

© М.В. Гилёв, 2014.

УДК 616.718.51-001.5-089.843-072.1

## Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости

М.В. Гилёв

### *Surgical treatment of intraarticular tibial plateau fractures*

M.V. Gilev

ГБОУ ВПО «Уральская Государственная медицинская академия Минздрава РФ», г. Екатеринбург (ректор – проф., д.м.н. С. М. Кутепов)

Статья содержит литературный обзор отечественных зарубежных и научных публикаций за последние 5-10 лет, посвященных диагностике и лечению внутрисуставных переломов проксимального эпиметафиза большеберцовой кости. В работе представлены широко используемые классификации данных повреждений, показания к хирургическому лечению, освещены особенности применения внутреннего остеосинтеза, характеристики и обоснование выбора современных металлофиксаторов. Использование современных методов диагностики внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости (КТ и МРТ), своевременно выполненное хирургическое лечение с восстановлением целостности суставной поверхности, восполнением субхондрального костного дефекта аутокостью и первично стабильный остеосинтез опорными металлофиксаторами позволяют, по данным литературы, достичь положительных результатов.

**Ключевые слова:** большеберцовая кость, плато, проксимальный отдел, внутрисуставной перелом, остеосинтез, аппарат внешней фиксации, артроскопия, пластина АО, пластина LCP, система LISS, аутоотрансплантат, аллотрансплантат, гетеротрансплантат, композитный кальций-фосфатный трансплантат.

This article presents the literature review of native, foreign and scientific publications for the last 5-10 years dealing with diagnostics and treatment of intraarticular fractures of proximal tibial epimetaphysis. The authors describe the widely used classifications of these injuries, the indications for surgical treatment, as well as they highlight the details of using internal osteosynthesis, characteristics and substantiation of selecting modern metal fixators. The use of current methods for diagnosing the intraarticular fractures of proximal tibia (CT and MRI), timely performed surgical treatment with restoring the integrity of articular surface, subchondral bone defect filling with bone autograft, and primary stable osteosynthesis using support metal fixators allow to achieve positive results, by the data of literature.

**Keywords:** tibia, plateau, proximal part, intraarticular fracture, osteosynthesis, an external fixator, arthroscopy, AO plate, LCP plate, LISS system, autograft, allograft, heterograft, composite calcium-phosphate graft.

Переломы проксимального отдела большеберцовой кости (ПОББК) относятся к тяжелым повреждениям нижних конечностей и составляют от 2 до 5 % среди всех переломов костей скелета, а также от 6 до 12 % среди всех внутрисуставных переломов [4]. Данный вид повреждений часто сопровождается импрессией костной ткани со стороны суставной поверхности и повреждением важных мягкотканых структур, что следует из особенностей строения сустава (отсутствие значительной мышечной массы, близкое расположение магистральных сосудов, нервов) и сложности его кинематики [8, 26, 42]. При переломах мыщелков большеберцовой кости (ББК) повреждения связочного аппарата выявляются в 60 % случаев, из них более 50 % приходится на мениски; 6-43 % – на изолированное повреждение одной из коллатеральных связок; передняя крестообразная связка может повреждаться в 23 % [6, 42, 44, 52, 59].

По данным J. F. Keating (1999) [31], у больных старше 60 лет даже при незначительной травме коленного сустава в 58 % случаев диагностировали перелом ПОББК. Чем более снижена минеральная плотность костной ткани, тем более выражена импрессия плато ББК: порозная эпиметафизарная губчатая кость мыщелков ББК не может в момент травматического воздействия противостоять более прочным мыщелкам бедра; в целом ситуация у пожилых пациентов усугубляется возрастными дегенеративными изменениями

в капсуле сустава, гиалиновом хряще и синовиальной жидкости, нарушениями кровообращения нижних конечностей [28].

Актуальность рассматриваемой проблематики определяется также и тем, что для переломов ПОББК характерна высокая частота неблагоприятных функциональных исходов: нередко в отдаленном периоде после травмы развивается деформирующий остеоартроз, контрактуры, нестабильность коленного сустава. По данным ряда авторов, вышеперечисленные осложнения встречаются от 5,8 % до 28 %, при этом выход на инвалидность достигает 5,9-9,1 % [1, 4, 19, 34, 43, 60].

Для выбора оптимальной тактики лечения, профилактики развития послеоперационных осложнений требуется детализация характера перелома, определение количества и размеров костных фрагментов, их смещения, выявление степени импрессии тибияльного плато и повреждения мягкотканых структур, необходимы знания анатомии и биомеханики коленного сустава.

В зависимости от особенностей анатомического строения наблюдаются различные типы переломов ПОББК. Бедренная и большеберцовая кости при сочленении образуют небольшой угол, открытый кнаружи – физиологический genu valgum, который формируется в результате разницы между вальгусным мыщелко-бедренным углом 8,4° и варусным мыщелко-большеберцовым углом 3,5° и составляет около 5°. Вальгусная

установка в коленном суставе способствует тому, что при травме происходит смещение голени наружу. При этом латеральный мыщелок ББК подвергается сжатию между более крепким латеральным мыщелком бедра и метадиафизом ББК. По данным ряда авторов [5, 7, 8, 15], переломы латерального мыщелка ББК встречаются значительно чаще переломов медиального мыщелка. Кроме того, при согнутом положении голени чаще возникают импрессионные переломы, а при разогнутом положении - переломы по типу скола [33, 57].

При диагностике повреждений в области коленного сустава травматологи, к сожалению, до сих пор ограничиваются использованием таких традиционных методов как осмотр, пальпация и выполнение рентгенографии в двух стандартных проекциях. Однако, по мнению Г. В. Дьячковой (2013) [5, 6], Y.L. Hu (2009) [29], А.О. Mustonen (2008) [39], традиционное обследование не обустоляет достаточной информативностью и часто приводит к диагностическим и тактическим ошибкам, не позволяет получить объективную информацию о количестве фрагментов, их величине, форме и степени смещения.

На сегодняшний день «золотым стандартом» диагностики и детализации анатомии переломов ПООББК является компьютерная томография (КТ), позволяющая выявить более тонкие структурные изменения всех составляющих коленного сустава, что значительно расширяет возможности лечебных и реабилитационных мероприятий [3, 38, 59]. Абсолютным показанием для проведения КТ-исследования являются сложные двухмыщелковые переломы проксимального отдела большеберцовой кости [34].

Весьма актуальным в настоящее время становится вопрос о проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ) при внутрисуставной травме. В. К. Markhard (2009) [35], проводя сравнительный анализ результатов традиционной рентгенографии и магнитно-резонансной томографии при травматических повреждениях коленного сустава, выявил диагностические ошибки более чем в 54 % случаев. Так, у 47 пациентов при проведении МРТ определены импрессионные переломы, а при стандартном рентгенологическом исследовании переломы диагностированы только у 19 из них. По данным А.О. Mustonen (2008) [39], при выполнении МРТ у 60 % больных с диагнозом «ушиб коленного сустава» диагностированы внутрисуставные переломы, у 20 % пострадавших с диагнозом «гемартроз коленного сустава» – переломы и остеохондральные повреждения.

По мнению L. W. Mui (2007) [37], при переломах плато ББК МРТ-исследование необходимо включить в диагностический протокол наряду с выполнением стандартной рентгенографии в связи с высокой частотой сопутствующих мягкотканых повреждений. Детализация внутрисуставных повреждений при помощи МРТ- и КТ-методов исследования позволяет воспользоваться известными алгоритмами выбора метода лечения в зависимости от классификации перелома, определить наиболее оптимальную реабилитационную тактику.

В настоящее время зарубежные и отечественные травматологи в своей практике широко пользуются универсальной классификацией переломов АО/ASIF, предложенной M.E. Mueller в 1996 году [8]. В соот-

ветствии с этой классификацией, среди переломов ПООББК выделяют внесуставные переломы (тип А), изолированные переломы одного мыщелка (тип В) и переломы обоих мыщелков большеберцовой кости (тип С). Внутрисуставными переломами мыщелков являются только повреждения В и С типов. В свою очередь, переломы типа В, которые автор классификации называет неполными внутрисуставными переломами, разделены на группы и подгруппы, в зависимости от тяжести и характера повреждения.

Заслуживает внимания классификация переломов ПООББК, разработанная J. Schatzker в 1979 году [51]. Согласно данной классификации выделяют 6 типов переломов:

I – клиновидный перелом латеральной части плато;

II – клиновидный перелом латеральной части плато, сочетанный с импрессией участка суставной поверхности;

III – изолированная импрессия сегмента латеральной части плато;

IV – переломы медиальной части плато большеберцовой кости;

V – перелом обоих мыщелков;

VI – повреждение суставной поверхности плато, сочетанное с переломом на границе метафиза и диафиза большеберцовой кости.

По данным автора, переломы I и IV типов чаще возникают при воздействии высокоэнергетической травмирующей силы, в то время как III тип повреждений происходит при действии незначительного по величине усилия у лиц пожилого возраста. Третий тип переломов мыщелков большеберцовой кости возникает достаточно часто, в 31-42 % случаев. У молодых людей чаще возникают переломы IV типа [30].

В конце 80-90-х годов прошлого века при лечении внутрисуставных переломов ПООББК с импрессией до 1-2 мм применялось консервативное лечение с фиксацией в гипсовой повязке в течение 8-10 недель [10, 35]. Vacusus J. D. с коллегами (2011) [11], моделируя в эксперименте внутрисуставные переломы, пришли к выводу, что в случае импрессионных внутрисуставных переломов жизнеспособность хондроцитов гиалинового хряща значительно снижается, а концентрация провоспалительных медиаторов в гемосиновиальной среде повышается. В условиях длительной иммобилизации суставной гиалиновый хрящ подвергается атрофии, появляются фокусы некроза и метаплазии хрящевой ткани в костную, что приводит к развитию деформирующего остеоартроза; синовиальная оболочка сустава при длительной иммобилизации также подвергалась атрофии и замещению фиброзной тканью [36]. Параартикулярные ткани, в том числе мышцы, претерпевают серьезные изменения. Исследование объема четырехглавой мышцы бедра показало, что после трех недель иммобилизации конечности объем мышцы уменьшается на 2 % от исходного, а после 12 недель – на 9 %. По данным электромиографии через 3 недели иммобилизации происходит уменьшение активности мышц в два раза, через 12 недель – в три раза. Восстановление полного объема движений после трехнедельной иммобилизации происходит в течение 6 недель, в случаях 12-ти недельной иммобилизации восстановление полного объема движений затягивается до 20 недель [59].

К недостаткам консервативного лечения относится также невозможность точной репозиции костных фрагментов и восстановления конгруэнтности суставных поверхностей. По данным многочисленных морфологических исследований, в области костной структуры проксимального отдела ББК из-за тонкого кортикального слоя и отсутствия надкостницы остеопарация протекает эндостально. Даже при незначительном смещении отломков происходит лишь фиброзное сращение на фоне отсутствия эндостального и периостального костеобразования. В случае диастаза между отломками сращения не происходит вовсе. Оптимальные условия для регенерации губчатой костной ткани возникают только при максимальном сближении костных отломков. В этом случае заживление перелома происходит через образование интермедиарной мозоли, минуя хрящевую фазу [11, 33].

При изучении регенерации суставного хряща С. L. Kent с соавторами (2011) [11] установили, что при наличии между отломками мыщелков диастаза более 1 мм образования гиалинового хряща на месте дефекта не происходит. Дефект заполняется фиброгиалиновой тканью. Регенерация суставного хряща возникает лишь при плотном контакте отломков с восстановлением конгруэнтности суставных поверхностей. При этом гиалиновый хрящ образуется путем пролиферации малодифференцированных клеток субхондрального костномозгового пространства [36, 52]. Таким образом, особенности репаративного остеогенеза ПООББК, невозможность точной репозиции костных фрагментов и воссоздания анатомии суставной поверхности свидетельствуют в пользу активной хирургической тактики.

В нашей стране и за рубежом достаточно успешно при лечении переломов ПООББК применяется метод чрескостного остеосинтеза (ЧКО) аппаратами внешней фиксации (АВФ). Благодаря АВФ можно осуществлять полную динамическую разгрузку сустава, а также пассивные и активные движения в разгруженном аппарате суставе [3, 12, 19]. В.И. Шевцов, Т.Ю. Карасева, Е.А. Карасев (2009) [10] сообщают о 36 больных, пролеченных методом чрескостного остеосинтеза АВФ в сочетании с артроскопическим контролем; в отдаленные сроки наблюдения у 89 % больных получены хорошие результаты. Метод чрескостного остеосинтеза дает возможность разгрузить поврежденный сустав, исключить осевые нагрузки на хрящ суставной поверхности, чем создаются идеальные условия для консолидации переломов [3, 10]. Однако применение АВФ в качестве окончательного варианта остеосинтеза при многооскольчатых переломах достаточно затруднительно. P.J. Paragelopoulos, A.A. Partsinevelos (2006) [41], J.T. Watson, S.D. Ripple (2001) [56] подчеркивают, что при фиксации аппаратом коротких эпиметафизарных отломков возникают трудности как технического, так и тактического характера. Околосуставные сухожильно-мышечные и сосудисто-нервные образования практически исключают проведение спиц под углом 90° и создают значительный риск их повреждения, а длительная фиксация в зоне губчатой кости, ослабленной посттравматическим остеопорозом, вызывает асептическое воспаление и некроз вокруг спиц, способствуя тем самым вторичному смещению фрагментов.

В настоящее время для остеосинтеза переломов ПООББК широко применяется накостный остеосинтез металлоконструкциями АО, который обеспечивает надежную, продолжительную и стабильную фиксацию, позволяющую приступить к ранней разработке движений в коленном суставе [4, 18, 22]. Прототипом современных пластинок АО явились накостные пластины Г-образной формы, предложенные Блаунтом [8] в конце 50-х годов. Позднее, при остеосинтезе переломов мыщелков ББК широко использовались L- и T-образные опорные пластины с расширенной проксимальной частью и отверстиями для введения спонгиозных винтов. Их форма была анатомически адаптирована к наружному контуру большеберцовой кости. В 1999 году D.S. Horwitz с соавторами [28] в экспериментальных исследованиях доказали стабильность фиксации костных фрагментов L-образной пластиной.

При переломах обоих мыщелков большеберцовой кости D.P. Varej и S.E. Nork (2006) [14] рекомендовали дополнительно по медиальной поверхности накладывать короткую противоскользкую пластину. J.R. Ratcliff с соавторами в 2007 [46] году в результате биомеханических исследований на трупах по моделированию переломов мыщелков большеберцовой кости и последующей их фиксацией различными имплантами доказали, что при переломах обоих мыщелков достаточная стабильность остеосинтеза достигается только при использовании двух пластин.

Одной из популярных среди травматологов, на сегодняшний день, является концепция «биологического остеосинтеза», подразумевающая максимальное сохранение источников кровообращения в области перелома и минимизацию хирургического доступа. Концепция позволяет отказаться от точного сопоставления отломков ради уменьшения хирургической травмы при доступе.

Однако при внутрисуставных переломах необходимость точной анатомической репозиции остается актуальной. Многие хирурги видят реализацию этих принципов в применении пластин LCP (Locking Compression Plate) с ограниченным или точечным контактом с костью [27, 40, 49]. Контактирующая с костью поверхность пластины LCP имеет рельефную форму для ограничения контакта пластины с надкостницей и сохранения периостальных сосудов. Дополнительная жесткость фиксации пластин LCP достигается за счет наличия соединения винт-пластина. Половина отверстий пластины предназначена для проведения стандартных винтов, а другие отверстия имеют резьбу для винтов с аналогичной резьбой на головке (LHS), благодаря чему обеспечивается не только угловая, но и аксиальная стабильность. Применение таких пластин позволяет сохранить надкостницу и уменьшить зону контактного остеонекроза [38, 42].

Для остеосинтеза переломов мыщелков большеберцовой кости разработаны LCP-пластины определенной формы для наружного и внутреннего мыщелков. Стабильность фиксации не зависит от качества кости, что имеет особое значение при остеопорозе, поскольку действующие силы шунтируются пластиной и винтами. Пластина не требует моделирования, что позволяет избежать потери репозиции при затягивании винтов [49].

При биомеханическом исследовании на трупах, проведенном T. Gosling et al. в 2004 году [24, 25],

пластины LCP показали наибольшую устойчивость к вертикальным нагрузкам по сравнению с другими фиксаторами, а методика их имплантации - наименьшую травматичность. P. Niemeier et al. (2006) [40] сообщают о 25 больных, которым применяли пластины LCP при переломах мыщелков большеберцовой кости с хорошими анатомо-функциональными результатами.

Дальнейшее развитие технологий малоинвазивной хирургической стабилизации внутрисуставных переломов мыщелков большеберцовой кости привело к появлению системы LISS (Less Invasive Stabilization System) [20, 24, 26]. Конструкция LISS реализует современные подходы к лечению переломов и предусматривает возможность максимального сохранения источников кровоснабжения отломков, малую травматичность хирургической техники с применением минимально инвазивных доступов и высокую стабильность фиксации. Контактная поверхность пластин LISS имеет рельефную форму, предусматривающую ограниченный контакт пластины с костью и сохранение надкостницы [48]. Винты системы LISS, вводимые в метафизарной области, расположены под углом друг к другу. Это позволяет значительно повысить жесткость фиксации пластины к кости, что особенно важно при остеопорозе. Кроме того, в пластинах LISS предусмотрена возможность использовать винты с угловой стабильностью (LHS), которые могут быть установлены, в случае необходимости, в режиме монокортикальной фиксации [38].

Специальные фиксаторы LISS разработаны для проксимального отдела большеберцовой кости (LISS-PT – Less Invasive Stabilization System – Proximal Tibia). Показаниями для использования этих систем являются околосуставные переломы мыщелков большеберцовой кости на фоне сниженной плотности костной ткани при остеопорозе. Основным недостатком системы LISS является сложность выполнения анатомически точной репозиции [26, 49].

На сегодняшний день [4, 9, 15, 43, 50, 60] существенно расширены показания для открытой репозиции переломов ПООБК. Любые переломы с невосстановленной конгруэнтностью и неустранимым смещением требуют открытой репозиции. Основным принципом оперативного лечения внутрисуставных переломов мыщелков большеберцовой кости, согласно данным группы АО/ASIF, должно быть точное восстановление анатомии и функции сустава [9]. Выбирая способ фиксации перелома, следует обращать внимание на тот факт, что раннее восстановление движений в поврежденном суставе способствует улучшению результатов.

Лечение импрессионных переломов тибiallyного плато требует адекватной репозиции с последующим восполнением губчатого костного дефекта. М.А. Karunakar с соавторами (2007) [30] для фиксации репонируемых отломков рекомендуют использовать губчатые компрессирующие винты, заведенные субхондрально. При значительном импрессионном дефекте или низком качестве костной ткани фиксация субхондральными винтами должна быть дополнена опорной пластиной. Традиционно в качестве компрессирующих винтов используют два 6,5 мм губчатых винта. Как отмечают Patil S. et al. (2006) [43], альтернативой массивным 6,5 мм винтам могут служить четыре 3,5 мм

губчатых винта. Проводя экспериментальные исследования, автор пришел к выводу, что 3,5 мм винты имеют большую конструкционную жесткость и обеспечивают лучшую поддержку элевированного костного фрагмента, чем 6,5 мм винты.

При переломах медиального мыщелка изолированно или в сочетании с латеральным (IV, V и VI типы по Schatzker) существуют различные варианты фиксации перелома. Общепринятая тактика хирургического лечения перелома внутреннего мыщелка (IV тип Schatzker) требует фиксации опорной пластиной из отдельного доступа. Иная ситуация складывается при бикондилярных переломах. Оба мыщелка могут быть фиксированы одной латеральной мыщелковой пластиной с угловой стабильностью. При выборе данной технологии необходимо учитывать морфологию перелома. Так, по данным J.R. Ratcliff с соавторами (2007) [46], если плоскость перелома внутреннего мыщелка проходит в заднецентральной части плато, то фиксация последнего должна производиться отдельной нейтральной опорной пластиной. Ошибочно фиксировать заднецентральный фрагмент медиального мыщелка одной наружной мыщелковой LCP пластиной при бикондилярных переломах. Как показал T.J. O'Mara (2008) [15], стабилизация двухмыщелковых переломов одной латеральной LISS пластиной может в последующем приводить к вторичному смещению внутреннего мыщелка и развитию варусной деформации голени. Если же траектория перелома проходит в сагиттальной плоскости, то применение LISS считается адекватным и не приводит к вторичному смещению отломков. При высокоэнергетических двухмыщелковых переломах немаловажным преимуществом системы LISS считается бережное отношение к параартикулярным тканям, что снижает риск деваскуляризации кости [22].

Импрессионные переломы плато большеберцовой кости встречаются как изолированно, так и в сочетании с другими типами переломов проксимального эпиметафиза большеберцовой кости. При поднятии мыщелка образуется дефект костной ткани, который необходимо восполнить для сохранения результатов репозиции [2, 8, 49, 50, 61]. Как отмечает N. Lasanianos (2008) [32], «золотым стандартом» остеопластики при оперативном лечении переломов ПООБК является аутопластика из гребня подвздошной кости. Аутокость не только заполняет костный дефект, но и обладает остеоиндуктивными свойствами. После имплантации аутокости активизируются биологически активные вещества, благодаря которым идет перестройка и дифференциация мезенхимальных клеток в костные. Кроме собственной кости, для восполнения дефекта мыщелков могут использоваться аллотрансплантаты из донорской кости, костнозамещающие материалы на основе фосфата и сульфата кальция, пористые сплавы на основе никелида титана, гетеропластика бычьей костью.

Необходимым условием для выполнения костной пластики является биомеханическая и биологическая совместимость имплантата. Биологическая совместимость означает отсутствие иммунных реакций, воспалительных процессов и, как следствие, отсутствие отторжения имплантата. Биомеханическая совместимость предполагает отсутствие перегрузок и микродвигов по поверхности раздела имплант – костная

ткань. При этом принципиально важно, чтобы в процессе функционирования имплант обладал модулем упругости, присущим живой ткани. А его кривые напряжения и деформации были подобны таким для костной ткани [13, 16].

M.R. Bansal et al. (2009) [13], применяя аллогенные замороженные кусочки спонгиозной кости, наблюдал процесс кальцификации и образования трабекул в трансплантате. Однако использование аллотрансплантатов чревато реакциями отторжения, даже в случае полностью лишенных костного мозга замороженных трансплантатов. Иммуный ответ на донорскую кость с участием цитотоксических Т-лимфоцитов имелся у большинства пациентов, перенесших трансплантацию [12, 13].

В последнее время для восполнения костных дефектов при пластике импрессионных ППОБК многие авторы стали использовать костные композиты на основе фосфата кальция, как изолированно, так и в комбинации с аутологичным костным мозгом. Интересные данные получил P. Lobenhoffer (2002) [33], который показал, что общие затраты на реабилитацию больного после аутопластики из гребня подвздошной кости выше, чем после пластики композитом на основе фосфата кальция. Недавние исследования В. Yu (2009) [61], а также D.N. Yetkinler (2001) [58] выявили, что при пластике фосфат-кальциевым цементом достигается более жесткая и упругая фиксация в сравнении с аутокостью, что значительно снижает риск вторичного смещения и проседания фрагмента при активизации больного. В отличие от аллопластики донорской костью, фосфат-кальциевый композит лишен риска трансмиссии инфекционных заболеваний; также в ряде исследований не были отмечены сколько-нибудь значимые побочные

эффекты.

Таким образом, проведенный аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по проблеме диагностики и лечения внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости подтвердил ее высокую актуальность. Нередко такие внутрисуставные повреждения носят тяжелый характер с импрессией и разрушением суставных поверхностей. Формирование точного диагноза, оценка сопутствующего повреждения суставно-связочного аппарата коленного сустава лишь на основании данных клинических и рентгенологических методов исследования часто затруднены, что нередко приводит к диагностическим и лечебным ошибкам. Вопросы выбора тактики и техники оперативной коррекции внутрисуставных переломов изучены недостаточно. Большинство травматологов отказываются от консервативного лечения ввиду невозможности осуществить точную репозицию и восстановить анатомию суставной поверхности а также из-за возникающих при длительной иммобилизации контрактур. На сегодняшний день существенно расширены показания хирургическому лечению таких переломов. Однако каждый метод, при определенных достоинствах, имеет и существенные недостатки, что затрудняет определение оптимальной тактики ведения пострадавшего.

Значительное количество неудовлетворительных исходов при лечении внутрисуставных переломов ПООБК побуждает хирургов внедрять новые высокоинформативные методы диагностики костных и мягкотканых повреждений, а также разрабатывать новые подходы к репозиции и фиксации фрагментов с применением современных методик внутреннего стабильно-функционального остеосинтеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ахтямов И. Ф. Кривошапко Г. М., Кривошапко С. В. Послеоперационная реабилитация больных с внутрисуставными повреждениями коленного сустава и их последствиями (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2002. № 2. С.150-155.  
*Akhmatov I.F. Krivoshapko G.M., Krivoshapko S.V. Posleoperatsionnaya reabilitatsiya bol'nykh s vnutrisustavnymi povrezhdeniyami kolennogo sustava i ikh posledstviyami (obzor literatury) [Postoperative rehabilitation of patients with intraarticular knee lesions and their consequences (review of literature)]. Genij Ortop. 2002;(2):150-155.*
- Бакарджиева А. Н., Дьячков К. А. МРТ и УЗИ-параллели в оценке внутрисуставных структур у больных с закрытыми повреждениями коленного сустава // Гений ортопедии. 2010. № 2. С. 96-102.  
*Bakardzhieva A.N., D'yachkov K.A. MRT i UZI-paralleli v otsenke vnutrisustavnykh struktur u bol'nykh s zakrytymi povrezhdeniyami kolennogo sustava [MRT- and US-parallel in the assessment of intra-articular structures in patients with closed injuries of the knee]. Genij Ortop. 2010;(2):96-102.*
- Боймурадов Г. А., Дурсунов А. М., Шодиев Б. У. Спице-стержневое устройство для остеосинтеза при внутри- и околоуставных переломах коленного сустава // Гений ортопедии. 2010. № 2. С.79-80.  
*Boimuradov G.A., Dursunov A.M., Shodiev B.U. Spitse-sterzhnevoe ustroystvo dlia osteosinteza pri vnutri- i okolosustavnykh perelomakh kolennogo sustava [A wire-and-rod device for osteosynthesis of intra- and periarticular fractures of the knee]. Genij Ortop. 2010;(2):79-80.*
- Новые подходы к лечению внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / М. В. Гилев, Е. А. Волокитина, Ю. В. Антониади, Д. Н. Черницын // Уральский медицинский журнал. 2012. No. 6. С. 121-127.  
*Gilev M.V., Volokitina E.A., Antoniadu Iu.V., Chernitsyn D.N. Noveye podkhody k lecheniu vnutrisustavnykh perelomov proksimal'nogo otdela bol'shebertsovoi kosti [New approaches to treatment of intraarticular fractures of proximal tibia]. Ural'skii Meditsinskii Zhurnal. 2012;(6):121-127.*
- Роль МРТ и УЗИ в оценке структур коленного сустава при внутрисуставных переломах / Г. В. Дьячкова, К. А. Дьячков, М. А. Корабельников, А. Н. Бакарджиева, Т. Ю. Карасева // Гений ортопедии. 2013. № 2. С.31-36.  
*D'yachkova G.V., D'yachkov K.A., Korabel'nikov M.A., Bakardzhieva A.N., Karaseva T.Yu. Rol' MRT i UZI v otsenke struktur kolennogo sustava pri vnutrisustavnykh perelomakh [Role of MRT and USE in assessment of the knee structures for intra-articular fractures]. Genij Ortop. 2013;(2):31-36.*
- МРТ в изучении процесса перестройки костей коленного сустава после переломов / Г. В. Дьячкова, Л. В. Суходолова, Р. В. Степанов, К. А. Дьячков, А. Н. Бакарджиева, Е. А. Карасев // Медицинская визуализация. 2008. №5. С. 111-116.  
*D'yachkova G.V., Sukhodolova L.V., Stepanov R.V., D'yachkov K.A., Bakardzhieva A.N., Karasev E.A. MRT v izuchenii protsessa perestroiki kostei kolennogo sustava posle perelomov [MRI in studying the process of the knee bone reorganization after fractures]. Meditsinskaya Vizualizatsiya. 2008;(5):111-116.*
- Резник Л. Б., Здебский И. П. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости // Гений ортопедии. - 2009. - № 1. - С.28-32.  
*Reznik L.B., Zdeb'skii I.P. Khirurgicheskoe lechenie vnutrisustavnykh perelomov proksimal'nogo otdela bol'shebertsovoi kosti [Surgical treatment of*

- intraarticular proximal tibial fractures*]. *Genij Ortop.* 2009;(1):28-32.
8. Руководство по внутреннему остеосинтезу / М. Е. Мюллер, М. Альговер, П. Шнайдер, Х. М. Виллингер. М. : Медицина, 1996. - 750 с. *Mueller M.E., Al'gover M., Shnaider R., Villingger X.M. Rukovodstvo po vnutrennemu osteosintezu [A manual on internal osteosynthesis]. M.: Meditsina, 1996. 750 s.*
  9. Терновой С. К., Мангурсузян М. Р. Магнитно-резонансная томография в выявлении недиагностированных переломов костей коленного сустава // Радиология- практика. 2011. №3. С. 42-47. *Ternovoi S.K., Mangursuzian M.R. Magnitno-rezonansnaia tomografiia v vyivlenii nediaagnostirovannykh perelomov kostei kolennogo sustava [Magnetic-resonance tomography to reveal undiagnosed fractures of the knee bones]. Radiologiia-praktika. 2011;(3):42-47.*
  10. Оперативное лечение больных с закрытыми переломами плато большеберцовой кости с использованием артроскопической техники / В. И. Шевцов, Т. Ю. Карасева, Е. А. Карасев, Т. И. Долганова, А. Г. Карасев // Гений Ортопедии. 2009. No. 3. С. 82-88. *Shevtsov V.I., Karaseva T.Iu., Karasev E.A., Dolganova T.I., Karasev A.G. Operativnoe lechenie bol'nykh s zakrytymi perelomami plato bol'shebertsovoi kosti s ispol'zovaniem artroskopicheskoi tekhniki [Surgical treatment of patients with closed fractures of tibial plateau using arthroscopic technique]. Genij Ortop. 2009;(3):82-88.*
  11. Backus J.D., Furman B.D., Swimmer T., Kent C.L., McNulty A.L., Defrate L.E., Guilak F., Olson S.A. Cartilage viability and catabolism in the intact porcine knee following transarticular impact loading with and without articular fracture. *J. Orthop. Res.* 2011;29(4):501-10.
  12. Bajammal S.S., Zlowodski M., Lelwica A., Tornetta P. 3rd, Einhorn T.A., Buckley R., Leighton R., Russell T.A., Laesson S., Bhandari M. The use of calcium phosphate bone cement in fracture treatment. A meta-analysis of randomized trials. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008;90(6):1186-96.
  13. Bansal M.R., Bhagat S.B., Shukla D.D. Bovine cancellous xenograft in the treatment of tibial plateau fractures in elderly patients. *Int. Orthop.* 2009;33(3):779-84.
  14. Barei D.P., Nork S.E., Mills W.J., Coles C.P., Henley M.B., Benirschke S.K. Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006;88(8):1713-1721.
  15. Barei D.P., O'Mara T.J., Taitsman L.A., Dunbar R.P., Nork S.E. Frequency and fracture morphology of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fracture patterns. *J. Orthop. Trauma.* 2008;22(3):176-182.
  16. Benoit B., Fouad Z., Laflamme G.H., Rouleau D., Laflamme G.Y. Augmentation of tibial plateau fractures with Trabecular Metal: a biomechanical study. *J. Orthop. Surg. Res.* 2009;4:37-42.
  17. 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(3):176-86.
  18. Brunner A., Horisberger M., Ulmar B., Hoffmann A., Babst R. Classification systems for tibial plateau fractures; does computed tomography scanning improve their reliability? *Injury.* 2010;41(2):173-178.
  19. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Open reduction and internal fixation compared with circular fixator application for bicondylar tibial plateau fractures. Results of a multicenter, prospective, randomized clinical trial. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006;88(12):2613-23.
  20. Cole P.A., Zlowodzki M., Kregor P.J. Treatment of proximal tibia fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 77 fractures. *J. Orthop. Trauma.* 2004;18(8):528-35.
  21. Egol K.A., Tejwani N.C., Capla E.L., Wolinsky P.L., Koval K.J. Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J. Orthop. Trauma.* 2005;19(7):448-455.
  22. Farouk O., Krettek C., Miclau T., Schandelmaier P., Guy P., Tschern H. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury.* 1997;28(Suppl. 1):A7-12.
  23. Foltin E. Bone loss and forms of tibial condylar fracture. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1987;106(6):341-348.
  24. Gössling T., Schandelmaier P., Marti A., Hufner T., Partenheimer A., Krettek C. Less invasive stabilization of complex tibial plateau fractures: a biochemical evaluation of a unilateral locked screw plate and double plating. *J. Orthop. Trauma.* 2004;18(8):546-51.
  25. Gössling T., Schandelmaier P., Muller M., Hankemeier S., Wagner M., Krettek C. Single lateral locked screw plating of bicondylar tibial plateau fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2005;(439):207-214.
  26. Jiang R., Luo C.F., Wang M.C., Yang T.Y., Zeng B.F. A comparative study of Less Invasive Stabilization System (LISS) fixation and two-incision double plating for the treatment of bicondylar tibial plateau fractures. *Knee.* 2008;15(2):139-43.
  27. Jones C.B. Locked plates for proximal tibial fractures. *Instr. Course Lect.* 2006;55:381-388.
  28. Horwitz D.S., Bachus K.N., Craig M.A., Peters C.L. A biomechanical analysis of internal fixation of complex tibial plateau fractures. *J. Orthop. Trauma.* 1999;13(8):545-49.
  29. Hu Y.L., Ye F.G., Ji A.Y., Qiao G.X., Liu H.F. Three-dimensional computed tomography imaging increases the reliability of classification systems for tibial plateau fractures. *Injury.* 2009;40(12):1282-5.
  30. Karunakar M.A., Egol K.A., Peindl R., Harrow M.E., Bosse M.J., Kellam J.F. Split depression tibial plateau fractures: a biomechanical study. *J. Orthop. Trauma.* 2002;16(3):172-7.
  31. Keating J.F. Tibial plateau fractures in the older patient. *Bull. Hosp. Jt. Dis.* 1999;58(1):19-23.
  32. Lasanianos N., Mouzopoulos G., Garmavos C. The use of freeze-dried cancellous allograft in the management of impacted tibial plateau fractures. *Injury.* 2008;39(10):1106-12.
  33. Lobenhoffer P., Gerich T., Bertram T., Lattermann C., Pohlemann T., Tschern H. Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures. *Unfallchirurg.* 1997;100(12):957-67.
  34. Mankar S.H., Golhar A.V., Shukla M., Badwaik P.S., Faizan M., Kalkotwar S. Outcome of complex tibial plateau fractures treated with external fixator. *Indian J. Orthop.* 2012;46(5):570-4.
  35. Markhardt B.K., Gross J.M., Monu J.U. Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. *Radiographics.* 2009;29(2):585-597.
  36. Masrouha K.Z., Anderson D.D., Thomas T.P., Kuhl L.L., Brown T.D., Marsh J.L. Acute articular fracture severity and chronic cartilage stress challenge as quantitative risk factors for post-traumatic osteoarthritis: illustrative cases. *Iowa Orthop. J.* 2010;30:47-54.
  37. Mui L.W., Engelsohn E., Umans H. Comparison of CT and MRI in patients with tibial plateau fracture: can CT findings predict ligament tear or meniscal injury? *Skeletal Radiol.* 2007;36(2):145-51.
  38. Musahl V., Tarkin I., Kobbe P., Tzioupis C., Siska P.A., Pape H.C. New trends and techniques in open reduction and internal fixation of fractures of the tibial plateau. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2009;91(4):426-33.
  39. Mustonen A.O., Koivikko M.P., Lindahl J., Koskinen S.K. MRI of acute meniscal injury associated with tibial plateau fractures: prevalence, type, and location. *AJR. Am. J. Roentgenol.* 2008;191(4):1002-1009.
  40. Niemeyer P., Südkamp N.P. Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* 2006;73(4):221-8.
  41. Papagelopoulos P.J., Partinevelos A.A., Themistocleous G.S., Mavrogenis A.F., Korres D.S., Soucacos P.N. Complications after tibia plateau fracture surgery. *Injury.* 2006;37(6):475-84.
  42. Parker P.J., Tepper K.B., Brumbach R.J., Novak V.P., Belkoff S.M. Biomechanical comparison of fixation of type-I fractures of the lateral tibial plateau. Is the antiglide screw effective? *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999;81(3):478-480.
  43. Patil S., Mahon A., Green S., McMurtry I., Port A. A biomechanical study comparing a raft of 3.5 mm cortical screws with 6.5 mm cancellous screws

- in depressed tibial plateau fractures. *Knee*. 2006;13(3):231-5.
44. Rademakers M.V., Kerkhoffs G.M., Sierevelt I.N., Raaymakers E.L., Marti R.K. Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five- to 27-year follow-up results. *J. Orthop. Trauma*. 2007;21(1):5–10.
  45. Rasmussen P.S. Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1973;55(7):1331–50.
  46. Ratcliff J.R., Werner F.W., Green J.K., Harley B.J. Medial buttress versus lateral locked plating in a cadaver medial tibial plateau fracture model. *J. Orthop. Trauma*. 2007;21(7):444–448.
  47. Ringus V.M., Lemley F.R., Hubbard D.F., Wearden S., Jones D.L. Lateral tibial plateau fracture depression as a predictor of lateral meniscus pathology. *Orthopedics*. 2010;33(2):80-4.
  48. Ricci W.M., Rudzki J.R., Borrelli J. Jr. Treatment of complex proximal tibia fractures with the less invasive skeletal stabilization system. *J. Orthop. Trauma*. 2004;18(8):521-527.
  49. Russel N., Tamblyn P., Jaarsma R. Tibial plateau fractures treated with plate fixation: To lock or not to lock // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2009;19:75-82.
  50. Russel T.A., Leighton R.K., Alpha-BSM Tibial Plateau Fracture Study Group. Comparison of autogenous bone graft and endothermic calcium phosphate cement for defect augmentation in tibial plateau fractures. A multicenter, prospective, randomized study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008;90(10):2057-61.
  51. Schatzker J., McBroom R., Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968–1975. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1979;(138):94–104.
  52. Schatzker J. Fractures of the tibial plateau. In: *The rationale of operative fracture care*. Eds. Schatzker J., Tile M. Berlin: Springer Verlag. 1996:419–438.
  53. Steadman J.R., Rodrigo J.J., Briggs K.K. et al. Debridement and microfracture for full-thickness articular cartilage defects. In: *Surgery of the knee*. Eds. Insall J.N., Scott W.N. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone. 2001:361-73.
  54. Te Stroet M.A., Holla M., Biert J., van Kampen A. The value of a CT scan compared to plain radiographs for the classification and treatment plan in tibial plateau fractures. *Emerg. Radiol.* 2011;18(4):279-83.
  55. Subasi M., Kapukaya A., Arslan H., Ozkul E., Cebesoy O. Outcome of open comminuted tibia plateau fractures treated using an external fixator. *J. Orthop. Sci.* 2007;12(4):347-53.
  56. Watson J.T., Ripple S., Hoshaw S.J., Fhyrie D. Hybrid external fixation for tibial plateau fractures: clinical and biomechanical correlation. *Orthop. Clin. North Am.* 2002;33(1):199-209.
  57. Wicky S., Blaser P.F., Blanc C.H., Leyvraz P.F., Schnyder P., Meuli R.A. Comparison between standard radiography and spiral CT with 3D reconstruction in the evaluation, classification and management of tibial plateau fractures. *Eur. Radiol.* 2000;10(8):1227-32.
  58. Yetkinler D.N., McClellan R.T., Reindel E.S., Carter D., Poser R.D. Biomechanical comparison of conventional open reduction and internal fixation versus calcium phosphate cement fixation of a central depressed tibial plateau fracture. *J. Orthop. Trauma*. 2001;15(3):197-206.
  59. Young A., Stokes M., Iles J.F. Effects of joint pathology on muscle. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1987;(219):21-27.
  60. Yu G.R., Xia J., Zhou J.Q., Yang Y.F. Low-energy fracture of posterolateral tibial plateau: treatment by a posterolateral prone approach. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(5):1416-23.
  61. Yu B., Han K., Ma H., Zhang C., Su J., Zhao J., Li J., Bai Y., Tang H. Treatment of tibial plateau fractures with high strength injectable calcium sulphate. *Int. Orthop.* 2009;33(4):1127-33.

Рукопись поступила 08.04.2013.

**Сведения об авторе:**

Гилев Михаил Васильевич – ГБОУ ВПО «Уральская Государственная медицинская академия Минздрава РФ», г. Екатеринбург, ассистент кафедры травматологии и ортопедии ФПК и ПП; e-mail: gilevmikhail@gmail.com.