

DOI: <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2021.3.19>

А. А. Ситник¹, А. Г. Герасимов², С. А. Попок², В. А. Врублевский³,
О. А. Корзун¹, П. А. Волотовский¹, М. А. Герасименко¹

СУПРАПАТЕЛЛЯРНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ГОЛЕНИ

Республиканский научно-практический центр травматологии
и ортопедии, Минск, Беларусь¹

Городской клинический центр травматологии и ортопедии,
Минск, Беларусь²

УЗ «11 ГКБ», Минск, Беларусь³

Лечение внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости характеризуется сложностями репозиции, а также высокой частотой осложнений из-за типичных повреждений мягких тканей. В статье представлен аналитический обзор данных о применении супрапателлярного доступа для интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Описана техника выполнения хирургического вмешательства и основные методы репозиции переломов указанной локализации. Имеющиеся на сегодняшний день данные позволяют полагать, что применение супрапателлярного остеосинтеза большеберцовой кости при должном соблюдении хирургической техники не вызывает значимых негативных эффектов на коленный сустав. При супрапателлярной установке интрамедуллярного стержня значительно облегчается репозиция и интраоперационный контроль положения отломков при переломах проксимального отдела голени, однако при необходимости следует использовать дополнительные средства репозиции.

Ключевые слова: большеберцовая кость – перелом – проксимальный отдел – интрамедуллярный остеосинтез – супрапателлярный доступ.

A. Sitnik, A. Gerasimov, S. Papok, V. Vrubleuski, A. Korzun,
P. Volotovskiy, M. Gerasimenko

SUPRAPATELLER NAILING IN PROXIMAL TIBIA FRACTURES

The treatment of extraarticular proximal tibia fractures is characterized by the difficulties in obtaining the proper reduction and high rate of complications due to the typical soft-tissue injuries. The literature data on the use of suprapatellar approach for intramedullary nailing of extraarticular fractures of the proximal tibia are analyzed in the article with special attention to the surgical technique of fracture reduction and nail application.

Current data shows that the suprapatellar approach is safe when performed properly and has no adverse influence on the knee joint. The reduction of the fracture and intraoperative radiologic control are simplified by this technique, but additional reduction tools shall be available.

Key words: tibia – fracture – proximal – intramedullary fixation – suprapatellar approach.

Внесуставные переломы проксимального отдела большеберцовой кости составляют 5–11 % от всех ее переломов [1–3]. Обычно они являются результатом высокоэнергетичной травмы и часто сопровождаются тяжелыми повреждениями мягких тканей и повреждениями других отделов скелета. В большинстве случаев данные повреждения требуют хирургического лечения. Основными методами лечения являются: наkost-

ный остеосинтез пластиной, внешняя фиксация и интрамедуллярный остеосинтез. Каждый из перечисленных методов имеет свои достоинства и недостатки.

Открытая репозиция и внутренняя фиксация (ORIF) обеспечивает непосредственную визуализацию перелома и возможность анатомического сопоставления отломков [4]. Однако существенным недостатком ORIF является высокая

частота раневой инфекции [5–7], таким образом она не всегда применима при наличии локальных повреждений мягких тканей. Малоинвазивный остеосинтез пластиной (MIPPO) частично решает проблему раневых осложнений, однако точная репозиция и восстановление осевых соотношений становятся гораздо сложнее, а иногда и невозможны [4, 6]. Еще одним вариантом при внесуставных переломах проксимального отдела голени является применение внешней фиксации; однако при этом нередко инфекционные осложнения в зонах установки стержней, также такой вид лечения плохо переносится пациентами [8].

Закрытый интрамедуллярный остеосинтез внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости позволяет снизить риск осложнений со стороны мягких тканей [5, 9]. Bhandari et al. оценили результаты лечения внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости с применением различных методов в отношении типичных осложнений. Интрамедуллярный остеосинтез характеризовался значи-

тельно более низкой по сравнению с пластинами или внешней фиксацией частотой инфекционных осложнений (2,5 % против 14 % и 8 % соответственно), при этом более высокой была встречаемость осевых отклонений: 20 % против 10 % и 4 % [8].

При интрамедуллярном остеосинтезе традиционно применяется несколько хирургических доступов к точке вскрытия костномозгового канала: транспателлярный доступ (через собственную связку надколенника), медиальный и латеральный парапателлярные доступы. При этом вскрытия костно-мозгового канала необходимо сгибание в коленном суставе на 90° и более. В таком положении обычно возникает выраженная деформация в зоне перелома из-за тяги четырехглавой мышцы за короткий проксимальный фрагмент (рис. 1), что провоцирует высокую частоту осевых отклонений [10–14].

Кроме того, расширение костномозгового канала в метафизарной области не предоставляет возможности «автоматической» репозиции перело-

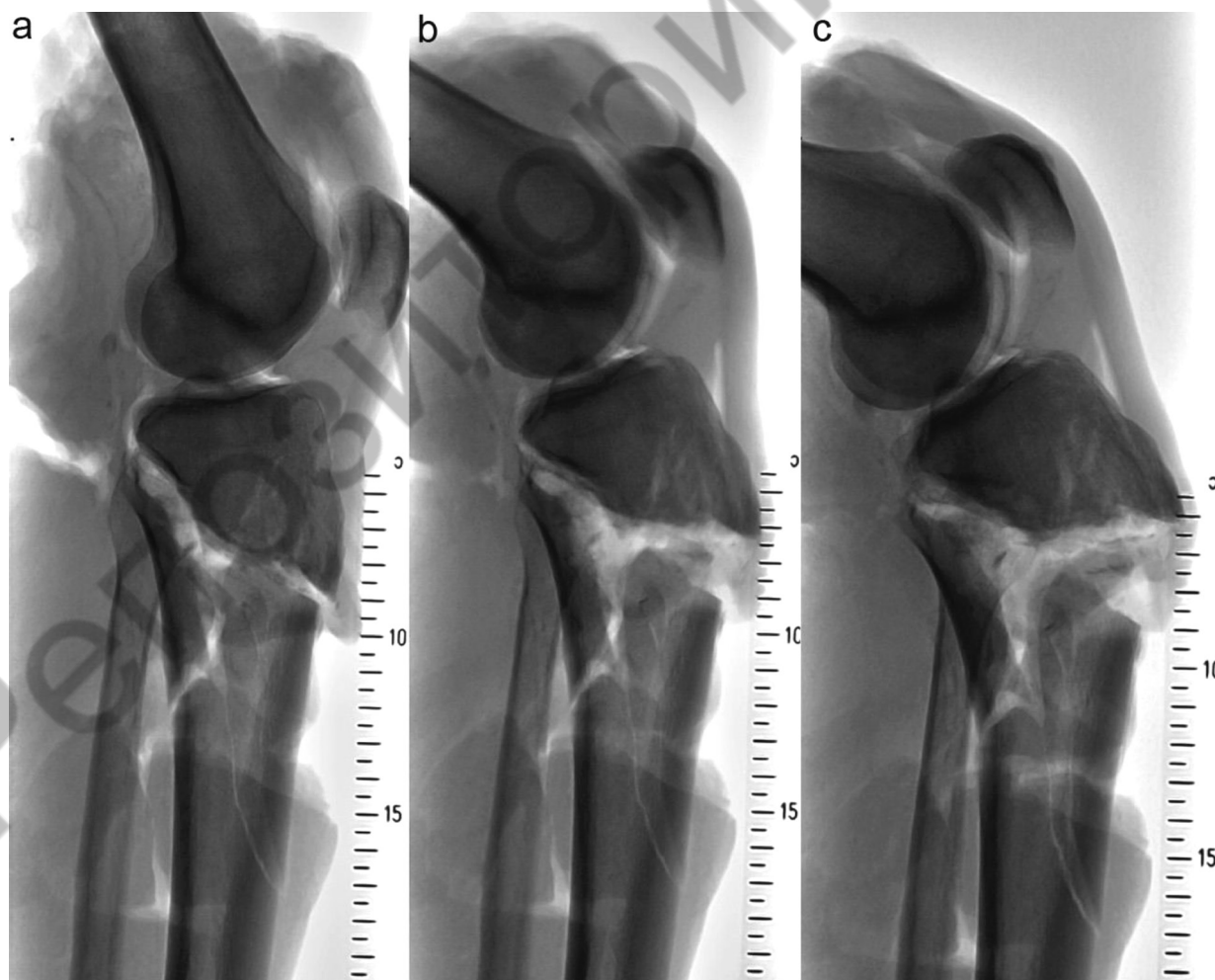


Рис. 1. Характерная деформация в зоне перелома, возникающая при попытке сгибания голени [14]

ма на интрамедуллярном стержне, наблюдаемой при переломах средней трети диафиза. Широкий костномозговой канал не обеспечивает и достаточной фиксации стержня, особенно при остеопорозе, что может сопровождаться вторичными смещениями отломков при недостаточном использовании блокирующих винтов.

Характерными смещениями при интрамедуллярном остеосинтезе переломов проксимального отдела большеберцовой кости являются переразгибание короткого проксимального фрагмента относительно диафиза голени за счет тяги четырехглавой мышцы, и вальгусное отклонение дистального фрагмента за счет тяги малоберцовых мышц. Первые попытки применения стандартных способов интрамедуллярного остеосинтеза при переломах проксимального отдела большеберцовой кости сопровождались крайне высокой частотой осевых отклонений: до 58 % и 84 % [15, 16].

Для предотвращения возникновения характерных смещений были предложены различные методы, включающие применение внешних фиксаторов (фиксатор-ассистированный остеосинтез), отклоняющих винтов, временного остеосинтеза пластиной. Это позволило сократить частоту осевых отклонений до 8 % и менее [13, 17], однако интрамедуллярный остеосинтез переломов проксимального отдела голени оставался технически сложным вмешательством.

Недостатки инфрапателлярной установки стержня привели к разработке методов интрамедуллярного остеосинтеза при полуразогнутом положении голени. Впервые о нем в 1996 году сообщили Tornetta и Collins [18], которые выполняли медиальную парапателлярную артротомию для обнажения точки вскрытия костномозгового канала при сгибании в коленном суставе на 10–15°. Ни у одного из 25 пациентов не было отмечено деформации более 5°. Затем был разработан супрапателлярный доступ через сухожилие четырехглавой мышцы.

Техника выполнения супрапателлярного интрамедуллярного остеосинтеза

1. Укладка пациента. Пациент располагается на рентген-прозрачном столе. Под ягодицу оперируемой конечности укладывается валик для предотвращения излишней наружной ротации. Под колено укладывается валик или клиновидная подушка для обеспечения сгибания в суставе до 20–30 градусов (рис. 2). Выполняются снимки с помощью ЭОП с целью проверки каче-

ства визуализации голени и возможности репозиции перелома. Правильность прямой проекции оценивается по наложению наружного края большеберцовой кости на головку малоберцовой кости, боковой – по наложению друг на друга задних контуров мышечков бедра [19]. Также для определения правильной ротации оценивается положение надколенника.

2. Хирургический доступ. После обработки и обкладывания операционного поля стерильным бельем выполняется продольный срединный разрез длиной около 4 см проксимальнее надколенника. Рассекается кожа, подкожная жировая клетчатка и сухожилие четырехглавой мышцы. После этого колено разгибается и под надколенник устанавливается ретрактор Фарабефа.

3. Установка направляющей спицы и определение точки вскрытия костно-мозгового канала. Правильная точка вскрытия костно-мозгового канала в прямой проекции находится чуть медиальнее латерального межмышечкового бугорка в передне-задней проекции и в точке слияния переднего кортикального слоя и горизонтальной суставной поверхности на боковой проекции (рис. 3) [20, 21].

Обычно установка направляющей спицы производится через направлятель/защитник мягких тканей, который устанавливается в межмышечковой борозде под надколенником [4]. Данный направлятель имеет центральное осевое отверстие и дополнительное, расположенное эксцентрично на 4–5 мм кнаружи от центральной оси. Вращением втулки относительно проведенной первой спицы можно контролировать положение следующей до достижения ее удовлетворительного положения.

Вторым вариантом получения правильной точки введения является проведение направляющей спицы без направлятеля, с отведением надколенника кпереди с помощью крючка Фарабефа. Спица диаметром 2,5–3,2 мм аккуратно проводится через сустав, избегая повреждений суставного хряща. После проведения спицы до кости ретрактор удаляется и колено сгибается до 40–50 градусов для обеспечения правильного направления спицы в проксимальном фрагменте (обычно с помощью валика), при этом возможно временное усугубление деформации в зоне перелома. После достижения правильного положения направляющей спицы и ее проведения в метафиз, колено вновь разгибается для обеспечения максимальной свободы в пателло-фemorальном суставе,



Рис. 2. Укладка пациента

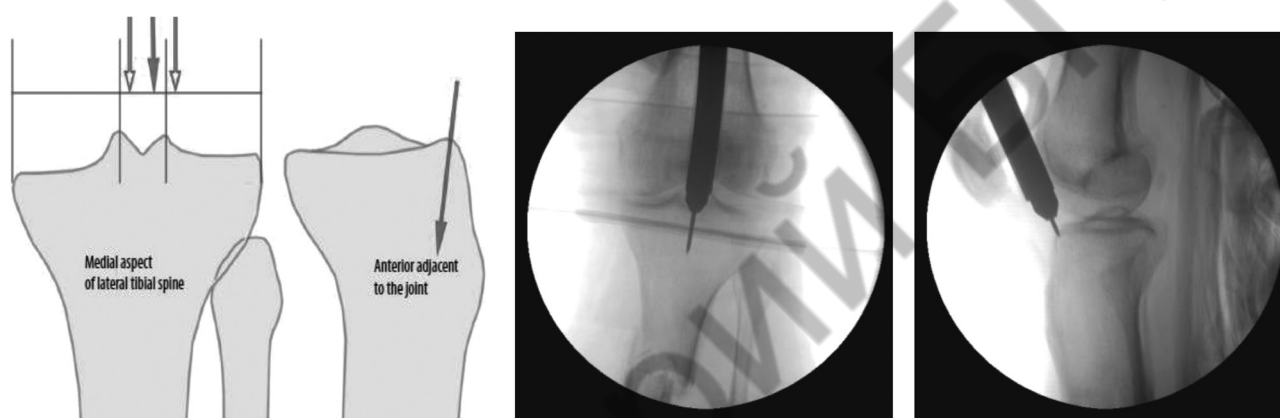


Рис. 3. Правильная точка вскрытия костномозгового канала [21]

и уже по направляющей спице устанавливается канюля для рассверливания костно-мозгового канала. По мнению многих авторов, установка направляющей спицы без канюли значительно облегчает правильное расположение направляющей спицы [22, 23].

После достижения правильного положения направляющей спицы выполняется вскрытие костномозгового канала с помощью сверла диаметром около 12 мм с погружением его в метафиз на глубину примерно 30–50 мм.

4. Контроль репозиции. Перед выполнением рассверливания костно-мозгового канала с помощью гибких сверл по проводнику необходимо убедиться в правильности положения отломков и при необходимости корректировать его. Основным средством репозиции перелома является ручная тракция, при ее неэффективности могут применяться чрескожно остроконечный репозиционный зажим, отклоняющие спицы или винты, дистрактор, открытая репозиция с остеосинтезом пластиной.

Чрескожная репозиция с помощью остроконечного репозиционного зажима возможна при не-

которых переломах без значительного раздробления костной ткани. При этом важно, чтобы применение зажима не привело само по себе к значимым повреждениям мягких тканей. Часть авторов рекомендует чрескожное применение большого репозиционного зажима, другие рекомендуют проведение бранши зажима через прокол кожи латеральнее гребня большеберцовой кости с отслоением мускулатуры (рис. 4) [23–25]. Следует постоянно контролировать положение щипцов, так как вибрация при обработке костномозгового канала и проведении стержня может вызывать их расшатывание и смещение фрагментов перелома.

Отклоняющие винты (или спицы) обычно располагаются по вогнутой стороне деформации для искусственного сужения костно-мозгового канала и обеспечения репозиции перелома при введении стержня (рис. 5). Точку проведения винта или спицы бывает сложно определить. При слишком эксцентричном расположении – винт может не оказать корригирующего действия; наоборот, при слишком центральном он может препятствовать проведению сверла или стержня и вызывать



Рис. 4. Применение репозиционного зажима при простом переломе проксимального отдела большеберцовой кости [23]

риск раскола кости. Предпочтительным является применение отклоняющих винтов до рассверливания костно-мозгового канала и установки стержня, но возможно их использование и для коррекции остаточных деформаций. Обычно, если после установки стержня имеется остаточная деформация, стержень извлекается и отклоняющий винт располагается по краю первичного канала стержня по вогнутой стороне деформации. При переломах проксимального отдела большеберцовой кости типичным является отклонение проксимального фрагмента кпереди и на варус, поэтому поллерные винты устанавливаются латеральнее и/или кзади от стержня (рис. 5) [26–28]. Перед повторной установкой стержня необходимо выполнить повторное рассверливание костно-мозгового канала. Рекомендуется применять винты боль-

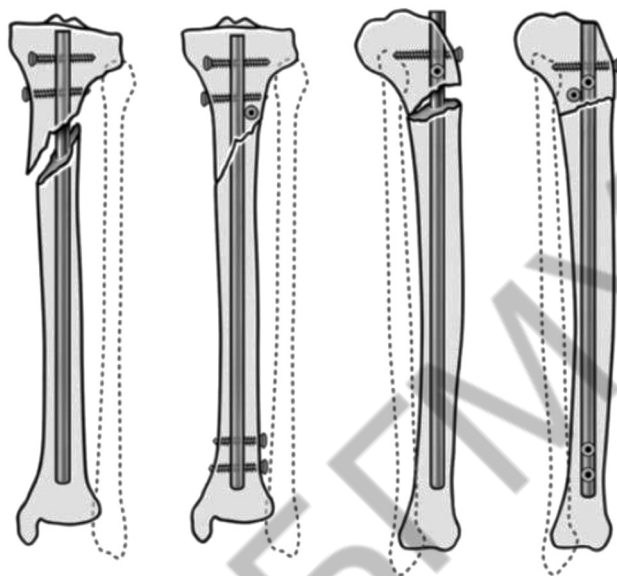


Рис. 5. Типичное проведение отклоняющих винтов при переломах проксимального отдела голени [28]

шего диаметра (4,5 мм или блокирующие винты из набора для интрамедуллярного остеосинтеза), так как малые винты (3,5 мм и менее) могут изгибаться или ломаться при обработке канала. Не следует применять в качестве отклоняющих сверла, так как они более хрупкие и часто ломаются; лучше использовать спицы большого диаметра или винты Steinmann, которые удаляются после полного блокирования стержня. Следует быть осторожным в отношении возможного раскола кости или наличия невыявленных трещин, поэтому отклоняющие винты располагают на расстоянии минимум 1 см от перелома.

Универсальный дистрактор позволяет поддерживать постоянную общую длину сегмента в течение всего вмешательства (рис. 6). Для коррекции многоплоскостных деформаций рекомендуется



Рис. 6. Применение дистрактора при переломе проксимального отдела голени

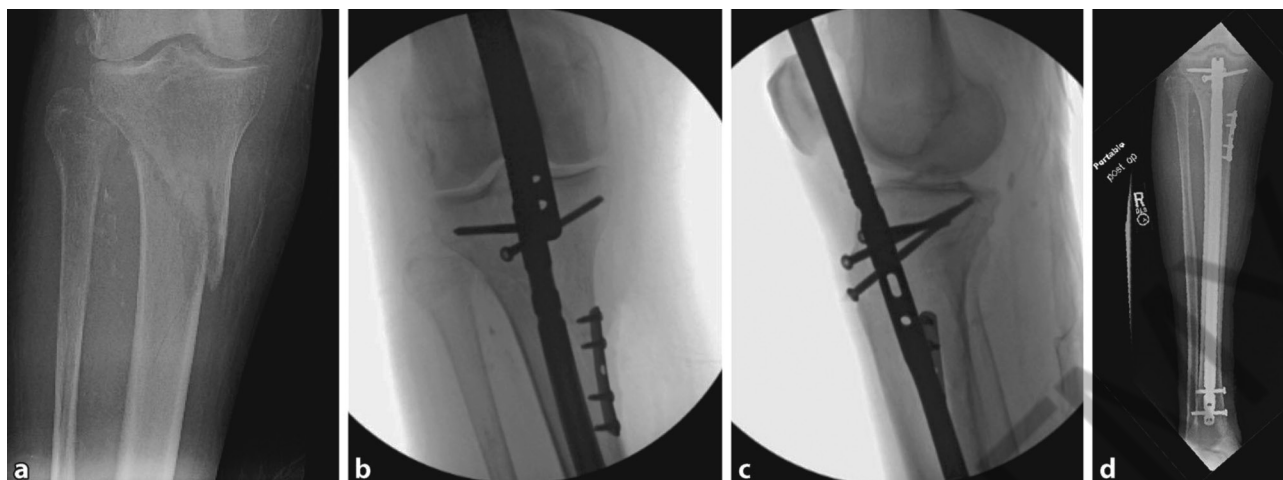


Рис. 7. Применение пластины для репозиции перелома [17]

расположение дистрактора по медиальной поверхности голени; при этом проксимальный винт Schanz следует располагать так, чтобы он действовал как отклоняющий и препятствовал возникновению отклонения проксимального отломка кпереди; дистальный винт Schanz следует располагать вне траектории стержня (кзади или дистальнее).

Nork с соавт. [13] использовали дистрактор в 2/3 своих случаев, при этом проксимальный винт препятствовал отклонению римера кзади и предотвращал типичное разгибательное положение проксимального фрагмента. Кроме того, с помощью этого винта контролировалось положение проксимального фрагмента и во фронтальной плоскости. Хотя авторы не использовали отклоняющих (поллерных) винтов, в 34 из 37 пролеченных переломов удалось достичь правильного положения отломков (в пределах 5° угловой деформации).

Данная техника была модифицирована Wysocki и соавт. [29], которые применяли сквозные стержни Steinmann с центральной резьбой и карбоновыми трубками медиально и латерально для обеспечения равномерной дистракции перелома. Для коррекции деформаций в сагиттальной плоскости они применяли валики. При использовании такого подхода, они добились хороших осевых соотношений у 14 из 15 пациентов с переломами проксимального и дистального отделов голени.

Репозиция с помощью пластины. Этот метод более применим при открытых переломах (когда уже фактически имеется доступ к перелому), но может применяться и при закрытых, когда репозиция недостижима другими способами. Рекомендуются применение 3,5 мм пластин на 5–6 отвер-

стий с установкой минимум двух винтов в каждый из отломков (менее прочные имплантаты могут не обеспечить достаточной стабильности при обработке канала). Важно применять монокортикальные винты, либо проводить бикортикальные вне зоны прохождения стержня (рис. 7). После проведения стержня пластина может быть удалена или оставлена на месте в зависимости от клинической ситуации [13, 17].

5. Рассверливание костно-мозгового канала и установка стержня. После достижения правильного положения отломков выполняется рассверливание костно-мозгового канала и установка стержня по общепринятой методике, отличием от стандартной техники инфрапателлярного остеосинтеза является использование специального удлиненного направителя. Важным моментом является определение глубины погружения стержня, которое контролируется флюороскопически. Блокирование стержня выполняется по стандартной методике с помощью направителя проксимально, дистальное блокирование выполняется с помощью метода «свободной руки» или также с применением направителя.

Потенциальные опасности

Безусловно, выполнение операции через неповрежденный при травме коленный сустав вызывает немало сомнений относительно потенциальной опасности таких вмешательств в отношении внутрисуставных образований и хряща пателлофemorального сочленения. Одним из контраргументов может быть рутинное на сегодняшний день выполнение ретроградного остеосинтеза бедра, которое уже не вызывает таких опасений. Тем не менее, данный вопрос изучался рядом авторов.

Исследования на трупах при традиционном инфрапателлярном доступе показали опасность повреждения медиального мениска и межменисковой связки, но меньшие повреждения наружного мениска и области прикрепления передней крестообразной связки (ПКС). При супрапателлярном доступе выявлялись сходные повреждения межменисковой связки и внутреннего мениска, но не наблюдалось повреждений в области суставной поверхности, наружного мениска и зоны прикрепления ПКС [30]. Gaines et al. в исследовании на трупах сравнил стандартный медиальный парапателлярный доступ с супрапателлярным и выявил меньшую частоту внутрисуставных повреждений при супрапателлярном доступе [31].

Контактное давление инструментария на суставной хрящ изучали M. Gelbke и соавт. [32]. Было выявлено, что современные системы, имеющие супрапателлярную канюлю вызывают большее давление на хрящевые поверхности по сравнению с инфрапателлярной техникой. Однако, при супрапателлярной установке стержня средние величины давления на надколенник составили 1,84 МПа (1,09–2,95 МПа) и на мыщелки бедра – 2,13 МПа (1,10–2,86 МПа), что гораздо меньше величин, вызывающих нарушение структурной целостности хряща (>25 МПа) и примерно вдвое меньше величин, вызывающих апоптоз хондроцитов в незрелом хряще (4,5 МПа).

Sanders и соавт. [20] оперировали 55 пациентов с применением системы T2 (Stryker) и выполнили артроскопию коленного сустава у 15 пациентов. У 13 никаких изменений отмечено не было, у 2 имелись признаки хондромалиции II степени непосредственно в межмышцелковой борозде. В 33 случаях выполнено МРТ коленного сустава: два пациента имели изменения II и III степени соответственно, однако связи с данными артроскопии при этом не выявлено. Оба пациента с артроскопическими изменениями непосредственно после установки стержня не имели признаков хондромалиции на МРТ спустя год, показатель Lysholm у обоих составлял 100, болей не было.

Имеющиеся на сегодняшний день данные позволяют полагать, что применение супрапателлярного остеосинтеза большеберцовой кости при должном соблюдении хирургической техники не вызывает значимых негативных эффектов на коленный сустав (в сравнении с традиционными инфрапателлярными доступами).

При супрапателлярной установке интрамедуллярного стержня значительно облегчается репозиция и интраоперационный контроль положения отломков при переломах проксимального отдела голени, что приводит к улучшению результатов лечения данных повреждений.

Применение супрапателлярного доступа для установки интрамедуллярного стержня не исключает необходимости использования дополнительных средств репозиции (репозиционный зажим, дистрактор, отклоняющие винты, временный остеосинтез мини-пластиной).

Литература

1. Bono, C. M., Levine R. G., Rao J. P., Behrens F. F. Nonarticular proximal tibia fractures: treatment options and decision making // J Am Acad Orthop Surg. – 2001. – № 9. – P. 176–86.
2. Court-Brown, C. M., McBirnie J. The epidemiology of tibial fractures // J Bone Joint Surg Br. – 1995. – Vol. 77. – P. 417–21.
3. Hernigou, P., Cohen D. Proximal entry for intramedullary nailing of the tibia. The risk of unrecognized articular damage // J Bone Joint Surg Br. – 2000. – Vol. 82. – P. 33–41.
4. Oh, J. K., Sahu D., Hwang J. H., Cho J. W., Oh C. W. Technical pitfall while reducing the mismatch between LCP PLT and upper end tibia in proximal tibia fractures // Arch Orthop Trauma Surg. – 2010. – Vol. 130. – P. 759–63.
5. Bhandari, M., Audige L., Ellis T., Hanson B. Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. Operative treatment of extra-articular proximal tibial fractures // J Orthop Trauma. – 2003. – Vol. 17. – P. 591–5.
6. Kurylo, J. C., Tornetta P. Extra-articular proximal tibial fractures: Nail or plate // AAOS Instructional Course Lectures. – 2013. – Vol. 62. – P. 61–77.
7. Lindvall, E., Sanders R., DiPasquale T., Herscovici D., Haidukewych G., Sagi C. Intramedullary nailing versus percutaneous locked plating of extra-articular proximal tibial fractures: Comparison of 56 cases // J Orthop Trauma. – 2009. – Vol. 23. – P. 485–92.
8. Naik, M. A., Arora G., Tripathy S. K., Sujir P., Rao S. K. Clinical and radiological outcome of percutaneous plating in extra-articular proximal tibia fractures: A prospective study // Injury. – 2013. – Vol. 44. – P. 1081–6.
9. Attal, R., Hansen M., Kirjavainen M., Bail H., Hammer O., Rosenberger R. et al. A multicenter case series of tibia fractures treated with the Expert Tibia Nail (ETN) // Arch Orthop Trauma Surg. – 2012. – Vol. 132. – P. 975–84.
10. Cannada, L. K., Anglen J. O., Archdeacon M. T., Herscovici Jr. D., Ostrum R. F. Avoiding complications in the care of fractures of the tibia // J Bone Joint Surg Am. – 2008. – Vol. 90. – P. 1760–8.
11. Hansen, M., Mehler D., Hessmann M. H., Blum J., Rommens P. M. Intramedullary stabilization of extraarticular proximal tibial fractures: A biomechanical comparison of intramedullary and extramedullary implants including a new proximal tibial nail (PTN) // J Orthop Trauma. – 2007. – Vol. 21. – P. 701–9.
12. Josten, C., Marquass B., Schwarz C., Verheyden A. Marknagelosteosynthese proximaler Tibiafrakturen. Kompli-

kationen und Risikofaktoren // Unfallchirurg. – 2010. – Vol. 113. – P. 21–8.

13. Nork, S. E., Barei D. P., Schildhauer T. A., Agel J., Holt S. K., Schrick J. L. et al. Intramedullary nailing of proximal quarter tibia fractures // J Orthop Trauma. – 2006. – Vol. 20. – P. 523–8.

14. Franke, J., Hohendorff B., Alt V., Thormann U., Schnettler R. Suprapatellar nailing of tibial fractures-Indications and technique // Injury. – 2016. – № 47(2). – P. 495–501. – doi:10.1016/j.injury.2015.10.023.

15. Freedman, E. L., Johnson E. E. Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing // Clin Orthop Relat Res. – 1995. – Vol. 315. – P. 25–33.

16. Lang, G. J., Cohen B. E., Bosse M. J. et al. Proximal third tibia shaft fractures. Should they be nailed? // Clin Orthop Relat Res. – 1995. – Vol. 315. – P. 64–74.

17. Dunbar, R. P., Nork S. E., Barei D. P. et al. Provisional plating of type III open tibia fractures prior to intramedullary nailing // J Orthop Trauma. – 2005. – № 19. – P. 412–4.

18. Tornetta, P., Collins E. Semiextended position of intramedullary nailing of the proximal tibia // Clin Orthop Relat Res. – 1996. – Vol. 328. – P. 185–9.

19. Walker, R. M., Zdero R., McKee M. D., Waddell E. H. Ideal tibial intramedullary nail insertion point varies with tibial rotation // J Orthop Trauma. – 2011. – № 25. – P. 726–730.

20. Sanders, R. W., DiPasquale T. G., Jordan C. J., Arrington J. A., Sagi H. C. Semiextended intramedullary nailing of the tibia using a suprapatellar approach: radiographic results and clinical outcomes at a minimum of 12 months follow-up // J Orthop Trauma. – 2014. – № 28(5). – P. 245–255. doi:10.1097/BOT.000000000000082.

21. Hessmann, M. H., Buhl M., Finkemeier C., Khoury A., Mosheiff R., Blauth M. Suprapatellar nailing of fractures of the tibia // Oper Orthop Traumatol. <https://doi.org/10.1007/s00064-020-00649-9>.

22. Brink, O. Suprapatellar nailing of tibial fractures: surgical hints // Current Orthopaedic Practice. – 2016. – Vol. 27 (1). – P. 107–112.

23. Lee, Ch., Zoller St.D., Perdue P. W., Nascone J. W. Pearls and Pitfalls With Intramedullary Nailing of Proximal Tibia Fractures // J Am Acad Orthop Surg. – 2019; 00:1–8. – DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00765.

24. Collinge, C. A., Beltran M. J., Dollahite H. A., Huber F. G. Percutaneous clamping of spiral and oblique fractures of the tibial shaft: A safe and effective reduction aid during intramedullary nailing // J Orthop Trauma. – 2015. – Vol. 29. – P. e208–e212.

25. Forman, J. M., Urruela A. M., Egol K. A. The percutaneous use of a pointed reduction clamp during intramedullary nailing of distal third tibia shaft fractures // Acta Orthop Belg. – 2001. – Vol. 77(7). – 34 s.

26. Krettek, C., Stephan C., Schandelmaier P. et al. The use of Poller screws as blocking screws in stabilizing tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails // J Bone Joint Surg Br. – 1999. – Vol. 81. – P. 963–8.

27. Ricci, W. M., O'Boyle M., Borrelli J. et al. Fractures of the proximal third of the tibial shaft treated with intramedullary nails and blocking screws // J Orthop Trauma. – 2001. – Vol. 15. – P. 264–70.

28. Zelle, B., Guilherme B. Safe surgical technique: intramedullary nail fixation of tibial shaft fractures // Patient Safety in Surgery. – 2015. – Vol. 9, № 1.

29. Wysocki, R. W., Kapotas J. S., Virkus W. W. Intramedullary nailing of proximal and distal one-third tibia shaft fractures

with intraoperative two-pin external fixation // J Trauma. – 2009. – Vol. 66. – P. 1135–9.

30. Tornetta, P. III., Riina J., Geller J. et al. Intraarticular anatomic risks of tibial nailing // J Orthop Trauma. – 1999. – Vol. 13. – P. 247–251.

31. Gaines, R. J., Rockwood J., Garland J. et al. Comparison of insertional trauma between suprapatellar and infrapatellar portals for tibial nailing // Orthopedics. – 2013. – Vol. 36. – P. e1155–e1158.

32. Gelbke, M. K., Coombs D., Powell S. et al. Suprapatellar versus infra-patellar intramedullary nail insertion of the tibia: a cadaveric model for comparison of patellofemoral contact pressures and forces // J Orthop Trauma. – 2010. – Vol. 24. – P. 665–71.

References

1. Bono, C. M., Levine R. G., Rao J. P., Behrens F. F. Nonarticular proximal tibia fractures: treatment options and decision making // J Am Acad Orthop Surg. – 2001. – № 9. – P. 176–86.

2. Court-Brown, C. M., McBirnie J. The epidemiology of tibial fractures // J Bone Joint Surg Br. – 1995. – Vol. 77. – P. 417–21.

3. Hernigou, P., Cohen D. Proximal entry for intramedullary nailing of the tibia. The risk of unrecognized articular damage // J Bone Joint Surg Br. – 2000. – Vol. 82. – P. 33–41.

4. Oh, J. K., Sahu D., Hwang J. H., Cho J. W., Oh C. W. Technical pitfall while reducing the mismatch between LCP PLT and upper end tibia in proximal tibia fractures // Arch Orthop Trauma Surg. – 2010. – Vol. 130. – P. 759–63.

5. Bhandari, M., Audige L., Ellis T., Hanson B. Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. Operative treatment of extra-articular proximal tibial fractures // J Orthop Trauma. – 2003. – Vol. 17. – P. 591–5.

6. Kurylo, J. C., Tornetta P. Extra-articular proximal tibial fractures: Nail or plate. AAOS Instructional Course Lectures. – 2013. – Vol. 62. – P. 61–77.

7. Lindvall, E., Sanders R., DiPasquale T., Herscovici D., Haidukewych G., Sagi C. Intramedullary nailing versus percutaneous locked plating of extra-articular proximal tibial fractures: Comparison of 56 cases // J Orthop Trauma. – 2009. – Vol. 23. – P. 485–92.

8. Naik, M. A., Arora G., Tripathy S. K., Sujir P., Rao S. K. Clinical and radiological outcome of percutaneous plating in extra-articular proximal tibia fractures: A prospective study // Injury. – 2013. – Vol. 44. – P. 1081–6.

9. Attal, R., Hansen M., Kirjavainen M., Bail H., Hammer O., Rosenberger R. et al. A multicenter case series of tibia fractures treated with the Expert Tibia Nail (ETN) // Arch Orthop Trauma Surg. – 2012. – Vol. 132. – P. 975–84.

10. Cannada, L. K., Anglen J. O., Archdeacon M. T., Herscovici Jr. D., Ostrum R. F. Avoiding complications in the care of fractures of the tibia // J Bone Joint Surg Am. – 2008. – Vol. 90. – P. 1760–8.

11. Hansen, M., Mehler D., Hessmann M. H., Blum J., Rommens P. M. Intramedullary stabilization of extraarticular proximal tibial fractures: A biomechanical comparison of intramedullary and extramedullary implants including a new proximal tibial nail (PTN) // J Orthop Trauma. – 2007. – Vol. 21. – P. 701–9.

12. Josten, C., Marquass B., Schwarz C., Verheyden A. Marknagelosteosynthese proximaler Tibiafrakturen. Komplikationen und Risikofaktoren // Unfallchirurg. – 2010. – Vol. 113. – P. 21–8.

13. Nork, S. E., Barei D. P., Schildhauer T. A., Agel J., Holt S. K., Schrick J. L. et al. Intramedullary nailing of proximal quarter tibia fractures // *J Orthop Trauma*. – 2006. – Vol. 20. – P. 523–8.
14. Franke, J., Hohendorff B., Alt V., Thormann U., Schnettler R. Suprapatellar nailing of tibia fractures-Indications and technique // *Injury*. – 2016. – Vol. 47(2). – P. 495–501. – doi:10.1016/j.injury.2015.10.023.
15. Freedman, E. L., Johnson E. E. Radiographic analysis of tibia fracture malalignment following intramedullary nailing // *Clin Orthop Relat Res*. – 1995. – Vol. 315. – P. 25–33.
16. Lang, G. J., Cohen B. E., Bosse M. J. et al. Proximal tibia shaft fractures. Should they be nailed? // *Clin Orthop Relat Res*. – 1995; (315):64–74.
17. Dunbar, R. P., Nork S. E., Barei D. P. et al. Provisional plating of type III open tibia fractures prior to intramedullary nailing // *J Orthop Trauma*. – 2005. – Vol. 19. – P. 412–4.
18. Tornetta, P., Collins E. Semiextended position of intramedullary nailing of the proximal tibia // *Clin Orthop Relat Res*. – 1996. – Vol. 328. – P. 185–9.
19. Walker, R. M., Zdero R., McKee M. D., Waddell E. H. Ideal tibia intramedullary nail insertion point varies with tibia rotation. *J Orthop Trauma* 2011;25:726–730.
20. Sanders, R. W., DiPasquale T. G., Jordan C. J., Arrington J. A., Sagi H. C. Semiextended intramedullary nailing of the tibia using a suprapatellar approach: radiographic results and clinical outcomes at a minimum of 12 months follow-up // *J Orthop Trauma*. – 2014. – Vol. 28(5). – P. 245–255. – doi:10.1097/BOT.0000000000000082.
21. Hessmann, M. H., Buhl M., Finkemeier C., Khoury A., Mosheiff R., Blauth M. Suprapatellar nailing of fractures of the tibia // *Oper Orthop Traumatol*. <https://doi.org/10.1007/s00064-020-00649-9>.
22. Brink, O. Suprapatellar nailing of tibia fractures: surgical hints // *Current Orthopaedic Practice*. – 2016. – Vol. 27 (1). – P. 107–112.
23. Lee, Ch., Zoller St. D., Perdue P. W., Nascone J. W. Pearls and Pitfalls With Intramedullary Nailing of Proximal Tibia Fractures // *J Am Acad Orthop Surg*. – 2019; 00:1–8 DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00765.
24. Collinge, C. A., Beltran M. J., Dollahite H. A., Huber F. G. Percutaneous clamping of spiral and oblique fractures of the tibia shaft: A safe and effective reduction aid during intramedullary nailing // *J Orthop Trauma*. – 2015. – Vol. 29. – P. e208–e212.
25. Forman, J. M., Urruela A. M., Egol K. A. The percutaneous use of a pointed reduction clamp during intramedullary nailing of distal third tibia shaft fractures // *Acta Orthop Belg*. – 2001. – Vol. 77(7). – 34 s.
26. Krettek, C., Stephan C., Schandelmaier P. et al. The use of Poller screws as blocking screws in stabilizing tibia fractures treated with small diameter intramedullary nails // *J Bone Joint Surg Br*. – 1999. – Vol. 81. – P. 963–8.
27. Ricci, W. M., O'Boyle M., Borrelli J. et al. Fractures of the proximal third of the tibia shaft treated with intramedullary nails and blocking screws // *J Orthop Trauma*. – 2001. – Vol. 15. – P. 264–70.
28. Zelle, B., Guilherme B. Safe surgical technique: intramedullary nail fixation of tibia shaft fractures // *Patient Safety in Surgery*. – 2015. – Vol. 9, № 1.
29. Wysocki, R. W., Kapotas J. S., Virkus W. W. Intramedullary nailing of proximal and distal one-third tibia shaft fractures with intraoperative two-pin external fixation // *J Trauma*. – 2009. – Vol. 66. – P. 1135–9.
30. Tornetta, P. III, Riina J., Geller J. et al. Intraarticular anatomic risks of tibia nailing // *J Orthop Trauma*. – 1999. – Vol. 13. – P. 247–251.
31. Gaines, R. J., Rockwood J., Garland J. et al. Comparison of insertional trauma between suprapatellar and infrapatellar portals for tibia nailing // *Orthopedics*. – 2013. – Vol. 36. – P. e1155–e1158.
32. Gelbke, M. K., Coombs D., Powell S. et al. Suprapatellar versus infra-patellar intramedullary nail insertion of the tibia: a cadaveric model for comparison of patellofemoral contact pressures and forces // *J Orthop Trauma*. – 2010. – Vol. 24. – P. 665–71.

Поступила 17.03.2021 г.