10.1055/s-0038-1675800

41. Ascione F, Doms P, Guarrella V, Chelli M, Boileau P, Walch G. Long-term humeral complications after Grammont-style reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(6):1065-1071. doi:10.1016/j.jse.2017.11.028

42. Melis B, DeFranco M, Lädemann A, et al. An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(9):1240-1246. doi:10.1302/0301-620X.93B9.25926

43. Tashjian RZ, Martin BI, Ricketts CA, Henninger HB, Granger EK, Chalmers PN. Superior Baseplate Inclination Is Associated With Instability After Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Clin Orthop*. 2018;476(8):1622-1629. doi:10.1097/CORR.0000000000000340

44. Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty: minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. *Clin Orthop*. 2011;469(9):2558-2567. doi:10.1007/s11999-011-1775-4

45. Kelly JD, Humphrey CS, Norris TR. Optimizing glenosphere position and fixation in reverse shoulder arthroplasty, Part One: The twelve-mm rule. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(4):589-594. doi:10.1016/j.jse.2007.08.013

46. Humphrey CS, Kelly JD, Norris TR. Optimizing glenosphere position and fixation in reverse shoulder arthroplasty, Part Two: The three-column concept. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(4):595-601. doi:10.1016/j.jse.2008.05.038

47. Friedman RJ, Barcel DA, Eichinger JK. Scapular Notching in Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(6):200-209. doi:10.5435/JAAOS-D-17-00026

48. Kolmodin J, Davidson IU, Jun BJ, et al. Scapular Notching After Reverse Total Shoulder Arthroplasty: Prediction Using Patient-Specific Osseous Anatomy, Implant Location, and Shoulder Motion. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(13):1095-1103. doi:10.2106/JBJS.17.00242

49. Gillespie RJ, Garrigues GE, Chang ES, Namdari S, Williams GR. Surgical exposure for reverse total shoulder arthroplasty: differences in approaches and outcomes. *Orthop Clin North Am*. 2015;46(1):49-56. doi:10.1016/j.ocl.2014.09.015

50. Molé D, Wein F, Dézaly C, Valenti P, Sirveaux F. Surgical technique: the anterosuperior approach for reverse shoulder arthroplasty. *Clin Orthop*. 2011;469(9):2461-2468. doi:10.1007/s11999-011-1861-7

51. Boileau P, Alta TD, Decroocq L, et al. Reverse shoulder arthroplasty for acute fractures in the elderly: is it worth reattaching the tuberosities? *J Shoulder Elbow Surg*. 2019;28(3):437-444. doi:10.1016/j.jse.2018.08.025

52. Bonneville N, Ohl X, Clavert P, et al. Should the supraspinatus tendon be excised in the case of reverse shoulder arthroplasty for fracture? *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2020;30(2):231-235. doi:10.1007/s00590-019-02572-7

53. Gallinet D, Cazeneuve J-F, Boyer E, et al. Reverse shoulder arthroplasty for recent proximal humerus fractures: Outcomes in 422 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2019;105(5):805-811. doi:10.1016/j.otsr.2019.03.019

54. Wylie JD, Tashjian RZ. Planning software and patient-specific instruments in shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(1):1-9. doi:10.1007/s12178-016-9312-4

55. Venne G, Rasquinha BJ, Pichora D, Ellis RE, Bicknell R. Comparing conventional and computer-assisted surgery baseplate and screw placement in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(7):1112-1119. doi:10.1016/j.jse.2014.10.012

56. Stübiger T, Petri M, Zeckey C, et al. 3D navigated implantation of the glenoid component in reversed shoulder arthroplasty. Feasibility and results in an anatomic study. *Int J Med Robot Comput Assist Surg MRCAS*. 2013;9(4):480-485. doi:10.1002/rcs.1519

57. Iannotti J, Baker J, Rodriguez E, et al. Three-dimensional preoperative planning software and a novel information transfer technology improve glenoid

component positioning. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(9):e71. doi:10.2106/JBJS.L.01346

58. Cabarcas BC, Cvetanovich GL, Gowd AK, Liu JN, Manderle BJ, Verma NN. Accuracy of patient-specific instrumentation in shoulder arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *JSES Open Access*. 2019;3(3):117-129. doi:10.1016/j.jses.2019.07.002

59. Levy JC, Everding NG, Frankle MA, Keppler LJ. Accuracy of patient-specific guided glenoid baseplate positioning for reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(10):1563-1567. doi:10.1016/j.jse.2014.01.051

60. Heylen S, Van Haver A, Vuylsteke K, Declercq G, Verborgt O. Patient-specific instrument guidance of glenoid component implantation reduces inclination variability in total and reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(2):186-192. doi:10.1016/j.jse.2015.07.024

Сведения об авторах:

Мурылев Валерий Юрьевич, профессор, д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова; заведующий Московским городским центром эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина, Москва, Россия, nmuril@yandex.ru

Иваненко Леонид Радиславович, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия, email: uchenichok@gmail.com*

Кукovenko Григорий Андреевич, преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова; врач травматолог-ортопед Московского городского центра эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина, Москва, Россия; gkukovenko@gmail.com

Елизаров Павел Михайлович, доцент, к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, врач травматолог-ортопед Московского городского центра эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина, Москва, Россия, elizarov_07@mail.ru

Рубин Геннадий Геннадьевич, врач травматолог-ортопед Московского городского центра эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина, Москва, Россия; rgg83@mail.ru

Сорокина Галина Леонидовна, врач травматолог-ортопед Московского городского центра эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина, Москва, Россия; galina61.05@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку

Information about the authors:

Murylev Valerij Jur'evich, Professor, Doctor of Medicine, Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Emergency Medicine, Sklifosovskij Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; Head of the Moscow City Center of Bone and Joint Arthroplasty, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russia; nmuril@yandex.ru

Ivanenko Leonid Radislavovich, Postgraduate at the Department of Traumatology, Orthopedics and Emergency Medicine, Sklifosovskij Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; uchenichok@gmail.com

Kukovenko Grigorij Andreevich, Lecturer at the Department of Life Safety and Emergency Medicine, Sklifosovskij Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; Orthopedic surgeon at the Moscow City Center of Bone and Joint

Arthroplasty, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russia; gkukovenko@gmail.com

Elizarov Pavel Mihajlovich, Docent, PhD in Medicine, Associate professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Emergency Medicine, Sklifosovskij Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; Orthopedic surgeon at the Moscow City Center of Bone and Joint Arthroplasty, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russia; elizarov_07@mail.ru

Rubin Gennadij Gennad'evich, Orthopedic surgeon at the Moscow City Center of Bone and Joint Arthroplasty, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russia; rgg83@mail.ru

Sorokina Galina Leonidovna, Orthopedic surgeon at the Moscow City Center of Bone and Joint Arthroplasty, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russia; galina61.05@mail.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.50-58

УДК [616.717.4+616.727.2]-089.819

© Доколин С.Ю., Кузьмина В.И., Марченко И.В., Курбанов И.Ш., 2020

АРТРОСКОПИЧЕСКИ-АССИСТИРОВАННЫЙ ТРАНСФЕР СУХОЖИЛИЯ ШИРОЧАЙШЕЙ МЫШЦЫ СПИНЫ В ПОЛОЖЕНИИ LATERAL DECUBITUS – ВАРИАНТ БЕЗОПАСНОЙ И ВОСПРОИЗВОДИМОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

*ДОКОЛИН С.Ю.^{1,а}, КУЗЬМИНА В.И.^{1,б}, МАРЧЕНКО И.В.^{1,в}, КУРБАНОВ И.Ш.^{1,д}**¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Академика Байкова, д. 8, 195427, Санкт-Петербург, Россия*

Реферат

Проблема хирургического лечения массивных невосстановимых задне-верхних разрывов вращательной манжеты плечевого сустава остается открытой к обсуждению в современной ортопедической практике. Цель данной статьи – представить воспроизводимый, безопасный и эффективный вариант артроскопически-ассистированной хирургической техники трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины в положении пациента на боку (Lateral Decubitus). Хирургическая техника состоит из 5 частей, из которых четыре артроскопических и одна открытая. Основными преимуществами данной хирургической техники являются: возможность восстановления сухожилия подлопаточной мышцы, без которого трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины лишен смысла; положение Lateral Decubitus (горизонтальное положение тела человека), позволяющее оперировать более безопасно, с точки зрения кровоснабжения головного мозга при гипотензии, и как следствие обеспечения хорошей визуализации в ходе проведения вмешательства; укрепление сухожилия широчайшей мышцы спины посредством оборачивания аллотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта и последующим прошиванием; возможность трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины с костным фрагментом. Представленная хирургическая техника артроскопически-ассистированного трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины является безопасной, воспроизводимой техникой и используется в практике нашего учреждения с 2017 года по настоящее время. К настоящему времени выполнено более 20 вмешательств. Среднесрочные результаты планируется опубликовать в ближайшее время.

Ключевые слова: трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины, артроскопия, плечевой сустав, массивный разрыв вращательной манжеты.

ARTHROSCOPICALLY-ASSISTED LATISSIMUS DORSI TENDON TRANSFER IN LATERAL DECUBITUS POSITION IS A VARIANT OF THE SAFE AND REPRODUCIBLE SURGICAL TECHNIQUE

*DOKOLIN S.YU.^{1,а}, KUZMINA V.I.^{1,б}, MARCHENKO I.V.^{1,в}, KURBANOV I.SH.^{1,д}**¹ Vreden National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation*

Abstract

Treatment of massive irreparable superior posterior rotator cuff tears remain a surgical problem. The aim of this article is to present a reproducible safe and effective variant of arthroscopy-assisted LD tendon transfer technique in lateral decubitus position. Surgical technique divides into 5 steps, and only 1 step—is performed open. The advantages of the arthroscopic procedure are the possibility of repairing the subscapularis tendon; the lateral decubitus position which allows keep hypotension safely for patients, as a result - gets improved visualization; augmentation of latissimus dorsi tendon with allograft; possibility of performing tendon harvesting with bone block. Performed technique of arthroscopy-assisted LD tendon transfer is reproducible safe and effective, which used in our Institute since 2017. Currently, about 20 procedures were performed. Mid-term results will be planned to publish soon.

Keywords: latissimus dorsi transfer, arthroscopy, shoulder, irreparable rotator cuff tear, lateral decubitus.

^а E-mail: sdokolin@gmail.com

^б E-mail: Tasha_777@bk.ru

^в E-mail: marchenko.ilua@gmail.com

^д E-mail: orthopedia@rambler.ru

Введение

Проблема хирургического лечения массивных невосстановимых задне-верхних разрывов вращательной манжеты плечевого сустава остается открытой к обсуждению в современной ортопедической практике [1, 2, 3]. Низкая результативность прямого восстановления таких разрывов вращательной манжеты плечевого сустава с применением различных техник артроскопического якорного шва связана в первую очередь с высокими показателями жирового перерождения мышечной части подостной и малой круглой мышц [4, 5]. Первые описания хирургической техники и представления о результатах трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины в лечении пациентов с профильными разрывами были сделаны доктором С. Gerber в 1988 году [6]. Артроскопическое ассистирование для такой операции впервые было осуществлено доктором Е. Gervasi в 2007 году и имело дальнейшее развитие в работах многих оперирующих хирургов [7-12]. Несмотря на прогресс совершенствования указанных хирургических техник, неизменной проблемой для ортопедов сегодня остаются трудности, связанные с выполнением внесуставных этапов обсуждаемого вмешательства: передний релиз (безопасное отсечение сухожилия широчайшей мышцы от *crista tuberculi minoris* плечевой кости), задний релиз (безопасное формирование туннеля между задней частью дельтовидной и малой круглой мышцами позади от задней двигательной ветви подмышечного нерва). Кроме того, данные о высокой частоте послеоперационных отрывов тонкого (толщиной менее 3 мм) сухожилия широчайшей мышцы спины от большого бугорка плечевой кости на протяжении и в месте фиксации к костной ткани (до 38% по данным V. Jermolajevs и J. Kany), определяют основания к поиску решений в повышении прочности и надежности его интраоперационной фиксации [8, 13].

Цель данной статьи – представить воспроизводимый, безопасный и эффективный вариант артроскопически-ассистированной хирургической техники трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины в положении пациента на боку (Lateral Decubitus) с манжеточным вытяжением по оси оперируемой конечности.

Показания к операции

Решение о необходимости применить трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины принимается с учетом наличия у пациента болевого синдрома и отсутствия возможностей активно осуществлять элевацию руки (состояние «псевдопаралича» верхней конечности), а также удерживать предплечье, пассивно расположенное в положении максимальной наружной ротации (положительный тест функциональной несостоятельности наружных ротаторов плеча – так называемый «External Rotation Lag-Sign» тест) в сочетании со значительным (более 40%) жировым перерождением мышечной ткани подостной и малой круглой мышц по данным T2, PD косо-сагиттальных МР сканов выполненных на уровне ости лопатки [4, 5]. Важными условиями эффективности данной операции помимо сохранности костно-хрящевой основы плечевого сустава (головки плеча и суставной впадины лопатки), является наличие интактного или потенциально восстанавливаемого повреждения сухожилия подлопаточной

мышцы, а также отсутствие признаков повреждения двигательных ветвей подмышечного нерва с сохранением хорошей сократительной способности и двигательной активности дельтовидной мышцы [14].

Хирургическая техника

Укладка пациента осуществляется в положении Lateral Decubitus со съемным манжеточным вытяжением конечности по оси (груз 2 кг). Пациента фиксируют в положении на здоровом боку в вакуумном мешке. В головном конце операционного стола закреплен держатель предплечья для удобства позиционирования руки при выполнении открытой части операции (Рис. 1). Плечо стандартно ограничено стерильными простынями с сохранением свободного пространства 10-15 см ниже подмышечной складки для проведения открытого этапа хирургического вмешательства.



Рис.1. Укладка пациента на операционном столе.

Воспроизведение техники осуществляют через стандартные артроскопические порты - задний, заднелатеральный и переднелатеральный, передний в сочетании с дополнительным супрапекторальным портом (Рис. 2).

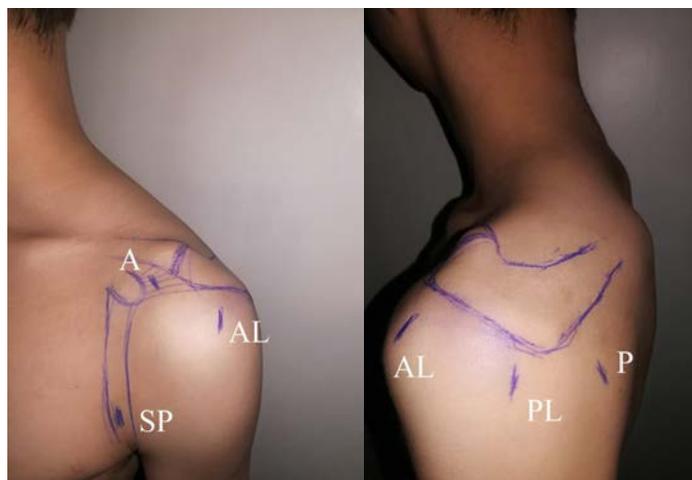


Рис.2. Артроскопические порты для артроскопически-ассистированного трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины.

Простая съемная тяга руки (от 1,5 до 2 кг с неэластичной лентой), которую используют для легкого раскрытия подакромиального пространства. Операция разделена на 5 частей, из которых четыре артроскопических и одна открытая.

Часть 1. Артроскопическая диагностика, коррекция патологии сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча, подлопаточной мышцы, подакромиальная бурсэктомия и акромиопластика.

В начале вмешательства артроскоп устанавливают в стандартный задний порт. Проводят диагностику внутрисуставных повреждений, которую начинают с выявления патологии сухожилий длинной головки двуглавой мышцы плеча и подлопаточной мышцы. При обнаружении патологии сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча выполняют его V-образную тенотомию. После резекции интервала ротаторов (с обязательным использованием аблятора при рассечении его медиальной части и бережным отношением к ткани клюво-плечевой связки) проводят оценку целостности и при необходимости восстановление сухожилия подлопаточной мышцы с использованием одного или двух анкерov в зависимости от выраженности (2-4 степень) повреждения, согласно классификации французского артроскопического общества [15, 16]. Если повреждение сухожилия подлопаточной мышцы восстановить не представляется возможным, то и от транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины тоже следует отказаться, так как это лишено смысла.

Далее артроскоп переводят в задне-латеральный порт. Производят рассечение всех рубцовых сращений между краем поврежденных сухожилий надостной, подостной, малой круглой мышц и окружающими структурами (акромион, поддельтовидная фасция, акромиально-ключичный сустав, клювовидно-акромиальная связка). С помощью бор-насадки шейвер-системы выполняют стандартную акромиопластику передне-нижней и латеральной части акромиона с сохранением клювовидно-акро-

миальной связки. После полной мобилизации сухожильного края вращательной манжеты хирург принимает окончательное решение о выполнении транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины и переходит к наиболее важной его части 2.

Часть 2. Артроскопический передний релиз, отсечение сухожилия широчайшей мышцы спины от crista tuberculi minoris плечевой кости.

Вначале данной части вмешательства артроскоп вновь располагают в заднем порте и устанавливают через передний порт мягкую канюлю PassPort диаметром 8 мм таким образом, чтобы ее внутренняя мембрана была фиксирована под передней частью дельтовидной мышцы (Рис. 3).



Рис.3. Расположение канюли в плечевом суставе.

При таком расположении канюли происходит гидропрепаровка переднего поддельтовидного пространства, что приводит к более комфортному перемещению артроскопа через предусмотренную в переднем порте PassPort-канюлю с направлением его сверху вниз внесуставно между передней частью дельтовидной мышцы и объединенным сухожилием короткой головки двуглавой мышцы плеча и клюво-плечевой мышцы (Рис. 4).

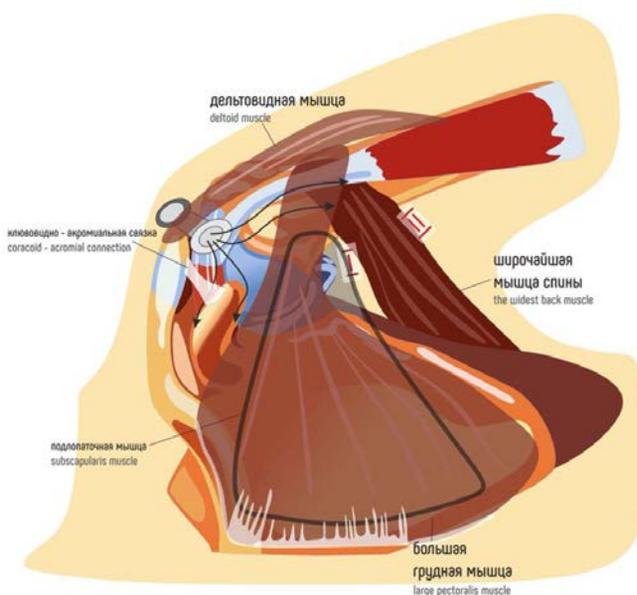


Рис.4. Схема эффекта гидропрепаровки.

После чего внесуставно рассекают ткани поддельтовидного пространства синовиальным резектором шейвера установленного через передне-латеральный порт до появления верхней границы сухожильной части большой грудной мышцы и супрапекторального участка сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча. Медиальнее места крепления сухожилия большой грудной мышцы к плечевой кости, в нижней трети сухожильной части подлопаточной мышцы будут видны ветви передних огибающих плечо сосудов (две вены и артерия), обозначаемых в специальной литературе термином «три сестры». Чуть ниже визуализируем верхнюю границу сухожильной части широчайшей мышцы спины (Рис. 5).

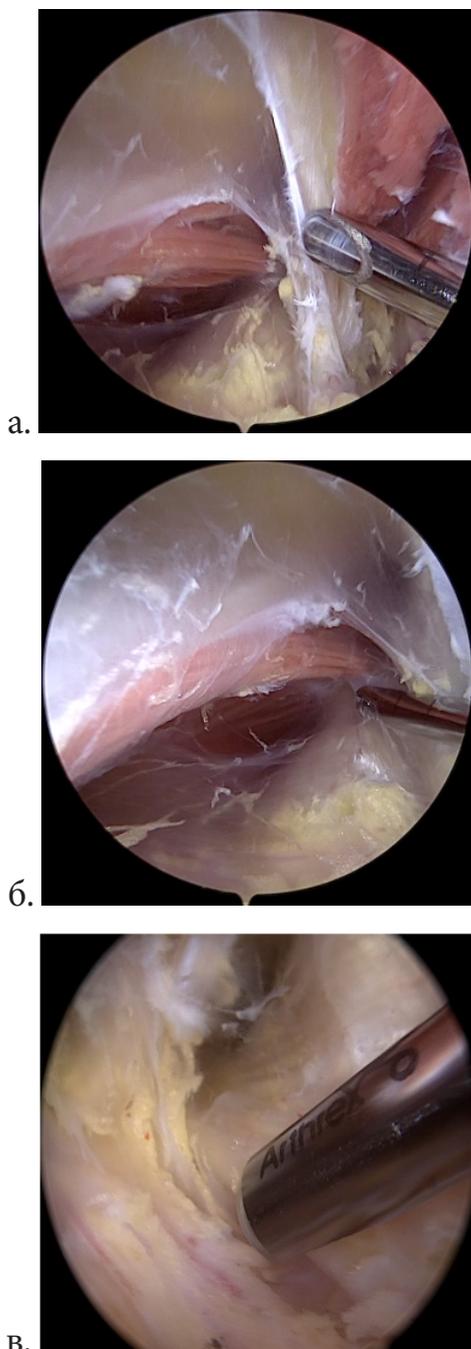


Рис.5. Визуализация анатомических ориентиров:

- а - визуализация сухожилия большой грудной мышцы;
- б - визуализация ветвей передней огибающей плечо артерии («три сестры»);
- в - визуализация верхнего края сухожилия широчайшей мышцы спины.

Далее формируют еще один порт (супрапекторальный) в нижней точке дельтовидно-секторальной борозды, на протяжении одного сантиметра сухожильная ткань большой грудной мышцы может быть частично удалена для улучшения обзора сухожилия широчайшей мышцы спины, расположенной под большой грудной и ниже подлопаточной мышцами.

В результате поочередных манипуляций хирурга синовиальным резектором шейвера и аблятором создают пространство между тремя структурами: объединенное сухожилие короткой головки бисерс и клювоплечевой мышцы спереди, большой грудной мышцы сбоку и сухожилие широчайшей мышцы спины сзади (Рис 6).

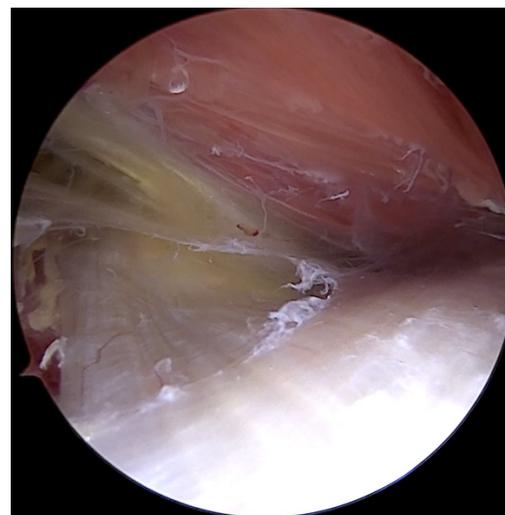


Рис.6. Сформировано пространство между анатомическими структурами.

Важно, всю работу шейвером проводить в низкоскоростном режиме под визуальным контролем и в «безопасной» зоне (ниже передних огибающих плечо сосудов) до того момента, пока не будет достигнут хороший обзор волокон сухожилия широчайшей мышцы проходящих в поперечном направлении снаружи внутрь.

Далее аблятором проводят мобилизацию верхнего края сухожилия широчайшей мышцы спины путем рассечения ткани между ним и передними огибающими плечо сосудами. Затем аналогичным образом мобилизируют его нижний край, рассекая аблятором ткани между нижним краем сухожилия широчайшей мышцы спины и лучевым нервом, расположенным ниже и пересекающим границы сухожилий широчайшей мышцы спины и малой круглой мышцы на расстоянии от 3 до 4 см медиальнее от места их крепления к плечевой кости. Ниже диссекцию производить опасно в связи с близким расположением крупного сосудистого образования (глубокой артерии плеча), сопровождающей лучевой нерв в плече-мышечном канале. Для ослабления натяжения в этот момент оперируемая конечность может быть снята с вытяжения и приведена к телу. Такое положение конечности увеличит расстояние от нижнего края сухожилия

широчайшей мышцы спины до лучевого нерва и уменьшит риск его интраоперационного повреждения. Отсечение сухожильной ткани широчайшей мышцы спины от *crista tuberculi minoris* может быть выполнено аблятором или узким долотом вместе с костным фрагментом плечевой кости, после чего артроскопическим зажимом отсеченное сухожилие смещают медиально параллельно ходу волокон большой круглой мышцы насколько позволяет длина инструмента (Рис. 7).

Часть 3. Открытая часть операции - забор отсеченного сухожилия широчайшей мышцы спины, мобилизация его сухожильной и мышечной части.

Снимают вытяжение с оперируемой конечности, отводят руку и после размещения предплечья на подставке в изголовье стола выполнить его фиксацию бинтом. Выполняют изогнутый разрез длиной 10-12 см начинают на 3-4 см выше подмышечной складки посередине ее задней половины и продолжают дистально по задней подмышечной линии

Выполняют послойное рассечение тканей подкожно-жировой клетчатки и фасции до визуализации полоски «белой ткани», отчетливо выделяющейся медиальнее сухожильной части большой круглой мышцы. Далее продолжают аккуратную диссекцию до визуализации отсеченного при артроскопическом переднем релизе сухожилия. Если последнее было должным образом мобилизовано в течение второй артроскопической части вмешательства, то несложно будет захватить отсеченное сухожилие широчайшей мышцы спины с помощью двух кровоостанавливающих зажимов типа «москит», без необходимости опасного доступа к месту его крепления на плечевой кости (Рис. 7).



Рис.7. Отсеченное сухожилие широчайшей мышцы спины.

Следует отметить, что опасность открытого подмышечного доступа к месту анатомического крепления широчайшей мышцы спины определяется необходимостью работы в непосредственной близости от основного сосудисто-нервного пучка оперируемой конечности.

Затем за верхний и нижний края сухожилия широчайшей мышцы спины осуществляют небольшое натяжение и проводят

одновременную мобилизацию сухожильной и мышечной ткани широчайшей мышцы спины в «безопасном коридоре», длина которого составляет около 13 см (Рис 8).

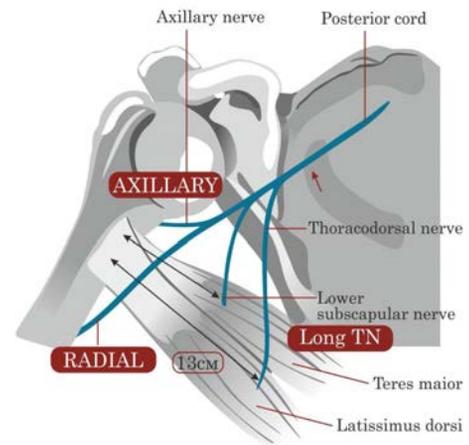


Рис.8. Схема расположения анатомических образований.

Сухожильную часть широчайшей мышцы спины оборачивают двумя слоями аллосухожилия подвздошно-большеберцового тракта с одновременным обвивным швом по их верхнему и нижнему краю лентами разного цвета (FiberTape). Критерием эффективной мобилизации считается возможность дотянуть сухожильную часть широчайшей мышцы спины по поверхности кожи до заднего угла акромиона (Рис. 9).



Рис. 9. Мобилизованная и армированная аллосухожилием сухожильная часть широчайшей мышцы спины.

Часть 4. Артроскопически контролируемое формирование туннеля между дельтовидной и малой круглой мышцами для проведения сухожилия широчайшей мышцы спины в сустав по методике «изнутри-наружу».

Верхнюю конечность возвращают в положение отведения с манжеточным вытяжением. Под контролем артроскопа распо-

ложенного в заднелатеральном порте из заднего порта на уровне лопатки (позади задней двигательной ветви подмышечного нерва) с помощью переключателя тканей путем расслабления мышечной ткани формируют канал между дельтовидной малой круглой мышцами с контролируемым глазом выходом переключателя тканей в область подмышечного доступа (Рис. 10).

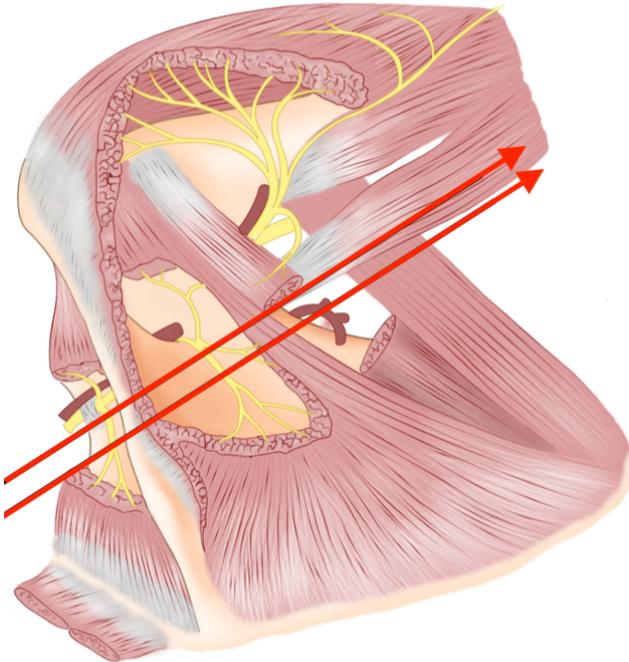


Рис. 10. Схема проведения сухожилия широчайшей мышцы спины (отмечено красными стрелками).

Затем проводят расширение канала с последовательным проведением по переключателю тканей сначала установщика канюль и затем жесткой канюли диаметром 10 мм. При помощи граспера заводят в канюлю концы лент, которыми прошита сухожильная часть сухожилия широчайшей мышцы спины. После чего меняют направление канюли из подмышечной области в подакромиальное пространство. (Рис. 11)



Рис. 11. Проведение сухожилия широчайшей мышцы спицы через сформированный канал в субакромиальное пространство.

Часть 5. Артроскопическая фиксация сухожилия широчайшей мышцы спины.

Артроскоп располагают в передне-латеральном порте. После отмывания гематомы выполняют декортикация верхушки большого бугорка. Далее перемещают нити для будущих медиального и латерального якорей в передний портал, и проверяем подвижность сухожилия широчайшей мышцы спины. Важно контролировать швы, чтобы избежать скручивания сухожилия. Поскольку сухожилие широчайшей мышцы спины вводят в субакромиальное пространство в правильном положении, то стараются удерживать его под постоянным небольшим натяжением в зажиме, расположенном над задним порталом. Первый якорь располагают в максимальной близости от межбугорковой борозды по границе с суставным хрящом головки плечевой кости (медиальный ряд фиксации). Второй якорь располагают на 2 - 3 см латеральнее первого в костной ткани верхушки большого бугорка (латеральный ряд фиксации). Фиксацию лент осуществляют в положении максимальной наружной ротации оперируемой конечности безузловыми якорными фиксаторами SwifLock.

При наличии показаний выполняют резекцию акромиально-ключичного сустава. Производят послойное ушивание раны в подмышечной области и накладывают швы на артроскопические порты.

Дискуссия.

Трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины в лечении пациентов с массивными разрывами ротаторов является эффективным хирургическим решением для данной проблемы, но в то же время опасным с точки зрения возможных повторных повреждений перемещенного сухожилия и развития сопутствующих осложнений [13]. Первое описание техники транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины сделал доктор С. Gerber et al. в 1988 году и с этого момента происходит ее усовершенствование многими другими хирургами вплоть до сегодняшнего дня [7-12]. Опыт практического применения транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины в лечении пациентов с массивными разрывами вращательной манжеты от разных специалистов показывает хорошие возможности этой операции в качестве первого и единственного вмешательства как в борьбе с болевым синдромом, так и в улучшении функции верхней конечности, даже в случаях исходного псевдопаралича верхней конечности [1, 2]. Согласно данным А. Mazzosa et al. использование транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины в качестве ревизионного вмешательства при наличии предшествующих неудачных реконструктивных вмешательств на сухожилиях вращательной манжеты имеет низкую (не более 40 % хороших и удовлетворительных исходов) эффективность клинического применения [17].

По данным литературы к основным факторам, определяющим успех транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины относятся сохранение целостности (либо возможность восстановления) сухожилия подлопаточной мышцы, отсутствие значимой дисфункции дельтовидной мышцы, сохранение пассивных движений и отсутствие признаков выраженного остеоартроза в плечевом суставе [13-16].

Биомеханическое исследование подлопаточной мышцы в кадаверной модели трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины проведенное Werner et al. [14] подтвердило ее важную стабилизирующую роль при различных движениях в плечевом суставе. В клиническом исследовании С. Gerber [18] было продемонстрировано, что пациенты с разрывом сухожилия подлопаточной мышцы имели показатель CSS (Constant Shoulder Score) 48 баллов, по сравнению с 82 баллов в группе не имевших такого повреждения. Ухудшение клинических результатов транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины в условиях дисфункции подлопаточной мышцы, описанные многими авторами, могут быть объяснены потерей центрирующего эффекта, оказываемого мышцами вращательной манжеты на головку плечевой кости. Ряд исследователей [14, 19] считают, что невосстановимое повреждение сухожилия подлопаточной мышцы является абсолютным противопоказанием к проведению транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины пациентам с массивным разрывом ротаторов.

По данным клинического исследования Warner и Parsons [20], показатели CSS (Constant Shoulder Score) после выполнения трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины были разными у пациентов с различными повреждениями дельтовидной мышцы (43 баллов) и у пациентов с интактной дельтовидной мышцей (69 баллов).

Выбор положения пациента на операционном столе для выполнения данной процедуры аргументирован чаще всего предшествующим практическим опытом и предпочтениями оперирующего хирурга [21]. Главным преимуществом положения Lateral Decubitus является горизонтальное положение тела человека с возможностью более безопасной с точки зрения кровоснажения головного мозга гипотензии и, как следствие, обеспечение хорошей визуализации в ходе проведения вмешательства [22].

Техника транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины включает как внутри, так и внесуставной этапы. Суть операции состоит в артроскопическом отсечении сухожилия широчайшей мышцы спины от места анатомического крепления к *crista tuberculi minoris* с последующей внутрисуставной рефиксацией его к большому бугорку плечевой кости в подакромиальном пространстве плечевого сустава. Для выполнения этого вмешательства были предложены и описаны различные хирургические техники, выполняемые с применением двух [6], одного доступов [10], а также с применением одного доступа в комбинации с артроскопическим ассистированием [7-9]. Gervasi et al. [7] а 2007 году впервые дал описание артроскопического ассистирования для такой операции. Такой способ операции позволяет хирургу максимально сохранить ткань дельтовидной мышцы и при необходимости выполнить реконструкцию подлопаточного сухожилия, тенотомию сухожилия широчайше мышцы спины под контролем артроскопа, используя супрапекторальный порт, тем самым минимизировав риски повреждения лучевого нерва и ветвей передней огибающей плечо артерией, а также сформировать канал для проведения сухожилия широчайшей мышцы спины в подакромиальное пространство между задней частью дельтовидной мышцы и задней частью вращательной манжеты с учетом топографии двигательных ветвей подмышечного нерва [8]. Кроме того, использо-

вание артроскопии на этапе фиксации сухожилия широчайшей мышцы спины в новом анатомическом положении дает возможность использовать различные имплантаты и повысить точность их расположения на большом бугорке плечевой кости (например интерферентный винт [23] или эндопуговица [24]).

P. Valenti представил результаты анатомического исследования показывающего длину «безопасного» для мобилизации сухожильной и мышечной части сухожилия широчайшей мышцы спины расстояния – 13 см от места анатомического крепления сухожилия к плечевой кости до торако-дорзального сосудисто-нервного пучка [25]. Herzberg et al. [26] и Ling et al. [27] приводят данные биомеханических исследований, указывающих на то, что оптимальной анатомической зоной фиксации сухожилия на большом бугорке с учетом вектора сил действующих на головку плечевой кости является его задне-верхняя часть (место крепления подостного сухожилия).

Tauber et al., [12] показал, что трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины с костным фрагментом имеет лучшие результаты из-за более низкой частоты возникновения позднего разрыва сухожилия в зоне транспозиции. Следует отметить, что представленная нами методика транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины позволяет выполнить забор данного сухожилия, так же с костным фрагментом.

Данные послеоперационных электромиографических исследований демонстрируют, что сухожилия широчайшей мышцы спины после транспозиции вполне способно функционально адаптироваться к новой анатомической ситуации и имеет высокую сократительную активность как при наружной ротации, так и при элевации верхней конечности [28].

Заключение

Представленная хирургическая техника артроскопически ассистированного трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины используется в практике нашего учреждения с 2017 года по настоящее время. К настоящему времени выполнено более 20 вмешательств. Среднесрочные результаты планируется опубликовать в ближайшее время.

Для цитирования:

Доколин С.Ю., Кузьмина В.И., Марченко И.В., Курбанов И.Ш., Артроскопически-ассистированный трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины в положении Lateral Decubitus – вариант безопасной и воспроизводимой хирургической техники // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №1. С. 50—58. [Sergey Y.D., Vladislava I.K., P'ya V.M., P'yas S.K. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №1. pp. 50—58]

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы:

1. Gerber C., Wirth S.H., Farshad M. Treatment options for massive rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(2 Suppl):S20–29. doi: 10.1016/j.jse.2010.11.028

2. Anley C.M., Chan S.K., Snow M. Arthroscopic treatment options for irreparable rotator cuff tears of the shoulder. *World J Orthop.* 2014; 5 (5): 557–565. doi: 10.5312/wjo.v5.i5.557
3. Lafosse L., Piper K., Lanz U. Arthroscopic suprascapular nerve release: Indications and technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011 Mar;20(2 Suppl):S9-13. doi: 10.1016/j.jse.2010.12.003.
4. Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ./Доколин С. Ю., Кузьмина В. И., Марченко И. В., Белых О. А., Найда Д. А./Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23. №3. С. 53-68. doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68. [Dokolin S.Y., Kuz'mina V.I., Marchenko I.V., Belykh O.A., Naida D.A. Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears: clinical outcomes and postoperative MRI finding. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2017;23(3):53-68. (In Russ.) https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68].
5. Costouros J.G., Espinosa N., Schmid M.R., Gerber C. Teres minor integrity predicts outcome of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 Nov-Dec; 16 (6): 727-34. Epub 2007 Nov 5. doi: 10.1016/j.jse.2007.02.128.
6. Gerber C., Vinh T. S., Hertel R., Hess C. W. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 Jul;(232):51-61. doi:10.1097/00003086-198807000-00008.
7. Gervasi E., Causero A., Parodi P.C., Raimondo D., Tancredi G. Arthroscopic latissimus dorsi transfer. *Arthroscopy* 2007;23: 1243.e1-1243.e4. doi:10.1016/j.arthro.2006.12.021
8. Jermolajevs V., Kordasiewicz B. Arthroscopically Assisted Latissimus Dorsi Tendon Transfer in Beach-Chair Position. *Arthrosc Tech.* 2015 Aug; 4(4): e359–e363. doi:10.1016/j.eats.2015.03.014.
9. Castricini R., Longo U.G., De Benedetto M., Loppini M., Zini R., Maffulli N., Denaro V. Arthroscopic-Assisted Latissimus Dorsi Transfer for the Management of Irreparable Rotator Cuff Tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Jul 16; 96 (14): e119. doi:10.2106/jbjs.l.01091.
10. Habermeyer P., Magosch P., Rudolph T., Lichtenberg S., Liem D. Transfer of the tendon of latissimus dorsi for the treatment of massive tears of the rotator cuff: a new single-incision technique. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006, 88 (2): 208–212. doi:10.1302/0301-620x.88b2.16830.
11. Moursy M., Forstner R., Koller H., Resch H., Tauber M. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tear: a modified technique to improve tendon transfer integrity. *J Bone Joint Surg Am* 2009, 91(8): 1924–1931. doi:10.2106/jbjs.h.00515 .
12. Tauber M., Moursy M., Forstner R., Koller H., Resch H. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears: A modified technique to improve tendon transfer integrity: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2010 Sep; 92 Suppl 1 Pt 2:226-39. doi:10.2106/jbjs.j.00224.
13. Kany J., Grimberg J., Amaravathi R.S., Sekaran P., Scorpie, D., Werthel J.D. Arthroscopically-Assisted Latissimus Dorsi Transfer for Irreparable Rotator Cuff Insufficiency: Modes of Failure and Clinical Correlation. *Arthroscopy.* 2018 Apr; 34 (4): 1139-1150. doi:10.1016/j.arthro.2017.10.052
14. Werner C., Zingg P.O., Lie D., Jacob H., Gerber C. The biomechanical role of the subscapularis in latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006 Nov-Dec; 15 (6): 736-42. doi: 10.1016/j.jse.2005.11.002.
15. Toussaint B., Barth J., Charoussat C., Godeneche A., Joudet T., Lefebvre Y., et al. New endoscopic classification for subscapularis lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012 Dec; 98 (8 Suppl): S186-92. doi:10.1016/j.otsr.2012.10.003 .
16. Lafosse L., Lanz U., Saintmard B., Campens C. Arthroscopic repair of subscapularis tear: Surgical technique and results. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Dec; 96 (8 Suppl): S99-108. doi:10.1016/j.otsr.2010.09.009.
17. Muench L.N., Kia C., Williams A.A., Avery D.M., Cote M.P., Mazzocca A.D et al. High Clinical Failure Rate After Latissimus Dorsi Transfer for Revision Massive Rotator Cuff Tears. *Arthroscopy.* 2020 Jan; 36 (1): 88-94. doi: 10.1016/j.arthro.2019.07.034.
18. Gerber C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff. *Clin Orthop Relat Res.* 1992 Feb;(275):152-60. doi:10.1097/00003086-199202000-00022.
19. Gerber C., Maquieira G., Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Jan;88(1):113-20. doi: 10.2106/JBJS.E.00282.
20. Warner J., Parsons I.M. Latissimus dorsi transfer: a comparative analysis of primary and salvage reconstruction of massive, irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001; 10: 514–521. doi: 10.1067/mse.2001.118629.
21. Li X., Eichinger J.K., Hartshorn T., Zhou H., Matzkin E.G., Warner J.P. A comparison of the lateral decubitus and beach-chair positions for shoulder surgery: advantages and complications. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015 Jan; 23 (1): 18-28. doi: 10.5435/JAAOS-23-01-18.
22. Hamamoto, J. T., Frank, R. M., Higgins, J. D., Provencher, M. T., Romeo, A. A., & Verma, N. N. (2017). Shoulder Arthroscopy in the Lateral Decubitus Position. *Arthrosc Tech.* 2017 Jul 31;6(4):e1169-e1175. doi: 10.1016/j.eats.2017.04.004. eCollection 2017 Aug.
23. Kany J., Kumar H.A., Chang V.K., Grimberg J., Garret J., Valenti P. Mini invasive axillary approach and arthroscopic humeral head interference screw fixation for latissimus dorsi transfer in massive and irreparable posterosuperior rotator cuff tears. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2010; 11: 8-14. doi:10.1097/bte.0b013e3181cabdab.
24. Goldstein Y., Grimberg J., Valenti P., Chechik O., Drexler M., Kany J. Arthroscopic fixation with a minimally invasive axillary approach for latissimus dorsi transfer using an Endobutton in massive and irreparable postero-superior cuff tears. *Int J Shoulder Surg.* 2013 Apr; 7 (2): 79-82. doi: 10.4103/0973-6042.114223.
25. Valenti P., Kalouche I., Diaz L.C., Kaouar A., Kilinc A. Results of latissimus dorsi tendon transfer in primary or salvage reconstruction of irreparable rotator cuff tears. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Apr;96(2):133-8. doi: 10.1016/j.rcot.2010.02.018.
26. Herzberg G., Urien J.P., Dimnet J. Potential excursion and relative tension of muscles in the shoulder girdle: relevance to tendon transfer. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999 Sep-Oct; 8 (5): 430-7. doi: 10.1016/s1058-2746(99)90072-1.
27. Ling H.Y., Angeles J.G., Horodyski M.B. Biomechanics of latissimus dorsi transfer for irreparable posterosuperior rotator cuff tears. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009 Mar; 24 (3): 261-6. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2008.12.002. Epub 2009 Jan 30.
28. Irlenbusch U., Bernsdorf M., Born S., Gansen H.K., Lorenz U. Electromyographic analysis of muscle function after latissimus dorsi transfer. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 May-Jun; 17 (3): 492-9. doi: 10.1016/j.jse.2007.11.012. Epub 2008 Mar 14.

Сведения об авторах:

Доколин Сергей Юрьевич — канд. мед. наук, научный сотрудник, отделение лечения травм и их последствий ФГБУ «Российский национальный медицинский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург
e-mail sdokolin@gmail.com

Кузьмина Владислава Игоревна — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, отделение лечения травм и их последствий, ФГБУ «Российский национальный медицинский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург
e-mail Tasha_777@bk.ru

Марченко Илья Владимирович — аспирант, ФГБУ «Российский национальный медицинский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России
e-mail marchenko.ilua@gmail.com

Курбанов Ильяс Шуайфович – ординатор, ФГБУ «Российский национальный медицинский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России
e-mail orthopedia@rambler.ru

Information about the authors:

Sergey Yu. Dokolin — PhD in Medical Science, Senior Researcher, Vreden National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation.
e-mail sdokolin@gmail.com

Vladislava I. Kuzmina — PhD in Medical Science, Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation.
e-mail Tasha_777@bk.ru

И́ья V. Marchenko — Postgraduate, Vreden National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation.
e-mail marchenko.ilua@gmail.com

И́ьяс Sh. Kurbanov – resident, Vreden National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation.
e-mail orthopedia@rambler.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.59-66

УДК 617.3

© Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Сиротин И.В., Гордиенко Д.И., Храменкова И.В., Шпак М.А., 2020

ГИБРИДНАЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИЯ – ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАССЕКАЮЩЕГО ОСТЕОХОНДРИТА КОЛЕННОГО СУСТАВА

ЛАЗИШВИЛИ Г.Д.^{1,а}, ЕГИАЗАРЯН К.А.^{1,б}, РАТЬЕВ А.П.^{1,б}, СИРОТИН И.В.^{1,б}, ГОРДИЕНКО Д.И.^{1,б}, ХРАМЕНКОВА И.В.^{1,б}, ШПАК М.А.^{1,б}

¹ РНИМУ им. Н.И. Пирогова, кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ, Москва, 117997, Россия

Резюме: статья посвящена актуальному направлению современной ортопедии - хирургическому лечению рассекающего остеохондрита коленного сустава. Это заболевание составляет до 2 % от всех заболеваний коленного сустава и встречается приблизительно у 30 пациентов на 100 тыс. человек.

Материалы и методы: Авторами статьи разработана методика «Гибридной костно-хрящевой трансплантации», основанная на замещении патологически измененной субхондральной кости здоровой, спонгиозной ауто костью и имплантации коллагеновой мембраны. Такая методика операции применена у 31 больного. В статье приведены показания, противопоказания, техника операции, критерии оценки результатов лечения. Серия описанных клинических наблюдений подтверждает высокую эффективность этой методики операции.

Результаты: исходы лечения в сроки до 2-х лет изучены у всех 31 больных. Хорошие результаты лечения отмечены у 26-х больных. Во всех случаях достигнута хорошая регенерация костно-хрящевого дефекта.

Заключение: Анализ исходов лечения больных после «гибридной костно-хрящевой трансплантации» позволяет авторам статьи рекомендовать эту методику к широкому применению в клинической практике.

Ключевые слова: локальные дефекты хряща, коленный сустав, рассекающий остеохондрит, болезнь Кёнига, костно-хрящевой дефект, коллагеновая мембрана, мозаичная пластика.

HYBRID BONE AND CARTILAGE TRANSPLANTATION - AN INNOVATIVE TECHNIQUE FOR SURGICAL TREATMENT OF OSTEOCHONDROITIS DISSECANIS OF THE KNEE JOINT

LAZISHVILI G.D.^{1,а}, EGIAZARYAN K.A.^{1,б}, RATYEV A.P.^{1,б}, SIROTIN I.V.^{1,б}, GORDIENKO D.I.^{1,б}, CHRAMENKOVA I.V.^{1,б}, SHPAK M.A.^{1,б}

¹ Pirogov Medical University, department of traumatology and orthopaedy

Summary: The article is devoted to the surgical treatment of osteochondritis dissecans of the knee joint. This disease accounts for up to 2% of all diseases of the knee joint and occurs in approximately 30 patients per 100.000 people.

Materials and methods: The authors of the article developed the technique of “Hybrid bone-cartilage transplantation” based on the replacement of pathologically altered subchondral bone with a healthy, spongy autologous bone and collagen membrane implantation. This technique of operation was applied in 31 patients. The article presents indications, contraindications, surgery technique, criteria for evaluating treatment outcomes. A series of clinical cases described confirms the high efficiency of this surgical technique.

Results: treatment outcomes up to 2 years were studied in all 27 patients. Good treatment results were observed in 26 patients. In all cases, good regeneration of the osteochondral defect was achieved.

Conclusion: The analysis of treatment outcomes for patients after “hybrid osteochondral transplantation” allows the article authors to recommend this technique for widespread use in clinical practice.

Keywords: local cartilage defects, knee joint, osteochondritis dissecans, Koenig's disease, osteochondral defect, collagen scaffold, mosaic-plasty.

Введение. Хирургическое лечение рассекающего остеохондрита (РО) коленного сустава (КС) является актуальной проблемой современной ортопедии. Это заболевание, нередко именуемое в литературе как болезнь König, представляет собой локальную форму некроза участка субхондральной кости с распространением на хрящевую ткань [1]. По мере прогрессирования процесса

может наступать отделение некротизированного субхондрального фрагмента с образованием свободного хондромного тела КС. В результате этого происходит образование костно-хрящевого дефекта (КХД) различной площади и глубины поражения.

Впервые это заболевание описал в 1887 году F. Konig, предложив термин «раслаивающий остеохондрит». Автор изучил

^а E-mail: guramlaz@gmail.com

^б E-mail: rsmu@rsmu.ru

^с E-mail: gromich_87@mail.ru

^д E-mail: nik-koryshkov@yandex.ru

более десяти клинических наблюдений, важных для понимания патогенеза данного заболевания и классифицировал его как остеохондропатию [1,2].

К этиологическим факторам развития РО отяг: травму, отёк костного мозга с последующей ишемией субхондральной кости; нарушения процессов оссификации; конституциональные и генетические факторы; болезнь перегрузки и др. [3,4,5, 6,7,8,9].

Рассекающий остеохондрит составляет до 2 % от всех заболеваний КС и наиболее часто встречается в возрастных группах 11-13 и 20-40 лет [10,11]. По некоторым данным РО встречается приблизительно у 9,5-29 пациентов на 100 тыс. населения [12,13,14,15].

В 80-85 % случаев РО поражает медиальный мыщелок бедренной кости, в 10-20 % - латеральный мыщелок бедренной кости, до 4 % - суставную поверхность надколенника и в 0,5-0,7 % - область межмышцелковой борозды бедренной кости [12]. В 14-24 % клинических наблюдений РО поражает оба коленных сустава [16,17,18].

Несмотря на разнообразие методик хирургического лечения РО, до сих пор отсутствуют рекомендации в отношении выбора актуального способа хирургической коррекции этой патологии, особенно у пациентов с дефицитом костной ткани в зоне поражения; нет понимания эффективности использования клеточных и биотехнологий для одномоментного восстановления костной и хрящевой тканей; много путаницы в вопросах реабилитации больных, особенно в отношении сроков начала нагрузки на оперированную конечность. Эти и многие другие факторы определяют высокую **актуальность** данной проблемы.

Цель исследования: разработать современную, высоко эффективную методику хирургического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава, направленную на полное восстановление костной и хрящевой тканей в зоне поражения, а также функции коленного сустава в целом.

Анализ клинического материала. До 2017 года для хирургического лечения больных с РО нами применялись наиболее доступные для широкой клинической практики методики: технология индуцированного матрицей аутохондрогенеза (АМІС) и костно-хрящевая трансплантация (КХТ) в различных комбинациях (ауто, алло, комбинированная), часто обозначаемая в литературе как «мозаичная пластика».

Технология АМІС (autologous matrix-induced chondrogenesis) основана на формировании микропереломов в субхондральной кости, обеспечивающих транспорт костного мозга на поверхность дефекта и регенеративном потенциале его стромальных клеток. Образующийся в результате этого сгусток костного мозга стабилизируется коллагеновой мембраной, имплантируемой на субхондральную кость [3,19,20,21].

Однако, анализ исходов таких операций выявил ряд специфических недостатков и осложнений у каждой. их этих методик. Так, основным недостатком КХТ следует считать дефицит пластического материала при больших по площади поражениях дефектах. К наиболее частым осложнениям этой методики мы отнесли лизис костно-хрящевых алло трансплантатов.

Продолжаются дискуссии в отношении необходимости и целесообразности выполнения костной пластики у больных с РО

и о том, какой пластический материал может применяться для этого. Анализ исходов применения технологии АМІС без костной пластики показал высокие риски прогрессирующего разрушения субхондральной кости в зоне имплантации коллагеновой мембраны. Доказано разрушение мембраны при ее имплантации на биокомпозитную кость. Выявлены случаи лизиса нестабильной аутологичной костной ткани.

Тщательный анализ клинического материала позволил нам сделать очень важный вывод: **коллагеновая мембрана может быть имплантирована только на аутологичную, здоровую, кровоснабжаемую и стабильную костную основу!** Только в этом случае реализуется весь биологический потенциал коллагеновых мембран и обеспечиваются качественные процессы неохондрогенеза.

Изучив исходы выполненных нами операций и оценив все риски применения каждой из этих технологий, мы пришли к пониманию необходимости разработки современной методики реконструкции КХД у больных с РО, исключающей большинство из описанных выше проблем и позволяющей одномоментно восстановить костную и хрящевую ткани.

В 2017 году в клинике была разработана методика «**Гибридной костно-хрящевой трансплантации**» (Патент № 2692228). Она основана на удалении патологически-измененной субхондральной кости, имплантации в эту зону цилиндрических спонгиозных ауто трансплантатов (взятых из боковых отделов мыщелков бедренной или большеберцовой костей) и имплантации коллагеновой мембраны [22,23,24].

Показания к операции: костно-хрящевые дефекты мыщелков бедренной кости, межмышцелковой борозды и надколенника с дефицитом костной ткани и без; площадь поражения 5-8 см².

Противопоказания к операции: наличие множественных поражений хрящевой ткани; артроз 3-4 стадии и нестабильность коленного сустава; активная стадия асептического некроза; системные аутоиммунные заболевания; изменения механической оси конечности; аллергия на коллаген.

Факторы успеха: здоровый, окружающий КХД гиалиновый хрящ; не измененная механическая ось нижней конечности.

Основным преимуществом гибридной костно-хрящевой трансплантации считаем возможность одномоментного восстановления костной и хрящевой тканей, при больших по площади поражения КХД.

За период 2017-2020 гг. в Университетской клинике травматологии и ортопедии на базе ГКБ № 1 г.Москва, гибридная костно-хрящевая трансплантация выполнена 31 больному с рассекающим остеохондритом КС. Все пациенты находились в наиболее активном и трудоспособном возрасте от 18-45 лет, что, несомненно, носит социальную направленность. Давность заболевания оценивалась со слов больных во время сбора анамнеза, а именно с момента появления первых жалоб до постановки диагноза. Наиболее часто встречались КХД размером 4-6 см². В 24 случаях были поражены медиальные мыщелки, а в 4 случаях – латеральные мыщелки бедренной кости, у 3-х пациентов КХД локализовался на суставной поверхности надколенника.

19 больным была имплантирована коллагеновая мембрана Chondro-Gide, синтезированная из свиного коллагена 1 и 3-го

типа. 12 больным имплантирована коллагеновая мембрана Novocart, синтезированная из бычьего коллагена 1 и 3-го типа. Обе мембраны имеют двухслойную структуру, обладают высокой эластичностью и растяжимостью, что минимизирует риски их повреждение при моделировании и имплантации. Пористая часть мембран впитывает в себя клетки костного мозга, а плотная часть мембран препятствует их проникновению в полость коленного сустава, стабилизируя таким образом ступок костного мозга в зоне имплантации мембраны.

Хотим отметить, что гибридную костно-хрящевую трансплантацию можно выполнить любым набором инструментов, предназначенным для костно-хрящевой трансплантации. Важно соблюдать последовательность всех этапов операции, которые будут описаны в представленном ниже клиническом наблюдении.

Для выполнения основных этапов операции требуется всего лишь два основных инструмента (Рис.1). Эти инструменты позволяли легко произвести забор цилиндрических костных трансплантатов, гарантированно исключив их разрушение при заборе и последующем выделении. **Цилиндрическая полая фреза** имеет на своем конце алмазное покрытие, что позволяет без трудностей произвести выпиливание цилиндрического костного столбика. (Рис.1а). Для предотвращения ожога костной ткани и максимального сохранения её структуры, необходимо в процессе выпиливания костного столбика охлаждать фрезу, орошая её физиологическим раствором. Основной конструктивной особенностью экстрактора для забора костных столбиков является наличие на его внутренней поверхности 3-х выступов-зубцов, гарантирующих отсутствие «эффекта проскальзывания» инструмента и разрушение костного столбика при его выделении (Рис.1б). Шкалы делений на обоих инструментах облегчают контроль за глубиной их погружения в кость.

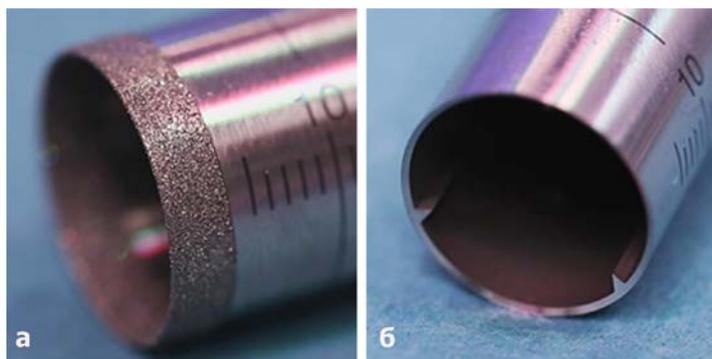


Рис.1. Основные инструменты для выполнения «гибридной костно-хрящевой трансплантации»: а-алмазная фреза; б-экстрактор

Важно, еще на этапах предоперационного планирования, основанного на анализе данных МРТ и МСКТ, оценить площадь и глубину КХД. От этого в целом будет зависеть качество замещения патологически измененной субхондральной кости здоровой, аутологичной костной тканью. При больших по площади поражения КХД целесообразно выполнение открытой гибридной костно-хрящевой трансплантации. Выполнение операции артроскопическим (АС) способом может быть сопряжено с большими техническими трудностями, существенным увеличе-

нием времени оперативного вмешательства, низким качеством реконструкции КХД.

Представляем серию клинических наблюдений, наглядно показывающих возможности гибридной костно-хрящевой трансплантации.

Клиническое наблюдение №1: Пациентка К., 22 лет, с длительным анамнезом заболевания (рассекающий остеохондрит) до обращения в нашу клинику была дважды оперирована по поводу болезни Кенига медиального мыщелка левой бедренной кости: в ноябре 2018 года больной выполнено АС удаление свободного хондромного тела, а в апреле 2019 года – туннелизация субхондральной кости и АС имплантация коллагеновой мембраны. В нашу клинику больная обратилась в ноябре 2019 года с жалобами на боли в левом коленном суставе, невозможность полноценной нагрузки на оперированную конечность. Больная отмечала, что на протяжении всего времени после перенесенных операций сохранялись болевые ощущения различной степени интенсивности. При МСКТ (Рис.2 а,б) и МРТ (Рис.2 в,г) исследованиях отмечена прогрессирующая деструкция субхондральной кости с большой площадью поражения медиального мыщелка бедра.

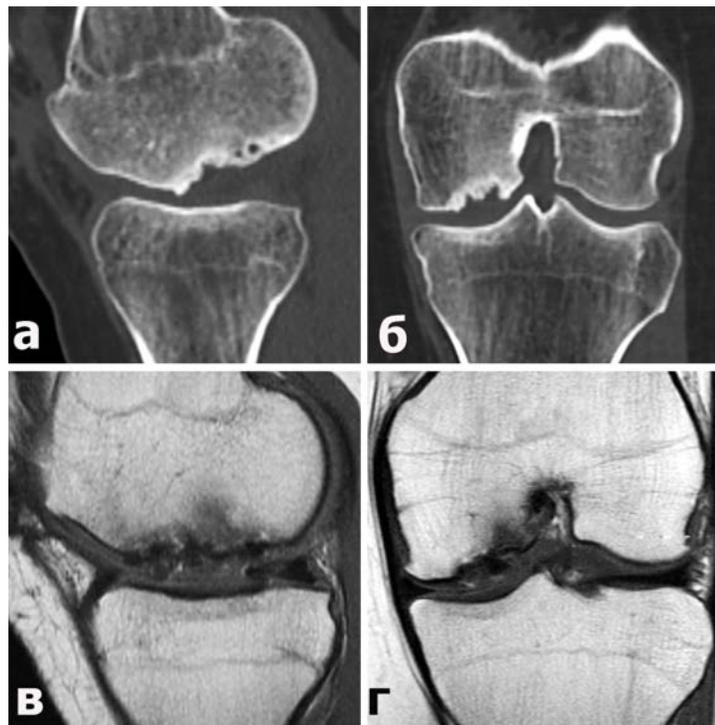


Рис.2 МСКТ (а,б) и МРТ (в,г) картина рассекающего остеохондрита медиального мыщелка бедренной кости у больной К.

В плановом порядке 14.01.2020 г. под эпидуральной анестезией больной выполнена артротомия КС. На контактной поверхности медиального мыщелка бедренной кости, на месте имплантации коллагеновой мембраны обнаружена жизнеспособная, стабильная, несколько гипертрофированная хрящевая ткань, полностью укрывающая субхондральную кость (Рис.3а). Макроскопический результат трансформации мембраны в хрящевую ткань расценен как хороший, что ещё раз подтверждает высокую эффективность технологии AMIC и биологический потенциал коллагеновых мембран для восстановления полнослойных

дефектов хряща. После удаления вновь образованной хрящевой ткани образовался полнослойный дефект хряща овальной формы размером 3х2 см. Дно дефекта было представлено кистозно-измененной субхондральной костью. (Рис.3 б,в).

Из эпицентра КХД удалена патологически измененная субхондральная кость на глубину 1 см, в результате чего образовалось 5 цилиндрических дефектов диаметром 13 и 10 мм. Высверливание и удаление патологически измененной субхондральной кости производилось таким образом, чтобы между образовавшимися цилиндрическими дефектами сохранялась костная стенка толщиной 1-2 мм. (Рис.3 г).

Из боковых отделов обеих мыщелков бедренной кости и медиального мыщелка большеберцовой кости произведен забор спонгиозных цилиндрических ауто трансплантатов диаметром 14 и 11 мм. После моделирования последние были имплантированы в цилиндрические дефекты кости в эпицентре КХД и фиксированы методом заклинивания (за счет разницы диаметров в 1 мм между костными трансплантатами и цилиндрическими дефектами кости). Достигнуто полное замещение патологической субхондральной кости с прочной фиксацией костных трансплантатов. Для обеспечения транспорта костного мозга на поверхность дефекта, спицей диаметром 2,4 мм имплантированные костные трансплантаты и подлежащая субхондральная кость рассверлены на общую глубину 20 мм. (Рис.3д).

После моделирования по форме и размеру дефекта, коллагеновая мембрана уложена на сформированное костное ложе и фиксирована фибриновым клеем. Достигнуто полное замещение дефекта хряща коллагеновой мембраной (Рис.3е).

Места забора спонгиозных цилиндрических ауто трансплантатов (донорские отверстия) заполнены биокерамическими цилиндрическими столбиками, обладающими остеокондуктивными свойствами. (Рис.3 ж,з,и)

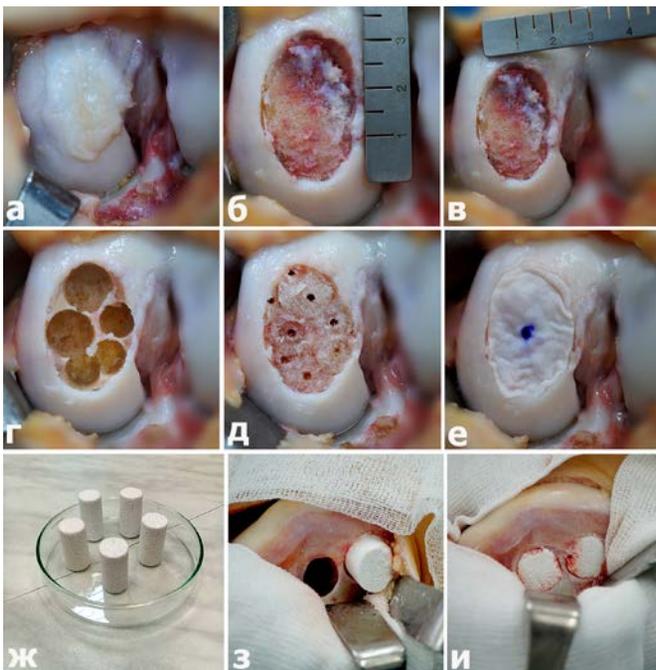


Рис.3. Основные этапы операции – гибридной костно-хрящевой трансплантации у больной К. (разъяснения в тексте).

В послеоперационном периоде в течение 7 дней осуществлялась иммобилизация коленного сустава в положении полного разгибания голени. Пассивные и активные движения в суставе разрешены со 2-й недели после операции. Восстановление объема движений в коленном суставе достигнуто к концу 5-й недели. Дозированная нагрузка на оперированную конечность разрешена через 4 недели, а полная нагрузки – через 6 недель со дня операции.

При контрольном МРТ исследовании через 3 месяца после операции отмечена хорошая консолидация костных трансплантатов и образование хрящевой ткани в зоне имплантации коллагеновой мембраны (отмечены белыми стрелками). (Рис.4 а,б) Ближайшие результаты операции по совокупности признаков расценены как хорошие.

Гистологическое исследование удаленной хрящевой ткани показало, что на месте имплантации коллагеновой мембраны образовался волокнистый хрящ с наличием пролиферирующих сосудов и скудной лимфоцитарной инфильтрацией. (Рис.4 в,г). Это исследование еще раз доказывает, что для полноценной и качественной трансформации коллагеновых мембран необходима жизнеспособная и кровоснабжаемая аутологичная костная основа.

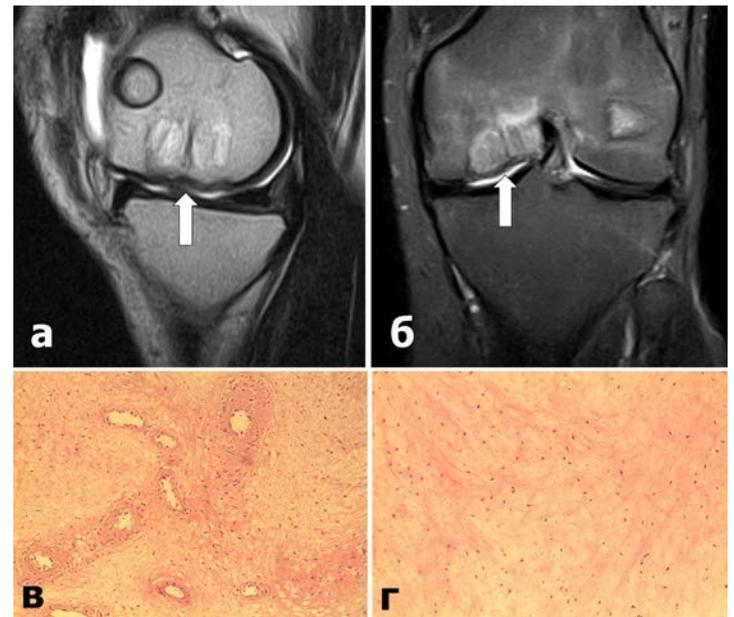


Рис.4. МРТ (а,б) и гистологическая (в,г) картина характера регенерации КХД через 3 месяца после операции.

Клиническое наблюдение №2. Пациент К., 43 лет, обратился в клинику с жалобами на боли в правом КС, ограничения движения в нем, рецидивирующие синовиты. Из анамнеза известно, что больному дважды была выполнена санационная АС, без эффекта от лечения. При МСКТ исследовании (Рис.5 а,б,в) был диагностирован обширный костно-хрящевой дефект медиального мыщелка бедра в виде аневризмальной кисты. От предложенного одномышечкового эндопротезирования пациент категорически отказался. В плановом порядке под эпидуральной анестезией выполнена артротомия КС, во время которой обнаружен обширный дефект хряща, поражающий практически весь медиальный мыщелок бедренной кости (Рис.5 г). С соблюдением всех этапов описанной выше технологии произведена гибридная

костно-хрящевая трансплантация. В связи с обширной зоной поражения мыщелка, забор костного материала производился из обоих коленных суставов. Достигнуто полное замещение патологически измененной субхондральной кости и восстановление конгруэнтности суставной поверхности мыщелка бедра (Рис.5 д). Окончательные размеры дефекта составили 4х2 см (Рис.5 е,ж). Имплантированные костные столбики-трансплантаты и подлежащая субхондральная кость рассверлены на общую глубину 3,5 см (Рис.5 з). На вновь воссозданную костную основу имплантирована коллагеновая мембрана и фиксирована фибриновым клеем. В результате операции достигнуто полное восстановление костной и хрящевой тканей, а также конгруэнтности мыщелка бедра (Рис.5 и). Все донорские отверстия заполнены биокерамическими цилиндрическими столбиками.

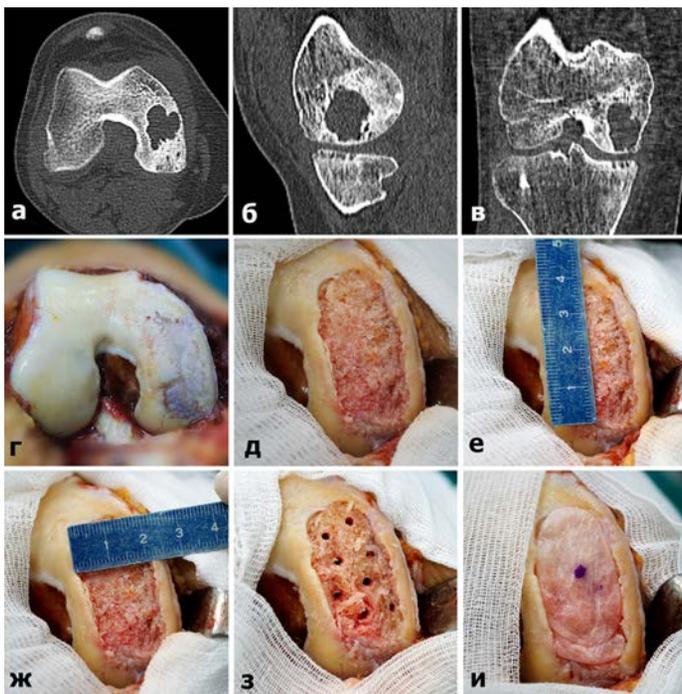


Рис.5. МСКТ (а,б,в) картина обширного КХД у больного К, г,д,е,ж,з,и – основные этапы операции (разъяснения в тексте).

При контрольном МРТ исследовании через 4 месяца отмечены признаки консолидации имплантированных костных трансплантатов без их лизиса (красные стрелки) и образование хрящевой ткани на месте имплантации коллагеновой мембраны (желтые стрелки) (Рис. 6 а,б,в). По совокупности признаков ближайший результат операции расценен как хороший.

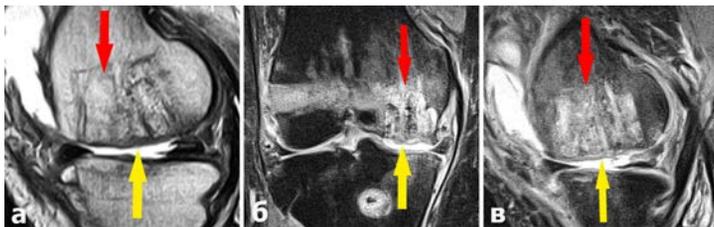


Рис.6. МРТ картина характера консолидации костных ауто трансплантатов (красные стрелки) и качества регенерации хрящевой ткани (желтые стрелки) через 4 месяца после операции.

Это клиническое наблюдение убедительно доказывает возможности гибридной костно-хрящевой трансплантации при реконструкции обширных по площади поражения костно-хрящевых дефектах.

Клиническое наблюдение № 3. Пациент Ф., 44 лет. На основании данных МРТ диагностирован рассекающий остеохондрит надколенника с отделением хрящевого фрагмента (Рис.7 а,б,в). Во время операции на медиальной фасетке надколенника обнаружен кратерообразный костно-хрящевой дефект овальной формы, размером 1,5х1 см и свободное хондромное тело (Рис.7 г). Последнее удалено. Дефицит костной ткани в зоне поражения надколенника восполнен двумя цилиндрическими спонгиозными ауто трансплантатами (Рис.7 д). Коллагеновая мембрана смоделирована по форме и размеру дефекта и подшита к окружающему здоровому гиалиновому хрящу рассасывающимися нитями (толщина 6,0) (Рис.7 е). Достигнуто полное восстановление костной и хрящевой тканей.

Ближайший исход лечения оценен по данным МРТ через 4 месяца после операции. Отмечена качественная консолидация костных ауто трансплантатов и образование хрящевой ткани в зоне имплантации коллагеновой мембраны (Рис.7 ж,з,и). Ближайший результат лечения расценен как хороший.

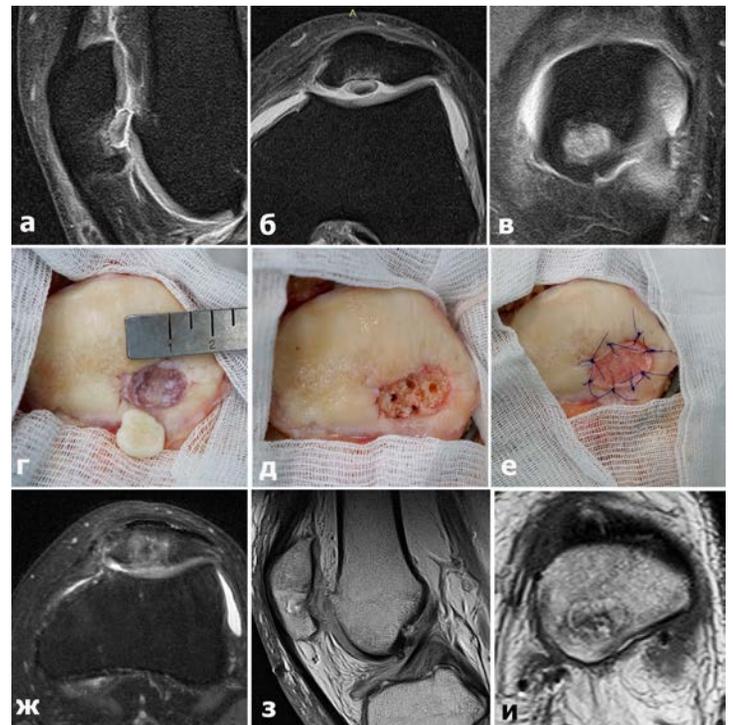


Рис.7. МРТ (а,б,в) картина рассекающего остеохондрита надколенника у больного Ф., г,д,е – основные этапы операции (разъяснения в тексте), ж,з,и – МРТ картина качества регенерации КХД через 4 месяца после операции.

Анализ результатов лечения в сроки до 2-х лет произведен у всех 31 пациентов, перенесших гибридную костно-хрящевую трансплантацию. Ближайший срок оценки ранних результатов лечения считали 3 месяца со дня операции. Как правило, у большинства пациентов к этому сроку происходило восстановление функции оперированного КС. Ближайший срок оценки отдаленных исходов лечения считали 12 месяцев со дня операции. Как

правило, к этому сроку наступала полная или частичная регенерация зоны пластики КХД.

Клинико-функциональные результаты лечения были разделены нами на 3 группы (хорошие, удовлетворительные, плохие) и оценивались по следующим критериям: восстановление амплитуды движений в КС; разница в силе и тонеусе ЧГМБ между оперированной и здоровой конечностью; степень гипотрофии ЧГМБ; восстановление трудоспособности за максимально короткий срок; уровень физической активности по ICRS; интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ); восстановление функции коленного сустава по шкале WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index).

Для инструментальной оценки характера регенерации хрящевой ткани использовали МРТ, а для оценки ремоделирования костной ткани – МСКТ, с последующей оценкой минеральной плотности костных тканей.

Анализ клинического материала показал, что у 26 пациентов по совокупности описанных выше признаков отмечены хорошие результаты лечения, у 4-х больных реабилитационный период осложнился тугоподвижностью КС, что потребовало интенсивного лечения с последующим восстановлением амплитуды движений в КС. У одного пациента послеоперационный период осложнился рецидивирующими синовитами. Важно отметить, что во всех случаях отмечена качественная консолидация имплантированных спонгиозных ауто трансплантатов и регенерация хрящевой поверхности зона пластики КХД.

Обсуждение. Анализируя технологию «Гибридной костно-хрящевой трансплантации» хотим отметить, что с ее помощью возможно восстановление обширных по площади поражения ($\leq 7-8 \text{ см}^2$) КХД мыщелков бедренной и большеберцовой костей, межмышцелковой борозды, надколенника, таранной кости. Это именно те локализации, при поражениях которых мы с успехом применили данную методику.

Разработанный отечественными учеными биокомпозитный материал на основе кальций фосфатной биокерамики, обладающей остеокондуктивными свойствами, позволил нам существенно упростить технику и время выполнения операции, не опасаясь проблемы дефицита костных ауто трансплантатов. В настоящее время мы разрабатываем артроскопическую технику этой операции и надеемся представить её в ближайшем будущем. Анализ исходов лечения больных после «гибридной костно-хрящевой трансплантации» позволяет нам рекомендовать эту методику к широкому применению в клинической практике.

Для цитирования:

Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Сиротин И.В., Гордиенко Д.И., Храменкова И.В., Шпак М.А. Гибридная костно-хрящевая трансплантация – инновационная методика оперативного лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. № 1. С. 59 — 66. [Lazishvili G.D., Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Sirotn I.V., Gordienko D.I., Chramenkova I.V., Shpak M.A. Hybrid bone and cartilage transplantation - an innovative technique for surgical treatment of osteochondritis dissecans of the knee joint. Department of Traumatology and Orthopedics. 2020, No. 1, pp. 59 — 66 (in Russian)]

Список литературы:

1. König F. Ueber freie Körper in den Gelenken. Dtsch Z Chir. 1888;27:90-109.
2. Авакян А.П. Рассекающий остеохондрит мыщелков бедренной кости у детей и подростков (диагностика и лечение). Дисс. канд. мед. наук. Москва, 2015. 140 с.
3. Гаркави А.В., Блоков М.Ю. Артроскопическая хондропластика локальных хрящевых дефектов коленного сустава с использованием коллагеновой мембраны CHONDRO – GIDE // Кафедра травматологии и ортопедии. 2015. №3 (15). С.4 – 7.
4. Герасименко М.А. Внутрисуставные хондральные и остеохондральные повреждения коленного сустава у пациентов молодого возраста // Новости хирургии. 2010. Том 18. №2. С.137 – 141.
5. Котельников Г.П., Ларцев Ю.В., Кудашев Д.С., Зуев – Ратников С.Д., Шорин И.С. Мозаичная хондропластика в лечении больных с деструктивно-дистрофическими и посттравматическими поражениями гиалинового хряща в коленном суставе – экспериментальные и клинические аспекты // Фундаментальные исследования. Медицинские науки. 2013. №9. С.252 – 255.
6. Howard J.S., Mattacola C.G., Romine S.E., Lattermann C. Continuous passive motion, early weight bearing, and active motion following knee articular cartilage repair: evidence for clinical practice. Cartilage, 2010, Vol.1, pp. 276–286.
7. Juneau C., Paine R., Chicas E., Gardner E., Bailey L., McDermott J. Current concepts in treatment of patellofemoral osteochondritis dissecans. Int J Sports Phys Ther, 2016, Vol.11, pp. 903–925.
8. Kim S.H., Ha C.W., Park Y.B. Intra-articular injection of mesenchymal stem cells for clinical outcomes and cartilage repair in osteoarthritis of the knee: a meta-analysis of randomized controlled trials. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2019, Vol.139, pp. 971 – 980.
9. Kon E., Filardo G., Brittberg M., Busacca M. et al. Multilayer biomaterial for osteochondral regeneration shows superiority vs microfractures for the treatment of osteochondral lesions in a multicentre randomized trial at 2 years. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, 2018, Vol. 26, pp. 2704 – 2715.
10. Bertone A., Orban J., Grande D. Articular cartilage and subchondral bone repair using a biodegradable polymer matrix and instrumentation system. Transactions of the Orthopaedic Research Society, 2005, Poster 1803, Washington.
11. Hunziker E.B. Biologic repair of articular cartilage. Defect models in experimental animals and matrix requirements. Clin. Orthop, 1999, Vol.367 (suppl. 1), pp. 135-146.
12. Маланин Д.А., Писарев В.Б., Новочадов В.В. Восстановление повреждений хряща в коленном суставе. Экспериментальные и клинические аспекты. М.: Волгоградское научное издательство, 2010. 455 с.
13. Chambers HG, Shea KG, Carey JL. AAOS Clinical practice guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans. J Am Acad Orthop Surg, 2011, vol.19, pp. 307-314.
14. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. Am J Sports Med, 2006, vol.34, pp. 1181-1191.
15. Kessler J, Nikizad H, Shea KG, Jacobs JC Jr. et al. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents. Am J Sports Med, 2014, vol.42, pp. 320-26.
16. Маланин Д.А., Новочадов В.В., Тетерин О.Г. и др. Инновационные технологии в восстановлении коленного сустава при его повреждениях и заболеваниях // Вестн. Волгогр. Гос. Мед. Ун-та. 2009. № 2. С.7-13.
17. Hoemann C.D., Hurtig M., Rossomach E. et al. Chitosan-glycerol phosphate blood implants improve hyaline cartilage repair in ovine microfracture defects. J. Bone Jt. Surg. (Am.), 2005, № 87, pp. 2671-2686.
18. Horwitz E.M., Gordon P.L., Koo W.K. et al. Isolated allogenic bone marrow-derived mesenchymal cells engraft and stimulate growth in children

with osteogenesis imperfecta. Proc Natl Acad Sci USA, 2002, vol.99, pp. 8932-8937.

19. Gao L., Orth P., Cucchiari M., Madry H. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis: A Systematic Review of the Clinical Evidence. Am J Sports Med, 2019, vol.47, № 1, pp. 222-231

20. Benthien J.P., Behrens P. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) combining Microfracturing and a Collagen I/III Matrix for Articular Cartilage Resurfacing. Cartilage, 2010, №1, vol.1, pp. 65-68.

21. Girolamo L., Schönhuber H.I., Vigano M. et al. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) and AMIC Enhanced by Autologous Concentrated Bone Marrow Aspirate (BMAC) Allow for Stable Clinical and Functional Improvements at up to 9 Years Follow-Up: Results from a Randomized Controlled Study. Journal of Clinical Medicine, 2019, vol.8, №3, pp.392-405.

22. Егиазарян К.А., Лазишвили Г.Д., Гордиенко Д.И., Храменкова Т.В., Шпак М.А. Способ хирургического лечения костно-хрящевых дефектов мышечков бедренной кости; пат. 2692228 Рос. Федерация. №2692228C1; заявл. 14.02.19; опубл. 21.06.19, Бюл. № 18. 2 с.

23. Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Шпак М.А., Маглаперидзе И.Г. Гибридная костно-хрящевая трансплантация - новый способ хирургического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава // Georgian Medical News. 2019. №10 (295). pp.7-13.

24. Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Бут-Гусаим А.Б., Чуловская И.Г., Сиротин И.В., Шпак М.А. Гибридная костно-хрящевая трансплантация – инновационная технология для хирургического лечения обширных костно-хрящевых дефектов коленного сустава. // Хирургическая практика. 2019. №4 (40). С.10-18.

References:

1. König F. Ueber freie Körper in den Gelenken. Dtsch Z Chir. 1888;27:90-109.

2. Avakjan A.P. Rassekajushi osteochondrit mishelkov bedrennoi kosti u detei I подростков (diagnostika I lechenie). Diss, kand.med.nauk. Moskva, 2015. 140 pp. [In Russ].

3. Garkavi A.V., Blokov M.U. Artroskopicheskaja chondroplastika lokalnich chryashevich defectov kolennogo sustava s ispolzovaniem kollagenovoi membrani Chondro-Gide. Kafedra travmatologii I ortopedii, 2015, №3 (15), pp.4 – 7 [In Russ].

4. Gerasimenko M.A. Vnutrisustavnie chondralnie I osteochondralnie povregdenia kolennogo sustava u pacientov mladogo vozrasta. Novosti chirurgii, 2010, Tom 18, №2, pp.137-141 [In Russ].

5. Kotelnikov G.P., Larcev J.V., Kudashev D.S., Zuev-Ratnikov S.D., Shorin I.S. Mozaichnaja chondroplastika v lechenii bolnich s destruktivno-distroficheskimi I posttravmaticheskimi poragenijami gialinovogo chriasha v kolennom sustave – eksperimentalnie I klinicheskie aspekti. Fundamentalnie issledovaniya. Medicinskie nauki, 2013, №9, pp.252 – 255 [In Russ].

6. Howard J.S., Mattacola C.G., Romine S.E., Lattermann C. Continuous passive motion, early weight bearing, and active motion following knee articular cartilage repair: evidence for clinical practice. Cartilage, 2010, Vol.1, pp. 276-286.

7. Juneau C., Paine R., Chicas E., Gardner E., Bailey L., McDermott J. Current concepts in treatment of patellofemoral osteochondritis dissecans. Int J Sports Phys Ther, 2016, Vol.11, pp. 903-925.

8. Kim S.H., Ha C.W., Park Y.B. Intra-articular injection of mesenchymal stem cells for clinical outcomes and cartilage repair in osteoarthritis of the knee: a meta-analysis of randomized controlled trials. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2019, Vol.139, pp. 971 – 980.

9. Kon E., Filardo G., Brittberg M., Busacca M. et al. Multilayer biomaterial for osteochondral regeneration shows superiority vs microfractures for the treatment of osteochondral lesions in a multicentre randomized trial at 2 years. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2018, Vol. 26, pp. 2704 – 2715.

10. Bertone A., Orban J., Grande D. Articular cartilage and subchondral bone repair using a biodegradable polymer matrix and instrumentation system. Transactions of the Orthopaedic Research Society; 2005; Poster 1803, Washington.

11. Hunziker E.B. Biologic repair of articular cartilage. Defect models in experimental animals and matrix requirements. Clin. Orthop, 1999, Vol.367 (suppl. 1), pp. 135-146.

12. Malanin D.A., Pisarev V.B., Novochadov V.V. Vosstanovlenie povregdeni criasha v kolennom sustave. Eksperimentalnie I klinicheskie aspekti. M.: Volgogradskoje nauchnoe izdatelstvo, 2010. 455 p. [In Russ].

13. Chambers H.G., Shea K.G., Carey J.L. AAOS Clinical practice guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans. J Am Acad Orthop Surg, 2011, vol.19, pp. 307-314.

14. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. Am J Sports Med, 2006, vol.34, pp. 1181-1191.

15. Kessler J, Nikizad H, Shea KG, Jacobs JC Jr. et al. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents. Am J Sports Med, 2014, vol.42, pp. 320-26.

16. Malanin D.A., Novochadov V.V., Teterin O.G. i dr. Innovacionnie tehnologii v vosstanovlenii kolennogo sustava pri ego povregdenijach I zabolovanijach. Vestn. Volgogr. Gos. Med. Un-ta, 2009, № 2, pp.7-13 [In Russ].

17. Hoemann C.D., Hurtig M., Rossomach E. et al. Chitosan-glycerol phosphate blood implants improve hyaline cartilage repair in ovine microfracture defects. J. Bone Jt. Surg. (Am.), 2005, № 87, pp. 2671-2686.

18. Horwitz E.M., Gordon P.L., Koo W.K. et al. Isolated allogenic bone marrow-derived mesenchymal cells engraft and stimulate growth in children with osteogenesis imperfecta. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2002, vol.99, pp. 8932-8937.

19. Gao L., Orth P., Cucchiari M., Madry H. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis: A Systematic Review of the Clinical Evidence. Am J Sports Med, 2019, vol.47, № 1, pp. 222-231

20. Benthien J.P., Behrens P. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) combining Microfracturing and a Collagen I/III Matrix for Articular Cartilage Resurfacing. Cartilage, 2010, №1, vol.1, pp. 65-68.

21. Girolamo L., Schönhuber H.I., Vigano M. et al. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) and AMIC Enhanced by Autologous Concentrated Bone Marrow Aspirate (BMAC) Allow for Stable Clinical and Functional Improvements at up to 9 Years Follow-Up: Results from a Randomized Controlled Study. Journal of Clinical Medicine, 2019, vol.8, №3, pp.392-405.

22. Егиазарян К.А., Лазишвили Г.Д., Гордиенко Д.И., Храменкова Т.В., Шпак М.А. Способ хирургического лечения костно-хрящевых дефектов мышечков бедренной кости; пат. 2692228 Рос. Федерация. №2692228C1; заявл. 14.02.19; опубл. 21.06.19, Bull. № 18. 2 п. [In Russ].

23. Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Шпак М.А., Маглаперидзе В.Г. Гибридная костно-хрящевая трансплантация – новый способ хирургического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава. Georgian Medical News, 2019, №10, pp. 7-13 [In Russ].

24. Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Бут-Гусаим А.Б., Чуловская И.Г., Сиротин И.В., Шпак М.А. Гибридная костно-хрящевая трансплантация – инновационная технология для хирургического лечения обширных костно-хрящевых дефектов коленного сустава. Хирургическая практика, 2019, №4 (40), pp.10-18 [In Russ].

Сведения об авторах:

Лазишвили Гурам Давидович, д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, Тел моб. +7.916.657-59-96, e.mail: guramlaz@gmail.com

Егиазарян Карен Альбертович, д.м.н., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Ратьев Андрей Петрович, д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Сиротин Иван Владимирович, к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Гордиенко Дмитрий Игоревич, к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Храменкова Ирина Владимировна, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Шпак Мария Алексеевна, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет» им.Н.И.Пирогова Минздрава России, 117997, г.Москва, ул.Островитянова д.1, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Information about the authors:

Lazishvili Guram Davidovich, MD., PhD, professor of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, phone +7.916.657-59-96, e-mail: guramlaz@gmail.com

Egiazaryan Karen Albertovich, MD., PhD., professor, chief of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, e-mail: rsmu@rsmu.ru.

Ratyev Andrey Petrovich, MD., PhD, professor of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Sirotn Ivan Vladimirovich, MD, PhD., docent of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Gordienko Dmitri Igorevich, MD, PhD., docent of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Chramenkova Irina Vladimirovna, assistant of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, e.mail: rsmu@rsmu.ru

Shpak Mariya Alekseevna, resident of department of traumatology and orthopaedy, Pirogov Medical University, 1 Ostrovityanova st. Moscow, 117997, e.mail: rsmu@rsmu.ru