

ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕЗОРБИРУЕМЫХ ИМПЛАНТОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ВНУТРИСУСТАВНОГО ПЕРЕЛОМА ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ (СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)

Кесян Г.А.,
Арсеньев И.Г.,
Карапетян Г.С.,
Уразгильдеев Р.З.,
Кесян О.Г.,
Шуйский А.А.

ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский центр травматологии
и ортопедии имени Н.Н. Приорова»
Минздрава России (127299, г. Москва,
ул. Приорова, 10, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Шуйский Артём Анатольевич,
e-mail: shuj-artiom@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Внутрисуставные переломы локтевого сустава – тяжёлые для лечения повреждения. Методами лечения внутрисуставных переломов дистального отдела плечевой кости являются погружной остеосинтез спицами и винтами, накостный и чрескостный остеосинтез. Однако процент осложнений и неудовлетворительных исходов хирургического лечения данных травм остаётся высоким. К неудовлетворительным результатам лечения относятся контрактуры, оссификация, посттравматический артроз, а также гнойно-воспалительные осложнения оперативного лечения. Накопленный нами опыт остеосинтеза внутрисуставных переломов дистального отдела плечевой кости с помощью погружных имплантов, опыт аппаратного лечения травм суставов и их последствий (разработанного в отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова») позволил предложить хирургическую технику сочетанного применения этих методов. В статье представлен случай успешного оперативного лечения пациентки с оскольчатый внутрисуставным переломом дистального отдела плечевой кости методом остеосинтеза биорезорбируемыми имплантатами в сочетании с шарнирно-дистракционным аппаратом внешней фиксации О.В. Оганесяна. Дано подробное описание техники остеосинтеза, послеоперационной реабилитации. Описываемый клинический случай показывает эффективность методики комбинированного остеосинтеза и преимущества использования биорезорбируемых фиксаторов над металлическими имплантатами.

Ключевые слова: комбинированный остеосинтез, биodeградируемые импланты, локтевой сустав, остеосинтез

Для цитирования: Кесян Г.А., Арсеньев И.Г., Карапетян Г.С., Уразгильдеев Р.З., Кесян О.Г., Шуйский А.А. Применение биорезорбируемых имплантов при комбинированном остеосинтезе внутрисуставного перелома дистального отдела плечевой кости (случай из практики). *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(1): 161-170. doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.19

Статья получена: 05.09.2021

Статья принята: 17.02.2022

Статья опубликована: 21.03.2022

THE USE OF BIORESORBABLE IMPLANTS IN COMBINED OSTEOSYNTHESIS OF AN INTRA-ARTICULAR FRACTURE OF THE DISTAL HUMERUS (CASE REPORT)

**Kesyan G.A.,
Arsen'ev I.G.,
Urazgil'deev R.Z.,
Karapetyan G.S.,
Kesyan O.G.,
Shuyskiy A.A.**

National Medical Research Center
for Traumatology and Orthopedics
named after N.N. Priorov
(Priorova str. 10, Moscow 127299,
Russian Federation)

Corresponding author:
Artyom A. Shuyskiy,
e-mail: shuj-artyom@mail.ru

ABSTRACT

Intra-articular fractures of the elbow joint are severe for the treatment of damage. Methods of treatment of intra-articular fractures of the distal humerus are immersion osteosynthesis with spokes and screws, bone and transosseous osteosynthesis. However, the percentage of complications and unsatisfactory outcomes of surgical treatment of these injuries remains high. The unsatisfactory results of treatment include contractures, ossification, post-traumatic arthrosis, as well as purulent-inflammatory complications of surgical treatment. Our accumulated experience of osteosynthesis of intra-articular fractures of the distal humerus with the help of submersible implants, experience of hardware treatment of joint injuries and their consequences (developed in the Department of Adult Orthopedics of the National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov), allowed us to offer surgical techniques for the combined use of these methods. The article presents a case of successful surgical treatment of a patient with a comminuted intra-articular fracture of the distal humerus by osteosynthesis with bioresorbable implants in combination with a hinge-distraction apparatus for external fixation by O.V. Oganessian. A detailed description of the technique of osteosynthesis, postoperative rehabilitation is given. The described clinical case shows the effectiveness of the combined osteosynthesis technique and the advantages of using bioresorbable fixators over metal implants.

Key words: combined osteosynthesis, biodegradable implants, elbow joint, osteosynthesis

Received: 05.09.2021
Accepted: 17.02.2022
Published: 21.03.2022

For citation: Kesyan G.A., Arsen'ev I.G., Urazgil'deev R.Z., Karapetyan G.S., Kesyan O.G., Shuyskiy A.A. The use of bioresorbable implants in combined osteosynthesis of an intra-articular fracture of the distal humerus (case report). *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(1): 161-170. doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.19

Переломы дистального метаэпифиза плечевой кости составляют от 0,5 до 2 % повреждений костей скелета [1]. По литературным данным, такие повреждения локтевого сустава в 70–85 % приводят к формированию стойких контрактур, анкилозов и гетеротопической оссификации, в 20 % – к развитию посттравматического артроза [2–7]. В 18–20 % случаев пациенты остаются стойкими инвалидами [8]. Несмотря на современное комплексное лечение, полное восстановление функции отмечается менее чем у 30 % больных [5]. В отечественной и иностранной литературе описаны положительные и негативные стороны применения различных видов остеосинтеза, до сих пор не разработано оптимальной схемы и стандарта лечения тяжёлых внутрисуставных повреждений нижнего конца плечевой кости [9, 7]. Наиболее перспективным методом лечения нам кажется сочетание использования погружных фиксаторов с шарнирно-дистракционным аппаратом для локтевого сустава. Преимуществами применения этой методики является возможность раннего функционального лечения повреждения сустава в условиях надёжной фиксации отломков [10–17].

В литературе активно обсуждается вопрос о необходимости удаления погружных конструкций после сращения перелома [18, 19]. Данная травматичная процедура в 30–35 % случаев может сопровождаться непредвиденными трудностями вплоть до рефрактур, повреждения нервов, сосудов и технической невозможности удаления фиксаторов [18, 19]. Металлический имплант по завершению консолидации перелома перестаёт осуществлять свою непосредственную функцию, сохраняя свою форму и пространственное расположение, тем самым нарушая физиологическое распределение нагрузок на кость. Данная проблема обусловлена особенностями фиксирующих имплантов и, при изготовлении их из биостабильных материалов, является зачастую неустранимой до момента их хирургического удаления. Перспективными выглядят материалы, которые имели бы способность к распаду в тканях организма под воздействием метаболизма, однако сохраняли бы способность удерживать положение отломков до их сращения на всём промежутке времени от их имплантации до полной деградации [20–24]. В некоторых имплантах из полимеров молочной и гликолевой кислот воплощена технология самофиксации (self-locking) и аутокомпрессии (auto-compression) [25]. Гидролитический этап компрессии вызван изменением структуры фиксатора под действием реакции гидролиза. Так, при увеличении диаметра импланта на 1–2 % и уменьшении его длины на 1–2 % происходит дополнительная постоянная межотломковая компрессия, обеспечивающая надёжную фиксацию отломков [25]. Применение биodeградируемых имплантов, не требующих удаления после консолидации перелома, является актуальной и современной темой, обсуждаемой в травматологии.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования является демонстрация возможности применения комбинированного метода фиксации оскольчатого внутрисуставного пе-

релома нижней трети плечевой кости с использованием биорезорбируемых винтов и аппарата Оганесяна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовала пациентка С. 32 лет с внутрисуставным переломом дистального метаэпифиза плечевой кости. С целью диагностики характера повреждений сустава выполнялись рентгенограммы и компьютерная томография сустава. Для остеосинтеза отломков использовались биodeградируемые канюлированные винты с полной и частичной нарезкой резьбы, выполненные из материала PLGA (85 % полимолочная кислота, 15 % полигликолевая кислота) (Bioretec, Финляндия, № ФСЗ 2011/10342). Разгрузка и последующая мобилизация локтевого сустава выполнялась в шарнирно-дистракционном аппарате Оганесяна VII модели. С целью оценки ранних и среднесрочных послеоперационных результатов использовались рентгенологические, клинические методики обследования, в том числе функциональная шкала MEPS для локтевого сустава.

Клинический пример

Пациентка С., 32 года, госпитализирована в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России через 3 дня после травмы. При поступлении жалобы на боль в области локтевого сустава, нарушение его функции. Пациентка получила травму, упав с опорой на правую руку. В травмпункте диагностирован перелом нижней трети плечевой кости, выполнена внешняя иммобилизация. Рентгенологически отмечено нарушение целостности дистального метаэпифиза правой плечевой кости. Линия перелома проходит в аксиальной плоскости, отделяя эпифиз плечевой кости от метафизарной зоны, эпифиз плечевой кости фрагментирован на два крупных отломка по средней части блока плечевой кости. Контуры отломков чёткие, определяется их смещение с расстоянием между отломками, нарушение целостности и анатомии суставной поверхности плечевой кости (рис. 1).

Выполнение компьютерной томографии подтвердило характер повреждения дистального отдела плеча, установлен диагноз перелома типа 13C1.1 по классификации АО/ОТА, что соответствует полному внутрисуставному перелому. Принято решение выполнить оперативное лечение по ранее разработанной методике комбинированного остеосинтеза внутрисуставных переломов плечевой кости с использованием биорезорбируемых винтов из полилактида-ко-гликолида (PLGA) [10, 26].

Техника операции

Первым этапом произведена клиновидная остеотомия локтевого отростка локтевой кости из заднего доступа к локтевому суставу. Остеотомированный локтевой отросток вместе с дистальной частью сухожилия трёхглавой мышцы плеча отведён кверху, тем самым произведена визуализация зоны перелома. Произведена репозиция отломков с полным восстановлением анатомии и конгруэнтности суставных поверхностей, отломки фиксированы спицами (рис. 2).



РИС. 1.
Пациентка С. Рентгенологическая картина
и 3D-реконструкция локтевого сустава

FIG. 1.
Patient S. X-ray picture and 3D-reconstruction of the elbow joint



РИС. 2.
Пациентка С. Открытая анатомическая репозиция отломков, фиксация спицами

FIG. 2.
Patient S. Open anatomical reposition of fragments, fixed with wires

Учитывая необходимость полного погружения головок винтов в субхондральную кость для профилактики травмирования противоположного хрящевого слоя и раздражения мягких тканей, производилась зенковка кости по направляющим спицам. Производилось измерение длины необходимого винта погружением специального измерителя-рейки, устанавливаемого на дно зенковки. Следующим этапом по направляющей спице рассверливался костный канал при помощи канюлированного сверла, производилась обработка канала метчиком. С целью качественного введения винта костный канал промывался физиологическим раствором, вымывалась костная крошка. Производилось закручивание винта необходимого размера по направляющей спице без приложения выраженного физического усилия до расположения его головки в субхондральной кости, что обеспечивало его полное внутрикостное расположение. После выполнения основного этапа операции выполнен остеосинтез локтевого отростка спицами и проволокой, рана ушита.

Следующим этапом выполнено наложение шарнирно-дистракционного аппарата внешней фиксации Оганесяна VII модели на локтевой сустав по стандартной методике (рис. 3).

Наложение аппарата начинали с проведения перпендикулярно основной плоскости вращения через центр мыщелка плечевой кости осевой спицы под кон-



РИС. 3.

Пациентка С. Наложение шарнирно-дистракционного аппарата Оганесяна на локтевой сустав

FIG. 3.

Patient S. With the imposition of the Oganessian elbow hinged-distraction fixator

тролем электронно-оптического преобразователя. Расстояние установленной спицы от заднего края медиального надмыщелка плеча и щели сустава составляло в среднем 2–2,5 см. Осевую спицу проводили сквозь осевые болты с подшипниками. После этого, спицу замыкающей скобы устанавливали через диафиз плечевой кости во фронтальной плоскости. Спицы поворот-

ных скоб проводились также во фронтальной плоскости через верхнюю и среднюю треть диафиза локтевой кости, с расстоянием между спицами не более 10 см. Производили натяжение спиц в штучерах соответствующих скоб. Задавалась умеренная дистракция суставных поверхностей от 1 до 1,5 мм. Производилось соединение вершин осевой и поворотной скоб с помощью съёмного сгибающе-разгибающего устройства, сустав фиксировался в среднефизиологическом положении. Накладывались асептические повязки на операционную рану и места проведения спиц аппарата.

Послеоперационный период

На рентгенограммах локтевого сустава, выполненных в двух стандартных проекциях, визуализируется оскольчатый перелом дистального отдела плечевой кости, зона остеотомии локтевого отростка локтевой кости. Линии переломов чётко прослеживаются, отломки сопоставлены, произведена фиксация отломков плечевой кости рентген-негативными имплантами, перпендикулярно линиям перелома определяется наличие рассверленных костных каналов. Локтевой отросток фиксирован спицами и проволокой. Локтевой сустав фиксирован шарнирно-дистракционным аппаратом с умеренной дистракцией суставных поверхностей. Анатомия и конгруэнтность суставного конца плечевой кости восстановлена (рис. 4).

Послеоперационный период проходил без осложнений. Пассивная разработка движений в травмированном суставе в условиях шарнирно-дистракционного аппарата начата через 1 сутки с момента операции путём постепенных укладок на сгибание и разгибание предплечья дозированными движениями по несколько градусов в день при помощи сгибающе-разгибающего устройства. После освоения принципов работы с шарнирно-дистракционным аппаратом стационарный этап лечения окончен через 5 дней с момента операции.

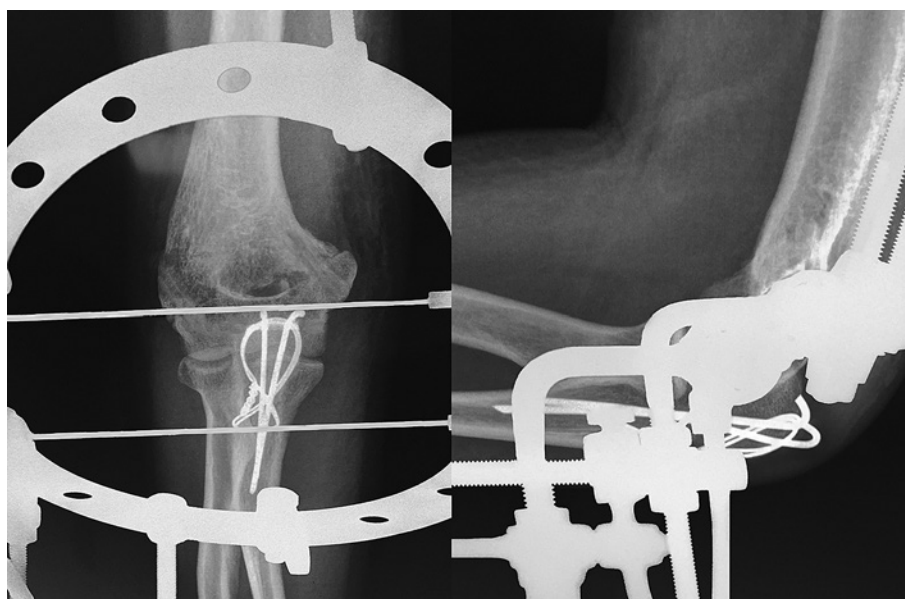


РИС. 4.

Пациентка С. Послеоперационные рентгенограммы локтевого сустава

FIG. 4.

Patient S. Postoperative X-rays of the elbow joint

После достижения полного объёма движений начали разработку чередующихся активных и пассивных движений в условиях шарнирно-дистракционного аппарата. Производилось несколько циклов сгибания-разгибания по 15 минут в день. Производилась разработка пронационных и супинационных движений предплечья, как активно, так и пассивно при помощи рычаговых приспособлений. На время ночного сна сустав поочерёдно фиксировался в положении умеренного сгибания и разгибания.

Демонтаж аппарата выполнен через 11 недель с момента операции, за этот период достигнут полный объём движений в локтевом суставе, по данным рентгенограмм отмечалась положительная динамика в виде идущей консолидации перелома.

На контрольных рентгенограммах локтевого сустава через 3 месяца с момента операции, визуализируются консолидированные переломы дистального отдела плечевой кости, консолидированные зоны остеотомии локтевого отростка локтевой кости, фиксированные спицами и проволокой. Линии переломов прослеживаются нечётко. Положение отломков прежнее, правильное, отломки фиксированы биорезорбируемыми винтами, шарнирно-дистракционный аппарат демонтирован. Зон остеолизиса, периимплантного остеопороза, признаков нестабильности фиксаторов отломков не выявлено. Контуры суставных поверхностей локтевого сустава правильные, суставные поверхности конгруэнтны, суставная щель нормальной ширины. Признаков асептического некроза отломков, посттравматического артроза, гетеротопи-

ческой оссификации нет. Пациентка продолжала реабилитацию, разработку движений в травмированном суставе (рис. 5).

Через 10 месяцев с момента операции произведено удаление фиксирующих локтевой отросток спиц и проволоки из-за субъективного ощущения дискомфорта в области расположения металлоконструкции. На этот срок у пациентки отсутствовал болевой синдром, имелся полный объём движений в травмированном суставе. Пациентка вернулась к привычной трудовой и бытовой деятельности, спортивным нагрузкам.

На контрольных рентгенограммах локтевого сустава, выполненных через 12 месяцев с момента операции, определяются консолидированный в правильном положении перелом дистального конца плечевой кости, костное сращение в зоне остеотомии локтевого отростка. Линии перелома не прослеживаются, кортикальный слой костей однородный, непрерывный, изменения структуры субхондральной кости нет. Зон остеолизиса, периимплантного остеопороза, признаков нестабильности фиксаторов не выявлено. Контуры суставных поверхностей локтевого сустава правильные, суставные поверхности конгруэнтны, суставная щель нормальной ширины. Признаков посттравматического артроза не выявлено.

Клинический результат объективно оценён с использованием шкалы функциональной оценки локтевого сустава клиники Мейо (Mayo Elbow Performance Score). По опроснику MEPS сумма составила 100 баллов, достигнуто полное выздоровление, результат оценён как отличный (рис. 6).



РИС. 5.
Пациентка С. Рентгенологическая картина и промежуточный клинический результат через 3 месяца с момента хирургического лечения

FIG. 5.
Patient S. X-ray picture and intermediate clinical result 3 months after surgical treatment



РИС. 6.

Пациентка С. Рентгенологический и функциональный результат лечения



FIG. 6.

Patient S. Radiological and functional result of treatment

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя опыт применения биодеградируемых винтов, можно отметить некоторые особенности их использования. В отличие от металлических винтов, биодеградируемые фиксаторы обладают меньшей твёрдостью, большей эластичностью и подвержены деформированию. Если биоинертные винты с полной нарезкой выполняют позиционную функцию, то биодеградируемые фиксаторы с нарезкой на всём протяжении за счёт механизма аутокомпрессии обладают и компрессирующей функцией. Оптимально использование комбинации винтов с полной и частичной нарезкой. Важной особенностью является рентгеновская прозрачность изделий, что влияет на интраоперационный и послеоперационный рентген-контроль положения имплантов. В частности, в зоне имплантации удаётся визуализировать только расположение отломков и, зачастую, костный канал фиксатора.

Для того чтобы корректно подготовить костный канал к имплантации фиксатора, нарезку резьбы метчиком рекомендовано выполнять вручную или же на низких оборотах дрели. Извлечение метчика осуществляют также на малых оборотах без дополнительного усилия или ручным инструментом. По сравнению с титановыми или стальными винтами, биорезорбируемым винтам не присуща склонность к самоцентрированию в высверленном канале. Утеря направления костного канала в зоне метафиза чревата разрушением импланта. Винты склонны к разрушению и деформации при применении избыточных усилий при установке, а также при попытке извлечения уже вкрученного винта. Однако если при выкручивании винта не происходит его поломки, возможно появление дефектов в структуре винта, таких

как повреждения резьбы, затрудняющих или делающих невозможной повторную его установку. Биодеградируемые винты могут быть пересечены режущим инструментом, а также специальным электрокаутером на всех этапах имплантации. После окончательной имплантации винта в кость не возникает проблем в его обрезке с необходимого края любыми названными инструментами.

Способ лечения повреждений локтевого сустава и их последствий при помощи шарнирно-дистракционных аппаратов (вначале – Волкова – Оганесяна, затем – улучшенных шарнирно-дистракционных аппаратов Оганесяна) является одним из положительно зарекомендовавших себя эффективных методов, который позволяет одновременно восстанавливать функцию сустава. Проектированию и изобретению аппарата для восстановления функции локтевого сустава предшествовала колоссальная научно-исследовательская работа по изучению кинематики локтевого сустава, выполненная Оганесом Вардановичем Оганесяном. Скрупулёзно исследованы и описаны анатомо-физиологические особенности локтевого сустава, его биомеханика. В отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России накоплен большой опыт лечения травм и заболеваний локтевого сустава с использованием шарнирно-дистракционных аппаратов внешней фиксации, проведён анализ особенностей, осложнений и ошибок при применении данной методики. Благодаря возможности полной статической и динамической разгрузки сустава в шарнирно-дистракционном аппарате, возможности начала ранних движений в травмированном суставе, аппарат может применяться при переломах костей локтевого сустава, в том числе в комбинации с погружными фиксаторами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённый нами клинический пример иллюстрирует возможность эффективного применения биодеградируемых фиксаторов при комбинированном методе лечения повреждений дистального конца плечевой кости. Данная методика позволяет надёжно фиксировать внутрисуставные переломы, обеспечивая условия для ранней разработки движений, снимая нагрузку с зоны повреждения путём разобщения суставных поверхностей в шарнирно-дистракционном аппарате, что значительно сокращает сроки реабилитации пациентов и положительно влияет на окончательные результаты лечения. Биодеградируемые винты не уступают металлическим имплантам в способности надёжно фиксировать костные отломки, не требуют повторного хирургического вмешательства для их удаления после консолидации перелома. Благодаря биорезорбции таких фиксаторов, исключается выстояние винтов в полость сустава при возможном прогрессировании остеоартроза. Преимуществом использования имплантов из биоактивных материалов является обеспечение механизма аутокомпрессии, тем самым повышая стабильность остеосинтеза.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скороглядов А.В., Литвина Е.А., Морозов Д.С. Лечение внутрисуставных переломов дистального отдела плечевой кости. *Лечебное дело*. 2008; 3: 63-71.
2. Головач И.Ю., Зазирный И.М., Семенов И.П. Посттравматический остеоартрит: воспалительные, клеточные и биомеханические механизмы прогрессирования заболевания. *Травма*. 2016; 17(1): 99-105.
3. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Дан И.М., Арсеньев И.Г., Карапетян Г.С. Гетеротопическая оссификация крупных суставов, как осложнение травм и заболеваний нервной системы (обзор литературы). *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2017; 16(4): 154-160.
4. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Дан И.М., Арсеньев И.Г. Гетеротопическая оссификация крупных суставов при травмах и заболеваниях центральной нервной системы (обзор литературы). *Кремлёвская медицина. Клинический вестник*. 2015; 4: 78-83.
5. Кленин А.А. *Оперативное лечение эпифизарных переломов дистального отдела плечевой кости и их последствий*: дисс. ... канд. мед. наук. Н. Новгород; 2017.
6. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Цыкунов М.Б., Джанибеков М.Х. Оптимизация реабилитационного процесса при оперативном лечении переломов дистального конца плеча. *Вестник восстановительной медицины*. 2015; 3: 29-32.
7. Шестерня Н.А., Лазарев А.Ф., Иванников С.В., Жарова Т.А., Солод Э.И., Джанибеков М.Х. и др. Подкожно-субфасциальный остеосинтез переломов дистального отдела плечевой кости. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2017; 1(21): 5-9.
8. Кесян Г.А., Арсеньев И.Г., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С. Дифференцированный подход к оперативному лечению последствий тяжёлых повреждений локтевого сустава. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2017; 16(4): 161-167.
9. Аль А.М., Солод Э.И., Загородний Н.В., Абдулхабилов М.А., Лазарев А.Ф., Джанибеков М.Х. Новые подходы при оперативном лечении переломов дистального отдела плечевой кости. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки*. 2019; 7: 165-175.
10. Кесян Г.А., Самков А.С., Карапетян Г.С., Дан И.М. *Способ комбинированного остеосинтеза внутрисуставных переломов блока плечевой кости с использованием погружных компрессионных винтов и шарнирно-дистракционного аппарата внешней фиксации*: Патент № 2612812 Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 (2006.01); заявитель и патентообладатель ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России. № 2015156962; заявл. 30.12.2015; опубл. 13.03.2017. 2017; (8).
11. Науменко Л.Ю., Носивец Д.С. Оперативное лечение пациентов с переломами дистального метаэпифиза плечевой кости методом комбинированного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 2009; 1(51): 16-20.
12. Науменко Л.Ю., Носивец Д.С. Преимущества одноплоскостного аппарата внешней фиксации с шаровым шарниром в лечении пациентов с полными внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза плечевой кости. *Гений ортопедии*. 2009; 3: 99-105.
13. Самусенко Д.В., Крылов В.А. Использование комбинированного остеосинтеза при лечении больного с оскольчатым внутрисуставным переломом мыщелка плеча. *Гений ортопедии*. 2009; 2: 96-98.
14. Deuel ChR, Wolinsky P, Shepherd E, Hazelwood SJ. The use of hinged external fixation to provide additional stabilization for fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(5): 323-329. doi: 10.1097/BOT.0b013e31804ea479
15. Giannicola G, Sacchetti FM, Greco A, Gregori G, Postacchini F. Open reduction and internal fixation combined with hinged elbow fixator in capitellum and trochlea fractures. *Acta Orthop*. 2010; 81(2): 230-235. doi: 10.3109/17453671003685475
16. Maniscalco P, Pizzoli AL, Renzi Brivio L, Caforio M. Hinged external fixation for complex fracture-dislocation of the elbow in elderly people. *Injury*. 2014; 45(Suppl 6): S53-S57. doi: 10.1016/j.injury.2014.10.024
17. Singh AP, Singh AP, Vaishya R. Open reduction and internal fixation with hinged elbow fixator in capitellum and trochlea fractures. *Acta Orthop*. 2010; 81(4): 518-519. doi: 10.3109/17453674.2010.504612
18. Загородний Н.В., Волна А.А., Панин М.А. Удаление имплантатов. *Вестник РУДН. Серия Медицина*. 2010; 4: 44-51.
19. Карапетян Г.С. *Методы коррекции оперативной агрессии в комплексном лечении ортопедической патологии*: дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2009.
20. Агаджанян В.В., Пронских А.А., Демина В.А., Гомзяк В.И., Седуш Н.Г., Чвалун С.Н. Биодеградируемые импланты в ортопедии и травматологии. Наш первый опыт. *Политравма*. 2016; 4: 85-93.
21. Белов Д. Биоразлагаемый полимер полилактид. *Наука и инновации*. 2013; 9(127): 21-23.

22. Попков А.В. Биосовместимые импланты в травматологии и ортопедии (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2014; 3: 94-99.

23. Хонинов Б.В., Сергунин О.Н., Скороглядов П.А. Возможности применения биодеградируемых материалов в травматологии и ортопедии (обзор литературы). *Вестник РГМУ*. 2014; 1: 20-24.

24. Rokkanen PU, Böstman O, Hirvensalo E, Mäkelä E, Partio E, Päätilä H, et al. *Bioabsorbable fixation in traumatology and orthopaedics (BFTO)*. Kuopio; 1997.

25. Якимов Л.А., Слиняков Л.Ю., Бобров Д.С., Калинин Е.Б., Ляхов Е.В. Биодеградируемые импланты. Становление и развитие. Преимущества и недостатки (обзор литературы). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2017; 1(21): 47-52.

26. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Дан И.М., Арсеньев И.Г., Уразгильдеев Р.З. *Способ малоинвазивного комбинированного остеосинтеза внутрисуставных переломов блока плечевой кости с использованием биодеградируемых имплантов и шарнирно-дистракционного аппарата внешней фиксации*: Пат. № 274419 Рос. Федерация; МПК А61В 17/00 (2006.01), А61В 17/56 (2006.01); заявитель и патентообладатель ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России. № 2018104291; заявл. 05.02.2018; опубл. 09.03.2021. 2021; (7).

REFERENCES

1. Skoroglyadov AV, Litvina EA, Morozov DS. Treatment of intra-articular fractures of the distal humerus. *Lechebnoe delo*. 2008; 3: 63-71. (In Russ.).

2. Golovach IYu, Zazirnyy IM, Semeniv IP. Post-traumatic osteoarthritis: inflammatory, cellular and biomechanical mechanisms of disease progression. *Travma*. 2016; 17(1): 99-105. (In Russ.).

3. Kesyan GA, Urazgil'deev RZ, Dan IM, Arsen'ev IG, Karapetyan GS. Heterotopic ossification of large joints as a complication of injuries and diseases of the nervous system (literature review). *Vestnik of Smolensk State Medical Academy*. 2017; 16(4): 154-160. (In Russ.).

4. Kesyan GA, Urazgil'deev RZ, Dan IM, Arsen'ev IG. Heterotopic ossification of large joints in injuries and diseases of the central nervous system (literature review). *Kremlin Medicine Journal*. 2015; 4: 78-83. (In Russ.).

5. Klenin AA. *Surgical treatment of diaphyseal fractures of the distal humerus and their consequences*: Dissertation of Cand. Sc. (Med.). Nizhny Novgorod; 2017. (In Russ.).

6. Solod EI, Lazarev AF, Tsykunov MB, Dzhaniybekov MH. Optimization of the rehabilitation process in the surgical treatment of fractures of the distal end of the shoulder. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2015; 3: 29-32. (In Russ.).

7. Shesternya NA, Lazarev AF, Ivannikov SV, Zharova TA, Solod EI, Dzhaniybekov MH, et al. Subcutaneous-subfascial osteosynthesis of fractures of the distal humerus. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2017; 1(21): 5-9. (In Russ.).

8. Kesyan GA, Arsen'ev IG, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS. A differentiated approach to the surgical treatment of the consequences of severe injuries of the elbow joint. *Vestnik of Smolensk State Medical Academy*. 2017; 16(04): 161-167. (In Russ.).

9. AI AM, Solod EI, Zagorodniy NV, Abdulkabirov MA, Lazarev AF, Dzhaniybekov MH. New approaches in the surgical treatment

of fractures of the distal humerus. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series "Natural & Technical Sciences"*. 2019; 7: 165-175. (In Russ.).

10. Kesyan GA, Samkov AS, Karapetyan GS, Dan IM. *The method of combined osteosynthesis of intraarticular fractures of the humerus trochlea using immersion compression screws and hinged elbow external fixator*: Patent N 2612812 of the Russian Federation. 2017; 8. (In Russ.).

11. Naumenko LYU, Nosivets DS. Surgical treatment of patients with fractures of the distal metaepiphysis of the humerus by combined osteosynthesis. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2009; 1(51): 16-20. (In Russ.).

12. Naumenko LYU, Nosivets DS. Advantages of a single-plane external fixation device with a ball joint in the treatment of patients with complete intra-articular fractures of the distal metaepiphysis of the humerus. *Genij Ortopedii*. 2009; 3: 99-105. (In Russ.).

13. Samusenkov DV, Krylov VA. The use of combined osteosynthesis in the treatment of a patient with a comminuted intra-articular fracture of the condyle of the shoulder. *Genij Ortopedii*. 2009; 2: 96-98. (In Russ.).

14. Deuel ChR, Wolinsky P, Shepherd E, Hazelwood SJ. The use of hinged external fixation to provide additional stabilization for fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(5): 323-329. doi: 10.1097/BOT.0b013e31804ea479

15. Giannicola G, Sacchetti FM, Greco A, Gregori G, Postacchini F. Open reduction and internal fixation combined with hinged elbow fixator in capitellum and trochlea fractures. *Acta Orthop*. 2010; 81(2): 230-235. doi: 10.3109/17453671003685475

16. Maniscalco P, Pizzoli AL, Renzi Brivio L, Caforio M. Hinged external fixation for complex fracture-dislocation of the elbow in elderly people. *Injury*. 2014; 45(Suppl 6): S53-S57. doi: 10.1016/j.injury.2014.10.024

17. Singh AP, Singh AP, Vaishya R. Open reduction and internal fixation with hinged elbow fixator in capitellum and trochlea fractures. *Acta Orthop*. 2010; 81(4): 518-519. doi: 10.3109/17453674.2010.504612

18. Zagorodniy NV, Volna AA, Panin MA. Removal of implants. *RUDN Journal of Medicine*. 2010; 4: 44-51. (In Russ.).

19. Karapetyan GS. *Methods of correction of operative aggression in complex treatment of orthopedic pathology*: Dissertation of Cand. Sc. (Med.). Moscow; 2009. (In Russ.).

20. Agadzhanyan VV, Pronskikh AA, Demina VA, Gomzyak VI, Sedush NG, Chvalun SN. Biodegradable implants in orthopedics and traumatology. Our first experience. *Polytrauma*. 2016; 4: 85-93. (In Russ.).

21. Belov D. The biodegradable polymer polylactide. *Nauka i innovatsii*. 2013; 9(127): 21-23. (In Russ.).

22. Popkov AV. Biocompatible implants in traumatology and orthopedics (literature review). *Genij Ortopedii*. 2014; 3: 94-99. (In Russ.).

23. Khoninov BV, Sergunin ON, Skoroglyadov PA. The possibilities of using biodegradable materials in traumatology and orthopedics (literature review). *Bulletin of RSMU*. 2014; 1: 20-24. (In Russ.).

24. Rokkanen PU, Böstman O, Hirvensalo E, Mäkelä E, Partio E, Päätilä H, et al. *Bioabsorbable fixation in traumatology and orthopaedics (BFTO)*. Kuopio; 1997.

25. Yakimov LA, Slinyakov LYU, Bobrov DS, Kalinskij EB, Lyaxov EV. Biodegradable implants. Formation and development.

Advantages and disadvantages (literature review). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2017; 1(21): 47-52. (In Russ.).

26. Kesyаn GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Dan IM, Arsen'ev IG, Urazgil'deev RZ. *A method of minimally invasive*

combined osteosynthesis of intra-articular fractures of the humerus block using biodegradable implants and a hinge-distraction device for external fixation: Patent N 2774419 of the Russian Federation. 2021; (7). (In Russ.).

Сведения об авторах

Кесян Гурген Абавенович — доктор медицинских наук, профессор, врач травматолог-ортопед, заведующий отделением ортопедии взрослых, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: kesyаn.gurgen@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>

Арсеньев Игорь Геннадьевич — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, старший научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: igo23602098@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>

Карапетян Григорий Сергеевич — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед отделения ортопедии взрослых, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: dr.karapetian@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>

Уразгильдеев Рашид Загидуллович — доктор медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ведущий научный сотрудник отделения ортопедии взрослых, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: rashid-uraz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>

Кесян Овсеп Гургенович — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, старший научный сотрудник отделения ортопедии взрослых, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: offsep@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>

Шуйский Артём Анатольевич — врач травматолог-ортопед, аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: shuj-artyom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>

Information about the authors

Gurgen A. Kesyаn — Dr. Sc. (Med.), Professor, Orthopedic Traumatologist, Head of the Department of Adult Orthopedics, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: kesyаn.gurgen@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>

Igor G. Arsen'ev — Cand. Sc. (Med.), Orthopedic Traumatologist, Senior Research Officer, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: igo23602098@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>

Grigoriy S. Karapetyan — Cand. Sc. (Med.), Orthopedic Traumatologist of the Department of Adult Orthopedics, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: dr.karapetian@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>

Rashid Z. Urazgil'deev — Dr. Sc. (Med.), Orthopedic Traumatologist, Leading Research Officer of the Department of Adult Orthopedics, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: rashid-uraz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>

Ovsep G. Kesyаn — Cand. Sc. (Med.), Orthopedic Traumatologist, Senior Research Officer at the Department of Adult Orthopedics, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: offsep@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>

Artyom A. Shuyskiy — Orthopedic Traumatologist, Postgraduate, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: shuj-artyom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>