

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ НАДКОЛЕННИКА

Беленький И.Г.¹, Сергеев Г.Д.², Кочиш А.Ю.^{2,3}, Майоров Б.А.^{1,4}

¹ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург;

³ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург;

⁴ГБУЗЛО Всеволожская клиническая межрайонная больница, Всеволожск

Актуальность работы обусловлена отсутствием единых взглядов на тактику лечения пострадавших с переломами надколенника. Цель исследования: на основании изучения современных литературных данных систематизировать сведения об оперативном лечении переломов надколенника. Представлены последние статистические данные о переломах надколенника. Описаны особенности кровообращения передней поверхности коленного сустава и варианты хирургических доступов к надколеннику, а также использующиеся в настоящее время классификации переломов надколенника. Изложены показания к консервативному лечению и существующие способы оперативного лечения переломов надколенника. Традиционным способом фиксации является остеосинтез спицами и стягивающей проволочной петлей с различными его модификациями, включающими использование вместо спиц канюлированных винтов. Для накостного остеосинтеза надколенника предложены различные модификации пластин. Единичные публикации указывают на использование для остеосинтеза аппаратов наружной фиксации и имплантатов с памятью формы. Набирает популярность использование для остеосинтеза надколенника современных неметаллических фиксаторов: полифиламентных и полилактидных нитей, швов из неабсорбируемого полиэстера, биоабсорбируемых канюлированных винтов. Вопрос о выборе технологии оперативного лечения переломов надколенника до сих пор остается открытым. Это подтверждается достаточно большой долей осложнений остеосинтеза. Решение вопросов улучшения качества интраоперационной репозиции переломов надколенника и совершенствование качества их фиксации являются актуальной проблемой современной травматологии и будут служить предметом дальнейших исследований.

Ключевые слова: остеосинтез, перелом надколенника, хирургический доступ, остеосинтез стягивающей петлей.

MODERN METHODS OF PATELLAR FRACTURE MANAGEMENT

Belenkiy I. G.¹, Sergeev G.D.², Kochish A.Y.^{2,3}, Maiorov B.A.^{1,4}

¹First Saint Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

²National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, Saint-Petersburg;

³Military Medical Academy named after S.M. Kirov MO RF, St. Petersburg;

⁴GBUZLO Vsevolzhsk Clinical Hospital, Vsevolzhsk,

Lack of unified concepts of patellar fracture management determines the applicability of this article. Goal of the study is to systemize current concepts of surgical treatment of patella fractures. The latest statistic data about patellar fractures is presented. Authors describe key elements of blood supply of front part of knee joint, variety of surgical approaches to the patella and classifications of patellar fractures. Indications to conservative and surgical treatment of patellar fractures are described. Traditionally Kirschner wires and tension band method is used, together with its various modifications including cannulated screws instead of wires. Different types of plates are also used for internal fixation. Few publications suggest using external fixator or implants with shape-memory. Usage of non-metallic implants becomes more and more popular: multistrand and polylactic wires, non-absorbable polyester sutures, bioabsorbable cannulated screws. The question of choice of surgical treatment method of patellar fractures remains open. Rather high incidence of postoperative complications confirms it. Improving quality of reduction techniques and fixation methods of patella fractures is still a great problem of modern trauma surgery, thus further research is needed in order to achieve better clinical results.

Keywords: osteosynthesis, patella fracture, surgical approach, tension band wire technique.

Актуальность и важность проблемы лечения пациентов с переломами надколенника в настоящее время не оспаривается травматологическим сообществом. Однако в последнее время этой проблеме лечения уделяется недостаточное внимание. Например, по запросу «перелом надколенника» на ресурсе elibrary.ru было получено всего 109 источников, а на сайте www.pubmed.gov – соответственно 2 629 источников. Для сравнения: запросы «перелом проксимального бедра» и «proximal femoral fracture» дали 534 и 18 979 результатов соответственно.

Надколенник, как известно, является крупнейшей сесамовидной костью в организме человека, играющей важную роль в биомеханике коленного сустава [1]. В связи с особенностями своего строения и расположения надколенник увеличивает на 30% эффективность сокращения четырехглавой мышцы бедра при разгибании в коленном суставе [2, 3]. Его задняя поверхность образует бедренно-надколенниковое (пателлофemorальное) сочленение с дистальным отделом бедренной кости и на три четверти представляет собой суставную поверхность. Поэтому переломы надколенника в большинстве своем являются внутрисуставными, что требует анатомичной репозиции отломков для восстановления конгруэнтности суставных поверхностей. Кроме того, по современным представлениям, в результате операций остеосинтеза надколенника должна быть достигнута надежная фиксация костных отломков, которая позволяет обеспечить раннюю функциональную нагрузку на сустав [1].

С учетом небольших размеров надколенника, его специфической формы, а также серьезных механических нагрузок, которые испытывает разгибательный аппарат коленного сустава при движениях, в целом ряде случаев такого результата добиться бывает весьма сложно. В настоящее время известно множество методов репозиции и фиксации отломков надколенника при его переломах, а в последние годы для этих целей были предложены ряд новых имплантатов и технологий остеосинтеза. Однако все эти данные не систематизированы и не позволяют сделать обоснованное заключение о том, в каких случаях те или иные методики являются предпочтительными.

Цель научного обзора: на основании анализа профильных научных публикаций представить систематизированные сведения о современном состоянии проблемы лечения пациентов с переломами надколенника.

Частота переломов надколенника (ПН) составляет от 0,5% до 1,5% от всех повреждений опорно-двигательного аппарата [4, 5]. Многооскольчатые ПН составляют 55% от всех ПН [6]. Согласно ретроспективному исследованию S.Vyun et al. (2019), данная травма встречается преимущественно среди мужчин (в 61,9% случаев). При этом средний возраст пациентов составляет 51,3 года: мужчин – 47,6 года, а женщин – 57,4 года. Однако авторы

отмечают, что в последние годы наблюдается тенденция к увеличению среднего возраста пострадавших, а также доли пациентов женского пола с переломами надколенника [1].

Говоря о механизмах данной травмы, стоит отметить, что наиболее частыми ее причинами являются падения с высоты собственного роста (44,3% случаев) и дорожно-транспортные происшествия (ДТП) (33,0% случаев). При этом среди мужчин превалирует высокоэнергетический механизм травмы – ДТП (44,1% случаев), а среди женщин – низкоэнергетический – падения на коленный сустав (68,3 % случаев) [1]. Сегодня считается, что большинство пострадавших с ПН (68,6%) нуждаются в оперативном лечении [1, 7]. Показаниями к остеосинтезу, в частности, являются: смещение костных отломков суставной поверхности более 2–3 мм, многооскольчатые переломы и открытые переломы, а также сочетания переломов с нарушениями биомеханики разгибательного аппарата коленного сустава [7].

Классификации. В настоящее время в травматологическом сообществе в отношении переломов надколенника (ПН) используются несколько классификаций. Согласно наиболее простой из них ПН подразделяют по их характеру (типу): на поперечные, вертикальные, многооскольчатые, краевые и остеохондральные [8]. В соответствии с классификацией переломов Ассоциации остеосинтеза – АО/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/ Association for the Study of Internal Fixation) среди переломов надколенника выделяют: внесуставные (тип 34-A), неполные внутрисуставные (тип 34-B) и полные внутрисуставные (тип 34-C) [9]. Следует отметить, что классификация АО/ASIF очень удобна для принятия решений в отношении вида оперативного лечения, а также позволяет осуществлять адекватный учет и статистическую обработку данных при проведении научных исследований. Кроме того, в практической деятельности принято делить переломы надколенника на переломы без смещения и со смещением отломков. При этом в качестве значимого смещения, влияющего на выбор лечебной тактики, принято рассматривать расхождение отломков более чем на 3 мм или смещение фрагментов суставной поверхности ПН более чем на 2 мм [10].

Методы лечения. Консервативное лечение, по современным воззрениям, может применяться в случаях стабильных переломов надколенника без смещения или с незначимым смещением отломков (менее 2–3 мм). Важным критерием стабильности перелома является отсутствие смещения отломков на контрольных рентгенограммах при сгибании коленного сустава до 60°. Некоторые авторы считают, что даже многооскольчатые переломы надколенника в случае, если данный критерий имеет место, могут вестись консервативно [11, 12].

Следует отметить, что консервативное лечение предполагает иммобилизацию

коленного сустава, что неизбежно приводит к увеличению сроков восстановительного лечения из-за развития контрактуры. Для того чтобы уменьшить отрицательное влияние иммобилизации, консервативное лечение должно предполагать создание возможностей для ранних функциональных движений в коленном суставе. Этого можно достигнуть, в частности, применением специального ортеза, ограничивающего сгибание в коленном суставе, но позволяющего постепенно увеличивать объем допустимых движений. Но, несмотря на попытки восстановления функции коленного сустава в период фиксации при консервативном лечении, нередко среди осложнений отмечают развитие контрактуры коленного сустава вследствие несращения перелома и/или длительной иммобилизации. Кроме того, сохранение даже небольшого остаточного смещения костных отломков при консервативном лечении пациентов с ПН неизбежно приводит к тугоподвижности коленного сустава в связи с дисконгруэнтностью суставных поверхностей бедренно-надколенникового сочленения [11].

Тем не менее консервативное лечение пациентов с ПН без смещения отломков, согласно исследованию Boström (1972), в 98% случаев приводило к отличным и хорошим отдаленным исходам [12]. Данные этого исследования красноречиво свидетельствуют о трансформации взглядов травматологического сообщества на рассматриваемую проблему. Действительно, в 1970-е гг. и хирурги, и пациенты были готовы к длительному лечению и реабилитации. В наше время ситуация изменилась, и все отчетливее проявляется тенденция к оперативному лечению при ПН, даже в случаях отсутствия значимых смещений костных отломков [1]. Поэтому в рамках настоящей обзорной статьи мы не будем в дальнейшем касаться консервативного лечения, а рассмотрим лишь различные аспекты оперативного лечения пациентов изучаемой категории.

Оперативное лечение. Кровоснабжение и хирургические доступы. Большая часть ПН являются внутрисуставными. Поэтому целью оперативного лечения профильных пациентов служат восстановление анатомии суставной поверхности и стабильная фиксация костных отломков, обеспечивающая раннее реабилитационное лечение. Кроме того, в настоящее время принято выполнять остеосинтез при ПН без смещения отломков по социальным показаниям в тех случаях, когда необходимо сократить сроки реабилитации или исключить необходимость длительной иммобилизации. В целом считается, что в оперативном лечении нуждаются около двух третей (68,6%) пациентов с обсуждаемыми переломами [1].

Выбор метода остеосинтеза определяется характером перелома, степенью смещения отломков, индивидуальными особенностями пациента и производится оперирующим хирургом. Поэтому работа многих исследователей была направлена на поиск наиболее

совершенных методик остеосинтеза, в том числе – с применением современных конструкций.

Чаще всего остеосинтез надколенника выполняют открытым способом. В связи с этим представляется важной проблема выбора хирургического доступа, для чего необходимо ориентироваться в деталях кровоснабжения передней поверхности коленного сустава.

Известно, что надколенник кровоснабжается разветвленной сетью артериального сплетения, которое формируют шесть постоянных артерий, обеспечивающих адекватное питание костных отломков даже при многооскольчатых переломах надколенника. Самой крупной из них является нисходящая коленная артерия, отходящая от бедренной артерии в бедренно-подколенном канале. Кроме того, артериальную сеть на передней поверхности коленного сустава образуют четыре постоянные ветви подколенной артерии: верхние и нижние латеральные и медиальные коленные артерии, а также передняя возвратная большеберцовая артерия, начинающаяся примерно на 1 см ниже проксимального межберцового сочленения и подходящая снаружи к нижнему полюсу надколенника.

Известно, что верхняя часть обсуждаемого артериального сплетения находится позади сухожилия четырехглавой мышцы бедра, а нижняя часть располагается в жировой клетчатке позади надколенника. При этом основной приток артериальной крови к надколеннику происходит снизу вверх в области его нижнего полюса и в средней части. Эта особенность преимущественно ретроградной артериальной перфузии важна для понимания рисков остеонекроза отломков после ПН. Передняя поверхность сухожилия четырехглавой мышцы бедра питается преимущественно за счет ветвей передней возвратной большеберцовой артерии, а задняя часть – за счет веточек верхних латеральной и медиальной коленных артерий. Артериальное кровоснабжение связки надколенника осуществляется преимущественно ветвями латеральной нижней коленной артерии, проходящими через жировые тела Гоффа и близлежащие поддерживающие связки [10].

Особенности кровоснабжения надколенника необходимо учитывать при выборе хирургического доступа, на который, безусловно, влияет характер перелома. Чаще всего используют прямые продольный срединный или поперечный доступы. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Так, продольный доступ позволяет визуализировать весь надколенник с разгибательным связочным аппаратом, однако уступает поперечному в физиологичности и по косметическим последствиям. Поперечный доступ, напротив, затрудняет визуализацию элементов разгибательного аппарата, однако позволяет адекватно восстановить связки, поддерживающие надколенник. Кроме того, при открытых переломах необходимо учитывать конфигурацию травматического повреждения кожи, что нередко вынуждает хирургов выполнять доступы неправильной формы с целью предотвращения

некрозов по краям операционной раны [8, 10]. Различные дугообразные доступы, например доступ Пайра, латеральный и медиальный парапателлярные доступы, также используются в хирургической практике [13], однако их применение с точки зрения сохранения кровоснабжения, а также по косметическим соображениям является менее обоснованным.

Способы остеосинтеза. Метод фиксации костных отломков при ПН посредством стягивающей петли является традиционным и предполагает использование металлической проволоки и двух спиц Киршнера [14]. В основе этого метода лежит принцип превращения растягивающих сил, действующих на надколенник, в силы, приводящие к межфрагментарной компрессии в зоне перелома [15]. Однако в 30% случаев после применения этой методики авторы описывают ряд осложнений, в частности: вторичное смещение костных отломков из-за нестабильности фиксации или даже полную ее несостоятельность [16]. По данным исследования K.L. Hsu et al. результатов оперативного лечения 170 больных методом стягивающей петли, несостоятельность фиксации имела место в 5,2% случаев, в 20% наблюдений отмечали появление небольшого вторичного смещения отломков, а инфекционные осложнения развились в 2,3% случаев. При этом у 7,4% пациентов в период до 3 месяцев после оперативного вмешательства произошел перелом металлоконструкции, что не привело к потере репозиции отломков. Кроме того, 46% пациентов отмечали болевые ощущения в коленном суставе, связанные с раздражением мягких тканей имплантатами, что потребовало их удаления [2].

Многие хирурги применяют модификации данного метода в попытке улучшить функциональные результаты. Например, X. Yang et al. (2020) предлагают при проведении проволоки вокруг установленных спиц Киршнера делать дополнительные продольные разрезы в сухожилии четырехглавой мышцы бедра и в собственной связке надколенника для уменьшения негативного влияния натянутой проволоки на упомянутые анатомические образования, а также усиливать конструкцию проволочным циркулярным швом. При сравнении с традиционной методикой авторы делают вывод о том, что предлагаемая ими техника проведения проволоки приводит к лучшему восстановлению функции коленного сустава при меньшем риске послеоперационных осложнений [17].

Многие травматологи придерживаются мнения, что для стабильной фиксации поперечных переломов надколенника необходимо создание межфрагментарной компрессии с помощью стягивающих винтов [11]. Для этого ими предлагается применение канюлированных стягивающих винтов, установленных перпендикулярно линии перелома, дополненных стягивающей проволочной петлей по передней поверхности надколенника. При этом проволока проводится сквозь каналы в винтах [18]. S. Thelen et al. (2013) продемонстрировали превосходство данной методики над традиционной в отношении

стабильности фиксации и предотвращения вторичного смещения костных отломков [19].

В работе С. Gwinner et al. (2016) приведены данные, согласно которым остеосинтез надколенника двумя канюлированными винтами с проведенной через них проволочной петлей является предпочтительным по сравнению с остеосинтезом одним винтом и традиционной техникой по Веберу, так как обладает большей устойчивостью к нагрузкам. Кроме того, авторы отметили менее выраженный болевой синдром в послеоперационном периоде в связи с меньшим раздражением мягких тканей металлоконструкциями, что в свою очередь способствует ранней реабилитации без увеличения риска вторичного смещения костных отломков [8]. Эти авторы допускают также использование исключительно стягивающих винтов при остеосинтезе простых ПН с целью меньшей травматизации мягких тканей. Данную технику остеосинтеза они считают особенно предпочтительной в случаях, когда репозиция костных отломков может быть достигнута закрыто, а винты установлены малоинвазивно через отдельные проколы [8]. I. Zderic et al. (2017) также отметили меньшую подвижность отломков, особенно в области суставной поверхности, при нагрузке в случае остеосинтеза винтами и стягивающей петлей по сравнению с традиционным остеосинтезом по Веберу [4].

Некоторые травматологи рассматривали также возможность замены стягивающей петли альтернативными имплантатами. В частности, A.J. Dickens et al. провели биомеханическое сравнение двух методик остеосинтеза канюлированными винтами: с проволочной петлей и с титановой сеткой, устанавливаемой по передней поверхности надколенника. В ходе исследования авторы отметили, что титановая сетка приводит к меньшему смещению костных отломков при предельной нагрузке по сравнению со стальной проволочной петлей (2,11 мм и 3,87 мм соответственно), что может уменьшать риск посттравматического артроза коленного сустава, несращения или неправильного сращения при ПН [7].

Остеосинтез пластинами. Несмотря на традиционность, сравнительную простоту и относительную дешевизну фиксации отломков надколенника спицами и проволочной петлей, а также приемлемые исходы лечения, многие авторы высказывают мнение, что при многооскольчатых ПН предпочтение при остеосинтезе следует отдавать пластинам. Это связано с тем, что метод стягивающей петли не позволяет добиться стабильной фиксации в случаях сложных переломов, особенно если они затрагивают суставную поверхность. Так, J.H. Jang et al. (2019) предложили использование крючковидной пластины для фиксации краевых и многооскольчатых переломов надколенника. Они наблюдали 30 пациентов и зафиксировали, что среднее время сращения после такой операции составило 11,6 недели. При этом не было отмечено осложнений, а функциональные результаты оказались

отличными и хорошими в 90% случаев при отсутствии неудовлетворительных исходов [20].

Для остеосинтеза надколенника, как и для фиксации переломов других локализаций, существуют анатомически предызогнутые пластины с угловой стабильностью винтов. Так, в работе M. Wild et al. (2016) представлены результаты лечения 20 профильных пациентов предызогнутой пластиной с возможностью полиаксиального проведения винтов. Было показано, что функциональные исходы у всех пациентов были отличными и хорошими. Из осложнений были зафиксированы один случай (5%) вторичного смещения костных отломков и одно наблюдение (5%) нагноения операционной раны, которое было купировано после удаления имплантата [16].

Имеются публикации, согласно которым у пациентов после остеосинтеза надколенника пластинами реже наблюдается болевой синдром по сравнению с больными, прооперированными с использованием стягивающей петли или стягивающих винтов. По данным S. Wurm et al. (2018), только 23% пациентов после фиксации ПН пластиной испытывали болевые ощущения в повседневной жизни. При этом показано, что после остеосинтеза стягивающей петлей болевой синдром, по данным этих авторов, сохраняется у 50% пациентов. Среди наблюдавшихся этими авторами 35 пациентов только в одном случае (2,8%) была отмечена несостоятельность имплантата с вторичным смещением отломков. Поэтому ими был сделан вывод о том, что остеосинтез анатомически предызогнутыми пластинами упрощает репозицию и обеспечивает высокую стабильность отломков, а также лучшие функциональные исходы по сравнению с методом стягивающей петли благодаря возможностям раннего начала реабилитации. При этом угловая стабильность винтов позволяет добиться надежной фиксации в случае многооскольчатых переломов и при сниженном качестве костной ткани [15].

Остеосинтез пластинами особенно актуален при внутрисуставных переломах нижнего полюса надколенника. При этом существуют пластины, специально предназначенные для остеосинтеза ПН этой локализации, которая составляет от 9,3% до 22,4% от всех переломов надколенника. A. Matejčić et al. (2015) представили результаты хирургического лечения 98 пациентов с переломами обсуждаемой локализации. По их данным, сроки сращения составили от 8 до 10 недель. При этом только в трех случаях (3,1%) потребовалось повторное вмешательство из-за вторичного смещения отломков и нестабильности имплантатов, 81,6% функциональных исходов были отличными, а остальные – хорошими [21].

Альтернативные способы фиксации. В недавнем прошлом для остеосинтеза надколенника широко использовался лавсановый шов. После выполнения переднего или парапателлярного доступа окружающие надколенник мягкие ткани прошивали полукисетными швами, а при завязывании нитей костные отломки фиксировали в

положении репозиции. Однако существуют работы, в которых авторы отмечают достаточно высокую частоту осложнений при таком способе фиксации при ПН. В частности, К.К. Левченко и соавт. сообщили, что у 25,7% пациентов после оперативного вмешательства по данной методике развивались различные послеоперационные осложнения: несращение перелома, формирование лигатурного свища и нагноение в послеоперационной ране [22]. В дальнейшем авторы предпринимали попытки усовершенствовать данную методику, разрабатывая свои модификации. Например, предлагалась фиксация отломков надколенника эластичной нитью путем проведения ее через сформированные костные каналы с последующей фиксацией сформированной петли над верхним полюсом надколенника [23]. В настоящее время этот способ фиксации имеет сугубо историческое значение, так как не обеспечивает достаточной стабильности и предполагает дополнительную иммобилизацию гипсовой повязкой.

Необходимо отметить, что развитие технологий остеосинтеза надколенника привело к использованию современных неметаллических фиксаторов как в сочетании с металлом, так и без него. Известны работы, авторы которых используют синтетические материалы вместо металлической стягивающей петли. Например, G. Busel et al. (2020) дополняли остеосинтез канюлированными винтами стягивающей петлей из fiberwire® – полифиламентной нити из ультравысокомолекулярного полиэтилена с оплеткой из полиэстера. По данным авторов, сращение переломов при использовании этой методики наблюдалось в 96% случаев, при этом только один пациент (2%) нуждался в ревизионной операции. В 6% случаев потребовалось оперативное вмешательство для удаления имплантатов по поводу инфекционных осложнений, а в 8% наблюдений удаление металлоконструкций проводили в связи с пальпирующимися под кожей винтами или узлами швов. Объем движений в коленном суставе составил в среднем 120°. Поэтому авторы сделали вывод, что данный метод остеосинтеза при переломах надколенника является доступной альтернативой уже известным способам [24].

Некоторые травматологи в своих работах стремятся отойти от традиционного остеосинтеза металлической стягивающей петлей, расположенной по передней поверхности надколенника, и предлагают более высокотехнологичные способы. Например, F. Nan et al. (2017) изучили биомеханические свойства имплантата, представляющего собой синтетическую полимерную нить с фиксирующими пуговицами [25]. Известно, что остеосинтез стягивающей петлей часто (до 60% случаев) требует повторных операций для удаления мешающих пациентам металлоконструкций или в связи с развившимися осложнениями (такими как инфекция, миграция или перелом металлоконструкций) [26]. F. Nan et al. отметили, что в результате своих экспериментов не выявили различий в

стабильности отломков и устойчивости предложенной ими конструкции к циклическим нагрузкам по сравнению с традиционным методом остеосинтеза стягивающей петлей. При этом они считают, что фиксация нитью с опорными пуговицами может быть предпочтительна в связи с меньшим риском развития осложнений вследствие меньшего раздражения мягких тканей и более низким профилем имплантатов [25].

Таким образом, возможность остеосинтеза при ПН без использования металлических фиксаторов интересует многих авторов. В 2016 г. L. Camarda et al. представили обзор научных публикаций, посвященных остеосинтезу надколенника различными неметаллическими имплантатами (плетеными нитями, различными полимерными нитями, швами из неабсорбируемого полиэстера, биоабсорбируемыми канюлированными винтами и полилактидными нитями) [27]. По их мнению, наиболее важным выводом из проведенного анализа является то, что при остеосинтезе надколенника неметаллическими фиксаторами успешное сращение наступает в 90% случаев. При этом только у 4% пациентов было отмечено вторичное смещение отломков и только 3,2% пациентов нуждались в повторной операции для удаления имплантатов. По данным же других авторов, после остеосинтеза металлоконструкциями в их удалении нуждались от 10% до 52% пациентов [26, 28, 29]. Поэтому был сделан вывод о том, что в связи с относительно небольшой частотой осложнений после остеосинтеза неметаллическими фиксаторами данная техника может быть перспективным методом лечения при ПН, однако для ее внедрения в широкую клиническую практику нужны дальнейшие сравнительные исследования [27].

Кроме того, в научной литературе описана занимающая особое место методика остеосинтеза надколенника имплантатами с памятью формы [30]. Авторы публикуют результаты лечения 37 пациентов, которым после операции с использованием таких имплантатов осуществляли фиксацию коленного сустава гипсом в среднем на 24 дня. Было также предложено специальное устройство с памятью формы из никелида титана для остеосинтеза при ПН [31].

Наружная фиксация. Несмотря на необходимость создания анатомичной репозиции суставной поверхности надколенника, ряд авторов предлагают при ПН наружную фиксацию в качестве метода окончательного остеосинтеза. В частности, предложен способ хирургического лечения переломов надколенника с помощью аппарата внешней фиксации [22]. При сравнении с лавсановым швом способ показал лучшие результаты. По мнению авторов, такой подход обеспечивает уменьшение сроков реабилитации и снижает риск осложнений. При этом в случаях интерпозиции мягких тканей или при большом сроке с момента травмы до операции авторы выполняли открытую репозицию костных отломков с использованием латерального доступа Пайра.

В.Н. Пастернак и соавт. разработали методику управляемой внешней фиксации при лечении пациентов с ПН. Конструкция состоит из двух модулей: компрессионно-фиксационного для наколенника и базового, который накладывается на верхнюю треть голени. Модули соединены между собой шарнирами, обеспечивающими разгрузку суставных поверхностей с возможностью движений в коленном суставе. Методика предполагает открытую репозицию, фиксацию фрагментов надколенника и восстановление разгибательного аппарата коленного сустава. Остеосинтез фрагментов надколенника осуществляется компрессионно-фиксационным модулем. В качестве элементов связи внешней опоры с костью используются 3 спицы. Две из них с упорными площадками проводят перекрестно с проксимального полюса под определенным углом через отломки после их репозиции. Еще одну спицу проводят через дистальный полюс надколенника во фронтальной плоскости. Это позволяет обеспечить стабильную фиксацию отломков на период, необходимый для полноценного костного сращения. В базовом модуле используется комбинация спицы и стержня в верхней трети голени с учетом топографо-анатомических особенностей и требований расположения элементов связи в устройствах внешней фиксации. Применение методики у 38 пациентов обеспечило раннюю функцию коленного сустава с возможностью статодинамической нагрузки на конечность [32].

Коллеги из Бангладеш в 25 случаях лечили поперечные переломы надколенника аппаратом внешней фиксации собственной конструкции. При этом у 12 больных остеосинтез выполняли чрескостно. Аппарат демонтировали через 6–8 недель после операции. Пять случаев спицевой инфекции были купированы. Авторы отмечают хорошие результаты применения метода и его преимущества в сравнении с традиционными способами фиксации, однако сравнительный анализ собственного материала в работе отсутствует [33]. Преимущества внеочагового остеосинтеза в лечении поперечных переломов надколенника описаны также Е.М. Манарбековым и соавт. [34]. Авторы модифицировали схему монтажа аппарата и получили достоверное превосходство предложенного метода в сравнении с открытым остеосинтезом. Другие исследователи также отмечают, что применение чрескостного остеосинтеза при переломах надколенника в сравнении с открытыми способами обеспечивает снижение частоты осложнений, значимое уменьшение общей продолжительности лечения больных как в стационаре, так и в амбулаторных условиях. При этом функциональные результаты лечения методом чрескостного остеосинтеза лучше, чем при открытых операциях [35].

Возможности визуализации перелома. Традиционно при ПН положение отломков во время операций принято контролировать при помощи электронно-оптического преобразователя. Однако в ряде случаев, особенно при многооскольчатых переломах,

качество визуализации бывает недостаточным для оценки репозиции отломков. Выходом из этой сложной ситуации может являться вывих надколенника и его остеосинтез под прямым визуальным контролем. При этом после выполнения переднего хирургического доступа к надколеннику апоневроз и капсула коленного сустава рассекаются с медиальной стороны. Надколенник вывихивается и переворачивается для оценки его суставной поверхности. Полость сустава промывается с целью удаления сгустков крови и свободнолежащих мелких костных отломков. Затем под визуальным контролем выполняется репозиция суставной поверхности с фиксацией отломков спицами Киршнера. После этого надколенник вправляется и выполняется остеосинтез одним из общепринятых методов. Несмотря на увеличение травматичности вмешательства, авторы отмечают улучшение результатов вследствие более качественного восстановления анатомии суставной поверхности надколенника [36]. Кроме того, для снижения травматичности вмешательства ряд авторов предлагают выполнять операцию остеосинтеза надколенника с артроскопической ассистенцией. В частности, И.В. Тимофеев и соавт. применяли артроскопическую ассистенцию в случаях остеосинтеза поперечных переломов надколенника, что позволило им выполнять операции без артротомии [37].

Частичная и полная пателлэктомия. В некоторых случаях при ПН костные отломки могут включать один большой проксимальный фрагмент при раздроблении нижнего полюса надколенника. В таких случаях методом выбора считается частичная пателлэктомия из-за невозможности добиться адекватной репозиции и стабильной фиксации множества мелких отломков [38]. Однако резекция нижнего полюса надколенника приводит к уменьшению расстояния между ним и бугристостью большеберцовой кости, вследствие чего увеличивается давление в месте контакта суставных поверхностей бедренно-надколенникового сочленения, возникают боли в передних отделах коленного сустава и повышается риск раннего развития остеоартроза [39]. Известно, что для сохранения разгибательного механизма необходимо сохранять центральную часть надколенника и не менее двух третей его суставной поверхности. Кроме того, с целью уменьшения нагрузки на подвергшиеся вмешательству нижние отделы надколенника некоторые авторы рекомендуют дополнительно выполнять чрескостный шов металлической проволокой, соединяя большеберцовую кость с надколенником [8].

Сохранение надколенника является обязательным условием для оптимального восстановления функции разгибательного механизма коленного сустава. Еще в 1909 г. А.Р. Ней-пек на основании своего исследования отметил важность сохранения надколенника в случае его перелома и допустил возможность удаления надколенника в единичных случаях, когда остеосинтез или реконструкция надколенника невозможны [40]. В настоящее время

известно, что тотальная пателлэктомия приводит к увеличению нагрузки на четырехглавую мышцу бедра на 50%. Это вызывает постоянные боли в коленном суставе, ограничение подвижности и выраженные отеки, а также приводит к слабости всей нижней конечности. Таким образом, в современных условиях хирург должен приложить максимум усилий для сохранения надколенника, а пателлэктомия может быть методом выбора только в случаях тяжелых форм остеомиелита или при полных размозжениях надколенника [8].

Заключение. Проведенный нами анализ профильных научных публикаций по проблеме лечения пациентов с переломами надколенника (ПН) позволил систематизировать современные данные по всем основным ее аспектам, а также сделать основной вывод о том, что указанная проблема к настоящему времени по-прежнему остается актуальной. При этом, если для консервативного метода лечения существуют определенные показания, с которыми согласны большинство специалистов, то по вопросам выбора оптимальной технологии оперативного лечения до сих пор ведутся интенсивные поиски и дискуссии, так как ни один из известных методов остеосинтеза при ПН не имеет явных преимуществ перед другими.

Следует отметить, что исходы оперативного лечения пациентов с ПН не устраивают травматологов, так как доля осложнений операций остеосинтеза независимо от использованной технологии остается высокой. По данным различных авторов, вторичное смещение костных отломков наблюдается в среднем у 20% пациентов, инфекционные осложнения – у 3,2–10% больных, несращение или замедленная консолидация переломов – в 1,3–12,5% случаев, а примерно каждый третий прооперированный пациент нуждается в повторных оперативных вмешательствах [1, 8].

В настоящее время не подвергаются сомнению лишь основополагающие принципы остеосинтеза при обсуждаемой патологии. Так, решен вопрос о необходимости выполнения качественной репозиции суставного компонента перелома. Однако при этом предлагаются различные способы выполнения репозиции и ее контроля. Интраоперационный вывих надколенника обеспечивает полный визуальный контроль положения отломков, но значительно увеличивает травматичность операции. Артроскопическая ассистенция является перспективным направлением, однако технически сложна и требует соответствующего оборудования, а также специальной подготовки хирургов. Кроме того, имеющийся клинический материал, характеризующий эту методику, недостаточен для выводов о целесообразности ее применения и о том месте, которое артроскопия должна занять в хирургии переломов надколенника.

Не решены вопросы о способах фиксации при ПН. Понятно лишь требование к остеосинтезу, который должен обеспечивать достаточную стабильность, позволяющую сразу после операции начинать движения в коленном суставе. Установлено, что считавшийся до

недавних пор универсальным метод фиксации спицами и стягивающей петлей обладает существенными недостатками. Предложенные усовершенствования в виде использования канюлированных винтов вместо спиц улучшают ситуацию, но не решают все имеющиеся вопросы. Применение различных модификаций пластин также представляется перспективным, однако четкие показания для остеосинтеза теми или иными накостными фиксаторами окончательно не сформулированы и требуют дальнейших исследований. Большой простор для них имеется, в частности, в области применения современных неметаллических вариантов остеосинтеза при ПН, так как достаточные обоснования, позволяющие сделать выводы о показаниях к таким операциям, в настоящее время отсутствуют. Наружная фиксация при ПН, приверженцами которой являются выходцы из советской и постсоветской травматологической школы, вряд ли перспективна из-за специфических недостатков, присущих этой методике.

В целом решение вопросов улучшения качества интраоперационной репозиции костных отломков, особенно при сложных переломах надколенника, а также совершенствование способов их фиксации в ходе операций остеосинтеза являются актуальной проблемой современной травматологии и требуют проведения дальнейших целенаправленных исследований.

Список литературы

1. Byun S., Sim J., Joo Y., Kim J.W., Choi W., Na Y.G., Shon O. Changes in patellar fracture characteristics: A multicenter retrospective analysis of 1596 patellar fracture cases between 2003 and 2017. *Injury*. 2019. vol. 50. P. 2287-2291. DOI: 10.1016/j.injury.2019.10.016.
2. Hsu K.L., Chang W.L., Yang C.Y., Yeh M.L., Chang C.W. Factors affecting the outcomes of modified tension band wiring techniques in transverse patellar fractures. *Injury*. 2017. vol. 48. no. 12. P.2800-2806. DOI: 10.1016/j.injury.2017.10.016.
3. Seijas R., Sallent A., Rivera E., Ares O. Patellar fractures. *J Invest Surg*. 2019. vol. 32. no. 6. P.571-572. DOI: 10.1080/08941939.2018.1457743.
4. Zderic I., Stoffelb K., Sommerd C., Höntzsche D., Gueorguiev B. Biomechanical evaluation of the tension band wiring principle. A comparison between two different techniques for transverse patella fracture fixation. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2017. vol. 48. P.1749-1757. DOI: 10.1016/j.injury.2017.05.037.
5. Lazaro L.E., Wellman D.S., Sauro G., Pardee N.C., Berkes M.B., Little M.T.M., Nguyen J.T., Helfet D.L., Lorich D.G. Outcomes after operative fixation of complete articular patellar fractures: assessment of functional impairment. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013. vol. 95. P.1-8.

DOI: 10.2106/JBJS.L.00012.

6. Schuett D.J., Hake M.E., Mauffrey C., Hammerberg E.M., Stahel P.F., Hak D.J. Current treatment strategies for patella fractures. *Orthopedics*. 2015. vol. 38. P.377-384. DOI: 10.3928/01477447-20150603-05.
7. Dickens A.J., Salas C., Rise L., Murray-Krezan C., Taha M.R., DeCoster T.A., Gehlert R.J.. Titanium mesh as a low-profile alternative for tension-band augmentation in patella fracture fixation: A biomechanical study. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2015. vol. 46. P.1001-1006. DOI: 10.1016/j.injury.2015.02.017.
8. Gwinner C., Märdian S., Schwabe P., Schaser K.D., Krapohl B.D., Jung T.M. Current concepts review: Fractures of the patella. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW*. 2016. vol. 5. URL: <https://www.egms.de/static/en/journals/iprs/2016-5/iprs000080.shtml> (дата обращения: 08.06.2020) DOI: 10.3205/iprs000080.
9. Müller M.E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H. *Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF group*. Berlin: Springer; 1991. 752 p.
10. Загородний Н.В., Хиджазин В.Х., Абдулхабирова М.А., Солод Э.И., Футрык А.Б. Переломы надколенника и их лечение: учебно- методическое пособие. М.: РУДН, 2017. 44 с.
11. Braun W., Wiedemann M., Rüter A., Kundel K., Kolbinger S. Indications and results of nonoperative treatment of patellar fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1993. vol. 289. P.197-201. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00003086-199304000-00028>.
12. Boström A. Fracture of the patella. A study of 422 patellar fractures. *Acta Orthop. Scand Suppl*. 1972. vol. 143. P.1-80. DOI: 10.3109/ort.1972.43.suppl-143.01.
13. Hirschmann M.T., Afifi F.K., Friederich N.F. *Surgical Approaches to the Knee*. In: Bentley G. *European Surgical Orthopaedics and Traumatology*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014. P. 2745-2753.
14. Buckley R., Moran C.G., Apiwatthakakul T. *AO Principles of Fracture Management*. Third edition. Thieme. Stuttgart. 2018. P. 1000.
15. Wurm S., Bühren V., Augata P. Treating patella fractures with a locking patella plate – first clinical results. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2018. vol. 49. no. 1. P.51-55. DOI: 10.1016/S0020-1383(18)30304-8.
16. Wild M., Fischer K., Hilsenbeck F., Hakimi M., Betsch M. Treating patella fractures with a fixed-angle patella plate—A prospective observational study. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2016. vol. 47. P.1737-1743. DOI: 10.1016/j.injury.2016.06.018.
17. Yang X., Wu Q., Xie Z., Wang X. Comparison of a modified technique with conventional tension-band using Cable Grip System for comminuted patella fractures. *Injury*. 2020. vol. 51. P.457-465. DOI: 10.1016/j.injury.2019.09.037.

18. Berg E.E. Open reduction internal fixation of displaced transverse patella fractures with figure-eight wiring through parallel cannulated compression screws. *J. Orthop. Trauma.* 1997. vol. 11. no. 8. P.573-576. DOI: 10.1097/00005131-199711000-00005.
19. Thelen S., Schnependahl J., Baumgärtner R., Eichler C., Koebke J., Betsch M., Hakimi M., Windolf J., Wild M. Cyclic long-term loading of a bilateral fixed-angle plate in comparison with tension band wiring with K-wires or cannulated screws in transverse patella fractures. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.* 2013. vol. 21. no. 2. P.311-317. DOI: 10.1007/s00167-012-1999-1.
20. Jang J.H., Rhee S.J., Kim J.W. Hook plating in patella fractures. *Injury, Int. J. Care Injured.* 2019. vol. 50. P.2084-2088. DOI: 10.1016/j.injury.2019.08.018.
21. Matejcic A., Ivica M., Jurisic D., Cuti T., Bakota B., Vidovic D. Internal fixation of patellar apex fractures with the basket plate: 25 years of experience. *Injury, Int. J. Care Injured.* 2015. vol. 46. P.87-90. DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.068.
22. Левченко К.К., Бейдик О.В., Литвак М.Б., Лукпанова Т.Н., Марков Д.А. Лечение переломов надколенника с использованием аппаратов внешней фиксации // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 3. С.95-96.
23. Измалков С.Н. Способ сшивания надколенника. // Патент РФ № 2018278. Правообладатель Самарский медицинский институт им. Д.И. Ульянова. 1994.
24. Busel G., Barrick B., Auston D., Achor K., Watson D., Maxson B., Infante A., Sanders R., Mir H.R. Patella fractures treated with cannulated lag screws and fiberwire® have a high union rate and low rate of implant removal. *Injury.* 2020. vol. 51. P.473-477. DOI: 10.1016/j.injury.2019.10.002.
25. Han F., Pearce C.J., David Q.K. Ng., Ramruttun A.K., Chong D.Y.R., Murphy D., Lim C.T., Lee B.C.S. A double button adjustable loop device is biomechanically equivalent to tension band wire in the fixation of transverse patellar fractures—A cadaveric study. *Injury, Int. J. Care Injured.* 2017. vol. 48. P.270-276. DOI: 10.1016/j.injury.2016.11.013.
26. Kumar G., Mereddy P.K., Hakkalamani S., Donnachie N.J. Implant removal following surgical stabilization of patella fracture. *Orthopedics.* 2010. vol. 33. no. 5. P.1-4. DOI: 10.3928/01477447-20100329-14.
27. Camarda L., Morello S., Balistreri F., D'Arienzo A., D'Arienzo M. Non-metallic implant for patellar fracture fixation: A systematic review. *Injury, Int. J. Care Injured.* 2016. vol. 47. P.1613-1617. DOI: 10.1016/j.injury.2016.05.039.
28. Hoshino C.M., Tran W., Tiberi J.V., Black M.H., Li B.H., Gold S.M., Navarro R.A. Complications following tension-band fixation of patellar fractures with cannulated screws compared with Kirschner wires. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013. vol. 95. no. 7. P.653-659. DOI: 10.2106/JBJS.K.01549.

29. LeBrun C.T., Langford J.R., Sagi H.C. Functional outcomes after operatively treated patella fractures. *J. Orthop. Trauma.* 2012. vol. 26. no. 7. P.422-426. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318228c1a1.
30. Митрофанова М.Ю., Россошанский А.Н. Лечение переломов надколенника имплантатами с памятью формы // Ученые записки СПбГМУ им. Акад. И.П. Павлова. 2009. Т.16. № 4. С. 82.
31. Малютин Д.Н., Ланшаков В.А., Гюнтер В.Э., Итин В.И. Устройство с памятью формы для остеосинтеза при поперечных переломах тела надколенника // Патент РФ №2117454. Правообладатель Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей. 1998.
32. Пастернак В.Н., Антонов А.А., Черныш В.Ю., Лобко А.Я. Переломы надколенника - методика управляемой внешней фиксации // Травматология и ортопедия России. 2006. № 2 (40). С. 228-229.
33. Bari M., Shahidul I., Shetu N.H., Mahfuzer R. Treatment of patella fractures by compressive external fixation (CEF) // Гений ортопедии. 2016. № 2. С. 30-32.
34. Манарбеков Е.М., Дюсупов А.А., Абишева А.С. Опыт использования чрескостного остеосинтеза при поперечных переломах надколенника // Наука и Здоровоохранение. 2018. Т.20. № 2. С. 5-16.
35. Dyusupov A.A., Dzhumabekov S.A., Manarbekov Ye.M., Manarbekova T.M. Comparative analysis of the results of treatment of patella fractures by methods // Медицина и экология. 2018. № 2 (87). С. 63-67.
36. Yin Q., Wang J., Gu S., Wu Y., Rui Y. Clinical observation of C3-type patellar fractures treated by operation methods with or without a turned-over patella. *Injury, Int. J. Care Injured.* 2019. vol. 50. P.966-972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.028>.
37. Тимофеев И.В., Дьяконова Е.Ю., Гусев А.А., Романова Е.А., Хроленко П.В. Опыт лечения переломов надколенника с применением артроскопии у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2017. Т.5. № 1. С. 53-57.
38. Pandery A.K., Pandey S., Pandey P. Results of partial patellectomy. *Arch Orthop. Trauma Surg.* 1991. vol. 110. P.246-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00572881>.
39. Koval K.J., Kim Y.H. Patella fractures. Evaluation and treatment. *Am. J. Knee Surg.* 1997. vol. 10. no. 2. P.101-108.
40. Heineck A.P. The modern operative treatment of fractures of the patella. *Surg. Gynecol. Obstet.* 1909. vol. 9. P.177-248.