

ИЗБИТОЧНАЯ ГИПЕРКОРРЕКЦИЯ ПОСЛЕ ВЫСОКОЙ ТИБИАЛЬНОЙ ОСТЕОТОМИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

© А.П. Призов^{1,2}, Н.В. Загородний², А.А. Никитин^{1,2}, Ф.Л. Лазко^{1,2}, Е.А. Беляк^{1,2}, А.А. Ахпашев³, М.Ф. Лазко^{1,2}

¹ Городская клиническая больница им. В.М. Буянова, Москва, Российская Федерация

² Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

³ Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий, Москва, Российская Федерация

Обоснование. В настоящее время наблюдается тенденция увеличения доли органосохраняющих операций на коленном суставе. Высокая тиббиальная остеотомия хорошо себя зарекомендовала как метод лечения варусной деформации коленного сустава в случаях внесуставной деформации. Остаются спорными вопросы значения идеального угла коррекции деформации, при котором биомеханика движений в коленном и смежных суставах не пострадает в значительной мере, а также предотвращения такого осложнения остеотомии, как избыточная гиперкоррекция. **Описание клинического случая.** Представлен клинический случай 59-летней пациентки, страдающей варусной деформацией левой нижней конечности с изолированным медиальным гонартрозом, перенесшей первичную и ревизионную высокую тиббиальную остеотомию. Индекс массы тела пациента — 28 кг/м². Предъявляла жалобы исключительно на боль и ограничение движений в коленном суставе. По данным артроскопии и магнитно-резонансной томографии наблюдалось повреждение хряща медиального компартмента 4-й степени по классификации Outerbridge. Отсутствовали признаки повреждения хряща латерального компартмента и артроза пателлофemorального сочленения. При предоперационном планировании использовали топограммы нижних конечностей с нагрузкой весом. Варусная деформация коленного сустава составляла 10°. Клинический результат до операции по шкалам оценки результатов травмы колена и остеоартрита (KOOS) — 46 баллов, визуально-аналоговой шкале (ВАШ) — 7 см, Американского общества ортопедов стопы и голеностопного сустава (AOFAS) — 92 балла. Пациентке выполнена медиальная открывающая угол высокая тиббиальная остеотомия. Через 6 мес после первичной операции боль в коленном суставе по ВАШ — 1 см, в голеностопном суставе по ВАШ — 5 см, KOOS 88 баллов, AOFAS 63 балла. При клиническом осмотре и по данным инструментальных исследований отмечалась избыточная вальгусная гиперкоррекция оси — 11,2°. Углы наклона суставной поверхности большеберцовой (TPI) и таранной (TI) кости также значительно увеличились. Через 1,5 года после первичной остеотомии выполнена ревизионная закрытоугольная остеотомия. Вальгусная деформация коленного сустава составила 3°, а ось голеностопного сустава изменилась до нормальных значений. Клинический и функциональный результат через 6 мес после ревизионной остеотомии: KOOS 92 балла, AOFAS 99 баллов, боль в коленном и голеностопном суставах по ВАШ — 1 см. **Заключение.** Как показал случай, важно тщательное предоперационное планирование к операции, использование дополнительных методов контроля коррекции интраоперационно. Избыточная вальгусная гиперкоррекция способствует хорошей регенерации хряща медиального компартмента, однако чрезмерно нагружает латеральный компартмент и пагубно влияет на голеностопный сустав и стопу.

Ключевые слова: высокая тиббиальная остеотомия; гиперкоррекция; гонартроз; ревизионная остеотомия; нестабильность коленного сустава; перелом из центра ротации остеотомии; клинический случай.

Для цитирования: Призов А.П., Загородний Н.В., Никитин А.А., Лазко Ф.Л., Беляк Е.А., Ахпашев А.А., Лазко М.Ф. Избыточная гиперкоррекция после высокой тиббиальной остеотомии: клинический случай. Клиническая практика. 2022;13(1):99–106. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract84475>

Поступила 01.11.2021

Принята 20.01.2022

Опубликована 01.02.2022

EXCESSIVE HYPERCORRECTION AFTER AN OPEN WEDGE HIGH TIBIAL OSTEOTOMY: A CLINICAL CASE

© A.P. Prizov^{1, 2}, N.V. Zagorodnii², A.A. Nikitin^{1, 2}, F.L. Lazko^{1, 2}, E.A. Belyak^{1, 2}, A.A. Akhpashev³, M.F. Lazko^{1, 2}

¹ Moscow City Clinical Hospital after V.M. Buyanov, Moscow, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

³ Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Background: Currently, there is a tendency to increasing the proportion of knee joint organ-preserving surgeries. High tibial osteotomy (HTO) has proven itself a good method for the treatment of the knee joint varus deformity in extra-articular deformity cases. The question of the perfect angle of correction, which will not significantly impair the biomechanics of the knee and adjacent joints, remains controversial, as well as the issue of preventing excessive hypercorrection as an osteotomy complication. **Clinical case description:** A clinical case of a 59-year-old patient who underwent primary and revision HTOs is analyzed in this article. The patient had a varus deformity of the left lower limb with isolated medial knee osteoarthritis. The patient's body mass index (BMI) was 28 kg/m². The patient complained only of pain and a limited range of motion in the knee joint. According to the arthroscopy and magnetic resonance imaging (MRI) data, there was a cartilage damage classified as Outerbridge 4 stage of the medial compartment. There were no signs of a lateral compartment cartilage damage and patellofemoral joint arthritis. The varus deformity of the knee joint was 10°. The patient underwent a medial high tibial open wedge osteotomy. During the preoperative planning, topograms of the lower limb with weight bearing were used. The clinical status before the operation, according to the used scales, was as follows: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) — 46 points, Visual Analogue Scale (VAS) — 7 cm, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) — 92 points. 6 months after the initial surgery, the clinical status was as follows: knee joint VAS — 1 cm, ankle joint VAS — 5 cm, KOOS — 88 points, AOFAS — 63 points. During the clinical examination and according to the instrumental studies, excessive valgus hypercorrection of 11.2° was noted. Also, the tibial plafond inclination (TPI) and the talar inclination (TI) were significantly increased. 1.5 years after the primary osteotomy, a revision closed wedge osteotomy was performed. The valgus deformity of the knee joint became 3°, the axis of the ankle joint changed to the normal values. The clinical and functional results 6 months after the revision osteotomy were the following: KOOS — 92 points, AOFAS — 99 points, pain in the knee and ankle joint — 1 cm by the VAS scale. **Conclusions:** The case showed that the careful preoperative planning and the use of additional methods for monitoring the intraoperative correction were important. Excessive valgus hypercorrection promotes good regeneration of the medial compartment cartilage; however, it overloads a lateral compartment and adversely affects the ankle joint and foot.

Keywords: high tibial osteotomy; hypercorrection; knee osteoarthritis; revision osteotomy; instability of the knee joint; hinge fracture.

For citation: Prizov AP, Zagorodnii NV, Nikitin AA, Lazko FL, Belyak EA, Akhpashev AA, Lazko MF. Excessive Hypercorrection after an Open Wedge High Tibial Osteotomy: a Clinical Case. *Journal of Clinical Practice*. 2022;13(1):99–106. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract84475>

Submitted 01.11.2021

Revised 20.01.2022

Published 01.02.2022

ОБОСНОВАНИЕ

Главной целью высокой тибиальной остеотомии (ВТО) является перераспределение нагрузки весом на коленный сустав с медиального на латеральный компартмент [1]. С 1961 г. совершенствуются техники остеотомий и методы предоперационного планирования с целью исключения осложнений остеотомий. К одним из редких осложнений ВТО относится избыточная гиперкоррекция варусной деформации. По данным A. Atrey

и соавт. [2], рекомендуемый диапазон коррекции при лечении варусной деформации — 2–6° вальгуса. Наиболее частым исходом после неудачной корригирующей остеотомии является эндопротезирование коленного сустава. Проблема эндопротезирования после неудачной ВТО затронута в большинстве источников мировой литературы, однако имеются редкие упоминания клинических случаев ревизионных остеотомий, связанных с гиперкоррекцией [3–6].

В целом, согласно X. Chen и соавт. [7], десятилетняя выживаемость после ВТО до тотального эндопротезирования составляет от 79 до 97,6%, пятнадцатилетняя — 56–65,5%. По мнению авторов, таких результатов удалось достичь благодаря тщательному предоперационному планированию.

В настоящее время для предоперационного планирования наиболее часто используют методы A. Miniaci и M.B. Coventry. В зависимости от угла деформации рассчитывается размер высоты клина остеотомии, что позволяет контролировать коррекцию интраоперационно [8]. Ошибка при планировании ВТО и степени стабильности связочного аппарата коленного сустава может привести к неправильной коррекции оси конечности и ее значимому изменению в смежных суставах.

Наиболее подходящими для ВТО стоит считать молодых пациентов (от 40 до 60 лет) с индексом массы тела менее 30 кг/м², диапазоном движений в коленном суставе не менее 100°, сгибательной контрактурой менее 5°, умеренной степенью остеоартроза медиального компартмента (менее III стадии по классификации Ahlbäck), интактным наружным отделом сустава и пателлофemorально-го сочленения, деформацией менее 15° [9, 10].

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

О пациенте

Пациентка, 59 лет, с прогрессирующей болью в коленном суставе на протяжении 2 лет.

Физикальная диагностика

На момент первичного осмотра в 2016 г. визуально отмечалась варусная деформация левой нижней конечности. Объем сгибания в коленном суставе — более 100°, дефицит разгибания — 5°. Для оценки функции коленного и голеностопного суставов использовали шкалы оценки результатов травмы колена и остеоартрита KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score), Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава AOFAS (American Orthopaedic Foot & Ankle Society) и визуально-аналоговую шкалу (ВАШ). До операции результаты по шкале KOOS составили 46 баллов, по ВАШ — 7 см, по AOFAS — 92 балла.

Инструментальная и лабораторная диагностика

Инструментальная диагностика включала магнитно-резонансную томографию и рентгенографию нижних конечностей на протяжении с нагрузкой

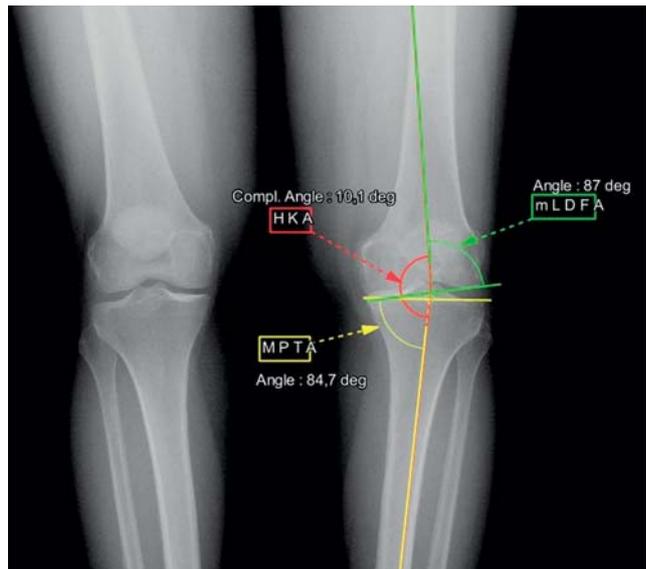


Рис. 1. Топограмма нижних конечностей до первичной остеотомии.

Fig. 1. A topogram of the lower extremities before the primary osteotomy.

собственного веса тела. На первичных топограммах отмечена II стадия остеоартроза медиального компартмента коленного сустава по классификации Ahlbäck. Механическая ось нижней конечности приходилась на край медиального мыщелка большеберцовой кости левого коленного сустава, т.е. смещение механической оси было выше нормы, а значение механического угла между бедром и большеберцовой костью составляло 10° варуса (hip-knee-ankle angle, HKA) (рис. 1).

Референтное значение механического медиального проксимального большеберцового угла (medial proximal tibial angle, MPTA) составило 84,7°, механического латерального дистального бедренного угла (mechanical lateral distal femoral angle, mLDFA) — 87° (см. рис. 1). По данным магнитно-резонансной томографии повреждение хряща медиального компартмента классифицировалось как IV степень по Outerbridge (1961). Наблюдалось также комбинированное повреждение тела и заднего рога медиального мениска.

При предоперационном планировании ВТО использовали метод Miniaci, согласно которому угол коррекции деформации составил 13°.

Динамика и исходы

Выполнена медиальная открывающая угол высокая тибиальная остеотомия (OVBTO) с фиксацией пластиной OTIS-C-PLUS (SBM, Франция) и установкой трикальцийфосфатного блока OTIS 50

14-го размера, соответствующего $12,63^\circ$ коррекции МРТА. При этом высота клина остеотомии составила 1,4 см, а запланированная гиперкоррекция — около 3° вальгуса. При остеотомии интраоперационно мы не использовали дополнительные методы контроля объема коррекции деформации.

Перед проведением ВТО выполнена артроскопия коленного сустава, в ходе которой выявлен дефект хрящевой поверхности медиального компартмента коленного сустава по типу «целующихся язв» на опорных поверхностях мыщелков бедра и большеберцовой кости размером 3,5×4 см. При помощи шейверной фрезы выполнены обработка поврежденных участков хряща и краевая резекция медиального мениска с использованием артроскопических кусачек.

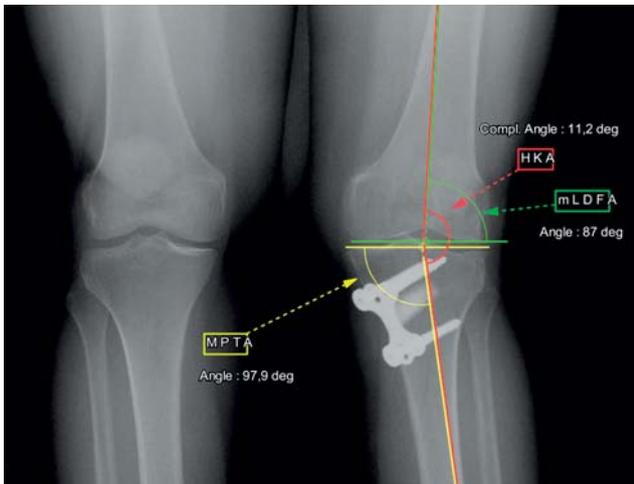


Рис. 2. Топограмма нижних конечностей после первичной высокой тибиальной остеотомии.

Fig. 2. A topogram of the lower extremities after high tibial osteotomy.



Рис. 3. Артроскопия после первичной высокой тибиальной остеотомии.

Fig. 3. Arthroscopy after primary high tibial osteotomy.

Во время операции произошел перелом из центра вращения остеотомии на суставную поверхность латерального мыщелка большеберцовой кости, соответствующий типу III по классификации Takeuchi [11].

Через 6 мес после первичной остеотомии по данным топограммы в положении стоя у пациентки отмечалась выраженная вальгусная деформация нижней конечности до $11,2^\circ$, угол МРТА изменился с $84,7$ до $97,9^\circ$ (рис. 2).

При клиническом осмотре отмечалась вальгусная деформация: объем сгибания в коленном суставе составлял 110° , дефицит разгибания — 2° . Боль в коленном и голеностопном суставе по шкале ВАШ соответствовала 1 и 5 см соответственно; оценка по шкалам KOOS и AOFAS — 88 и 63 балла соответственно. Боль в голеностопном суставе левой ноги мы связывали с грубым нарушением биомеханики движений и механической нагрузки на голеностопный сустав. По данным топограмм до и после первичной операции, углы наклона суставной поверхности большеберцовой (tibial plafond inclination, TPI) и таранной (talar inclination, TI) кости значительно увеличились. TPI до операции был $3,4^\circ$, после операции — $11,6^\circ$, TI — $0,6^\circ$ и $12,5^\circ$ соответственно.

Спустя 1,5 года после первичной операции в связи с неудовлетворительным клиническим результатом и жалобами пациентки было принято решение о ревизионной ВТО.

При ревизии выполнена медиальная закрывающая угол высокая тибиальная остеотомия (ЗУВТО) с резекцией клина высотой 8 мм. За счет этого планировалось сохранить около 3° вальгусной деформации коленного сустава. Помимо остеотомии выполнена артроскопия коленного сустава (рис. 3) с забором хрящевого блока для гистологического исследования.

Во время артроскопии на опорной поверхности мыщелков бедра и большеберцовой кости выявлены участки регенерации хряща в плотную волокнистую неоформленную соединительную ткань на ~90% площади дефекта хряща, что было подтверждено гистологически.

Во время оценки связочного аппарата коленного сустава определялась недостаточность медиальной коллатеральной связки, поэтому была выполнена пластика медиальной коллатеральной связки.

Спустя 6 мес ревизионного вмешательства мы получили следующий клинический и функциональ-

ный результат: KOOS 92 балла, AOFAS 99 баллов, боль в коленном и голеностопном суставе по шкале ВАШ — 1 и 1 см соответственно. По данным топограммы определялась вальгусная деформация коленного сустава 3° , угол МРТА — $88,4^\circ$ (рис. 4).

Ось голеностопного сустава была компенсирована до нормальных значений ТРП и ТИ — $4,4^\circ$ и $4,8^\circ$ соответственно. Визуально отсутствовала грубая деформация левой нижней конечности, объем сгибания составил до 115° , дефицита разгибания не отмечено.

На начало 2022 года пациентка имеет клиническую картину, соответствующую 6 мес после ревизионной ВТО, и не перенесла повторных вмешательств на коленном суставе.

ОБСУЖДЕНИЕ

Варусная деформация формируется за счет 3 основных компонентов: геометрических изменений оси бедра и большеберцовой кости; сужения суставной щели за счет повреждения менисков и дефектов хрящевой ткани; раскрытия латерального отдела суставной щели за счет наружной мягкотканной нестабильности коленного сустава [12].

На конечную точность коррекции влияют такие факторы, как интраоперационный перелом в зоне центра вращения остеотомии (типы I, II, III по Takeuchi), способ предоперационного планирования, недостаточность связочного аппарата коленного сустава или интраоперационный контроль коррекции с использованием компьютерной навигации.

В представленном клиническом случае при планировании не была учтена должным образом недостаточность связочного аппарата коленного сустава. На первичных топограммах видно, что суставная щель неравномерна. Увеличение высоты суставной щели с латеральной стороны свидетельствует о наружной несостоятельности связочного аппарата коленного сустава. Разница в высоте суставной щели между относительно здоровой правой и левой нижней конечностью составляла 4 мм (рис. 5).

Для правильной оценки влияния угла наклона суставных поверхностей коленного сустава (joint line convergence angle, JLCA) и оценки нестабильности связочного аппарата необходимо выполнять рентгенограмму коленного сустава в положении 45° сгибания коленного сустава по Розенбергу. Расчет величины варусной деформации

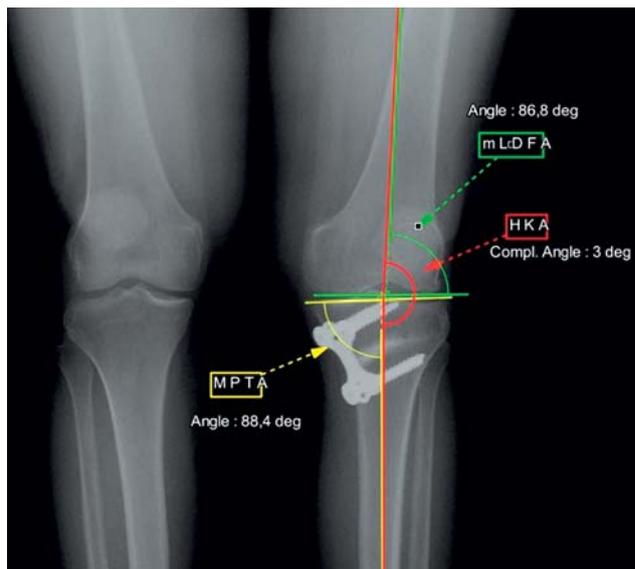


Рис. 4. Топограмма нижних конечностей после ревизионной высокой тибиальной остеотомии.

Fig. 4. A topogram of the lower extremities after revision high tibial osteotomy.

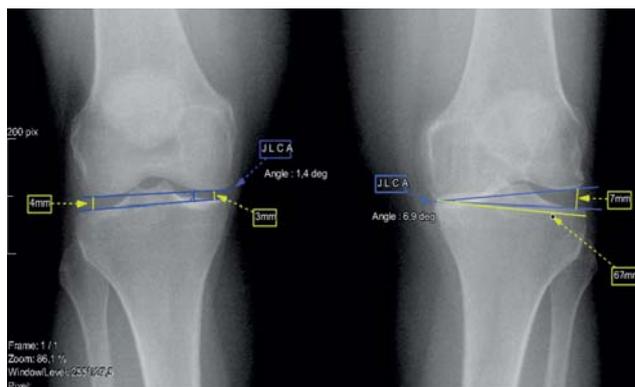


Рис. 5. Расчет степени варусной деформации за счет мягких тканей.

Fig. 5. Calculation of the varus deformation degree due to soft tissues.

ции из-за недостаточности связочного аппарата возможен с использованием следующей формулы: $\beta = (C \cdot (\Delta S)) / TW$, где ΔS — разница между высотой суставной поверхности компартмента сустава в норме и патологии, TW — ширина суставной поверхности плато большеберцовой кости, C — постоянная величина, равная 76,4 [13]. В данном случае $\Delta S = 4$, но по данным топограммы стоя, без сгибания коленного сустава, $TW = 67$ мм, значит, $\beta = 4,5^\circ$. Так как несостоятельность медиальной или латеральной коллатеральной связки оказывает значительное влияние на стабильность коленного сустава, важно учитывать величину нестабильности за счет связочного аппарата для правильной коррекции оси конечности [14]. В данном случае реальная

варусная деформация за счет геометрии кости, повреждения хряща и медиального мениска составляла порядка $5,5^\circ$. Значит, коррекция МРТА на $12,6^\circ$ скорректировала бы НКА до $8,4^\circ$ вальгусной деформации, но из-за возможной нестабильности медиальной коллатеральной связки и перелома в месте центра вращения остеотомии данная деформация увеличилась до $11,2^\circ$ вальгуса.

По данным D.K. Lee и соавт. [15], вероятность гиперкоррекции коррелирует с величиной изменения JLCA, которая зависит от латентной медиальной нестабильности связочного аппарата колена. В нашем случае первоначально не была исследована нестабильность медиальной или латеральной коллатеральной связки с помощью стресс-рентгенограмм, не был подсчитан вальгус/варус-стресс-угол. Эти углы рассчитываются между линиями суставных поверхностей бедра и большеберцовой кости при вальгус- и варус-стресс-нагрузках на коленный сустав соответственно. J.G. Park и соавт. [16] показали, что медиальная и латеральная нестабильность связочного аппарата является предрасполагающим фактором к гиперкоррекции после ВТО, особенно если $JLCA \geq 4^\circ$, а вальгус-стресс-угол $\geq 1,5^\circ$.

Согласно данным E.M. Suero и соавт. [17], изменение оси конечности в сторону вальгуса на 5° не изменяет в значительной степени нагрузку на голеностопный сустав. Однако коррекции на 10 – 15° значительно уменьшают контактную нагрузку на голеностопный сустав: на 14% при 10° и на 17% при 15° . В нашем случае боль в голеностопном суставе мы связываем с перенапряжением капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава. Необходимо подчеркнуть важность контроля оси голеностопного сустава при остеотомиях голени любого объема коррекции [18]. Возникновение болей в голеностопном суставе после ВТО связано с изменением референтных углов голеностопного сустава [19]. Помимо грубого изменения биомеханики суставов, избыточная гиперкоррекция видна невооруженным глазом, и представляет собой еще и эстетическую проблему [20].

Несмотря на избыточную гиперкоррекцию, в результате ВТО было получено перераспределение нагрузки на коленный сустав, что способствовало регенерации хрящевой ткани медиального компартмента [21]. Однако, согласно S. Tsukada и соавт. [22], у пациентов с бедренно-большеберцовым углом $\leq 166^\circ$, т.е. с гиперкоррекцией оси, регенерация хряща такая же, как и у лиц с коррекцией оси в пределах $170 \pm 2^\circ$.

По данным K. Goshima и соавт. [23], гиперкоррекция МРТА $>95^\circ$ не влияет на конечный клинический результат за счет компенсаторных механизмов тазобедренного и голеностопного суставов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ клинического случая показал, что в предоперационном планировании ВТО по топограммам и стресс-рентгенограммам прежде всего следует оценивать степень состоятельности связочного аппарата коленного сустава. Во время операции всегда необходимо использовать дополнительные методы контроля коррекции и способы предотвращения нестабильного перелома из зоны остеотомии.

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ

От пациента было получено письменное согласие на публикацию соответствующей медицинской информации и всех сопровождающих изображений в статье (дата подписания 26.09.2020).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. *А.П. Призов* — разработка дизайна исследования, написание текста статьи, коррекция и окончательная редакция; *Н.В. Загородный* — проведение гистологической части исследования, коррекция и окончательная редакция; *А.А. Никитин* — обзор и анализ публикаций по теме статьи, сбор клинического материала, написание текста статьи, коррекция; *Ф.Л. Лазко* — разработка дизайна исследования, коррекция и окончательная редакция; *Е.А. Беляк* — статистическая обработка данных, транслитерация и перевод на английский язык; *А.А. Ахпашев* — разработка дизайна исследования, координация участников исследования; *М.Ф. Лазко* — обзор и анализ публикаций по теме статьи, сбор клинического материала. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией)

Author contribution. *A.P. Prizov* — development of the study design, article text writing, correction and final edition; *N.V. Zagorodny* — carrying out the histological part of the study, correction and final edition; *A.A. Nikitin* — review and analysis of publications on the topic of the article, collection of clinical material, writing of the article text, correction; *F.L. Lazko* — development of the study design, correction and final edition; *E.A. Belyak* — statistical data processing, transliteration

and translation into English; A.A. Akhpashev — study design development, coordination of study participants; M.F. Lazko — review and analysis of publications on the topic of the article, collection of clinical material. The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Peng H, Ou A, Huang X, et al. Osteotomy around the knee: the surgical treatment of osteoarthritis. *Orthopaedic Surgery*. 2021;13(5):1465–1473. doi: 10.1111/os.13021
- Atrey A, Morison Z, Tosounidis T, et al. Complications of closing wedge high tibial osteotomies for unicompartmental osteoarthritis of the knee. *Bone Joint Res*. 2012;1(9):205–209. doi: 10.1302/2046-3758.19.2000084
- Uchinou S, Yano H, Shimizu K, Masumi S. A severely overcorrected high tibial osteotomy Revision by osteotomy and a long stem component. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1996;67(2):193–194. doi: 10.3109/17453679608994671
- Watanabe K, Tsuchiya H, Matsubara H, et al. Revision high tibial osteotomy with the Taylor spatial frame for failed opening-wedge high tibial osteotomy. *J Orthop Sci*. 2008;13(2):145–149. doi: 10.1007/s00776-007-1200-8
- Tsuda E, Ishibashi Y, Sasaki K, et al. Opening-wedge osteotomy for revision of failed closing-wedge high tibial osteotomy. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(9):2045–2049. doi: 10.2106/00004623-200409000-00027
- Nishino K, Hashimoto Y, Nishida Y, Nakamura H. Anterior cruciate ligament reconstruction with anterior closing wedge osteotomy for failed high tibial osteotomy: a case report. *Int J Surg Case Rep*. 2020;73:116–120. doi: 10.1016/j.ijscr.2020.06.102
- Chen X, Yang Z, Li H, et al. Higher risk of revision in total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a systematic review and updated meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):153. doi: 10.1186/s12891-020-3177-9
- Головаха М.Л., Орлянский В. Планирование угла коррекции открывающейся высокой корригирующей остеотомии большеберцовой кости при гонартрозе // *Opinion Leader*. 2017. № 6. С. 62–69. [Golovakha ML, Orlyansky V. Planning the angle of correction of the opening high corrective osteotomy of the tibia in gonarthrosis. *Opinion Leader*. 2017;(6):62–69. (In Russ).]
- Sarwar S, Lu J, Marcella C, Ming-liang J. Indications and clinical outcomes of High Tibial Osteotomy: a literature review. *J Orthoped Muscular Syst*. 2019;2(1):1007.
- Gao L, Madry H, Chugaev DV, et al. Advances in modern osteotomies around the knee: Report on the Association of Sports Traumatology, Arthroscopy, Orthopaedic surgery, Rehabilitation (ASTAOR) Moscow International Osteotomy Congress 2017. *J Exp Orthop*. 2019;6(1):9. doi: 10.1186/s40634-019-0177-5
- Lee BS, Jo BK, Bin SI, et al. Hinge fractures are underestimated on plain radiographs after open wedge proximal tibial osteotomy: evaluation by computed tomography. *Am J Sports Med*. 2019;47(6):1370–1375. doi: 10.1177/0363546519836949
- Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;274:248–264.
- Pape D, Rupp S. Preoperative planning for high tibial osteotomies. *Oper Tech Orthop*. 2007;17(1):2–11. doi: 10.1053/j.oto.2006.09.007
- Ogawa H, Matsumoto K, Ogawa T, et al. Preoperative varus laxity correlates with overcorrection in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(10):1337–1342. doi: 10.1007/s00402-016-2521-x
- Lee DK, Wang JH, Won Y, et al. Preoperative latent medial laxity and correction angle are crucial factors for overcorrection in medial open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(5):1411–1418. doi: 10.1007/s00167-019-05502-6
- Park JG, Kim JM, Lee BS, et al. Increased preoperative medial and lateral laxity is a predictor of overcorrection in open wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(10):3164–3172. doi: 10.1007/s00167-019-05805-8
- Suero EM, Sabbagh Y, Westphal R, et al. Effect of medial opening wedge high tibial osteotomy on intraarticular knee and ankle contact pressures. *J Orthop Res*. 2015;33(4):598–604. doi: 10.1002/jor.22793
- Jeong BO, Soohoo NF. Ankle deformity after high tibial osteotomy for correction of varus knee: a case report. *Foot Ankle Int*. 2014;35(7):725–729. doi: 10.1177/1071100714531230
- Choi GW, Yang JH, Park JH, et al. Changes in coronal alignment of the ankle joint after high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(3):838–845. doi: 10.1007/s00167-015-3890-3
- Lobenhoffer PP; van Heerwaarden RJ; Staubli AE, et al. Osteotomies around the Knee. Indications-Planning-Surgical techniques using plate fixators. Thieme Verlagsgruppe, Stuttgart, New York, Delhi, Rio; 2013. P. 223–232. doi: 10.1055/b-002-10327
- Призов А.П., Копылов А.А., Эпштейн А.А., и др. Лечение медиального остеоартроза коленного сустава способом высокой открытой корригирующей остеотомии большеберцовой кости // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2016. № 3 С. 71–74. [Prizov AP, Kopylov AA, Epstein AA, et al. Treatment of knee medial osteoarthritis using open corrective osteotomy of the tibia. *N.N. Priorov J Traumatol Orthoped*. 2016;(3):71–74. (In Russ).]
- Tsukada S, Wakui M. Is overcorrection preferable for repair of degenerated articular cartilage after open-wedge high tibial osteotomy? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017; 25(3):785–792. doi: 10.1007/s00167-015-3655-z
- Goshima K, Sawaguchi T, Shigemoto K, et al. Comparison of clinical and radiologic outcomes between normal and overcorrected medial proximal tibial angle groups after open-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy*. 2019;35(10):2898–2908.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2019.04.030

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

Призов Алексей Петрович, к.м.н., доцент;
адрес: Российская Федерация 115516,
Москва, ул. Бакинская, д. 26;
e-mail: aprizov@yandex.ru; eLibrary SPIN: 6979-6480;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3092-9753>

Соавторы:

Загородний Николай Васильевич, д.м.н., профессор,
член-корр. РАН; e-mail: zagorodniy51@mail.ru;
eLibrary SPIN: 6889-8166

Никитин Артем Андреевич, аспирант;
e-mail: ROL-NAA@yandex.ru;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6335-1997>

Лазко Федор Леонидович, д.м.н., профессор;
e-mail: fedor_lazko@mail.ru; eLibrary SPIN: 8504-7290;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5292-7930>

Беляк Евгений Александрович, к.м.н., ассистент;
e-mail: belyakevgen@mail.ru; eLibrary SPIN: 7337-1214;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-8308>

Ахпасhev Александр Анатольевич, к.м.н.;
e-mail: akhpashev@gmail.com; eLibrary SPIN: 9965-1828;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2938-5173>

Лазко Максим Федорович, ассистент;
e-mail: maxim_lazko@mail.ru;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6346-824X>

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:

Aleksey P. Prizov, MD, PhD, Assistant Professor;
address: 26 Bakinskaya str.,
Moscow, 115516, Russia;
e-mail: aprizov@yandex.ru; eLibrary SPIN: 6979-6480;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3092-9753>

Co-authors:

Nikolai V. Zagorodnii, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,
Correspondent Member of Russian Academy of Sciences;
e-mail: zagorodniy51@mail.ru; eLibrary SPIN: 6889-8166

Artem A. Nikitin, MD, Graduate Student;
e-mail: ROL-NAA@yandex.ru;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6335-1997>

Fedor L. Lazko, MD, PhD, Professor;
e-mail: fedor_lazko@mail.ru; eLibrary SPIN: 8504-7290;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5292-7930>

Evgeniy A. Belyak, MD, PhD, Assistant;
e-mail: belyakevgen@mail.ru; eLibrary SPIN: 7337-1214;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2542-8308>

Alexander A. Akhpashev, MD, PhD;
e-mail: akhpashev@gmail.com; eLibrary SPIN: 9965-1828;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2938-5173>

Maxim F. Lazko, MD, Assistant;
e-mail: maxim_lazko@mail.ru;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6346-824X>