

Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 5. С. 597-609.
Genij Ortopedii. 2021. Vol. 27, no. 5. P. 597-609.

Обзорная статья

УДК 616.718.49-001.5-089.227.84(048.8)

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-5-597-609>

Современные методики лечения пациентов с закрытым переломом надколенника

Ю.Д. Ким[✉], Д.С. Шитиков, Н.А. Князев, Н.Э. Лихолатов, О.А. Шафиев

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

Автор, ответственный за переписку: Юрий Дмитриевич Ким, drkim@mail.ru

Аннотация. Введение. Лечение пациентов со свежим переломом надколенника является задачей травматолого-ортопедической службы и предусматривает восстановление целостности костной ткани и разгибательного аппарата коленного сустава с созданием условий для его ранней мобилизации. Существует мнение, что консервативное лечение не может удовлетворять требованиям пациентов к качеству жизни, поэтому большинство травматологов склоняется к оперативному лечению переломов надколенника. **Цель.** На основании имеющихся данных литературы определить наиболее рациональный способ лечения пациентов с переломом надколенника. **Материалы и методы.** Проанализированы публикации за последние 10 лет. Поиск осуществлялся в поисковых системах, базах данных NCBI Pubmed, Healio Orthopedics, Medline. **Результаты.** Освещены такие способы остеосинтеза как шов надколенника, остеосинтез пластинами, специализированными внутренними устройствами, устройствами внешней фиксации, спицами Киршнера и проволочным серкляжем, различными винтами. Затронут вопрос клинического применения пателлэктомии, описан вклад кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН Краснова А.Ф. СамГМУ в развитие оперативных техник остеосинтеза надколенника, основные концепции научного поиска, а также определен наиболее оптимальный способ лечения больных с переломом надколенника. **Заключение.** Консервативный метод лечения пациентов с переломом надколенника наиболее актуален при наличии противопоказаний к оперативному вмешательству и неизбежно ведет к стойкой артрогенной контрактуре. Лучшие функциональные результаты лечения достигаются при оперативном лечении пациентов ввиду возможности ранней мобилизации коленного сустава. По данным исследований, максимальной стабильностью обладают конструкции с применением пластин и винтов, а также остеосинтез спицами Киршнера и проволочным серкляжем. Имеются данные о прямой корреляции риска развития инфекционных осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде и количества элементов металлоконструкций с подкожным расположением. Таким образом, наиболее оптимальным способом лечения закрытых переломов надколенника является остеосинтез с применением спиц и проволочного серкляжа по принципу стягивающей петли.

Ключевые слова: надколенник, остеосинтез, перелом, результаты лечения

Для цитирования: Современные методики лечения пациентов с закрытым переломом надколенника (обзор литературы) / Ю.Д. Ким, Д.С. Шитиков, Н.А. Князев, Н.Э. Лихолатов, О.А. Шафиев // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 5. С. 597-609. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-5-597-609>

Review article

Current approaches to treatment of patients with closed fractures of the patella

Yu.D. Kim[✉], D.S. Shitikov, N.A. Knyazev, N.E. Likhlatov, O.A. Shafiev

Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

Corresponding author: Yuriy D. Kim, drkim@mail.ru

Abstract. Introduction Treatment of patients with acute fractures of the patella is the task of the trauma and orthopedic service and should provide restoration of the integrity of the bone tissue and the extensor apparatus of the knee joint for its early mobilization. There is an opinion that conservative treatment cannot meet requirements of patients' quality of life, and therefore, most traumatologists are inclined to surgically treat patellar fractures. **Purpose** Based on the available literature data, to determine the most rational way to treat patients with patellar fractures. **Materials and methods** Available studies published in the last 10 years were analyzed. The databases NCBI Pubmed, Healio Orthopedics, Medline were searched. **Results** Such osteosynthesis methods as patella suture, osteosynthesis with plates, special internal devices, external fixation devices, Kirschner wires and wire cerclage, various screws were covered. The question of clinical application of patellectomy was touched upon; the contribution of the Department of Traumatology, Orthopedics and Urgent Surgery of the Krasnov Samara State Medical University to the development of operative techniques of osteosynthesis of the patella, the basic concepts of scientific research, and also the most optimal ways of treating patients with patellar fractures were described. **Conclusion** The conservative method of treating patients with patellar fractures is most relevant if there are contraindications to surgery. It inevitably leads to persistent arthrogenic contracture. The best functional results of treatment have been achieved with surgical treatment due to the possibility of early mobilization of the knee joint. According to the data of available studies, plates and screws as well as osteosynthesis with Kirschner wires and wiring cerclage show maximum stability. There is evidence of a direct correlation between the risk of developing infectious complications and pain in the postoperative period and the number of elements of subcutaneous metal implants. Thus, the most optimal way to treat closed fractures of the patella is osteosynthesis with the use of wires and wire cerclage according to the tension band principle.

Keywords: patella, osteosynthesis, patella fracture, tension band wire, outcomes

For citation: Kim Yu.D., Shitikov D.S., Knyazev N.A., Likhlatov N.E., Shafiev O.A. Current approaches to treatment of patients with closed fractures of the patella (literature review). *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 5, pp. 597-609. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-5-597-609>

ВВЕДЕНИЕ

Лечение пациентов со свежим переломом надколенника является задачей исключительно травматолого-ортопедической службы. Оно предусматривает восстановление целостности костной ткани надколенника, разгибательного аппарата коленного сустава. Обязательным условием лечения является восстановление конгруэнтности суставной поверхности надколенника, а также создание условий для ранней мобилизации

коленного сустава путем достижения абсолютной стабильности костных отломков [1–4]. На современном этапе развития травматологии и ортопедии как науки перечисленные задачи должны решаться в максимально полном объеме.

Цель. На основании имеющихся данных литературы определить наиболее рациональный способ лечения пациентов с переломом надколенника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами проанализированы данные научных работ о различных подходах к лечению пациентов с переломом надколенника с акцентированием внимания на анализе различных способов остеосинтеза. Поиск научных статей и руководств производился в научных базах данных NCBI Pubmed, Healio Orthopedics, Medline, опубликованных в период с 2010 по 2019 год включительно. Поиск проводился по ключевым словам «перелом надколенника», «надколенник», «лечение переломов надколенника», «остеосинтез переломов над-

коленника», «шов надколенника», «fracture of patella», «patella's fracture», «patella», «treatment of fractures of patella», «osteosynthesis of the fracture of patella», «suture of patella». Критериями включения анализируемых публикаций явилось наличие описания конкретных способов и методов лечения пациентов с переломами надколенника, экспериментальная или клиническая актуальность описываемых способов или методов, давность публикации. Таким образом, для анализа отобрано 55 публикаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным проанализированной литературы, в лечении пациентов с переломом надколенника принято выделять два принципиально разных подхода – консервативный и оперативный [5]. Существует мнение, что консервативное лечение применимо при отсутствии смещения отломков надколенника или диастазе между отломками не более 3–4 мм [1, 2, 3, 6, 7]. Кроме того, при принятии решения о возможности консервативного лечения пациента с переломом надколенника рекомендуется выполнить тест сгибания в коленном суставе до 60°. Если при сгибании до указанного угла при ЭОП-контроле будут отсутствовать признаки смещения отломков, то допустимо применение консервативного подхода с возможностью постепенной ранней мобилизации поврежденного коленного сустава в динамическом функциональном бандаже [5]. Однако данный подход обрекает пациента

на иммобилизацию нижней конечности в высокой гипсовой повязке на срок до 4–6 недель с последующим длительным периодом реабилитации. При таких условиях неизбежно развитие контрактуры коленного сустава, артрофиброза, атрофии четырехглавой мышцы бедра и создание условий для быстро прогрессирующего развития посттравматического остеоартрита коленного сустава [1]. Очевидно, что эффект от консервативного лечения не может удовлетворять требования пациентов к качеству жизни. Учитывая описанные факты, подавляющее большинство врачей травматологов-ортопедов склоняется к оперативному лечению переломов надколенника при отсутствии противопоказаний к нему.

Сводные данные достоинств и недостатков консервативной тактики лечения больных с закрытым переломом надколенника приведены в таблице 1.

Таблица 1

Консервативные методы лечения пациентов с закрытым переломом надколенника

Авторы, год и номер источника	Описание модели пациента	Методика консервативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
Schuett D. J. et al., 2015 [1]	Отсутствует смещение надколенника, диастаз между отломками не более 3–4 мм	Иммобилизирующая лонгета	Простота метода, возможность самостоятельно передвигаться и проходить лечение в амбулаторном порядке	Развитие контрактуры КС, артрофиброза, атрофии четырехглавой мышцы бедра и создание условий для быстро прогрессирующего развития посттравматического остеоартрита КС
Kakazu R., Archdeacon M.T., 2016 [2]	Диастаз между отломками не более 2–4 мм	Иммобилизирующие повязки	Простота метода, возможность самостоятельно передвигаться и проходить лечение в амбулаторном порядке	Развитие контрактуры КС, артрофиброза, атрофии четырехглавой мышцы бедра и создание условий для быстро прогрессирующего развития посттравматического остеоартрита КС, вероятность формирования ложного сустава, несращения отломков
Scolaro J., Bernstein J., Ahn J., 2010 [3]	Диастаз между отломками не более 2–4 мм, сохранение целостности разгибательного аппарата коленного сустава	Иммобилизирующие повязки	Простота, возможность для больного самостоятельно передвигаться и проходить лечение в амбулаторном порядке	Развитие контрактуры КС, артрофиброза, атрофии четырехглавой мышцы бедра и создание условий для быстро прогрессирующего развития посттравматического остеоартрита КС, вероятность формирования ложного сустава, несращения отломков
Crist B.D., Borrelli J., Harvey E.J., 2020 [4]	Диастаз между отломками не более 2–4 мм	Иммобилизирующие повязки	Простота, возможность для больного самостоятельно передвигаться и проходить лечение в амбулаторном порядке	Неизбежное развитие контрактуры КС, артрофиброза, атрофии четырехглавой мышцы бедра и создание условий для быстро прогрессирующего развития посттравматического остеоартрита КС, вероятность формирования ложного сустава, несращения отломков
Clemens Gwinner et al., 2016. [5]	Стабильность отломков после сгибательного теста	Функциональный динамический бандаж	Возможность ранней мобилизации коленного сустава, простота метода, отсутствие хирургической инвазии	Метод подходит только для переломов, не затрагивающих суставной хрящ. Сохраняется риск развития контрактуры КС, артрофиброза
Gould, Fraser, 2017 [6]	Поперечный перелом надколенника, диастаз между костными отломками до 2 мм	Гипсовая повязка	Простота ведения пациента, снижение риска гнойно-септических осложнений ввиду отсутствия хирургической инвазии	Необходимость отсутствия смещения отломков более 2–4 мм, длительная иммобилизация коленного сустава и риск развития контрактур, увеличение срока нетрудоспособности пациента
Tiscareño-Lozano F.J. et al., 2018 [27]	Перелом надколенника	Иммобилизирующие повязки	Наиболее безопасный метод с точки зрения развития гнойно-септических осложнений	Риск развития артрофиброза, инфекционных осложнений, смещение отломков в послеоперационном периоде

В настоящее время все методы остеосинтеза надколенника можно условно разделить на 3 группы:

- 1) наkostный остеосинтез с использованием пластин и винтов, а также специализированных устройств-имплантов;
- 2) внеочаговый остеосинтез с использованием АВФ;
- 3) внутрикостный остеосинтез с использованием спиц, винтов, проволоочного серкляжа [1, 5, 8].

Остеосинтез надколенника различными видами пластин стал широко использоваться относительно недавно. Наиболее подробно остеосинтез пластинами и винтами описан Florian Gebhard, Phil Kregor, Chris Oliver [9]. После открытой репозиции отломков и их фиксации костодержателем или спицами Киршнера выполняется моделирование пластин с тем расчетом, чтобы на каждый отломок приходилось минимум две точки фиксации. Клинический опыт Taylor et al. свидетельствует об удовлетворительных результатах лечения пациентов с переломами надколенника при помощи комбинации пластин и межфрагментарной винтовой фиксации [8, 10, 11]. При грамотном предоперационном планировании и мануальном навыке хирурга остеосинтез пластиной является довольно хорошим способом остеосинтеза многооскольчатых раздробленных переломов надколенника с достижением абсолютной стабильности отломков.

Остеосинтез надколенника пластинами позволяет обеспечить стабильную фиксацию костных отломков, что позволяет в раннем послеоперационном периоде начать выполнять активные движения в коленном суставе. Имеются экспериментальные и клинические данные, свидетельствующие о том, что при остеосинтезе надколенника при помощи блокируемой пластины конструкция обладает на 33 % большей устойчивостью к нагрузке и обеспечивает в 5 раз меньшее смещение отломков, чем конструкция с применением внутрикостного остеосинтеза со стягивающей петлей [12–15].

Однако остеосинтез пластинами при переломах надколенника достаточно сложный и требует от оператора достаточного уровня мануальных навыков. Кроме того, остеосинтез специализированными пластинами является дорогостоящим способом лечения, вследствие чего не имеет широкого распространения в клинической практике. Также имеются и другие недостатки, такие как высокий риск развития гнойно-септических осложнений ввиду подкожного расположения металлоконструкции, значительного травмирования перипателлярных мягких тканей [16].

David Volgas et al. описали клинический опыт применения титановых сетчатых блокируемых пластин для остеосинтеза переломов надколенника. Отмечены хорошие клинические и функциональные результаты в отдаленном послеоперационном периоде и один случай осложнения в виде полочки блокируемых винтов с переломом дистального полюса надколенника, потребовавшим повторного оперативного вмешательства [17]. Сходные клинические данные предоставлены Moore TB, Sampathi BR et al. в ретроспективном анализе результатов оперативного лечения пациентов с переломом надколенника при помощи блокируемых пластин [18].

Преимуществом данного способа остеосинтеза является возможность моделирования кривизны пластины под профиль передней поверхности надколенника пациента и корректировки размеров пластины, что позволяет персонифицировать имплант в каждом отдельном случае. Однако недостатки описанного способа

не отличаются от недостатков, описанных для других способов остеосинтеза пластинами выше.

Quan-Ming Zhao et al. представляют клинические данные об использовании в качестве фиксатора титан-никелевого устройства для остеосинтеза надколенника в сравнении со способом остеосинтеза титановым проволоочным серкляжем, наложенным О- и 8-образно, с учетом принципа стягивающей петли. Устройство представляет собой 2 базовые части с когтеобразными фиксаторами отломков надколенника и соединяющий базы элемент, выполненные из материала с памятью формы, реагирующего на нагревание [19].

Fusun Liu et al. предложили для остеосинтеза имплант в виде кольца с крючковидными фиксаторами, расположенными радиально по окружности, и представили клинические результаты применения данной конструкции. Авторы добились преимущественно хороших и удовлетворительных результатов лечения, отметив, что менее 20 % пациентов в отдаленном послеоперационном периоде остались недовольны функциональными результатами лечения [20].

Применение описанных имплантов имеет такие преимущества как сокращение времени оперативного вмешательства и, тем самым, снижение риска развития гнойно-септических осложнений, обеспечение достаточной стабильности отломков в каждом конкретном клиническом случае. Однако данный способ характеризуется риском развития осложнений, характерных для всех описанных способов остеосинтеза пластинами. Применение данной конструкции усложняет оперативное вмешательство с технической точки зрения – начиная от подбора размера импланта и заканчивая интраоперационным термическим воздействием на него.

В целом, в связи с вышеописанными недостатками наkostных конструкций и их дороговизны эти методики не находят широкого распространения ни в России, ни за рубежом.

К внеочаговым способам остеосинтеза переломов надколенника относится остеосинтез с помощью различных аппаратов внешней фиксации. Елжан М. Монарбеков и соавт. описали способ остеосинтеза поперечных переломов надколенника при помощи аппарата внешней фиксации типа Илизарова. В качестве фиксирующих элементов использовались спицы с упорными площадками, проводимые параллельно друг другу, с противоположным расположением опорных площадок через отломки надколенника, причем спицы вводились перпендикулярно оси надколенника так, чтобы не затрагивались сухожилие четырехглавой мышцы бедра и собственная связка надколенника. Чрескостно проведенные элементы соединялись друг с другом при помощи полуколец и соединительных элементов аппарата Илизарова. Такая конструкция позволяла выполнять как интраоперационно, так и в послеоперационном периоде компрессию между отломками, а также предусматривала возможность ранней активизации больного с возможностью определенной амплитуды активных движений в коленном суставе. Кроме того, способ позволяет давать дозированную физическую нагрузку на оперированную нижнюю конечность [21].

В 2012 году Mohammed Ismail Wardak et al. сделали вывод о том, что методика компрессионной наружной фиксации – достаточно эффективный метод лечения в случаях, когда состояние мягких тканей не предоставляет возможность для открытой репозиции и внутренней фиксации перелома, в экстремальных условиях, в условиях с резко ограниченными ресурсами [22].

В 2016 году М.М. Bari и соавт. описаны результаты лечения 25 пациентов с поперечным переломом надколенника с использованием методики компрессионной наружной фиксации. Суть способа заключается в том, что выполняется наложение аппарата внешней фиксации, основывающегося на принципах аппарата Илизарова с натянутыми спицами. У всех пациентов было достигнуто прямое сращение перелома с восстановлением конгруэнтности суставной поверхности и объема активных и пассивных движений в коленном суставе. Однако в процессе лечения у 20 % пациентов отмечено развитие воспалительных явлений мягких тканей, которые купировались местным применением антибактериальных препаратов и антисептиков [23].

Недостатком закрытого аппаратного остеосинтеза является невозможность визуального и пальпаторного контроля сопоставления суставной поверхности надколенника. Кроме того, определенные неудобства для пациента в эстетическом и бытовом плане создает само наличие аппарата внешней фиксации на конечности и необходимость ежедневного ухода за кожными покровами в местах расположения чрескостных элементов [24].

Самая популярная группа методик остеосинтеза надколенника – внутрикостный остеосинтез. Эта группа сочетает различные методики остеосинтеза спицами, винтами и серкляжными элементами.

Описаны различные способы остеосинтеза надколенника при помощи циркулярного шва свободным проволочным серкляжем и различными шовными материалами [25, 26].

Суть способов заключается в сшивании бокового разгибательного аппарата и парapatellarного апоневроза шовным материалом с последующим наложением кругового парapatellarного шва мягким материалом. Yangyang Sun et al. описали способ остеосинтеза надколенника при помощи стального проволочного серкляжа по следующей системе: в перипателлярных мягких тканях вокруг отломков надколенника со стороны проксимального и дистального полюсов проводились два отрезка серкляжа, две петли которого вытягивались на переднюю поверхность надколенника, а концы серкляжа скручивались между собой; через вытянутые петли проводился третий отрезок проволочного серкляжа циркулярно, концы которого скручивались на боковой стороне надколенника [8].

Tiscareño-Lozano F.J. et al. описали упрощенную технику фиксации отломков многооскольчатого перелома надколенника с использованием двух проволочных серкляжей, которые проводили циркулярно и 8-образно через сухожилие четырехглавой мышцы бедра и собственную связку надколенника с натяжением концов на боковой поверхности надколенника [27].

Авторы сообщают о хороших результатах клинического применения данного способа у пациентов. Осложнения отмечены у 11 % пациентов и включали в себя развитие инфекции, поломку имплантов, дискомфортные и болевые ощущения в области оперативного вмешательства в послеоперационном периоде. Способ хорош и удобен для применения тем, что не требует проведения фиксирующих элементов через отломки и не подразумевает дополнительной травматизации костной ткани, не требует длительного времени, прост для выполнения в условиях операционной, минимально затратен. Однако во время проведения проволочного серкляжа повреждаются сухожилие четырехглавой мышцы бедра и собственная связка надколенника. При

закручивании узлов скруток и при выполнении активных движений в послеоперационном периоде мягкие ткани подвергаются давлению со стороны петель серкляжа, что обуславливает появление болевого синдрома. Кроме того, существует вероятность развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома вследствие подкожного расположения проволочного серкляжа и узлов скруток и раздражения перипателлярных мягких тканей. Также при применении описанных конструкций высок риск развязывания узлов скруток, ослабление стягивающей петли и вторичного смещения отломков с миграцией металлофиксаторов.

Xiaozheng Tang et al. описали способ остеосинтеза надколенника при помощи 5-конечного звездообразного решетчатого шва и результаты его применения в клинической практике. После открытой репозиции отломков интраоперационно выполнялось моделирование конструкции в виде 5-конечной звезды из шовного материала полидиоксанон 0-0, после чего конструкция располагалась на передней поверхности надколенника и закреплялась двумя полуциркулярными швами из полидиоксанона 2-0 за вершины звезды. Узлы полуциркулярных швов затягивались на боковых поверхностях надколенника. Как утверждают авторы, формировалась конструкция, соответствующая принципу стягивающей петли (принцип, согласно которому силы растяжения, воздействующие на надколенник тангенциально, компенсируются фиксатором с одной стороны и способствуют компрессии отломков на противоположной стороне). Авторы представляют удовлетворительные клинические и функциональные результаты лечения 25 пациентов с поперечным переломом надколенника и отмечают отсутствие эпизодов замедленной консолидации и несращения переломов, смещения отломков, гнойно-воспалительных раневых осложнений [28].

Наиболее часто различные техники шва надколенника применяются при отрывных переломах полюсов, в том числе популярна анкерная фиксация отломков и техники шва надколенника в сочетании с фиксацией отломков спицами [8, 29–31]. Данные способы хорошо зарекомендовали себя в клинической практике, обеспечивая восстановление целостности разгибательного аппарата коленного сустава.

На сегодняшний день врачами травматологами-ортопедами широко применяется в клинической практике остеосинтез надколенника по способу Weber с использованием принципа стягивающей петли, и в литературе наиболее часто встречаются сравнения различных способов остеосинтеза именно с ним [1, 32–34]. Перед выполнением остеосинтеза осуществляется открытая репозиция отломков, после чего выполняется внутренняя фиксация – это принцип, который необходимо соблюдать при остеосинтезе всех интраартикулярных переломов для возможности осуществления визуального, пальпаторного и инструментального контроля сопоставления суставных поверхностей отломков [35]. Кроме того, интраоперационная межфрагментарная компрессия и дополнительная компрессия отломков при осевой и эксцентрической нагрузке обеспечивает абсолютную стабильность костных отломков, что также важно при остеосинтезе внутрисуставных переломов [36]. Учитывая данный аспект, в послеоперационном периоде возможна ранняя активизация пациента, раннее начало выполнения ЛФК, дозированная нагрузка на оперированную нижнюю конечность, что снижает риск развития артрофиброза и контрактур коленного сустава.

Еще одним преимуществом способа остеосинтеза спицами Киршнера и проволочной петлей является его применимость при вертикальных (продольных) переломах надколенника модифицированным способом с применением принципа стягивающей петли, описанным Joao Alberto Larangeira et al. [37]. Jae-Woo Cho et al. описан модифицированный, более сложный способ остеосинтеза надколенника спицами и проволочным серкляжем с применением принципа стягивающей петли и хорошо проявивший себя в клинической практике, однако принцип метода остается прежним [38].

Все способы остеосинтеза переломов надколенника с применением спиц Киршнера и проволочного серкляжа характеризуются одними и теми же недостатками. Один из них – раздражение концами загнутых спиц и проволочным серкляжем сухожилия четырехглавой мышцы бедра и перипателлярных мягких тканей, и, как следствие, стойкий болевой синдром в послеоперационном периоде, ограничивающий амплитуду активных движений в оперированном коленном суставе, что в совокупности с недостаточными реабилитационными мероприятиями приводит к неудовлетворительным функциональным результатам лечения [39]. Имеет место высокий риск развития гнойно-воспалительных осложнений и нагноение швов в области оперативного вмешательства, образования свищей в местах стояния узлов стяжки проволочного серкляжа, миграция спиц.

Bong-Ju Lee et al. описали модифицированный способ остеосинтеза надколенника спицами Киршнера и плетеным шовным материалом FiberWire компании Arthrex, заключающийся в проведении спиц в параллельном друг другу и оси надколенника отношении и наложении 8-образно материала FiberWire с дополнительными турами вокруг спиц с соблюдением принципа стягивающей петли.

Авторы сообщают об удовлетворительных клинических результатах лечения пациентов с поперечным переломом надколенника с применением описанной методики и сообщают, что только у одного пациента развились осложнения в послеоперационном периоде в виде смещения отломков и несращения перелома. К преимуществам выбора материала FiberWire авторы относят прочность материала на разрыв, не уступающую проволочному серкляжу, а также удобство манипулирования узлом при затягивании стягивающей петли [40].

Казалось бы, механическая суть принципа стягивающей петли способа Weber понятна и изучена [41]. Однако Mohammed Ali, Jan Kuiper, Joby John в эксперименте на деревянных моделях надколенника продемонстрировали влияние расположения узлов проволочного серкляжа относительно мест выхода спиц из кортикальной пластинки надколенника и ориентации 8-образно расположенного проволочного серкляжа относительно оси надколенника на степень межфрагментарной компрессии и стабильность остеосинтеза в целом [42, 43]. Полученные данные применимы в клинической практике и способны улучшить клинические и функциональные результаты лечения пациентов при применении классического способа Weber.

Известен остеосинтез надколенника винтами. Используют два винта диаметром 3,5 мм, которые вводятся параллельно друг другу перпендикулярно линии перелома (длиннику надколенника) после предварительной открытой репозиции. При этом винты устанавливаются как стягивающие. Также известна

комбинация остеосинтеза неполнорезьбовыми канюлированными винтами и проволочным серкляжем.

Данная конструкция, по мнению Carpenter et al., Chih-Hsien Chen et al., обладает большей стабильностью, нежели остеосинтез винтами [44, 45]. К преимуществам описанных способов относятся снижение травматизации перипателлярных мягких тканей металлофиксаторами. Снижается риск миграции металлофиксаторов, так как они надежно фиксированы между собой. Кроме того, конструкция обеспечивает абсолютную стабильность отломков. Данные преимущества подтверждаются ретроспективным анализом клинических данных оперативного лечения пациентов с поперечным переломом надколенника Wang Chengxue, Tan Lei et al. Согласно предоставленным данным, способ остеосинтеза канюлированными винтами характеризуется меньшей частотой развития гнойно-септических осложнений и осложнений, связанных с поломкой и миграцией металлофиксаторов, в сравнении со способом остеосинтеза стягивающей проволочной петлей [46].

Наряду с преимуществами есть большой недостаток данного способа остеосинтеза – таким образом могут быть синтезированы переломы с двумя крупными отломками (поперечные переломы), так как проведение винтов через мелкие отломки при многооскольчатых или краевых переломах может привести к их интраоперационной фрагментации. В опыте на модели надколенника с симулированным поперечным переломом и фиксацией канюлированными винтами и проволочным серкляжем Chih-Wei Chang et al. показали, что с биомеханической точки зрения для более равномерного распределения нагрузки на металлоконструкцию необходимо правильное позиционирование винтов (на 5 мм ниже полюса надколенника). Такое расположение винтов обеспечит снижение риска миграции металлофиксаторов и их поломку [47]. С учетом данного аспекта есть вероятность возникновения технических трудностей остеосинтеза надколенника канюлированными винтами и проволочным серкляжем ввиду особенностей морфологии перелома и анатомических особенностей пациента.

Alayan A. et al. в кадаверном эксперименте использовали компрессирующие погружные винты в комбинации с серкляжным швом из материала FiberWire N 5 и стягивающей петлей из материала FiberWire N 2 компании Arthrex. Получены экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что диастаз между отломками при применении описанной авторами техники и при применении остеосинтеза по Weber не отличается, однако прочность остеосинтеза по Weber при максимальной нагрузке на разрыв выше. Преимуществами способа остеосинтеза погружными винтами и серкляжем из материала FiberWire являются предположительное снижение болевого синдрома в послеоперационном периоде, обусловленное травматизацией мягких тканей выстоящими подкожно частями металлоконструкций при классических способах остеосинтеза, и простота манипуляции узлом серкляжа и стягивающей петли при их затягивании [48].

Некоторые авторами (Е.А. Литвина, 1995; JFS Sutton et al., 1976) описывалась частичная или полная пателэктомия при многооскольчатых переломах надколенника. Brooke (1937) высказал мнение о том, что надколенник не выполняет значительную функцию в организме человека. Однако большинство авторов придерживаются мнения, что при наличии возможности лучше сохранить надколенник для восстановления функции полноценно-

го разгибательного аппарата коленного сустава [49]. На данный момент частичная или полная пателлэктомия рекомендуется как способ лечения пациентов с переломом надколенника при многооскольчатых (раздробленных) повреждениях при невозможности выполнения остеосинтеза с восстановлением суставной поверхности [1]. Однако Хиджазин В.Х., Солод И.Э. и соавт. высказывают противоположное мнение о том, что в клинической практике вполне возможно избежать частичной и тотальной пателлэктомии при многооскольчатых переломах в соответствии с принципами сохранения всех фрагментов и при наложении достаточного количества проволоочных петель на фрагменты надколенника [49].

В 2015 году нами на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН Краснова А.Ф. ФГБОУ ВО Самарского государственного медицинского университета был разработан новый способ остеосинтеза надколенника спицами и проволоочным серкляжем, заключающийся в том, что две спицы проводились в параллельном друг другу направлении перпендикулярно продольной оси надколенника, проволоочный серкляж накладывался 8-образно за концы спиц и натягивался [50]. Наиболее очевидным преимуществом способа является ориентация спиц в отломках надколенника, не затрагивающая сухожилие четырехглавой мышцы бедра и собственную связку надколенника, что обуславливает значительно меньший болевой синдром в послеоперационном периоде ввиду минимизации числа раздражающих металлофиксаторов, расположенных рядом с окружающими перипателлярными мягкими тканями. Также в послеоперационном периоде отмечалось значительное увеличение объема активных движений в коленном суставе. Однако при затягивании проволоочного серкляжа интраоперационно, а также при выполнении активных движений в коленном суставе замечено тангенциальное смещение отломков (на излом). Отсюда можно сделать вывод о том, что данный способ не только не обеспечивает необходимой межфрагментарной компрессии отломков, но и нарушает принцип стягивающей петли. Таким

образом можно вести речь о макроподвижности отломков интраартикулярного перелома, что ведет к формированию ложного сустава, патологии консолидации перелома [35]. Выявленные недостатки предложенного метода фиксации надколенника привели к дальнейшему изучению данной темы и созданию другого метода фиксации.

В 2019 году сотрудниками кафедры разработан новый способ остеосинтеза надколенника при помощи спиц Киршнера и проволоочного серкляжа. Суть способа заключается в проведении двух спиц параллельно оси надколенника по обе стороны от собственной связки надколенника из дистального отломка в проксимальный без выхода концов спицы из кортикальной пластинки проксимального отломка. Третья спица проводится перпендикулярно ранее проведенным двум через проксимальный отломок. Далее проволоочный серкляж проводится 8-образно за концы спиц с перекрестом по передней поверхности надколенника и закручивается плоскогубцами, выполняя межфрагментарную компрессию. Данный способ отличается от предыдущего, предложенного сотрудниками кафедры, тем, что учитывается принцип стягивающей петли, что обеспечивает абсолютную стабильность костных отломков при затягивании проволоочного серкляжа за счет осуществления межфрагментарной компрессии. Кроме того, он применим не только в случае поперечных переломов надколенника (что характерно для способа остеосинтеза по Weber), но и при многооскольчатых переломах при дополнении предложенной конструкции циркулярным проволоочным серкляжем. Способ позволяет в раннем послеоперационном периоде начать выполнение активных движений в коленном суставе, давать дозированную осевую нагрузку на нижнюю конечность, что снижает риск развития контрактур коленного сустава и атрофических процессов мышц-разгибателей бедра. На описанный способ был получен патент РФ [51]. Способ хорошо себя зарекомендовал в эксперименте и клинической практике. Ведется активная работа по наблюдению отдаленных клинических результатов лечения пациентов с данной патологией.

Таблица 2

Оперативные способы лечения пациентов с переломом надколенника

Автор(ы), год и номер источника	Описание модели пациента	Способ оперативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
Schuett D.J. et al., 2015 [1]	Простые и многооскольчатые переломы надколенника с повреждением суставной поверхности	Остеосинтез переломов надколенника винтами, спицами Киршнера и проволоочным серкляжем	Минимизируется количество случаев дисрегуляции, короткие сроки реабилитации больного	Вероятность гнойно-инфекционных осложнений, остеомиелита, травматичность выполнения, повреждение мышц и надкостницы
Kakazu R., Archdeacon M.T., 2016 [2]	Простые и многооскольчатые переломы надколенника с повреждением суставной поверхности	Остеосинтез переломов надколенника винтами, спицами Киршнера и проволоочным серкляжем	Достигаются лучшие функциональные результаты лечения. Снижается риск несращения и формирования ложного сустава надколенника	Вероятность гнойно-инфекционных осложнений, остеомиелита, травматичность выполнения, повреждение мышц и надкостницы
Scolaro J., Bernstein J., Ahn J., 2010 [3]	Оскольчатые переломы с повреждением разгибательного аппарата	Остеосинтез переломов надколенника винтами и проволоочным серкляжем	Создаются условия для анатомичной репозиции и достаточной фиксации костных отломков. Значительно ограничиваются показания для выполнения пателлэктомии	Сохраняется риск несращения переломов, миграции металлофиксаторов в послеоперационном периоде. Необходимость повторного оперативного вмешательства для удаления металлофиксаторов
Crist B. D., Borrelli J., Harvey E. J., 2020 [4]	Простые и многооскольчатые переломы надколенника с повреждением суставной поверхности	Остеосинтез переломов надколенника винтами, спицами Киршнера и проволоочным серкляжем	Применение принципа стягивающей петли позволяет добиться достаточной межфрагментарной компрессии и абсолютной стабильности костных отломков, что позволяет в послеоперационном периоде начать раннюю активную мобилизацию КС	Риск развития гнойно-септических осложнений, остеомиелита, болевого синдрома в послеоперационном периоде
Giannoudis P.V., 2020 [7]	Простые и многооскольчатые переломы надколенника с повреждением суставной поверхности	Остеосинтез переломов надколенника винтами, спицами Киршнера и проволоочным серкляжем	Описаны принципы и условия принятия решения о тактике ведения пациентов с переломами надколенника – консервативном или оперативном лечении	Вероятность гнойно-инфекционных осложнений, остеомиелита, травматичность выполнения, повреждение мышц и надкостницы

Оперативные способы лечения пациентов с переломом надколенника

Автор(ы), год и номер источника	Описание модели пациента	Способ оперативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
Gwinner C. et al., 2016 [5]	Поперечные переломы надколенника	Остеосинтез спицами и проволочным серкляжем с применением стягивающей петли	Более стабильная и прочная фиксация, ранняя мобилизация КС в послеоперационном периоде, возможность отказа от иммобилизации конечности	Риск развития гнойно-септических осложнений, остеомиелита, болевого синдрома в послеоперационном периоде
	Сложные переломы	Остеосинтез винтами и специализированными пластинами с угловой стабильностью с дополнительной фиксацией мелких фрагментов шовным материалом	Достаточная межфрагментарная компрессия и абсолютная стабильность костных отломков. Ранняя активная мобилизация КС	Большой риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде
	Сложные многооскольчатые переломы	Тотальная или частичная пателлэктомия	Достаточная межфрагментарная компрессия и абсолютная стабильность костных отломков. Ранняя активная мобилизация КС	Риск развития гнойно-септических осложнений, остеомиелита, болевого синдрома в послеоперационном периоде. Существует риск развития перегрузки разгибательного аппарата КС, формирования болевого синдрома, ограничения функции КС
Florian Gebhard et al., 2016 [9]	Поперечные и сложные переломы надколенника	Остеосинтез по способу Weber, способы репозиции и фиксации перелома	Достаточная межфрагментарная компрессия и абсолютная стабильность костных отломков. Ранняя активная мобилизация КС. Не требуется специфических мануальных навыков хирурга и инструментария	Риск развития гнойно-септических осложнений, остеомиелита в послеоперационном периоде. Раздражение периапфизарных мягких тканей металлическими имплантатами может способствовать развитию болевого синдрома при начале активных движений в КС
Henrichsen J.L. et al., 2018 [8]	Сложные оскольчатые и многооскольчатые переломы	Остеосинтез переломов надколенника низкопрофильными пластинами и винтами	Более стабильная и прочная фиксация, ранняя мобилизация КС в послеоперационном периоде, возможность отказа от иммобилизации конечности	Большой риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде
Taylor B.C. et al., 2014 [10]	Сложные оскольчатые переломы.	Техники остеосинтеза надколенника различными пластинами	Хорошие и удовлетворительные результаты лечения. Минимизация сроков иммобилизации конечности ввиду высокой стабильности костных отломков	Отмечены случаи развития воспалительных процессов в периапфизарных мягких тканях в послеоперационном периоде. Риск развития гнойно-септических осложнений, остеомиелита
Matthews B. et al., 2013 [11]	Пожилые пациенты при неудовлетворительном состоянии костной ткани	Остеосинтез с применением специализированных имплантов или пластин	Более прочная и стабильная фиксация костных отломков с минимальной нагрузкой на костную ткань при активных движениях. Снижение вероятности акселерации посттравматического остеоартрита	Высокий риск развития гнойно-септических и воспалительных осложнений в периапфизарных мягких тканях ввиду подкожного расположения металлофиксаторов остеоартрита
Wurm S. et al., 2015 [12]	Эксперимент на синтетических моделях надколенника из твердой полиуретановой пены с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез пластиной с угловой стабильностью	Большие прочностные механические свойства, чем остеосинтез спицами и серкляжем с применением принципа стягивающей петли. Наблюдался меньший диастаз между костными отломками при имитации физической нагрузки	Необходимо наличие специализированных пластин с угловой стабильностью для остеосинтеза переломов надколенника и навыков работы хирурга с ними
Thelen S. et al., 2013 [13]	Кадаверный эксперимент с использованием препаратов коленного сустава с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез двумя билатерально расположенными блокируемыми пластинами, спицами и проволочным серкляжем с применением принципа стягивающей петли, канюлированными винтами	Применение двух билатерально расположенных блокируемых пластин обеспечивает большую устойчивость конструкции при физических циклических нагрузках	Необходимо наличие специализированных пластин с угловой стабильностью для остеосинтеза переломов надколенника и навыков работы хирурга с ними. Методика применима не для всех вариаций морфологий перелома надколенника
Dickens, A. J., 2015 [14]	Опыт на синтетических моделях левого надколенника из твердой полиуретановой пены с имитацией простого поперечного перелома	Остеосинтез винтами в сочетании с аугментацией низкопрофильной пластиной	Аугментация низкопрофильной пластиной и винтами увеличивает устойчивость остеосинтеза винтами в сравнении с применением стягивающей проволоочной петлей	Увеличивается риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома при физических нагрузках в послеоперационном периоде ввиду подкожного расположения пластины. Необходимо наличие специализированных пластин и навыков работы хирурга с ними
Wurm S. et al., 2018 [15]	Простые и оскольчатые переломы надколенника со смещением отломков	Остеосинтез пластинами с угловой стабильностью	Обеспечение большей стабильности костных отломков и устойчивости к нагрузке	Отмечается наличие более выраженного болевого синдрома и появление дискомфорта в области оперативного вмешательства при физических нагрузках, увеличивается риск гнойно-септических осложнений в послеоперационном периоде
Thelen S. et al., 2012 [16]	Кадаверный эксперимент с использованием препаратов коленного сустава с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез пластиной с угловой стабильностью, канюлированными винтами и проволочным серкляжем	Наибольшей устойчивостью к циклической физической нагрузке обладает остеосинтез пластиной с угловой стабильностью	Увеличивается риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома при физических нагрузках в послеоперационном периоде ввиду подкожного расположения пластины. Необходимо наличие пластин для остеосинтеза переломов надколенника и навыков работы хирурга с ними

Оперативные способы лечения пациентов с переломом надколенника

Автор(ы), год и номер источника	Описание модели пациента	Способ оперативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
Volgas D., Dreger T., 2017 [17]	Сложные оскольчатые и многооскольчатые переломы надколенника	Способ остеосинтеза сетчатыми титановыми пластинами	Достаточная стабильность костных отломков. Хорошие и удовлетворительные клинические результаты лечения	Отмечены случаи развития болевого синдрома в послеоперационном периоде, что заставило авторов выполнить операцию по удалению металлофиксаторов
Moore T.B. et al., 2018 [18]	Сложные оскольчатые переломы	Остеосинтез сложных многооскольчатых переломов блокируемыми пластинами	Хорошие клинические результаты. Достигнута достаточная стабильность костных отломков	Высокая стоимость специализированных блокируемых пластин. Риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду подкожного расположения металлофиксаторов
Quan-Ming Zhao A. et al., 2017 [19]	Простые и оскольчатые переломы	Остеосинтез при помощи никель-титанового концентратора	Уменьшение затрачиваемого операционного времени. Обеспечивается достаточная стабильность и межфрагментарная компрессия	Дороговизна импланта. Риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде вследствие подкожного расположения металлического импланта и раздражения периапикарных мягких тканей
		Остеосинтез проволочным серкляжем	Достаточная стабильность костных отломков. Хорошие и удовлетворительные клинические результаты лечения	Риск развития гнойно-септических осложнений, остеомиелита в послеоперационном периоде. Раздражение периапикарных мягких тканей металлическими имплантами может способствовать развитию болевого синдрома при начале активных движений в КС
Liu F. et al., 2012 [20]	Сложные оскольчатые и простые поперечные переломы	Остеосинтез при помощи специальных имплантов-колец	Удовлетворительная стабильность отломков и хорошие и удовлетворительные клинические результаты лечения	Стоимость имплантов. Необходимость наличия навыков остеосинтеза специализированным имплантом. Риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду подкожного расположения имплантов
Елжан М. Манарбеков и соавт., 2018 [21]	Поперечные и поперечно-оскольчатые переломы	Остеосинтез при помощи устройства для закрытой репозиции и фиксации отломков	Хорошие клинические результаты лечения при меньшем количестве осложнений в сравнении с открытой методикой остеосинтеза	Негативное влияние на качество жизни в период консолидации перелома ввиду наличия АВФ на конечности, необходимость в регулярной самостоятельной санации пациентом мест входа чрескожных элементов АВФ
Wardak M.I. et al., 2012 [22]	Простые, оскольчатые и многооскольчатые переломы, лечение в условиях неудовлетворительного состояния мягких тканей и ограниченных ресурсов	Миниинвазивный остеосинтез при помощи специализированного АВФ	Эффективность метода при условии неудовлетворительного состояния мягких тканей, экстремальных ситуаций, при ограниченных ресурсах. Сокращение операционного времени для остеосинтеза перелома	Наличие АВФ на конечности, необходимость регулярного ухода за чрескожными элементами металлофиксатора. Отсутствие возможности прямого контроля репозиции отломков и суставной поверхности
Bari M.M. et al., 2016 [23]	Поперечные переломы со смещением отломков по длине более 3 мм и в сагиттальной плоскости более 2 мм	Остеосинтез переломов надколенника специальным устройством CEF	Хорошие клинические результаты лечения. Малоинвазивная методика остеосинтеза	Отмечены случаи воспалительных явлений мягких тканей в местах стояния спиц АВФ. Необходимость регулярного ухода за чрескожными элементами металлофиксатора. Отсутствие возможности прямого контроля репозиции отломков и суставной поверхности
Henrichsen J.L., 2018 [8]	Простые поперечные и оскольчатые переломы со смещением отломков	Остеосинтез надколенника при помощи спиц и проволочного серкляжа	Достаточная стабильность костных отломков. Хорошие и удовлетворительные клинические результаты лечения	Высокий риск развития гнойно-септических осложнений в послеоперационном периоде. Высокий риск развития болевого синдрома ввиду расположения узлов скруток проволочного серкляжа в проекции удерживателей надколенника. Высокий риск поломки и миграции проволочного серкляжа
		Остеосинтез при помощи низкопрофильных пластин	Использование пластин для остеосинтеза обеспечивает раннюю мобилизацию коленного сустава и потенциально лучшие клинические результаты лечения	Риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду подкожного расположения металлофиксаторов и раздражения периапикарных мягких тканей
Camarda L. et al., 2016 [25]	Простые поперечные переломы, оскольчатые переломы, отрывные переломы нижнего полюса	Остеосинтез неметаллическими имплантами, шовным материалом	Широкие возможности применения в рутинной практике, минимизация наличия металлических имплантов в мягких тканях, хорошие и удовлетворительные результаты лечения	Недостаточная стабильность костных отломков, необходимость иммобилизации конечности в послеоперационном периоде, высокий риск развития артрофиброза и контрактуры КС в послеоперационном периоде и увеличение сроков нетрудоспособности. Ограничение возможности ранних активных движений в КС

Оперативные способы лечения пациентов с переломом надколенника

Автор(ы), год и номер источника	Описание модели пациента	Способ оперативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
Sun Y. et al., 2019 [26]	Оскольчатые и многооскольчатые переломы со смещением отломков	Остеосинтез проволоочным серкляжем с применением принципа стягивающей петли	Нет необходимости в проведении спиц Киршнера. Способ применим в отношении многооскольчатых переломов. Получены хорошие клинические результаты	Высокий риск развития гнойно-септических осложнений в послеоперационном периоде. Высокий риск развития болевого синдрома ввиду расположения узлов скруток проволоочного серкляжа в проекции удерживателей надколенника. Высокий риск поломки и миграции проволоочного серкляжа
Tiscareño-Lozano F.J. et al., 2018 [27]	Сложные многооскольчатые переломы со смещением отломков	Остеосинтез двойным проволоочным серкляжем, проведенным через инсерцию сухожилия квадрицепса и собственной связки надколенника в кость	Хорошие клинические результаты. Возможность начала ранних активных движений в коленном суставе	Риск развития воспалительных процессов в мягких тканях и болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду раздражения металлофиксаторами периапфизарных мягких тканей. Недостаточная прочность проволоочного серкляжа, высокий риск поломки металлофиксаторов при ранней активной мобилизации конечности
Tang X. et al., 2018 [28]	Поперечные переломы со смещением отломков	Остеосинтез фигурой из шовного материала	Меньший риск развития гнойно-септических осложнений в послеоперационном периоде. Удовлетворительная стабилизация костных отломков, удовлетворительные клинические результаты лечения	Риск несостоятельности остеосинтеза ввиду низкой прочности шовного материала относительно проволоочного серкляжа, необходимость иммобилизации конечности. Раздражение периапфизарных мягких тканей в местах крепления фигуры
Kadar A. et al., 2015 [29]	Перелом дистального полюса надколенника со смещением отломков	Остеосинтез надколенника анкерным фиксатором	Клинически доказана эффективность остеосинтеза переломов дистального полюса надколенника. Восстановление сгибательного аппарата коленного сустава	Риск развития гнойно-септических осложнений и поломки фиксаторов. Необходимость гипсовой иммобилизации КС в раннем послеоперационном периоде
		Частичная пателэктомия	Достаточная межфрагментарная компрессия и абсолютная стабильность костных отломков. Ранняя активная мобилизация КС	Выше риск развития перегрузки разгибательного аппарата КС, формирования болевого синдрома, ограничения функции КС. Возможно развитие гнойно-септических осложнений, остеомиелита, болевого синдрома
Swensen, S. et al., 2017 [30]	Перелом дистального полюса надколенника со смещением отломков	Остеосинтез мягким шовным материалом	Снижение риска развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома вследствие отсутствия металлических имплантов и раздражения ими периапфизарных мягких тканей	Недостаточная стабильность костных отломков, малая прочность и устойчивость системы к физической нагрузке, необходимость иммобилизации конечности до консолидации перелома
Massoud E.I.E., 2017 [31]	Перелом дистального полюса надколенника со смещением отломков	Остеосинтез викриловым шовным материалом и проволоочным серкляжем	Хорошие клинические результаты лечения, возможность ранней мобилизации КС с ранней опорой на конечность	Усиление клиники дегенеративных явлений в пателлофemorальном суставе у пациенток постменопаузального возраста. Недостаточная прочность имплантов, риск несостоятельности остеосинтеза. Формирование болевого синдрома вследствие раздражения периапфизарных мягких тканей
Yu X. et al., 2015 [32]	Поперечные переломы надколенника со смещением отломков	Остеосинтез шовным материалом	Простота выполнения, дешевизна используемых материалов	Недостаточная прочность материала, риск несостоятельности репозиции отломков, необходимость иммобилизации конечности
		Остеосинтез по Weber	Хорошие репозиция и стабильность отломков, возможность ранней мобилизации конечности с частичной нагрузкой весом	Риск поломки и миграции металлофиксаторов, формирование болевого синдрома ввиду раздражения периапфизарных мягких тканей выступающими элементами спиц и серкляжа
		Остеосинтез переломов надколенника винтами	Достаточная стабильность отломков, возможность ранней мобилизации конечности с частичной нагрузкой весом	Относительно большая травматизация мягких тканей при выполнении остеосинтеза, риск развития гнойно-септических осложнений и остеомиелита в послеоперационном периоде
Zhang Y. et al., 2018 [33]	Поперечные переломы надколенника со смещением отломков	Остеосинтез канюлированными винтами	Доказанная эффективность альтернативных способов остеосинтеза в сравнении с остеосинтезом по способу Weber. Меньшее количество эпизодов несостоятельности репозиции и фиксации перелома при остеосинтезе винтами	Остеосинтез канюлированными винтами и проволоочным серкляжем способствует развитию болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду раздражения выступающими элементами металлофиксаторов периапфизарных мягких тканей
		По способу Weber	Хорошие репозиция и стабильность отломков, возможность ранней мобилизации конечности с частичной нагрузкой весом	Риск поломки и миграции металлофиксаторов, формирование болевого синдрома ввиду раздражения периапфизарных мягких тканей выступающими элементами спиц и серкляжа

Оперативные способы лечения пациентов с переломом надколенника

Автор(ы), год и номер источника	Описание модели пациента	Способ оперативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
В.Х. Хиджазин и соавт., 2020 [34]	Отсутствие противопоказаний к оперативному вмешательству	Остеосинтез по Weber	Наилучшие функциональные результаты при поперечных переломах надколенника	Риск поломки и миграции металлофиксаторов, формирование болевого синдрома ввиду раздражения периартикулярных мягких тканей выступающими элементами спиц и серкляжа
		«Крестообразный остеосинтез»	Наилучшие функциональные и клинические результаты при многооскольчатых переломах надколенника	Формирование болевого синдрома ввиду раздражения периартикулярных мягких тканей выступающими элементами спиц и серкляжа. Высокий риск развития гнойно-септических осложнений ввиду большого количества металлофиксаторов
		Комбинированный остеосинтез	Удовлетворительные клинические результаты при многооскольчатых переломах	Формирование болевого синдрома ввиду раздражения периартикулярных мягких тканей выступающими элементами спиц и серкляжа. Высокий риск развития гнойно-септических осложнений ввиду большого количества металлофиксаторов
		Частичная пателэктомия	Снижение риска развития несращения перелома с формированием ложного сустава	Увеличение риска развития остеоартрита коленного сустава и снижение силы четырехглавой мышцы бедра
Rüedi T.P. et al., 2013 [35]	Интраартикулярные переломы	Остеосинтез с достижением точной анатомичной репозиции костных фрагментов и суставной поверхности	Минимизация риска развития остеоартрита КС, перегрузки разгибательного аппарата КС	Соблюдение принципа затрудняется при применении закрытых малоинвазивных способов остеосинтеза
	Отсутствие противопоказаний к оперативному вмешательству. Простые и многооскольчатые переломы надколенника с повреждением суставной поверхности	Описаны осложнения, которые развиваются при пренебрежении принципами остеосинтеза	Соблюдение основных принципов остеосинтеза интраартикулярных переломов минимизирует риск развития несращения перелома, формирования ложного сустава и развития остеоартрита	Описанные принципы не достигаются при некоторых способах остеосинтеза переломов надколенника, что ведет к развитию известных осложнений
Larangeira J.A. et al., 2015 [37]	Открытый вертикальный перелом надколенника	Остеосинтез вертикально расположенными спицами Кишнера и проволочным серкляжем	Хорошие клинические результаты лечения. Достаточная стабильность костных отломков. Минимизация количества металлических имплантов. Абсолютная стабильность костных отломков, ранняя активизация пациента, мобилизация нижней конечности	Высокий риск развития гнойно-септических осложнений в связи с открытым характером перелома и первичной установкой внутренних металлофиксаторов
Cho J.W. et al., 2019 [38]	Сложные многооскольчатые переломы	Остеосинтез минипластинами с аугментацией стягивающей петель	Достаточная стабильность костных отломков, возможность ранней мобилизации КС. Хорошие и удовлетворительные клинические результаты лечения	Более выраженный болевой синдром в послеоперационном периоде ввиду подкожного расположения металлофиксаторов, высокий риск развития гнойно-септических осложнений, необходимость наличия имплантов и навыка работы с ними
Greenberg A. et al., 2017 [39]	Пациенты, прооперированные по поводу перелома надколенника с рентгенологическими признаками консолидации	Операции по удалению металлофиксаторов	После удаления металлофиксаторов значительно снижается болевой синдром и улучшается качество жизни	Наибольшее количество пациентов с болевым синдромом в послеоперационном периоде наблюдалось в группах остеосинтеза по Weber и канюлированными винтами. Пациенты с сахарным диабетом нуждаются в специальной подготовке к оперативному вмешательству по удалению металлофиксаторов
Lee B.J. et al., 2019 [40]	Простые поперечные и оскольчатые переломы со смещением отломков	Остеосинтез спицами Кишнера и шовным материалом FiberWire с применением принципа стягивающей петли	Различные клинические результаты. Минимальное использование металлических имплантов, минимизация гнойно-септических осложнений. Удовлетворительная стабилизация костных отломков	Дороговизна материала FiberWire в клинической практике. Описано клиническое наблюдение потери фиксации и репозиции костных отломков в послеоперационном периоде
Zderic I. et al., 2017 [41]	Кадаверный эксперимент с использованием препаратов коленного сустава с имитированным поперечным переломом надколенника	Остеосинтез по способу Weber винтами с проволочным серкляжем	Достижение необходимой стабильности костных отломков остеосинтеза	Меньшая прочность системы металлофиксаторов при физических нагрузках
		Остеосинтез винтами с проволочным серкляжем	Достижение необходимой стабильности костных отломков. Обеспечивается большая прочность системы	Более высокий риск развития болевого синдрома и гнойно-септических осложнений ввиду большого количества металлофиксаторов
Ali M. et al., 2016 [42]	Эксперимент на деревянных моделях надколенника с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез по Weber с различным расположением точек ввода спиц Кишнера во фронтальной плоскости	Горизонтальная ориентация 8-образной фигуры проволочного серкляжа обладает большей устойчивостью к физическим нагрузкам	

Оперативные способы лечения пациентов с переломом надколенника

Автор(ы), год и номер источника	Описание модели пациента	Способ оперативного лечения пациентов с переломом надколенника	Достоинства	Недостатки
Ling M. et al., 2019 [43]	Эксперимент на моделях надколенника с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез по Weber с различным расположением точек ввода спиц Киршнера в сагиттальной плоскости	Расположение спиц Киршнера ближе к суставной поверхности обеспечивает большую угловую стабильность костных отломков	
Н.В. Загородный и соавт., 2017 [44]	Отсутствие противопоказаний к оперативному вмешательству	Остеосинтез переломов надколенника стягивающими винтами	Уменьшение травматизации мягких тканей, снижение риска миграции металлофиксаторов, достаточная стабилизация костных отломков	Способ применим к переломам с двумя крупными фрагментами с удовлетворительным качеством костной ткани. Сохраняется риск поломки и миграции металлофиксаторов
		Остеосинтез спицами Киршнера и проволоочным серкляжем по принципу стягивающей петли	Достижение абсолютной стабильности костных отломков с возможностью ранней мобилизации КС и частичной нагрузкой конечности весом	Риск развития болевого синдрома в послеоперационном периоде в связи с раздражением металлофиксаторами периапфизарных мягких тканей
		Частичная и полная пателэктомия	Вариант выбора при сложных многооскольчатых переломах при отсутствии возможности сохранения отломков	Увеличение нагрузки на собственную связку надколенника, изменение биомеханики КС. Ограничение подвижности в КС, боли, нестабильность в КС, отек
Chen Ch.H. et al., 2019 [45]	Эксперимент на моделях надколенника с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез полнорезьбовыми, неполнорезьбовыми винтами, безголовчатыми погружными винтами	Полнорезьбовые винты увеличивают стабильность костных отломков	Ввиду различного состояния костной ткани не всегда возможно выполнить достаточную межфрагментарную компрессию на этапе репозиции перелома с последующей фиксацией полнорезьбовыми винтами
Wang C.X. et al., 2014 [46]	Поперечные переломы надколенника со смещением отломков	Остеосинтез титановыми канюлированными стягивающими винтами	Очень хорошие клинические результаты. Способ может рассматриваться как альтернативный способ лечения пациентов с поперечным переломом надколенника	Способ применим при переломах с двумя большими костными отломками
Chang C.W. et al., 2018 [47]	Эксперимент на моделях надколенника с имитированным поперечным переломом	Введение канюлированных винтов на различном уровне в сагиттальной плоскости	Расположение металлофиксаторов в толще кости отражается на распределении нагрузки на металлоконструкцию	Значительное усложнение оперативной техники ввиду анатомических особенностей надколенника, вариативности морфологии перелома
Alayan A. et al., 2018 [48]	Кадаверный эксперимент с использованием препаратов коленного сустава с имитированным поперечным переломом	Остеосинтез с применением канюлированных винтов и проволоочного серкляжа	Оба способа, обеспечивают достаточную стабильность отломков для ранней мобилизации	Развитие болевого синдрома в послеоперационном периоде ввиду раздражения выступающими элементами металлофиксаторов периапфизарных мягких тканей
		Использование погружных стягивающих винтов в комбинации со стягивающей петлей материалом FiberWire		Меньшие прочностные характеристики в сравнении с остеосинтезом канюлированными винтами и проволоочным серкляжем
Hijazin V. et al., 2018 [49]	Многооскольчатые переломы	Остеосинтез 3 и 4 спицами и несколькими стягивающими петлями	Достаточная межфрагментарная компрессия, достаточная стабильность костных отломков, позволяющие отказаться от частичной пателэктомии	Увеличение количества металлических имплантов с подкожным расположением, что увеличивает риск развития гнойно-септических осложнений и болевого синдрома
Патент РФ на изобретение № 2612100, 11.03.2017, 2017 [50]	Отсутствие противопоказаний к оперативному вмешательству. Поперечный перелом надколенника	Остеосинтез при помощи двух спиц и проволоочного серкляжа	Минимизирована травматизация собственной связки надколенника и сухожилия четырехглавой мышцы бедра, снижается болевой синдром в послеоперационном периоде. Достигается достаточная стабильность костных отломков	В силу особенностей расположения спиц Киршнера нарушается принцип стягивающей петли, что ведет к угловой деформации надколенника. Увеличивается риск миграции металлофиксаторов
Патент РФ на изобретение № 2724822, 25.06.2020, 2020 [51]	Отсутствие противопоказаний к оперативному вмешательству. Оскольчатые переломы надколенника	Остеосинтез переломов надколенника тремя спицами и проволоочным серкляжем	Соблюдение принципа стягивающей петли, достаточная компрессия и абсолютная стабильность костных отломков. Минимизирована травматизация периапфизарных мягких тканей ввиду особенностей проведения спиц Киршнера и проволоочного серкляжа	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проанализированных данных публикаций можно сделать вывод о том, что консервативный метод лечения пациентов с переломом надколенника

наиболее актуален при наличии противопоказаний к оперативному вмешательству, однако следует понимать, что в таком случае у пациента возникает стойкая артро-

генная контрактура. Перелом надколенника – внутрисуставное повреждение, и обязательное восстановление суставной поверхности надколенника при оперативном лечении позволяет избежать в дальнейшем таких осложнений как артрогенная контрактура сустава, пателлофemorальный артроз коленного сустава, что является несомненным преимуществом оперативного метода лечения пациентов. При ранней мобилизации коленного сустава происходит нагрузка на элементы металлоконструкции и костную структуру надколенника, поэтому хирургу при выборе способа остеосинтеза приходится учитывать не только одномоментную нагрузку на металлофиксатор, но и циклическую нагрузку в послеоперационном периоде. По данным исследований, максимальной стабильностью обладают конструкции с применением пластин и винтов, а также остеосинтез спицами Кирш-

нера и проволочным серкляжем. По данным анализа публикаций, при раннем движении в коленном суставе риск инфекционно-воспалительных осложнений и развития болевого синдрома в послеоперационном периоде увеличивается с увеличением количества элементов металлоконструкции. Кроме того, состояние мягких тканей также влияет на вероятность развития гнойно-септических осложнений. С этой точки зрения наиболее оптимальным являются способы остеосинтеза с применением спиц и проволочного серкляжа и АВФ. Так как общепринятым показанием для остеосинтеза перелома надколенника АВФ является открытый характер перелома, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным способом лечения закрытых переломов надколенника является остеосинтез с применением спиц и проволочного серкляжа по принципу стягивающей петли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Current Treatment Strategies for Patella Fractures / D.J. Schuett, M.E. Hake, C. Mauffrey, E.M. Hammerberg, P.F. Stahel, D.J. Hak // *Orthopedics*. 2015. Vol. 38, No 6. P. 377-384. DOI: 10.3928/01477447-20150603-05.
2. Kakazu R., Archdeacon M.T. Surgical Management of Patellar Fractures // *Orthop. Clin. North Am.* 2016. Vol. 47, No 1. P. 77-83. DOI: 10.1016/j.ocl.2015.08.010.
3. Scolaro J., Bernstein J., Ahn J. In brief: Patellar Fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2011. Vol. 469, No 4. P. 1213-1215. DOI: 10.1007/s11999-010-1537-8.
4. Essential Biomechanics for Orthopedic Trauma. A Case-based Guide / Crist B.D., Borrelli J. Jr., Harvey E.J., editors. Cham: Springer International Publishing. 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-36990-3.
5. Current concepts review: Fractures of the patella / C. Gwinner, S. Märdian, P. Schwabe, K.D. Schaser, B.D. Krapohl, T.M. Jung // *GMS Interdiscip. Plast. Reconstr. Surg. DGPW*. 2016. Vol. 5. P. Doc01. DOI: 10.3205/ipsr000080.
6. Gould F.J. Non-operative management of a patella fracture: environmental considerations in the Subantarctic // *Int. Marit. Health*. 2017. Vol. 68, No 3. P. 159-162. DOI: 10.5603/IMH.2017.0028.
7. Fracture Reduction and Fixation Techniques: Spine-Pelvis and Lower Extremity. 1st Ed. / Giannoudis P.V., editor. Cham: Springer International Publishing. 2020. 536 p. DOI: 10.1007/978-3-030-24608-2.
8. Treatment of patella fractures / J.L. Henrichsen, S.K. Wilhem, M.P. Siljander, J.J. Kalma, M.S. Karadsheh // *Orthopedics*. 2018. Vol. 41, No 6. P. e747-e755. DOI: 10.3928/01477447-20181010-08.
9. Patellar plating. In: AO Surgery Reference / Gebhard F., Kregor P., Oliver C., executive editors. 2019. URL: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/patella/complete-articular-frontal-coronal-multifragmentary-fracture/patellar-plating> (дата обращения: 19.04.2020).
10. Plating of patella fractures: techniques and outcomes / B.C. Taylor, S. Mehta, J. Castaneda, B.G. French, C. Blanchard // *J. Orthop. Trauma*. 2014. Vol. 28, No 9. P. e231-e235. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000039.
11. Matthews B., Hazratwala K., Barroso-Rosa S. Comminuted Patella Fracture in Elderly Patients: A Systematic Review and Case Report // *Geriatr. Orthop. Surg. Rehabil.* 2017. Vol. 8, No 3. P. 135-144. DOI: 10.1177/2151458517110517.
12. Wurm S., Augat P., Bühren V. Biomechanical Assessment of Locked Plating for the Fixation of Patella Fractures // *J. Orthop. Trauma*. 2015. Vol. 29, No 9. P. e305-e308. DOI: 10.1097/bot.0000000000000309.
13. Fixation of multifragmentary patella fractures using a bilateral fixed-angle plate / S. Thelen, M. Betsch, J. Schneppendahl, J. Grassmann, M. Hakimi, C. Eichler, J. Windolf, M. Wild // *Orthopedics*. 2013. Vol. 36, No 11. P. e1437-e1443. DOI: 10.3928/01477447-20131021-29.
14. Titanium mesh as a low-profile alternative for tension-band augmentation in patella fracture fixation: A biomechanical study / A.J. Dickens, C. Salas, L. Rise, C. Murray-Krezan, M.R. Taha, T.A. DeCoster, R.J. Gehlert // *Injury*. 2015. Vol. 46, No 6. P. 1001-1006. DOI: 10.1016/j.injury.2015.02.017.
15. Wurm S., Bühren V., Augat P. Treating patella fractures with a locking patella plate – first clinical results // *Injury*. 2018. Vol. 49, No Suppl. 1. P. S51-S55. DOI: 10.1016/S0020-1383(18)30304-8.
16. Biomechanical cadaver testing of a fixed-angle plate in comparison to tension wiring and screw fixation in transverse patella fractures / S. Thelen, J. Schneppendahl, E. Jopen, C. Eichler, J. Koebke, E. Schönauf, M. Nakimi, J. Windolf, M. Wild // *Injury*. 2012. Vol. 43, No 8. P. 1290-1295. DOI: 10.1016/j.injury.2012.04.020.
17. Volgas D., Dreger T.K. The Use of Mesh Plates for Difficult Fractures of the Patella // *J. Knee Surg.* 2017. Vol. 30, No 3. P. 200-203. DOI: 10.1055/s-0037-1598078.
18. Fixed angle plate fixation of comminuted patellar fractures / T.B. Moore, B.R. Sampath, D.P. Zamorano, M.C. Tynan, J.A. Scolaro // *Injury*. 2018. Vol. 49, No 6. P. 1203-1207. DOI: 10.1016/j.injury.2018.03.030.
19. Comparison of titanium cable tension band and nickel-titanium patella concentrator for patella fractures / Q.M. Zhao, X.F. Gu, L. Cheng, D.H. Feng // *Adv. Clin. Exp. Med.* 2017. Vol. 26, No 4. P. 615-619. DOI: 10.17219/acem/62692.
20. Patella rings for treatment of patellar fracture / F. Liu, S. Wang, Y. Zhu, H. Wu // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2014. Vol. 24, No 1. P. 105-109. DOI: 10.1007/s00590-012-1153-2.
21. Манарбеков Е.М., Дюсупов А.А., Абишева А.С. Опыт использования чрескостного остеосинтеза при поперечных переломах надколенника // *Наука и здравоохранение*. 2018. Т. 20, № 2. С. 5-16.
22. Wardak M.I., Siawash A.R., Hayda R. Fixation of patella fractures with a minimally invasive tensioned wire method: compressive external fixation // *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012. Vol. 72, No 5. P. 1393-1398. DOI: 10.1097/TA.0b013e318248b7cf.
23. Лечение переломов надколенника с использованием методики компрессионной наружной фиксации (CEF) / М.М. Bari, S. Islam, N.H. Shetu, R.M. Mahfuzer // *Гений Ортопедии*. 2016. № 2. С. 30-32. DOI 10.18019/1028-4427-2016-2-30-32.
24. Основы чрескостного остеосинтеза / под ред. Л.Н. Соломина. М.: БИНОМ, 2014. Т. 1. 2-е изд., перераб. и доп. 328 с.
25. Non-metallic implant for patellar fracture fixation: A systematic review / L. Camarda, S. Morello, F. Balistreri, A. D'Arienzo, M. A. D'Arienzo // *Injury*. 2016. Vol. 47, No 8. P. 1613-1617. DOI: 10.1016/j.injury.2016.05.039.
26. Management of comminuted patellar fracture fixation using modified cerclage wiring / Y. Sun, K. Sheng, Q. Li, D. Wang, D. Zhou // *J. Orthop. Surg. Res.* 2019. Vol. 14, No 1. P. 324. DOI: 10.1186/s13018-019-1385-5.
27. Simplified technique for passing the wire in a single time for the treatment of multifragmentary patella fractures / F.J. Tiscareño-Lozano, B.J. Torres-Fernández, R. Torres-González, J.M. Pérez-Atanacio // *Acta Ortop. Mex.* 2018. Vol. 32, No 5. P. 269-273.
28. Five-pointed star lattice sutures for fixation of patella transverse fractures: a clinical study / X. Tang, Y. Liu, H. Wu, F. Gong, Y. Li, H. Zeng, B. Yu // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2019. Vol. 29, No 1. P. 163-168. DOI: 10.1007/s00590-018-2272-1.
29. Anchor suture fixation of distal pole fractures of patella: twenty seven cases and comparison to partial patellectomy / A. Kadar, H. Sherman, M. Drexler, E. Katz, E.L. Steinberg // *Int. Orthop.* 2016. Vol. 40, No 1. P. 149-154. DOI: 10.1007/s00264-015-2776-9.

30. Suture Repair of a Pole Patella Fracture / S. Swensen, N. Fisher, A. Atanda, K.A. Egol // J. Orthop. Trauma. 2017. Vol. 31, No Suppl. 3. P. S28-S29. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000901.
31. Massoud E.I.E. Repair of comminuted fracture of the lower patellar pole // Ulus. Travma Acil. Cerrahi Derg. 2017. Vol. 23, No 2. P. 150-155. DOI: 10.5505/tjtes.2016.46402.
32. Progress on treatment of transverse patella fractures with tension band fixation / X.L. Yu, C. Xu, S.D. Li, J.D. Zhan, Z.Q. Xu // Zhongguo Gu Shang. 2015. Vol. 28, No 11. P. 1069-1074.
33. Efficacy of K-wire tension band fixation compared with other alternatives for patella fractures: a meta-analysis / Y. Zhang, Z. Xu, W. Zhong, F. Liu, J. Tang // J. Orthop. Surg. Res. 2018. Vol. 13, No 1. P. 226. DOI: 10.1186/s13018-018-0919-6.
34. Результаты хирургического лечения переломов надколенника / В.Х. Хиджазин, Э.И. Солод, М.А. Абдулхабилов // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 1. С. 13-16. DOI: 10.1819/1028-4427-2020-26-1-12-17.
35. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Моран К.Г. АО-Принципы лечения переломов: 2100 рисунков, рентгенограмм, моделей и хирургических схем. В 2 т. Т. 1. Принципы / пер. с англ. А. А. Ситник. 2-е изд., доп. и перераб. Васса-Медиа, 2012, 636 с.
36. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Моран К.Г. АО-Принципы лечения переломов: 2100 рисунков, рентгенограмм, моделей и хирургических схем. В 2 т. Т. 2. Частная травматология / пер. с англ. А. А. Ситник. 2-е изд., доп. и перераб. Васса-Медиа, 2012, 467 с.
37. Vertical open patella fracture, treatment, rehabilitation and the moment to fixation / J.A. Larangeira, L. Bellenzier, V. da Silva Rigo, E.J. Ramos Neto, F.F. Krum, T.A. Ribeiro // J. Clin. Med. Res. 2015. Vol. 7, No 2. P. 129-133. DOI: 10.14740/jocmr2005w.
38. Miniplate Augmented Tension-Band Wiring for Comminuted Patella Fractures / J.W. Cho, W.T. Kent, W.T. Cho, J.K. Kim, K.H. Moon, D.H. Yeo, B.S. Kim, C.W. Oh, J.K. Oh // J. Orthop. Trauma. 2019. Vol. 33, No 4. P. e143-e150. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001390.
39. Functional outcomes after removal of hardware in patellar fracture: are we helping our patients? / A. Greenberg, A. Kadar, M. Drexler, Z.T. Sharfman, O. Chechik, E.L. Steinberg, N. Snir // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2018. Vol. 138, No 3. P. 325-330. DOI: 10.1007/s00402-017-2852-2.
40. Modified Tension Band Wiring Using FiberWire for Patellar Fractures / B.J. Lee, J. Chon, J.Y. Yoon, D. Jung // Clin. Orthop. Surg. 2019. Vol. 11, No 2. P. 244-248. DOI: 10.4055/cios.2019.11.2.244.
41. Biomechanical evaluation of the tension band wiring principle. A comparison between two different techniques for transverse patella fracture fixation / I. Zderic, K. Stoffel, C. Sommer, D. Höntzsch, B. Gueorguiev // Injury. 2017. Vol. 48, No 8. P. 1749-1757. DOI: 10.1016/j.injury.2017.05.037.
42. Ali M., Kuiper J., John J. Biomechanical analysis of tension band wiring (TBW) of transverse fractures of patella // Chin. J. Traumatol. 2016. Vol. 19, No 5. P. 255-258. DOI: 10.1016/j.cjtee.2016.06.009.
43. Where should Kirschner wires be placed when fixing patella fracture with modified tension-band wiring? A finite element analysis / M. Ling, S. Zhan, D. Jiang, H. Hu, C. Zhang // J. Orthop. Surg. Res. 2019. Vol. 14, No 1. P. 14. DOI: 10.1186/s13018-019-1060-x.
44. Переломы надколенника и их лечение : учебно-метод. пособие / Н.В. Загородний, В.Х. Хиджазин, М.А. Абдулхабилов, Э.И. Солод, А.Б. Футрык. М. : РУДН, 2017. 44 с. : ил.
45. Roles of the screw types, proximity and anterior band wiring in the surgical fixation of transverse patellar fractures: A finite element investigation / C.H. Chen, Y.N. Chen, C.T. Li, C.W. Chang, C.H. Chang, Y.T. Peng // BMC Musculoskelet. Disord. 2019. Vol. 20, No 1. P. 99. DOI: 10.1186/s12891-019-2474-7.
46. A retrospective comparison of the modified tension band technique and the parallel titanium cannulated lag screw technique in transverse patella fracture / C.X. Wang, L. Tan, B.C. Qi, X.F. Hou, Y.L. Huang, H.P. Zhang, T.C. Yu // Chin. J. Traumatol. 2014. Vol. 17, No 4. P. 208-213. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1275.2014.04.005.
47. Role of screw proximity in the fixation of transverse patellar fractures with screws and a wire / C.W. Chang, Y.N. Chen, C.T. Li, Y.H. Chung, C.H. Chang, Y.T. Peng // J. Orthop. Surg. 2018. Vol. 26, No 3. 2309499018789705. DOI: 10.1177/2309499018789705.
48. Biomechanical Analysis of a Novel Buried Fixation Technique Using Headless Compression Screws for the Treatment of Patella Fractures / A. Alayan, R. Maldonado, L. Polakof, A. Saini, M. Metzger, C. Lin, C. Moon // Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ). 2018. Vol. 47, No 7. DOI: 10.12788/ajo.2018.0052.
49. New in the patella fractures treatment / V. Hijazin, E.I. Solod, M.A. Abdulkhabirov, N.I. Karpovich // RUDN J. Med. 2018. Vol. 22, No 4. P. 456-463. DOI: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-456-463.
50. Способ хирургического лечения многооскольчатых переломов надколенника : пат. 2612100 Рос. Федерация : МПК А61В 17/00 / Котельников Г.П., Ким Ю.Д., Худяков Н.А., Татаренко И.Е., Шитиков Д.С., Зимин Д.В. ; патентообладатель ФГБУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. № 2015155429 ; заявл. 23.12.2015 ; опубл. 02.03.2017, Бюл. № 7. 5 с.
51. Способ хирургического лечения пациентов с переломами надколенника : пат. 2724822 Рос. Федерация : МПК А61В 17/56 / Котельников Г.П., Ким Ю.Д., Шитиков Д.С., Князев Н.А., Лихолатов Н.Э. ; патентообладатель ФГБУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. № 2019142828 ; заявл. 17.12.2019 ; опубл. 25.06.2020, Бюл. № 18.

Статья поступила в редакцию 06.05.2020; одобрена после рецензирования 23.07.2020; принята к публикации 23.08.2021.

The article was submitted 06.05.2020; approved after reviewing 23.07.2020; accepted for publication 23.08.2021.

Информация об авторах:

1. Юрий Дмитриевич Ким – кандидат медицинских наук, drkim@mail.ru;
2. Дмитрий Сергеевич Шитиков – кандидат медицинских наук, demon_893@mail.ru;
3. Никита Алексеевич Князев – n.knyazev.bass@gmail.com;
4. Н.Э. Лихолатов – likhonik@yandex.ru;
5. О.А. Шафиев – baaraels@gmail.com.

Information about authors:

1. Yuriy D. Kim – Candidate of Medical Sciences, drkim@mail.ru;
2. Dmitriy S. Shitikov – Candidate of Medical Sciences, demon_893@mail.ru;
3. Nikita A. Knyazev – M.D., n.knyazev.bass@gmail.com;
4. N.E. Likhlatov – M.D., likhonik@yandex.ru;
5. O.A. Shafiev – baaraels@gmail.com.