

© Группа авторов, 2005

Биомеханическое моделирование и проектирование опорных остеотомий типа Schanz

В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, И.А. Атманский

Biomechanical modelling and designing of support osteotomies of Schanz type

V.I. Shevtsov, V.D. Makushin, I.A. Atmansky

Государственное учреждение

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Изложены биомеханические особенности моделирования опорных остеотомий типа Schanz с одновременной компенсацией укорочения и коррекцией биомеханической оси у пациентов с высокими врожденными вывихами бедра. Дан алгоритм предоперационного проектирования оперативного вмешательства с учетом выраженности сгибательной контрактуры тазобедренного сустава, характера неартроза, степени вальгусного отклонения голени в коленном суставе.

Ключевые слова: остеотомии типа Schanz, биомеханика, реконструкция бедренной кости, врожденный вывих бедра.

Biomechanical details are presented concerning modelling support osteotomies of Schanz type with simultaneous shortening compensation and biomechanical axis correction in patients with congenital high dislocations of the hip. The algorithm of preoperative designing of surgical intervention is shown taking into consideration the pronouncement of flexion contracture in the hip, nearthrosis character, the degree of leg valgus in the knee.

Keywords: osteotomies of Schanz type, biomechanics, femur reconstruction, congenital dislocation of the hip.

Опорные остеотомии и в настоящее время являются альтернативным решением при лечении целого ряда патологических состояний тазобедренного сустава, когда восстановление нормальных взаимоотношений в суставе невозможно в силу выраженных анатомических изменений. Методом выбора в этом ряду остаются остеотомии типа Schanz, обеспечивающие хорошие функциональные результаты у больных с подвздошными врожденными и паралитическими вывихами бедра.

Идея создания дополнительного упора в седалищный бугор была впервые предложена А. Schanz в 1922 г. с целью повышения опороспособности конечности у взрослых пациентов с подвздошными вывихами бедра. Неудовлетворенность результатами этой операции большинством хирургов связывалась с сохранением укорочения конечности. В 1949 г. Б.И. Белингером, а в 1959 г. С.И. Кутновским предложены варианты этой операции, предусматривавшие вторую остеотомию для удлинения. Однако вследствие несовершенства техники удлинения эти операции не нашли широкого распространения.

Внедрение в практику метода Г.А. Илизарова позволило вновь вернуться к идее создания

дополнительного упора в седалищную кость. В нашем Центре Г.А. Илизаровым, А.Г. Каплуновым, В.И. Шевцовым и В.А. Терещенко были разработаны методики создания дополнительной точки опоры с формированием дугообразного дистракционного регенерата в проксимальном отделе бедра с одновременной коррекцией биомеханической оси.

Для проектирования опорных остеотомий типа Schanz (упора в седалищный бугор вершинной углообразной дистракционной регенерата) необходимо соблюдать механические условия формирования упора в седалищный бугор.

В связи с этим следует остановиться на следующих моментах. В вертикальном положении таз наклоняется кпереди¹ в среднем на 10-15°. Следовательно, для достижения упора в седалищный бугор в вертикальном положении необходимо переразгибание в тазобедренном суставе на 10-15°, что встречается крайне редко и, в свою очередь, требует даже при условии полного разгибания создания угла, открытого не только кнаружи, но и кзади. Формирование угла, открытого кзади, приводит к отклонению биомеханической

¹ Только в положении «военной» осанки типа «смирно» таз занимает положение близкое к тому, что имеется в положении лёжа.

оси конечности кзади. Дорсализация опорной поверхности конечности, в свою очередь, влечёт за собой наклон туловища назад в момент переноса веса тела на ногу. При этом, чем больше угол дефицита разгибания, тем труднее определить уровень углообразной трансформации бедренной кости. Чем ближе к нижнему краю седалищного бугра, тем больше становится угол переразгибания (рис. 1); чем выше уровень остеотомии, тем больше вероятность, что углообразная трансформация станет точкой опоры в вышеразположенные участки таза.

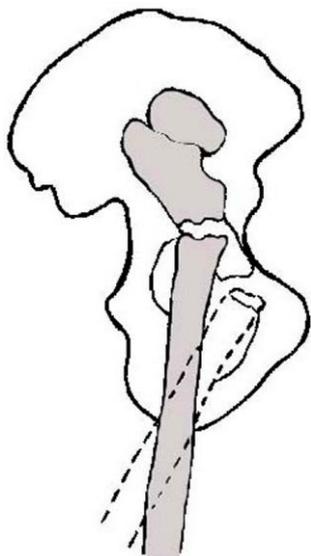


Рис. 1. Схема зависимости отклонения оси диафиза бедренной кости в сагиттальной плоскости от уровня остеотомии

Во фронтальной плоскости при проектировании опорной остеотомии типа Schanz следует остановиться на следующих моментах. Формирование дополнительной точки опоры увеличивает плечо силы отводящих мышц и натяжение ягодичной группы мышц, в то же время уменьшает действие подвздошно-поясничной мышцы, что снижает нагрузку на малую и среднюю ягодичные мышцы. Однако в большей степени данная операция рассчитана исключительно на упругие свойства мягких тканей в момент возникновения механического упора бедра в седалищный бугор.

В силу наступающих анатомических изменений при высоком смещении бедра только одна мышца способна выполнять функцию отведения – средняя ягодичная (рис. 2).

Следовательно, как это видно из рисунка, только часть средней ягодичной мышцы (закрашена тёмно-серым цветом) способна выполнять функцию отведения, оставшаяся часть – способна только на выполнение внутренней ротации; малая ягодичная группа мышц при этом выполняет функцию приведения и ротации: сокращение передней части приводит к внутренней ротации, задней – к наружной.

Эффективность работы средней ягодичной мышцы будет отличаться на разных этапах функционирования точки опоры. В момент переноса веса тела вращение таза происходит вокруг центра головки O_1 (рис. 3), при этом плечо силы средней ягодичной мышцы (d_1) приближается к минимальной величине 1,5-2 см, а момент силы будет равняться $F \times d_1$, где F – сила средней ягодичной мышцы. В момент достижения упора бедра в седалищный бугор дальнейшее вращение таза происходит вокруг точки O_2 – точки упора, при этом плечо силы средней ягодичной мышцы (d_2) приближается к величине проксимального фрагмента, а момент силы будет равняться $F \times d_2$.

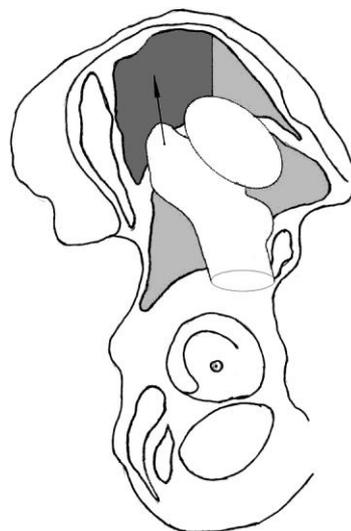


Рис. 2. Схема расположения большого вертела по отношению к малой и средней ягодичным мышцам

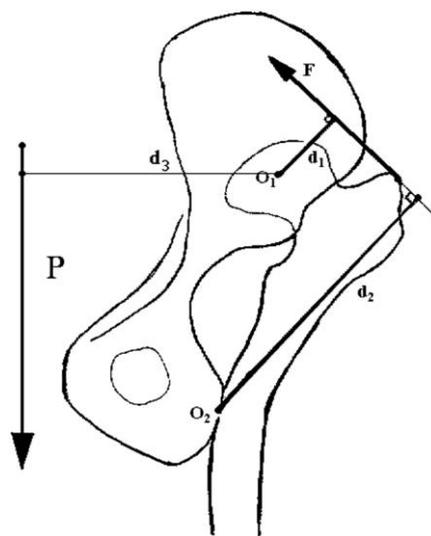


Рис. 3. Схема моментов сил веса тела и средней ягодичной мышцы бедра, действующих в начале одноопорного периода и при реализованной точке опоры

Данные механизмы обеспечивают наиболее выгодные условия для удержания таза от дальнейшего его опрокидывания. Следует также отметить, что синергистами в данной работе

являются все мышцы таза, приводящие бедро, имеющие место прикрепления к нему выше точки упора, в том числе и подвздошно-поясничная мышца², так как прижимают проксимальный фрагмент к тазу. В момент отведения бедра или разворота таза, аналогично тому, что наблюдается при отрицательном симптоме Тренделенбурга, точкой вращения снова становится головка бедренной кости, а момент силы средней ягодичной мышцы уменьшается практически в 10 раз (согласно схеме на рис. 3). При этом приводящая группа мышц таза в силу изменения точки вращения начинает работать как антагонисты.

Таким образом, актуальным становится состояние подвздошного неоартроза – чем стабильнее он, тем меньше требуется отведение конечности и соответственно меньше нарушается ее биомеханическая ось; чем меньше прочностные свойства неоартроза, тем больше требуется отведение конечности. В свою очередь, это приводит к ряду последствий. С одной стороны, чем больше отведение конечности, тем больше плечо веса тела ($d_{1..3}$) в начальный одноопорный период (рис. 4). Увеличение плеча веса тела приводит к резкому возрастанию момента силы действия веса тела, что создаёт неблагоприятные условия для достижения одноопорного равновесного положения в начальном периоде.

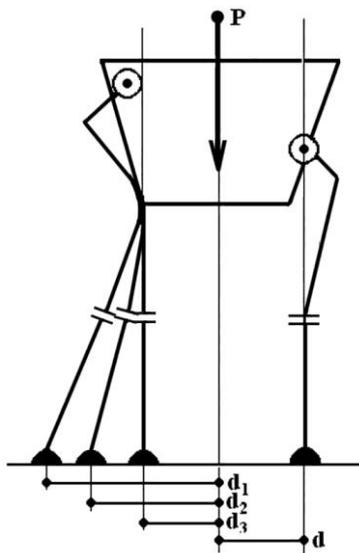


Рис. 4. Схема моментов сил веса тела в начале одноопорного периода при различной величине отведения конечности на стороне вывиха и в норме

С другой стороны, увеличение отведения приводит к отклонению биомеханической оси конечности и формированию ее вальгусной деформации. Только в положении приведения конечности на 5-8° ее биомеханическая ось остается правильной (рис. 5, а). При положении ко-

нечности под углом 90° вальгусная деформация ее определяется величиной кондиллодиафизарного угла, что требует уже обязательной коррекции (рис. 5, б).

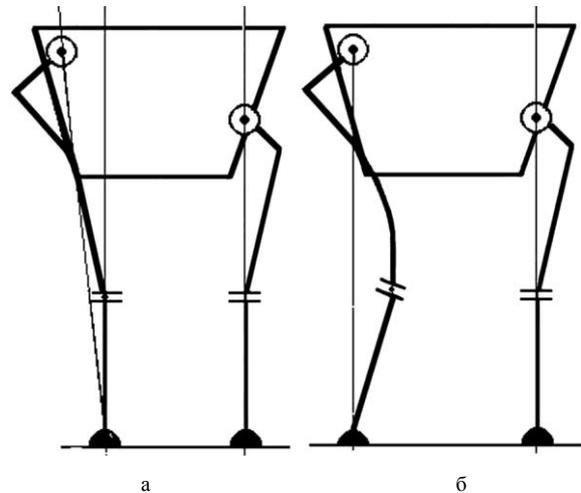


Рис. 5. Схемы зависимости вальгусной деформации конечности от ее установки (а – в положении приведения конечности 83-85°; б – в положении приведения конечности 90°)

Сопутствующая вальгусная деформация коленного сустава или избыточное отведение конечности в силу нестабильности неоартроза требует отдельного оперативного вмешательства для коррекции оси.

Таким образом, при проектировании опорных остеотомий типа Schanz необходимо оценить состояние подвздошного неоартроза, его стабильность, разгибание в неоартрозе, наличие вальгусной деформации.

Исходя из сказанного выше, проектирование операции должно выполняться поэтапно, с соблюдением следующего алгоритма.

В тех случаях, когда имеется полное разгибание конечности в подвздошном неоартрозе с целью максимального уменьшения величины переразгибания в тазобедренном сочленении (рис. 6), уровень остеотомии бедренной кости следует определять по следующей формуле:

$$\ell = h \times \frac{\cos(\text{ШДУ} - \alpha)}{\cos \alpha},$$

где ℓ – длина проксимального фрагмента (от места пересечения продольной оси диафиза с осью шейки бедра до уровня остеотомии); ШДУ – величина шеечно-диафизарного угла; α – величина наклона диафиза бедренной кости относительно вертикальной линии (или величина опрокидывания таза) при реализованном симптоме Тренделенбурга; h – длина шейки бедра (от центра головки до места пересечения продольной оси диафиза с осью шейки бедра).

² При смещения малого вертела выше уровня мышечной лакуны подвздошно-поясничная мышца выполняет функцию приведения.

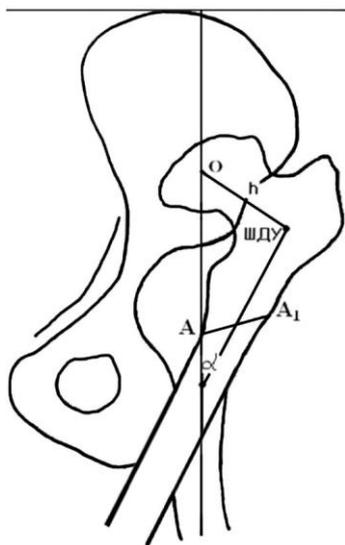


Рис. 6. Схема определения уровня остеотомии бедренной кости при полном разгибании конечности в тазобедренном неоартрозе

При разгибании менее 160° необходимо исходить из следующего положения: чем меньше длина проксимального фрагмента, тем меньше отклоняется диафиз бедра кзади (рис. 1), что можно реализовать при двухуровневой трансформации регенерата: в сагиттальной плоскости выполняется в области остеотомии – на уровне верхнего края – центра вертлужной впадины с целью разгибания (рис. 7, а), а во фронтальной плоскости – в дистальной части регенерата на уровне седалищного бугра (рис. 7, б).

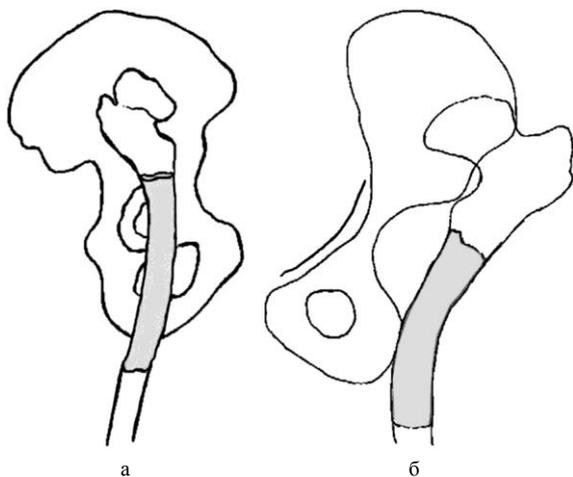


Рис. 7. Схематичное изображение двухуровневой трансформации регенерата в сагиттальной (а) и фронтальной (б) плоскостях

Уровень остеотомии в этих случаях определяется с учётом необходимого удлинения: $l = L - d$, где l – длина проксимального фрагмента; L – расстояние от места пересечения продольной оси диафиза с осью шейки бедра до уровня контакта диафиза бедра с седалищным бугром при реализованном симптоме Тренделенбурга; d – длина необходимого удлинения.

Во фронтальной плоскости расчёты произ-

водятся исходя из состояния подвздошного неоартроза и наличия вальгусной деформации коленного сустава.

При стабильном неоартрозе и отсутствии вальгусной деформации коленного сустава при планируемой установке конечности 83-87° дополнительные расчёты и манипуляции с регенератом не требуются.

При стабильном неоартрозе и наличии вальгусной деформации коленного сустава при планируемой установке конечности 83-87° необходимо производить дополнительное смещение проксимального конца дистального фрагмента кнаружи на угол остаточной вальгусной деформации (рис. 8).

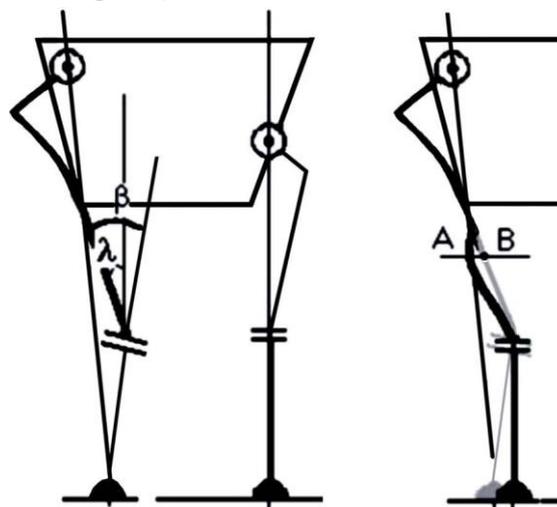


Рис. 8. Схема расчёта коррекции оси конечности (углового смещения) при стабильном неоартрозе и наличии вальгусной деформации коленного сустава при планируемой установке конечности 83-87°

Величина углового смещения рассчитывается по формуле: $|AB| = 2d \times \sin(\beta - \lambda)$, где $|AB|$ – величина латерализации, d – длина бедренной кости от уровня остеотомии до центра коленного сустава, β – величина кондиллодиафизарного угла, λ – величина отклонения диафиза бедренной кости от вертикально проведённой линии через центр коленного сустава.

При стабильном неоартрозе и отсутствии вальгусной деформации коленного сустава при планируемой установке конечности 90° необходимо производить дополнительное смещение проксимального конца дистального фрагмента кнаружи. Величина углового смещения рассчитывается аналогично предыдущему варианту по формуле: $|AB| = 2d \times \sin\beta$, где $|AB|$ – величина латерализации, d – длина бедренной кости от уровня остеотомии до центра коленного сустава, β – величина кондиллодиафизарного угла.

При стабильном подвздошном неоартрозе и наличии вальгусной деформации коленного сустава при планируемой установке конечности 90° необходимо производить дополнительно корригирующую надмыщелковую остеотомию бедра,

т.к. латерализация проксимального конца дистального фрагмента кнаружи будет приводить к значительному смещению и формированию патологических срезающих усилий в зоне этой трансформации.

При нестабильном подвздошном неоартрозе требуется избыточное отведение конечности, что в свою очередь требует дополнительной коррекции оси конечности – противоразворота в средней трети бедра. Уровень противоразворота рассчитывается по стандартной методике (рис. 9):

$$|AB|=|BC| \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \mu}$$

где |AB| – расстояние от уровня углообразной трансформации регенерата, |BC| – длина дистального фрагмента, β – величина кондиллодиафизарного угла, μ – величина избыточного отведения конечности.

Рукопись поступила 18.05.04.

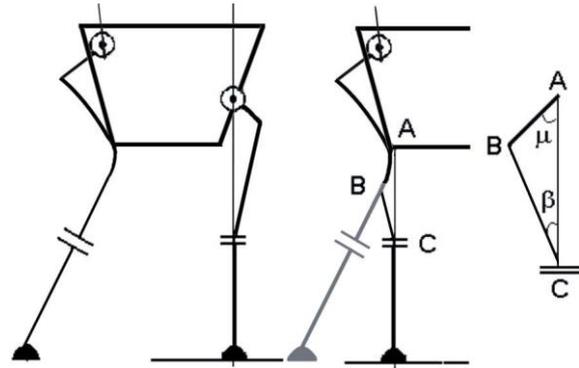
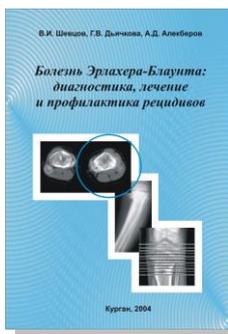


Рис. 9. Схема расчёта коррекции оси конечности при нестабильном подвздошном неоартрозе и установке конечности в положении избыточного отведения

Таким образом, предварительное проектирование опорной остеотомии типа Schanz при высоком подвздошном вывихе бедра позволяет избежать возможных ошибок и связанных с ними осложнений.

Предлагаем вашему вниманию



В.И. Шевцов, Г.В. Дьячкова, А.Д. Алекберов

Болезнь Эрлахера-Блаунта: диагностика, лечение и профилактика рецидивов

Курган, 2003. – 169 с., табл. 10, ил. 80, библиогр.: 50 назв.

ISBN 5-89506-018-8

В монографии представлены данные о рентгеновской семиотике болезни Эрлахера-Блаунта с учетом стадии, типа течения заболевания, возраста пациента. Выявлена возрастная динамика процесса диспластической деструкции и рентгеноанатомические изменения в голеностопном суставе.

У 116 больных были изучены результаты лечения болезни Эрлахера-Блаунта, выявлены причины рецидивирования в зависимости от стадии заболевания, возраста больного, применяемой методики чрескостного остеосинтеза.