

**Бялик В.Е., Макаров С.А., Алексеева Л.И., Бялик Е.И.,
Архипов С.В., Глухова С.И., Нурмухаметов М.Р., Нестеренко В.А.**

V.A. Nasonova Research
Institute of
Rheumatology, Moscow,
Russia
34A, Kashirskoe Shosse,
Moscow 115522

Contact: Valery Byalik;
DoctorBialik@yandex.ru

Поступила 27.08.18

Цель исследования — изучить осложнения ОУ ВТО, определить влияние дизайна коротких пластин со спейсером, костного трансплантата и/или остеозамещающих материалов, а также возраста, массы тела и величины угла коррекции на развитие осложнений у больных, перенесших данное оперативное вмешательство.

Результаты и обсуждение. В 11 случаях из 28 (39,25%) было диагностировано 12 осложнений. Из них было 8 случаев боли в области имплантированной пластины, три внутрисуставных перелома латерального тибального плато и одно нарушение полимеризации жидкого β -трикальций фосфата. Статистически достоверных связей исследуемых параметров с развитием осложнений выявлено не было.

Заключение. Осложнения, связанные с фиксатором, развиваются с одинаковой частотой независимо от дизайна коротких пластин со спейсером. Применения жидкой формы β -трикальций фосфата следует избегать при закрытии остеотомического клина. Возраст, масса тела и величина угла коррекции не ассоциированы с развитием осложнений при ОУ ВТО.

Ключевые слова: коленный сустав; открывающая угол высокая тибиальная остеотомия; осложнения; боль; перелом латерального тибиального плато; замедленное сращение; несращение.

Для **ссылки**: Бялик ВЕ, Макаров СА, Алексеева ЛИ и др. Осложнения открывающей угол высокой тиббиальной остеотомии. Научно-практическая ревматология. 2018;56(5):641-648.

Byalik V.E., Makarov S.A., Alekseeva L.I., Byalik E.I.,
Arkhipov S.V., Glukhova S.I., Nurmukhametov M.R., Nesterenko V.A.

Opening wedge high tibial osteotomy (OWHTO) is a surgical treatment option for osteoarthritis (OA) of the knee with a predominant lesion of its medial segment, which can restore the mechanical axis of the lower limb, transfer load from affected medial to intact lateral part of knee joint, and thus slow OA progression, reduce or even abolish pain, prolong the function of the patient's own knee joint, and delay total knee arthroplasty. Like any surgical intervention, OWHTO can be responsible for common, local, and specific surgical complications

Objective: to investigate complications from OWHO and to determine the impact of the design of short spacer plates, bone graft materials and/or bone substitutes, as well as age, body weight and wedge angle correction on the development of complications in patients undergoing this surgery.

Subjects and methods. Twenty-eight OWHTOs were performed in 26 patients in 2003 to 2016. The male and female ratio was approximately 2:1. The patients' mean age was 58.1 ± 11.24 years; body mass index, 28.56 ± 3.61 kg/m²; correction angle, $11.8 \pm 2.4^\circ$. Fixation was carried out using short spacer plates of three different designs: Puddu plate I, II, and Osteomed. Bone grafting was performed applying an iliac wing autograft or a biodegradable bone substitute (β -tricalcium phosphate) as rectangular blocks, or Inject. Bone grafting was not done when the wedge size was <10 mm.

Results and discussion. Twelve complications were diagnosed in 11 of the 28 (39.25%) cases. Of these, there were 8 cases of pain at the site of the implanted plate, three intra-articular fractures of the lateral tibial plateau, and one case of impaired polymerization of liquid β -tricalcium phosphate. There were no statistically significant relationships between the parameters investigated and the development of complications.

Conclusion. Clamp-associated complications develop with the same frequency regardless of the design of short spacer plates. The use of liquid β -tricalcium phosphate should be avoided in closing wedge osteotomy. Age, body weight, and the magnitude of a correction angle are unassociated with the development of complications in OWHTO.

Keywords: knee joint; opening wedge high tibial osteotomy; complications; pain; lateral tibial plateau fracture; delayed fusion; non-fusion.

For reference: Byalik VE, Makarov SA, Alekseeva LI, et al. Complications of opening wedge high tibial osteotomy. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya* = *Rheumatology Science and Practice*. 2018;56(5):641-648 (In Russ.).

doi: 10.14412/1995-4484-2018-641-648

Первое сообщение о лечении остеоартрита (ОА) коленного сустава (КС) методом остеотомии большеберцовой кости принадлежит J.P. Jackson и датировано 1958 г. [1]. С того момента было разработано множество оперативных методов выполнения высокой тибиальной остеотомии (ВТО), основными среди которых являются открывающая угол (ОУ), закрывающая угол (ЗУ) и сводчатая остеотомия (dome-osteotomy) [2–4]. Независимо от предпочитаемого хирургом метода операции, любая корректно выполненная ВТО приводит к восстановлению механической оси нижней конечности, перенесению нагрузки с пораженного медиального отдела КС на интактный латеральный, замедлению прогрессирования ОА, продлению функции собственного КС и отдалению тотального эндопротезирования КС (ТЭК) [5–7]. На сегодняшний день ОУ техника выполнения ВТО пользуется наибольшей популярностью среди травматологов-ортопедов во всем мире. Это связано с относительной простотой ее выполнения, отсутствием необходимости в массивной диссекции мягких тканей, остеотомии малоберцовой кости и нарушении целостности проксимального тибioфибулярного сочленения, а также значительным снижением вероятности повреждения малоберцового нерва [8, 9].

Как и любое хирургическое вмешательство, ОУ ВТО сопряжена с риском развития осложнений, к числу которых, помимо общих [тромбоз глубоких вен нижних конечностей (ТГВ), тромбоэмболия ветвей легочной артерии (ТЭЛА), инфаркт миокарда, инсульт и т. д.] и местных (глубокая и/или поверхностная инфекция и т. д.), относятся специфичные для данной операции: переломы латерального тибального плато с распространением линии перелома на суставную поверхность и без него, разрывы латеральной кортикальной петли, замедленные сращения и несращения, переломы металлофиксаторов, потеря коррекции, остеолит аутотрансплантата (при закрытии остеотомического клина) и боль в проекции имплантированной пластины [9–24].

Целью нашего исследования стало изучение осложнений ОУ ВТО; определение влияния дизайна коротких пластин со спейсером, костного трансплантата и/или остеозамещающих материалов, а также возраста, массы тела и величины угла коррекции на развитие осложнений у больных, перенесших данное оперативное вмешательство.

Материал и методы

В лаборатории ревмоортопедии и реабилитации ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой в период с 2006 по 2017 г. ОУ ВТО была выполнена на 28 КС у 26 пациентов. Соотношение мужчин и женщин было 2:1. Двум мужчинам с интервалом в год были выполнены двусторонние ОУ ВТО. Средний возраст на момент операции составил $58,21 \pm 11,24$ года, индекс массы тела (ИМТ) — $28,56 \pm 3,61$ кг/м², а величина угла коррекции — $11,8 \pm 2,4^\circ$. С целью изучения влияния возраста, ИМТ и угла коррекции на развитие осложнений больные были разделены на 6 групп: моложе и старше 58 лет, с ИМТ $\leq 28,5$ и $> 28,5$ кг/м², и углом коррекции $\leq 12^\circ$ и $> 12^\circ$.

Мы считали, что ВТО может быть выполнена в следующих случаях: изолированный ОА медиального отдела КС любой стадии без костных дефектов, отсутствие изменений или I–II стадия ОА в пателлофemorальном сочлене-

нии, интактный латеральный тибioфemorальный отдел КС, амплитуда движений $> 100^\circ$, ИМТ < 40 кг/м², высокая степень исходной функциональной активности пациента, варусная деформация КС до $17,5^\circ$. Противопоказаниями к данной операции были: тяжелые сопутствующие соматические заболевания, предшествующая инфекция, пателлофemorальный ОА III–IV стадии, ОА латерального тибioфemorального отдела любой стадии, ИМТ > 40 кг/м², ограничение объема сгибательных движений $> 25^\circ$, отсутствие латерального мениска.

Предоперационное планирование осуществляли при помощи телерентгенограмм нижней конечности, угол коррекции рассчитывали по методу Миниаци. Дополнительно использовали рентгеновские снимки КС в боковой проекции. Стадию дегенеративного процесса оценивали по рентгенологической классификации Kellgren–Lawrence. На момент операции гонартроз III стадии был диагностирован в 19 КС, в оставшихся 9 выраженность дегенеративных изменений соответствовала II стадии.

ОУ ВТО выполняли на рентгенопрозрачном столе в положении больного на спине. Доступ к медиальной поверхности большеберцовой кости (ББК) осуществляли на 1 см ниже медиального отдела сустава, длиной 5–6 см, посередине между бугристостью и заднемедиальным краем ББК. После рассечения фасции мобилизовали место крепления к ББК сухожилий «поверхностной гусиной лапки» и поверхностную порцию медиальной боковой связки. Для предотвращения повреждения сухожилия отводили кзади костным ретрактором. Острым путем периостально выделяли передний и задневынутренний края ББК. Далее под контролем электронного оптического преобразователя (ЭОП) вводили направляющие спицы таким образом, чтобы линия будущей остеотомии проходила косо во фронтальной плоскости, начинаясь на 3,0–3,5 см ниже суставной линии медиального отдела КС, на 0,2–0,5 см выше места крепления собственной связки надколенника к бугристости ББК и заканчивалась в точке, расположенной на 1,5 см ниже суставной щели латерального тибioфemorального отдела КС, на 0,5 см кнутри от латерального кортикального слоя ББК на уровне верхней трети проксимального тибioфибулярного сочленения. Затем осуществляли остеотомию при помощи осциллирующей пилы и долота по выбранному ранее направлению. Остеотомию осуществляли осторожно, чтобы избежать внутрисуставных переломов. Следующим этапом под контролем ЭОП осуществляли расклинивание проксимального и дистального фрагментов ББК при помощи двойного расклинивающего долота до достижения механической осью нижней конечности точки Фуджисава (62,5% от длины тибального плато, при начале отсчета от медиального края внутреннего мышечка ББК). Фиксацию достигнутого угла коррекции производили при помощи коротких пластин со спейсером трех разных дизайнов: пластина Puddu I (n=5), пластина Puddu II (n=14), Osteomed (n=9). Если размер созданного остеотомического клина не превышал 10 мм, то костную пластину не осуществляли. В тех случаях, когда размер клина был > 10 мм, выполняли костную пластику при помощи аутотрансплантата из крыла подвздошной кости (n=9), либо биодеградируемого остеозамещающего материала ChronOs (β-трикальций фосфат) в форме Inject (n=8), либо прямоугольных блоков (n=7). По завершении перечисленных манипуляций делали финальный снимок в пря-

мой и боковой проекциях, обильно промывали рану антисептическим раствором, после чего послойно ушивали рану наглухо.

Послеоперационное ведение больных включало в себя анальгетическую, антибактериальную и антикоагулянтную терапию, иммобилизацию в ортезе в положении полного разгибания в КС, в течение 8 нед со дня операции. Послеоперационная программа реабилитации состояла из упражнений, направленных на пассивную разработку движений в КС на аппарате пассивной роботизированной механотерапии суставов Artrorobot, мобилизации надколенника, а также упражнений на укрепление мышц бедра и голени. Для ходьбы больные использовали дополнительную опору на костыли в течение 2 мес, далее 2 нед с опорой на трость, после чего разрешали ходьбу с полной опорой на оперированную ногу.

Для изучения результатов оценивали боль по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), клиническое и функциональное состояние КС по шкале Knee Society Score (KSS), телерентгенограммы нижней конечности и рентгенограммы КС в боковой проекции в предоперационном периоде, через 3 мес и год после операции. Ближайшие результаты оценивали по изменению показателей вышеуказанных шкал. Так, значения боли по ВАШ от 0 до 20 мм мы считали отличным, 21–40 мм – хорошим, 41–60 мм – удовлетворительным, >60 мм – неудовлетворительным результатом. Аналогичным образом оценивали изменения функционального и объективного состояния КС по шкале KSS. Значения функционального и объективного счета <50 баллов соответствовали неудовлетворительному результату, 51–70 – удовлетворительному, 71–85 – хорошему и 86–100 – отличному результату. Поскольку общий счет KSS является суммой указанных выше параметров, при его значении ≤100 результат считали неудовлетворительным, 101–140 – удовлетворительным, 141–170 – хорошим и >171 – отличным. По рентгенограммам оценивали раскрытие суставной щели КС, сращение проксимального и дистального фрагментов ББК, наличие/отсутствие признаков прогрессирования гонартроза. Признаки прогрессирования гонартроза оценивали в соответствии с классификацией Kellgren–Lawrence.

Статистическую обработку полученных данных проводили на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel и пакета статистического анализа данных Statistica 10.0 для Windows (StatSoft Inc., США). Количественные переменные описывали при по-

моши среднего арифметического, стандартного отклонения, медианы и квартилей. Качественные переменные описывали абсолютными и относительными частотами (процентами). Для определения взаимного влияния показателей применяли корреляционный анализ Спирмена. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Распределение больных по возрасту было абсолютно равномерным (14 операций были выполнены больным моложе 14 и старше 58 лет). Значения ИМТ, близкие к норме, имели 15 больных, в 13 случаях ИМТ был >28,5 кг/м². Угол коррекции в 12 случаях был <12°, а в 16 – имел большую величину.

В 11 случаях из 28 (39,25%) было диагностировано 12 осложнений (табл. 1).

Наиболее частым осложнением была боль в проекции имплантированной пластины ($n=8$), которая требовала периодического приема анальгетических препаратов. Удаление металлоконструкции осуществляли после консолидации остеотомического клина, в среднем через 12–18 мес с момента операции. Однако при повторных осмотрах через 6–12 мес после удаления пластины у 3 из 8 пациентов болевой синдром в области, где ранее была имплантирована пластина, сохранялся, по-прежнему требуя периодического приема НПВП. Как правило, мы назначали селективные НПВП (с-НПВП): мовалис по 7,5 мг 1–2 раза в сутки либо аркоксиа 60 мг 1–2 раза в сутки. Нам не удалось выявить достоверные связи между развитием болевого синдрома в области имплантированной пластины и дизайном фиксатора, ИМТ, величиной угла коррекции или возрастом больных. Полученные нами данные суммированы в табл. 2.

У одного из 8 больных, которому пластика остеотомического клина была осуществлена при помощи ChronOs Inject, не произошло полной полимеризации биодеградируемого остеозамещающего материала. Как следствие, через несколько недель с момента операции сформировался свищ с отделяемым, состоящим из ChronOs, присоединилась поверхностная инфекция. Однако при посеве возбудителя инфекции идентифицировать не удалось. Больной в течение 6 нед получал антибактериальную терапию препаратом фторхинолонового ряда – моксифлоксацином (авелокс) по 400 мг/сут. Свищ закрылся в течение 4 нед, инфекция купирована, рецидивов не было.

Таблица 1 Структура осложнений

Осложнения	Количество	Последствия	Лечение	Исход
Внутрисуставной интраоперационный перелом латерального тибального плато	2			Консолидация переломов
Внутрисуставной перелом латерального тибального плато, выявленный в послеоперационном периоде	1	Несращение, перелом фиксатора, потеря коррекции	Удаление металлоконструкции, костная пластика клина	Консолидация после повторной операции в течение 6 мес
Нарушение полимеризации ChronOs Inject	1	Формирование свища с отделяемым ChronOs, поверхностная инфекция	Антибактериальная терапия (авелокс 400 мг/сут)	Закрытие свища, инфекция вылечена, рецидивов не было
Боль в проекции имплантированной пластины	8	Необходимость в периодическом приеме анальгетических препаратов	НПВП по мере необходимости	В трех случаях болевого синдрома сохранялся и после удаления пластины

Примечание. НПВП – нестероидные противовоспалительные препараты.

Таблица 2 Влияние разных факторов на развитие боли в области имплантированной пластины, n (%)

Оцениваемые факторы	Отсутствие боли в области имплантированной пластины	Боль в области имплантированной пластины	p
Возраст моложе 58 лет (n=14)	10 (71,43)	4 (28,57)	1,0
Возраст старше 58 лет (n=14)	10 (71,43)	4 (28,57)	1,0
ИМТ $\leq 28,5$ кг/м ² (n=15)	10 (66,67)	5 (33,33)	0,54
ИМТ $> 28,5$ кг/м ² (n=13)	10 (76,92)	3 (23,08)	0,54
Угол коррекции $\leq 12^\circ$ (n=12)	9 (75,0)	3 (25,0)	0,71
Угол коррекции $> 12^\circ$ (n=16)	11 (68,75)	5 (31,25)	0,71
Пластина Puddu II (n=14)	12 (85,71)	2 (14,29)	0,08
Пластина Osteomed (n=9)	5 (55,56)	4 (44,44)	0,2
Пластина Puddu I (n=5)	3 (60,0)	2 (40,0)	0,54



Рис. 1. Рентгенограммы больного Т. сразу после операции (а) и через 3 мес после нее (б)

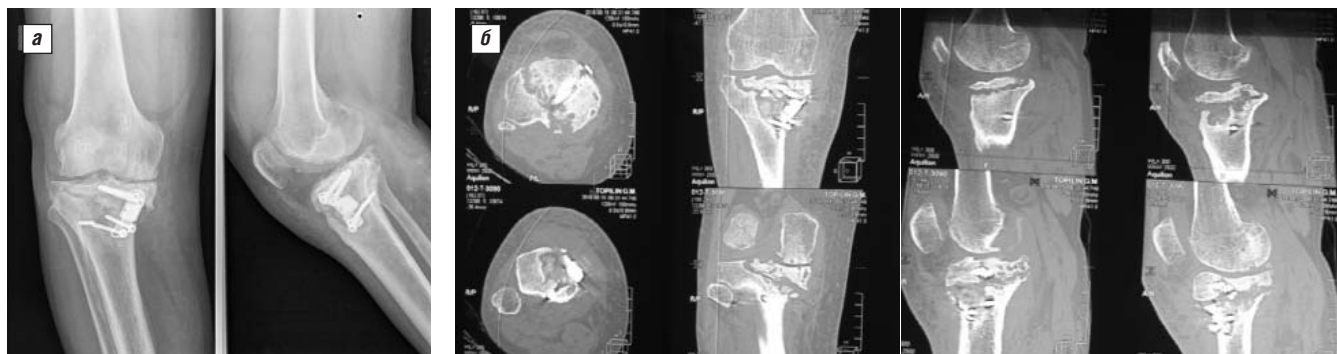


Рис. 2. Рентгенограммы (а) и компьютерные томограммы (б) больного Т. перед повторной операцией



Рис. 3. Рентгенограммы больного Т. сразу после повторной операции (а) и через 6 мес после нее (б)

У 3 (10,72%) больных были выявлены переломы латерального тибияльного плато с распространением линии перелома на суставную поверхность. Два из них были диагностированы интраоперационно при расклинивании большеберцовой кости. Еще один был диагностирован в послеоперационном периоде на контрольном осмотре по прошествии 2 мес со дня операции. Так, через 2 мес после первичной операции на контрольной рентгенограмме была визуализирована потеря достигнутой интраоперационно коррекции, при этом явной линии перелома ни в прямой, ни в боковой проекции видно не было (рис. 1). Поскольку перелом был стабильным, больному было рекомендовано ходить без опоры на оперированную ногу. Еще через несколько месяцев на контрольной рентгенограмме были визуализированы несращение, четко контурированная линия перелома, продолженная от верхушки остеотомического клина в латеральном и проксимальном направлениях с переходом на суставную поверхность, перелом кортикального винта, уве-

личение варусной деформации. Больного госпитализировали для повторной операции. Для предоперационного планирования была выполнена компьютерная томография (КТ) области несращения (рис. 2). По прошествии 6 мес после первичной операции было проведено повторное оперативное вмешательство: удаление металлоконструкции и костная пластика остеотомического клина аутооттрансплантатом из крыла подвздошной кости с накостным остеосинтезом опорной мышечковой пластиной. Перелом консолидировался в течение

полугода после повторной операции (рис. 3), получен удовлетворительный функциональный результат. Переломы, выявленные интраоперационно, консолидировались в течение нескольких месяцев и не повлияли на процесс послеоперационного ведения больных и их реабилитации. Следует отметить, что в сравнении с двумя больными, у которых перелом консолидировался, пациент с несращением имел самый высокий ИМТ. Сравнительная характеристика больных с переломами латерального тибального плато приведена в табл. 3.

Не выявлено достоверных связей между исходами переломов латерального тибального плато и возрастом, ИМТ или углом коррекции. Также нет достоверных связей между несращением и дизайном фиксатора, несращением и костно-пластическим материалом. Статистические данные представлены в табл. 4 и 5.

Несмотря на достаточно большой процент осложнений, нами была выявлена следующая динамика изменения боли по ВАШ: до операции она составляла в среднем $72,77 \pm 11,62$ мм, через 3 мес — $20,19 \pm 11,08$, а через год — $8,26 \pm 6,47$ мм. Одновременно с ослаблением боли мы отмечали улучшение объективного и функционального счета KSS: с $44,77 \pm 12,42$ и $54,25 \pm 13,2$ балла перед операцией до $77,03 \pm 10,39$ и $79,8 \pm 13,81$ к 3-му месяцу и $81,38 \pm 7,34$ и $85,57 \pm 11,77$ через год после операции. Обобщенные результаты динамики боли по ВАШ, объективного, функционального и общего счета KSS представлены на рис. 4.

В итоге мы получили 11 отличных, 14 хороших и три удовлетворительных результата.

Обсуждение

Осложнения при ОУ ВТО явление не редкое и в отдельных исследованиях встречается с частотой вплоть до 45,8% [9–25]. По данным метаанализа, на 2821 операцию было выявлено всего 14% осложнений. Однако если добавить к ним боль в проекции фиксатора и операции по его удалению вследствие болевого синдрома, то доля осложнений увеличивается до 23% [14]. В нашем исследовании осложнения были выявлены в 39,25% случаев, что соответствует мировой статистике.

В изученных нами статьях частота ТГВ при ОУ ВТО составляет от 0 до 9,8% [9, 12, 19, 21, 23–25], ТЭЛА — 0,5% [11]. Инфаркт миокарда, инсульт и летальные исходы не описаны. В нашем исследовании общих осложнений не было.

По данным современной литературы (после 2000 г.), поверхностная и глубокая инфекция были диагностированы в течение года со дня операции с частотой до 10% [12, 18, 21–24]. Интересные данные относительно поверхностной инфекции представлены в метаанализе N.J. Lash и соавт. [14], которые сделали акцент на связь остеозамещающего материала с развитием поверхностной инфекции. По их данным, на 113 ОУ ВТО с применением гидроксиапатита было выявлено 7 (6,2%) поверхностных раневых инфекций, в то время как при использова-

Таблица 3 Сравнительная характеристика больных (n=3) с внутрисуставными переломами латерального тибального плато

Параметры	Пациенты		
	с посттравматическим ОА	с ОА	с ОА
Пол	Женщина	Мужчина	Мужчина
Возраст, годы	41	75	63
ИМТ, кг/м²	24,3	30,9	35,08
Угол коррекции	13°	11°	15°
Перелом был диагностирован	Интраоперационно при расклинивании		В послеоперационном периоде
Остеосинтез после ОУ ВТО	Неблокируемая короткая пластина со спейсером для ОУ ВТО Osteomed		Неблокируемая короткая пластина со спейсером для ОУ ВТО пластина Puddu II Arthrex
Костная пластика	Биодеградируемый остеозамещающий материал ChronOs Inject (β-трикальций фосфат)		
Перелом фиксатора	Нет	Перелом кортикального винта	
Потеря коррекции	Нет	Да	

Таблица 4 Влияние различных факторов на возникновение и консолидацию перелома латерального тибального плато

Оцениваемые факторы	Перелома тибального плато не было, n (%)	Перелом латерального тибального плато, n (%)	Исход перелома	p
Возраст моложе 58 лет (n=14)	13 (92,86)	1 (7,14)	Перелом консолидировался	0,54
Возраст старше 58 лет (n=14)	12 (85,71)	2 (14,29)	Один консолидировался, один — нет	0,53
ИМТ ≤ 28,5 кг/м ² (n=15)	14 (93,33)	1 (6,67)	Перелом консолидировался	0,45
ИМТ > 28,5 кг/м ² (n=13)	11 (84,62)	2 (15,38)	Один консолидировался, один — нет	0,45
Угол коррекции ≤ 12° (n=12)	11 (91,67)	1 (8,33)	Перелом консолидировался	0,72
Угол коррекции > 12° (n=16)	14 (84,62)	2 (12,5)	Один консолидировался, один — нет	0,72

Таблица 5 Влияние фиксаторов и костно-пластического материала на консолидацию при переломах латерального тибального плато

Пластины и костно-пластический материал	Частота применения, n (%)	Из них при переломах, n (%)	Консолидация перелома
Пластина Puddu II	14 (100,0)	1 (7,14)	Не консолидировался
Пластина Osteomed	9 (100,0)	2 (22,23)	Оба консолидировались
Пластина Puddu I	5 (100,0)	0	
Аутокость	9 (100,0)	0	
ChronOs блоки	7 (100,0)	0	
ChronOs Inject	8 (100,0)	3 (37,5)	Два консолидировались, один — нет

нии других остеозамещающих материалов (ауто- и алло-кость, трикальций фосфат и кальций фосфат, биогласс, смешанные остеозамещающие материалы), либо без закрытия остеотомического клина (2035 операций) общая доля поверхностных инфекций составила всего лишь 0,6%. Аналогичной статистики для глубоких инфекций в области остеотомии авторы не дают, однако приводят общую ее частоту, равную 1%, от 2821 операции. В нашей работе у одного больного развилась поверхностная инфекция вследствие неполной полимеризации остеозамещающего материала ChronOs Inject (β -трикальций фосфат) и формирования свища, которая была успешно купирована пероральным приемом моксифлоксацина в течение 6 нед. Ближайший результат лечения больного — удовлетворительный.

Что касается осложнений, специфичных для ОУ ВТО, то боль в проекции имплантированной пластины / области формирования клина была изучена лишь несколькими авторами. Так, T. Woodacre и соавт. [12] описали 7,2% случаев боли в области фиксатора при имплантации пластины Tomofix и 8,3% при использовании Puddu. В то же время P. Niemeyer и соавт. [26] приводят данные о необходимости удаления Tomofix у 40,6% больных вследствие постоянной боли, а R.W. Vroouwet и соавт. [28] в своей работе выявили ее в 60% случаев применения пластины Puddu. По данным T.A. Roberson и соавт. [24], частота болевого синдрома достигает 20% при применении пластин ContourLock и Osteotomy Plate (EBI). По результатам метаанализа боль в проекции имплантированной пластины была выявлена в 4,3% случаев, удаление металлофиксатора выполнено в 5% [14]. Мы диагностировали боль в проекции имплантированной пластины у 8 пациентов (28,57%): у 4 при использовании пластины Osteomed, у 2 — Puddu II и у 2 — Puddu I. Достоверной связи с дизайном фиксатора не было. Неизвестно, был ли энтезис места прикрепления сухожилий поверхностной «гусиной лапки» у больных, среди которых наблюдалось данное осложнение. После удаления фиксатора боль сохранилась у трех больных из 8. В зарубежной литературе также нет информации о наличии энтезита в этой области.

Такие серьезные осложнения, как перелом латерального тибialного плато и разрыв латеральной кортикальной петли, по данным мировой литературы, встреча-

ется с частотой от 0,3 до 35% [9, 10, 13, 15, 17, 19–21]. В работе D. Pape и соавт. [27] при сравнении двух групп пациентов, которым остеосинтез после ОУ ВТО был выполнен фиксаторами Puddu II и TomoFix, частота интраоперационных переломов латерального тибialного плато составила 66 и 73% соответственно. Данное осложнение возникает как непосредственно интраоперационно, так и в течение 6 нед в послеоперационном периоде, когда больные дают частичную нагрузку на оперированную ногу [9, 17, 19, 28, 29].

Замедленные сращения и несращения после ОУ ВТО могут развиваться как вследствие интра- и послеоперационных переломов, так и без них и были диагностированы у 0–12% оперированных больных [11, 15, 16, 19, 20, 22, 24, 30]. В метаанализе доля замедленных сращений / несращений при использовании неблокируемых и блокируемых пластин существенно не различалась и составила соответственно 3,7 и 2,6%. Применение блокируемых пластин в случаях, когда не было необходимости в костной пластике остеотомического клина, привело к развитию замедленной консолидации и/или несращению лишь в 1,4% случаев. По данным метаанализа, при закрытии остеотомического клина аллотрансплантатом доля замедленных сращений / несращений составила 4,6%, а ауто-костью — 2,6%, при одновременном применении ауто- и аллокости — 3,5%. Меньшее количество замедленных сращений и несращений было получено при закрытии остеотомического клина трикальций фосфатом (3,2%), кальций фосфатом (1,4%), гидроксиапатит-трикальций фосфатом (1%) и гидроксиапатитом (0%). В тех случаях, когда не было необходимости в закрытии остеотомического клина, число замедленных сращений / несращений составило 1,4% [14].

Переломы пластин и винтов после ОУ ВТО, как правило, усталостные и происходят по причине микроподвижности на фоне замедленного сращения и несращения [15, 17, 22]. Чаще всего такие осложнения единичны, однако есть работы, описывающие большое число переломов фиксаторов в пределах одного исследования. Так, E.M. Nelissen и соавт. [23] описывают три перелома пластины Puddu I и 6 винтов у больных, которые в процессе реабилитации не давали нагрузку на оперированную ногу, а также 9 переломов винтов у больных, которые давали частичную нагрузку на оперированную ногу в процессе послеоперационной реабили-

тации. Аналогичную статистику для этого фиксатора приводят G. Spahn и соавт. [5] (два перелома пластины, 7 переломов винтов). В метаанализе N.J. Lash и соавт. [14] выявили несостоятельность фиксаторов в 59 случаях из 2148 операций (2,8%) при использовании неблокируемых пластин, в то время как при применении блокируемых пластин несостоятельность фиксатора была диагностирована лишь в трех случаях на 681 операцию (0,4%). Крайне интересным результатом метаанализа является следующий факт: несмотря на то что несостоятельность фиксатора в 6,75 раза чаще встречается при использовании неблокируемых пла-

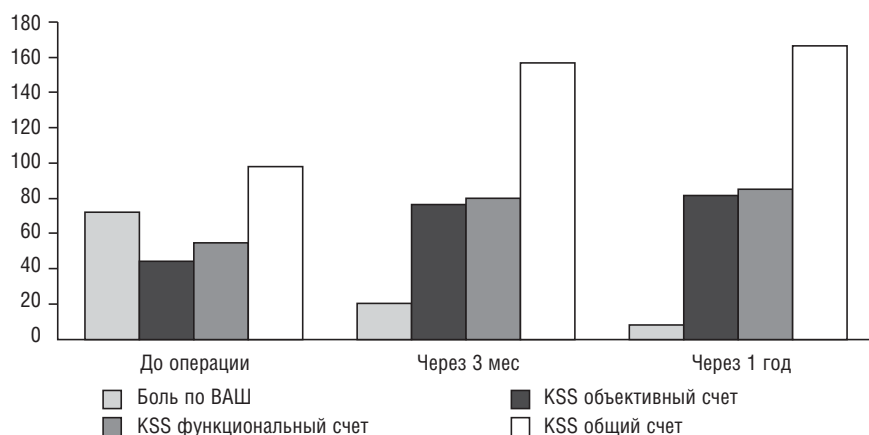


Рис. 4. Изменение боли по ВАШ, а также объективного, функционального и общего счета KSS в течение года после операции

стин по сравнению с блокируемыми, число потерь коррекции и количество сращений оказалось сопоставимым для обоих типов фиксаторов.

В нашей работе было выявлено три перелома (10,72%) латерального тибального плато, два из них возникли интраоперационно, один был диагностирован на контрольном осмотре больного через 2 мес после операции. При этом два интраоперационных перелома консолидировались в течение 3 мес со дня операции и не требовали никаких дополнительных хирургических вмешательств. Определенный интерес представляет случай выявления перелома латерального тибального плато в послеоперационном периоде. Мы считаем наиболее вероятной причиной развития данного осложнения невозможность короткой пластины со спейсером (Puddu II) выдерживать нагрузки, оказываемые на остеотомический клин даже при минимальной опоре на оперированную ногу ($\leq 25\%$ от массы тела) во время реабилитации. Также, на наш взгляд, важным фактором в развитии данного осложнения стала избыточная масса тела пациента (ИМТ $35,08 \text{ кг/м}^2$, максимальное значение данного показателя в нашем исследовании). Чем больше масса тела пациента, тем большую нагрузку испытывают верхушка остеотомического клина и фиксатор в момент частичной опоры на ногу в процессе реабилитации. Таким образом, недостаточная первичная стабильность фиксатора вкпе с избыточной массой тела пациента привели к постепенному формированию перегрузочного перелома верхушки остеотомического клина с распространением линии перелома латерально и на суставную поверхность. Поскольку имелось полное разобщение медиального и латерального мыщелков ББК, то микроподвижность между фрагментами была значительной, что в результате привело к единственному случаю несращения и усталостному перелому кортикального винта и в итоге потребовало удаления фиксатора, костной пластики и повторного остеосинтеза опорной пластиной. Через полгода после повторной операции перелом консолидировался, ближайший результат удовлетворительный.

Влияние возраста, массы тела и величины остеотомического клина на риск развития перелома латерального тибального плато и как следствие замедленного сращения или несращения, а также результат операции на сегодняшний день оцениваются противоречиво [9, 19, 20, 23, 31–34]. Так, D.E. Bonasia и соавт. [31] пришли к выводу, что возраст старше 56 лет ассоциирован с плохими результатами. В работе A.E. Staubli и соавт. [34] все осложнения, приведшие к ревизиции и повторным оперативным вмешательствам, зафиксированы у больных старше 64-летнего возраста. G.N. Yacobucci и M.R. Cocking [33] разделяют мнение о том, что выполнять ВТО больным старше 65 лет и с ИМТ $>40 \text{ кг/м}^2$ не следует. E.M. Nelissen и соавт. [23] описали достоверно большее число осложнений у больных, величина раскрытия клина которых была $>10 \text{ мм}$, по сравнению с больными, у которых величина раскрытия клина была $<10 \text{ мм}$. B.S. Miller и соавт. [19] выявили достоверную связь между размером клина, повышенными значениями ИМТ и осложнениями. В свою очередь, G. Meidinger и соавт. [32] считают, что повышенные значения ИМТ у мужчин достоверно связаны с развитием несращения, в то время как возраст и величина угла коррекции не влияют на развитие несращения. В противоположность всем вышепе-

речисленным авторам, G. Spahn [21], а также J. Dixel и соавт. [9] утверждают, что никакие пациент-специфические параметры не оказывают влияния на развитие осложнений при ОУ ВТО. В нашей работе осложнения с одинаковой частотой случались в группах моложе и старше 58 лет, с ИМТ больше и меньше $28,5 \text{ кг/м}^2$, с размером остеотомического клина больше и меньше 12° . Несмотря на то что статистически достоверной связи между пациент-специфическими характеристиками и развитием осложнений нами выявлено не было, в случае с послеоперационным переломом латерального тибального плато, на наш взгляд, ожирение II стадии сыграло существенную роль в развитии осложнения.

Также описаны редкие случаи осложнений, таких как гематома и выпот в коленный сустав (2,2%) [11], компартмент-синдром (0,9%) [12], травматическая неврома (1%) [20], комплексный регионарный болевой синдром ($n=1$) [24], травма сосуда (0,4–1,7%) [12, 30]. В нашей работе вышеперечисленных осложнений не было.

Заключение

Большую часть осложнений при ОУ ВТО, связанных с фиксаторами, составляет боль в области имплантированной пластины, которая может быть купирована приемом НПВП. На результат операции это осложнение влияния не оказывает. Статистически достоверные различия по частоте осложнений при использовании одностипных коротких пластин со спейсером, имеющих разный дизайн, отсутствуют. Большой процент осложнений, связанных с пластинами (боль в области имплантации, замедленное сращение и несращение, потеря коррекции, переломы фиксатора), по литературным и нашим собственным данным, свидетельствует о том, что на данном этапе развития мировой ортопедии отсутствует оптимальный фиксатор для ОУ ВТО. Дальнейшее совершенствование фиксаторов для ОУ ВТО, вероятно, должно быть направлено на увеличение первичной стабильности фиксации, что позволит избежать большинства из обсужденных в данной статье осложнений. Отсутствует статистически достоверная связь типа остеозамещающего материала и костного трансплантата с развитием осложнений. Однако два осложнения, повлиявшие на результат операции, были получены при использовании биодеградируемого остеозамещающего материала ChronOs Inject. Данную форму β -трикальций фосфата мы не рекомендуем к применению при закрытии остеотомического клина. Пол, возраст, масса тела пациента и величина угла коррекции не имеют достоверной статистической связи с развитием осложнений при ОУ ВТО, следовательно, некорректно ориентироваться на них при определении показаний к ОУ ВТО (за исключением ИМТ $>40,0 \text{ кг/м}^2$).

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за статью.

ЛИТЕРАТУРА

- Jackson JP. Osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Jt Su Br*. 1958;40:826.
- Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1965;47:984-90. doi: 10.2106/00004623-196547050-00008
- Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1987 Mar;69(3):332-54. doi: 10.2106/00004623-198769030-00005
- Esenkaya I, Unay K, Akan K. Proximal tibial osteotomies for the medial compartment arthrosis of the knee: a historical journey. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2012 Apr;7(1):13-21. doi: 10.1007/s11751-012-0131-x
- Spahn G, Klinger HM, Harth P, Hofmann GO. Cartilage regeneration after high tibial osteotomy. Results of an arthroscopic study. *Z Orthop Unfall*. 2012 Jun;150(3):272-9. doi: 10.1055/s-0031-1298388. Epub 2012 Jun 22.
- Sundaram NA, Hallett JP, Sullivan MF. Dome osteotomy of the tibia for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg*. 1986 Nov;68-B(5). (<http://bjj.boneandjoint.org.uk/content/bjjbr/68-B/5/782.full.pdf>).
- Kanamiya T, Naito M, Hara M, Yoshimura I. The influences of biomechanical factors on cartilage regeneration after high tibial osteotomy for knees with medial compartment osteoarthritis: clinical and arthroscopic observations. *Arthroscopy*. 2002 Sep;18(7):725-9. doi: 10.1053/jars.2002.35258
- Koshino T, Murase T, Saito T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:78-85. doi: 10.2106/00004623-200301000-00013
- Dexel J, Fritzsche H, Beyer F, et al. Openwedge high tibial osteotomy: incidence of lateral cortex fractures and influence of fixation device on osteotomy healing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017. doi: 10.1007/s00167-015-3730-5
- Van Raaij MT, Brouwer RW, de Vlieger R, et al. Opposite cortical fracture in high tibial osteotomy: Lateral closing compared to the medial opening-wedge technique. *Acta Orthop*. 2008;79:508-14. doi: 10.1080/17453670710015508
- Wildner M, Peters A, Hellich J, Reichl A. Complications of high tibial osteotomy and internal fixation with staples. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1992;111:210-2. doi: 10.1007/BF00571479
- Woodacre T, Ricketts M, Evans JT, et al. Complications associated with opening wedge high tibial osteotomy – A review of the literature and of 15 years of experience. *Knee*. 2015. doi: 10.1016/j.knee.2015.09.018
- Ogawa H, Matsumoto K, Akiyama H. The prevention of a lateral hinge fracture as a complication of a medial opening wedge high tibial osteotomy A case control study. *Knee*. 2017;99-B(7).
- Lash NJ, Feller JA, Batty ML, et al. Bone grafts and bone substitutes for opening-wedge osteotomies of the knee: a systematic review. *Arthroscopy: J Arthroscop Relat Surg*. 2015;31(4):720-30. doi: 10.1016/j.arthro.2014.09.011
- Cotic M, Vogt S, Hinterwimmer S, et al. A matched-pair comparison of two different locking plates for valgus-producing medial open-wedge high tibial osteotomy: peek-carbon composite plate versus titanium plate. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. doi: 10.1007/s00167-014-2914-8
- Cotic M, Vogt S, Feucht MJ, et al. Prospective evaluation of a new plate fixator for valgus-producing medial open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. doi: 10.1007/s00167-014-3287-8
- Schrotter S, Gonser CE, Konstantinidis L, et al. High complication rate after biplanar open-wedge high tibial osteotomy Stabilized with a new spacer plate (Position HTO Plate) without bone substitute. *Arthroscopy: J Arthroscop Relat Surg*. 2011;27(5):644-52. doi: 10.1016/j.arthro.2011.01.008
- Song EK, Seon JK, Park SJ, Jeong MS. The complications of high tibial osteotomy closing- versus opening-wedge methods. *J Bone Joint Surg*. 2010;92-B(9):1245-52. doi: 10.1302/0301-620X.92B9.23660
- Miller BS, Brian Downie B, McDonough EB, Wojtyls EM. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy: J Arthroscop Relat Surg*. 2009;25(6):639-46.
- Takeuchi R, Ishikawa H, Kumagai K, et al. Fractures around the lateral cortical hinge after a medial opening-wedge high tibial osteotomy: a new classification of lateral hinge fracture. *Arthroscopy*. 2012;28(1):85-94. doi: 10.1016/j.arthro.2011.06.034
- Spahn G. Complications in high tibial (medial opening wedge) osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003;124:649-53. doi: 10.1007/s00402-003-0588-7
- Valkering KP, van den Bekerom MPI, Kappelhoff FM, Rob Albers GH. Complications After TomoFix Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *J Knee Surg*. 2009;22(3):218-25. doi: 10.1055/s-0030-1247752
- Nelissen EM, van Langelan EJ, Nelissen RGH. Stability of medial opening wedge high tibial osteotomy: a failure analysis. *Int Orthop (SICOT)*. 2010;34:217-23. doi: 10.1007/s00264-009-0723-3
- Roberson TA, Momaya AM, Adams K, et al. High Tibial Osteotomy Performed With All-PEEK Implants Demonstrates Similar Outcomes but Less Hardware Removal at Minimum 2-Year Follow-up Compared With Metal Plates. *Orthop J Sports Med*. 2018;6(3):1-5. doi: 10.1177/2325967117749584
- Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S. Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year follow-up study. *Clin Orthop*. 1998;353:185-93. doi: 10.1097/00003086-199808000-00021
- Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, et al. Open-wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial-compartment gonarthrosis and varus malalignment: 3-year results with regard to preoperative arthroscopic and radiographic findings. *Arthroscopy* 2010;26(12):1607-16. doi: 10.1016/j.arthro.2010.05.006
- Pape D, Kohn D, van Giffen N, et al. Differences in fixation stability between spacer plate and plate fixator following high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:82-9. doi: 10.1007/s00167-011-1693-8
- Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Raaij TM, Verhaar JA. Osteotomy for medial compartment arthritis of the knee using a closing wedge or an opening wedge controlled by a Puddu plate. A one-year randomised, controlled study. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2006 Nov;88(11):1454-9. doi: 10.1302/0301-620X.88B11.17743
- Jung WH, Chun CW, Lee JH, et al. Comparative study of medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy*. 2013;29(6):1063-71. doi: 10.1016/j.arthro.2013.02.020
- Griffith JF, Cheng JCY, Lung TK, Chan M. Pseudoaneurysm – after high tibial osteotomy and limb lengthening. *Clin Orthop*. 1998;354:175-9. doi: 10.1097/00003086-199809000-00021
- Bonasia DE, Dettoni F, Sisto G, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee. *Am J Sports Med*. 2014;42(3):690-8. doi: 10.1177/0363546513516577
- Meidinger G, Imhoff AB, Paul J, et al. May smokers and overweight patients be treated with a medial open-wedge HTO? Risk factors for non-union. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19:333-9. doi: 10.1007/s00167-010-1335-6
- Yacobucci GN, Cocking MR. Union of Medial Opening-Wedge High Tibial Osteotomy Using a Corticocancellous Proximal Tibial Wedge Allograft. *The American J Sports Med*. 2008;36(4):713-9. doi: 10.1177/0363546507312646
- Staubli AE, De Simoni C, Babst R, Lobenhoffer P. TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia – early results in 92 cases. *Injury, Int J Care Injured*. 2003;34:S-B55-S-B62. doi: 10.1016/j.injury.2003.09.025