

ВАК 616.728.2-073:616.71-089.86-053.2

## КЛИНИКО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРОЙНОЙ ОСТЕОТОМИИ ТАЗА У ДЕТЕЙ

Н.М. Белокрылов<sup>1</sup>, Н.В. Полякова<sup>1</sup>, Н.А. Пекк<sup>1</sup>, А.В. Сотин<sup>2</sup>, А.С. Скаковский<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>МУЗ Медсанчасть № 9 им. М.А. Тверье, г. Пермь,

<sup>2</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**Белокрылов Николай Михайлович** – e-mail: belokrylov1958@mail.ru

В работе представлены результаты обследования 77 пациентов (54 девочки, 23 мальчика) в возрасте от 9 до 18 лет с нестабильностью тазобедренных суставов различного генеза. Все больные оперированы, проведено 85 операций транспозиции вертлужной впадины после тройной остеотомии таза: на 58 суставах потребовалась дополнительная коррекция бедренного компонента в виде разнонаправленных остеотомий бедра и (или) транспозиции верхушки большого вертела и на 27 – ограничили только тазовым компонентом. Для прогнозирования патологического процесса и результатов операций разработана пространственная биомеханическая модель тазобедренного сустава, позволяющая изучить функциональное нагружение в разных его участках с учётом динамики изменений его формы. Дано описание оригинальных авторских способов тройной остеотомии таза и восстановления стабильности бедра. После операции получены положительные результаты у 98,8% больных.

**Ключевые слова:** тройная остеотомия таза, периацетабулярная остеотомия таза, тазобедренный сустав, реконструктивная хирургия крупных суставов, остеотомия бедра, дисплазия, вывих бедра, подвывих бедра, болезнь Пертеса, нестабильный тазобедренный сустав.

The experience in treating of 77 children (54 girls and 23 boys) at the age of 9-18 years old with instability of hip joints with various genesis. All patients have been operated. 85 operations of a transposition the acetabulum after the triple pelvic osteotomy have been spent. In 27 joints underwent just triple pelvic osteotomy and in 58 joints underwent combination of triple pelvic and femoral osteotomies and (or) transposition the apex of trochanter major. For the prognosis of the pathologic process and results of operations developed three-dimensional biomechanical model of hip joint. This model allows to study the hip joint loading in different functional areas, taking into account its dynamic changes its shape. Authors describe the original author's methods of the triple pelvic osteotomy and restore stability of the hip. After the operation they received positive results in 98,8% of patients.

**Key words:** triple pelvic osteotomy, periacetabular pelvic osteotomy, hip joint, reconstructive surgery of large joints, hip osteotomy, dysplasia, hip dislocation, subluxation of the hip, Perthes disease, unstable hip joint

**Х**ирургическая коррекция нестабильности тазобедренного сустава при тяжёлых дисплазиях, остаточных подвывихах и вывихах различного происхождения у детей является сложной ортопедической проблемой. В раннем возрасте пластичность вертлужной впадины при функционирующем Y-образном хряще позволяет восстанавливать форму впадины путём остеотомии таза по Солтеру и сходными технологиями надвертлужного сечения таза, включая различные остеотомии-ацетабулопластики [1, 2]. Сочетание таких остеотомий с коррекцией проксимального отдела бедра позволяет максимально приблизить сустав к анатомической норме. Возможности реконструкции тазобедренного сустава существенно снижаются после синастозирования дна впадины, что происходит в 10–12 лет, а при перенесённом дистрофическом процессе или остеомиелите – и того раньше. В этих случаях требуется мобилизация всей ацетабулярной области, что невозможно без одновременного проведения надвертлужной, лонной и седалищной остеотомий. Среди детских ортопедов продолжается уточнение возрастных аспектов, объёма вмешательства с позиций минимальной травматизации и суставсберегающих методик, при этом в подростковом возрасте транспозиция вертлужной впадины после тройной остеотомии таза является наиболее обоснованной с клинической и биомеханической точки зрения [3].

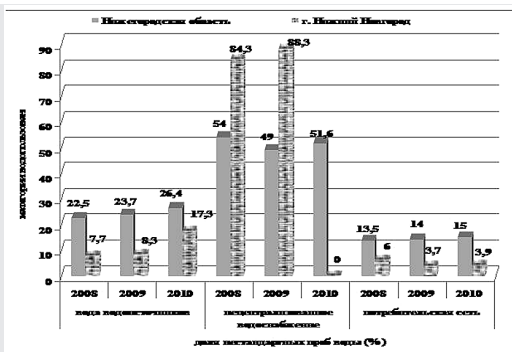
Сложность задачи состоит в сформировавшихся в этом возрасте дефектах вертлужной впадины: утолщение дна, дефицит покрытия головки с уменьшением наклона впадины, нередко близкое к вертикальному расположение входа во впадину, нарушение сферичности, недостаточная глубина впадины, несоответствие её величины и формы головке бедра, начальные признаки деформирующего коксартроза и т. д. Все эти дефекты мы наблюдали и у наших больных.

**Цель исследования** – оценить эффективность способов тройной остеотомии таза путём изучения клинко-биомеханических изменений при деформациях и нестабильности тазобедренного сустава в подростковом возрасте.

### Материал и методы

В работе представлены результаты обследования 77 пациентов в возрасте от 9 до 18 лет с последствиями заболеваний тазобедренных суставов. В клинике оперированы 77 больных, которым были проведены 85 операций транспозиции вертлужной впадины после тройной остеотомии таза (8 пациентов оперированы с обеих сторон). Девочек было 54 (70%), мальчиков – 23 (30%).

Причиной деформации у 53 больных были остаточные подвывихи бедра диспластического генеза и врождённый вывих бедра (при котором у 26 пациентов в возрасте до

**РИС. 1.**

**Больная Б., 14 лет. Врожденный вывих бедра после закрытого (справа) и открытого (слева) вправления. В анамнезе корригирующая остеотомия правого бедра, «классическая триада» слева. Остаточный подвывих правого бедра. Ревальгизация наступила с обеих сторон, больше выражена слева.**

**РИС. 2.**

**Та же больная. Непосредственный результат хирургической коррекции. Справа выполнена одноэтапно корригирующая остеотомия бедра и тройная остеотомия таза по способу клиники. Одна из фиксирующих отломки таза спиц проведена дистальнее, чем следовало бы, проходит позади головки бедра, при этом клинически в сустав не проникает и движения не блокирует. Её решено не удалять до консолидации.**

**РИС. 3.**

**Та же больная. Результат через 1,5 года после оперативного лечения. Сохраняется оптимальная центрация головки правого бедра в вертлужной впадине, рентгенологические параметры сустава в пределах возрастной нормы. Клинически у данной больной полностью восстановлена дооперационная амплитуда движений, оперированный сустав стабильный.**

1 года проводилась консервативная репозиция в разводящей шине и на вытяжении «over head», 7 больным проводились реконструктивные вмешательства у нас и в других учреждениях, 20 лечились консервативно или выявлены на осмотрах), болезнь Легга-Кальве-Пертеса – у 9, паралитические вывихи и подвывихи бедра – у 8, последствия эпифизарного остеомиелита – у 4, асептический некроз головки бедра – у 3 детей.

На 58 суставах (1-я группа – 54 больных) тройная остеотомия таза проводилась в сочетании с коррекцией бедренного компонента. При этом варизирующая остеотомия бедра выполнена на 39 суставах, вальгизирующая остеотомия бедра – на 14 суставах, у 5 больных с trochanter major magnum (4 тип дисплазии по О.А. Соколовскому) коррекция бедренного компонента включала резекцию большого вертела с тонусонормализующей транспозицией его верхушки, в 1 из этих 5 наблюдений выполнена двойная одномоментно удлиняющая корригирующая остеотомия проксимального отдела бедра [4]. Коррекция шеечно-диафизарного угла при корригирующей остеотомии бедра дополнена транспозицией большого вертела на 4 суставах, в т. ч. в 3 наблюдениях в сочетании с варизирующей и в 1 – с вальгизирующей остеотомией бедра.

На 27 суставах (2-я группа – 23 больных) реконструкция тазобедренного сустава включала только тройную остеотомию таза – без коррекции бедренного компонента. Для выполнения тройной остеотомии таза использовали принцип Tonnis D., предпочитая периацетабулярное рассечение костей таза, широко применяли операцию А.М. Соколовского, операцию Steel, в единичных наблюдениях проводили транспозицию вертлужной впадины с сохранением задней колонны, операцию Соеиг и модифицированные варианты вмешательств, разработанные в клинике [5, 6].

Все больные тщательно обследованы. Проводили углубленное изучение клинических и рентгенологических показателей, включая компьютерную томографию, магниторезонансную томографию, спиральную 3-D томографию. Для оценки отдаленных результатов использовали клинорентгенологическую схему оценок ЦИТО, интегральные системы комплексной оценки по М.Б. Цыкунову и Tschauner С. [7, 8]. Изучали биомеханические изменения показателей ходьбы на компьютерной системе «Диаслед», учитывали параметры изменения шага, ритмичность походки и нагружения в разных плантарных зонах, оценивали изменения балансирующей и рессорной функции стоп.

Для возможности биомеханического прогнозирования результатов хирургического вмешательства совместно с кафедрой биомеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета разработана пространственная компьютерная модель тазобедренного сустава. Для её создания использованы современные пакеты прикладных программ твердотельного моделирования, в частности Solid-works, что позволило приступить к решению сложных нелинейных задач механики. Для расчета напряженно-деформированного состояния костной ткани был использован метод конечных элементов. В базовой модели допущены следующие условия нагружения – шейка закреплена консольно, вертлужный компонент нагружен (усилия 100 кг, что составляет около 2,5 веса тела пациента)

и перемещается в пространстве. Модель позволяет изучить концентраторы напряжения в головке бедра и вертлужной впадине при различных условиях нагружения, заданных в зависимости от клинических ситуаций. Модель использована для прогнозирования функционального нагружения сустава в патологических состояниях в виде различной степени подвывиха, дефицита покрытия головки бедра, сопутствующих нарушениях ориентации проксимального отдела бедра, при клиновидной форме суставной полости и т.п. В клиническом плане пространственная компьютерная модель становится значимым инструментом для прогнозирования результата хирургического вмешательства при транспозиции вертлужной впадины, сопряжённой с ней коррекции бедренного компонента сустава, что позволило сделать важный шаг к индивидуальному моделированию.

У 18 человек на 19 суставах проводилась тройная остеотомия таза при одновременной реконструкции тазового и бедренного компонентов тазобедренного сустава по оригинальному способу, при котором пересечение седалищной кости проводится из межотломкового бедренного доступа [9]. Ключевым отличием предложенной технологии является рассечение седалищной кости из межотломкового пространства, созданного при остеотомии бедра и разведения его фрагментов. Клинический пример применения данного способа представлен на рис. 1–3. Устранение остаточного подвывиха в данном примере предполагало коррекцию наиболее часто встречающейся вальгусной деформации проксимального отдела бедра. Принципиально техника предложенного способа при коррекции варусной деформации бедра не отличалась.

На 3 суставах тройная остеотомия таза проведена в комбинации с фронтально-стабилизирующей операцией, включающей корригирующую остеотомию бедра с тонусонормализующей транспозицией большого вертела по разработанному с клинике способу лечения [10]. Именно этот элемент коррекции бедра в комбинации с тройной остеотомией таза оказался весьма полезным при устранении 2 подвывихов и 1 вывиха бедра у больных ДЦП.

К подростковому возрасту у детей с нелеченным врождённым вывихом бедра в задне-верхнем отделе вертлужной впадины формируется борозда соскальзывания, по которой головка бедра прокладывает себе путь. Классическая операция вправления бедра в этом возрасте неэффективна, сопряжена с риском асептического некроза головки и не позволяет достичь её стабильного положения в вертлужной впадине, которая к этому периоду оказывается деформированной. Для таких осложнённых ситуаций нами разработан способ вправления вывиха в сочетании с тройной остеотомией таза, позволяющий сместить борозду соскальзывания и достичь стабильного упора головки бедра в вертлужной впадине [11]. Способ применён у 4 больных. У 2 больных дислокация была значительной, что потребовало 2-этапной коррекции.

### Результаты и их обсуждение

Результаты оценивали в сроки от 1 года до 10 лет, в среднем 4,5 года. Разработанные в клинике способы лечения оценивали в сроки от 1 года до 8 лет, средний срок 3,5 года. Результаты по схеме ЦИТО распределились следующим образом. В 1-й группе получены результаты: отлично – 41, хорошо – 15, удовлетворительно – 2, во 2-й группе – отлично – 20, хорошо – 5, удовлетворительно – 1, неудовлетвори-

тельно – 1. В целом получено 98,8% положительных результатов после проведённого лечения. По системе Tschauner (1992) в целом после хирургического лечения в обеих группах оказалось отличных результатов – 54, хороших – 27, удовлетворительных – 3, неудовлетворительных – 1, что в основном совпадало с системой оценок ЦИТО. Клинико-рентгенологическая характеристика анатомо-физиологического состояния тазобедренного сустава по интегральной системе комплексной оценки степени компенсации до операции определена следующим образом: компенсация – 35, субкомпенсация – 39, декомпенсация – 11. После операции компенсированными признаны 81 сустав, субкомпенсированными – 3 и декомпенсированным – 1. Таким образом, субкомпенсированные и декомпенсированные результаты, по М.Б. Цыкунову, совпадали с удовлетворительными и неудовлетворительными по системе Tschauner. Причиной неудовлетворительного результата был перелом фиксирующих спиц, которые были при фиксации таза проведены трансартикулярно, в последующем произошёл их перелом, а после их удаления, для чего потребовалась артротомия, развился асептический некроз головки бедра. Вероятно, результат мог быть лучше, если бы не удаляли фрагменты спиц из головки бедра.

Разработанные в клинике способы лечения показали свою эффективность, сравнимую с результатами применения известных способов тройной остеотомии (таблица).

### ТАБЛИЦА.

**Сравнительные результаты реконструкции тазобедренного сустава с применением оригинальных технологий клиники и других вариантов тройной остеотомии таза**

| Применяемые технологии             | Срок изуч.    | Оценки по схеме ЦИТО |              |            |            | Оценка по М.Б.Цыкунову |            |            |
|------------------------------------|---------------|----------------------|--------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|
|                                    |               | Отл.                 | Хор.         | Удовл.     | Неуд.      | Комп.                  | Субкомп.   | Декомп.    |
| Оригин. способы, разраб. в клинике | 3,5 г. п. оп. | 21<br>81%            | 4<br>15%     | 1<br>4%    | -          | 25<br>96%              | 1<br>4%    | -          |
| Другие способы тройной ост. таза   | 4,5 п. оп.    | 40<br>68%            | 16<br>27%    | 2<br>2,30% | 1<br>1,70% | 56<br>95%              | 2<br>2,30% | 1<br>1,70% |
| <b>Итого – 85</b>                  |               | 61<br>71,80%         | 20<br>23,50% | 3<br>3,50% | 1<br>1,20% | 81<br>95,3             | 3<br>3,50% | 1<br>1,20% |

Качественное улучшение стабильности отметили у всех больных, при этом степень костного покрытия при исходном подвывихе головки бедра в среднем изменилась от 0,52 до 0,96, а угол Виберга от 12 до 35 ( $p < 0,05$ ). Индекс глубины впадины изменился от 0,23 до 0,35 ( $p < 0,05$ ), что отчасти объясняется проекционными изменениями и незначительным истинным углублением малосферичной впадины при её переориентации и улучшении центрации головки бедра. Оптимальные результаты получены при транспозиции сферичных впадин. Направление коррекции бедренного компонента, помимо варизации или вальгизации, предполагало переориентацию проксимального отдела бедра в 3 плоскостях в зависимости от сохранности и пространственной ориентации той части головки, которая сохранила свою сферичность. При вальгусной деформации, которую лимитировали шеечно-диафизарным углом в  $145^\circ$ , при транспозиции сферичной вертлужной впадины достигали анатомического восстановления только с помощью тройной остеотомии таза, без коррекции бедренного компонента, восстанавливая угол

вертикального соответствия в среднем до 94°. При использовании способа с рассечением седалищной кости доступом между отломками бедра после проведённой остеотомии ни в одном случае не было повреждений сосудисто-нервных образований. Явления неврита седалищного нерва с его медленным восстановлением наблюдали у 1-й больной при транспозиции так называемой «двойной вертлужной впадины» без остеотомии бедра.

У 24 больных в послеоперационном периоде применили систему для реинфузии крови Handy-Vac. В среднем интраоперационную кровопотерю при изолированном применении тройной остеотомии таза оценивали в 360 мл, при проведении одновременной коррекции бедренного и тазового компонента – 530 мл.

Результаты биомеханического моделирования функционального нагружения на пространственной модели с целью прогнозирования результатов костной хирургической коррекции и оценки перспективы развития раннего коксартроза вплотную подвели нас к созданию соответствующих программ и к пониманию необходимости активно развивать это направление исследований.

#### Выводы

**1.** Построение пространственной компьютерной биомеханической модели тазобедренного сустава открывает реальную перспективу исследовать влияние патологических изменений в суставе на локализацию концентраторов напряжений в головке бедра и подвздошной кости при разных биомеханических условиях функционального нагружения.

**2.** Разработанные в клинике детской ортопедии оригинальные способы тройной остеотомии таза, варианты восстановления стабильности тазобедренного сустава позволили достичь позитивных результатов у более чем 98% оперированных больных, что не уступает результатам применения других способов периацетабулярной остеотомии таза. Предложенные технологии оказались эффективными при тяжёлых деформациях сустава даже при неглубокой уплощённой вертлужной впадине, которая после проведения вмешательства оказалась способна к незначительной трансформации в виде углубления и улучшения сферичности.

**3.** Тройная остеотомия таза позволяет при изолированном варианте применения компенсировать вальгусную деформацию бедра до угла 145°, при хорошей сферичности впадины после её транспозиции достигаются параметры опти-

мальной центрации и хорошего концентрического погружения головки бедра.

**4.** Комбинация тройной остеотомии таза и корригирующей остеотомии бедра независимо от направления коррекции последнего позволяет наиболее полно и эффективно восстановить стабильность тазобедренного сустава при его тяжёлых поражениях, результаты ухудшаются при сопутствующих деформациях головки, несферичной вертлужной впадине, неврологических нарушениях.

МА

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Краснов А.И., Дейнеко А.Н. Хирургическое лечение врождённого вывиха бедра у детей школьного возраста. Оптимальные технологии диагностики и лечения в детской травматологии и ортопедии, ошибки и осложнения: Материалы симпозиума детских травматологов-ортопедов России. (Волгоград). СПб. 2003. С. 261-262.
2. Богосьян А.Б. и др. Выбор оптимальной тактики консервативного и оперативного лечения врождённого вывиха бедра у детей и подростков. Оптимальные технологии диагностики и лечения в детской травматологии и ортопедии, ошибки и осложнения: Материалы симпозиума детских травматологов-ортопедов России (Волгоград). СПб. 2003. С. 241-244.
3. Камоско М.М. Транспозиция вертлужной впадины при хирургическом лечении дисплазии тазобедренного сустава. Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. 2006. Т. 166. № 2. С. 60-66.
4. Соколовский О.А. Дисплазия тазобедренного сустава у подростков. Пособие. Минск: ЗАО «Юнипак», 2003. С. 104.
5. Tonniss D., Arning A., Bloch M. Triple pelvic osteotomy. J. Pediatr Orthop. 1994. P. 54-67.
6. Соколовский А.М., Соколовский О.А. Особенности нашей технологии тройной остеотомии таза. Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: Материалы научно-практической конференции детских ортопедов-травматологов России: Старая Русса, 2000. С. 320-322.
7. Цыкунов М.Б. и др. Методика клинической оценки функционального состояния тазобедренного сустава у детей и подростков. Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. 2001. № 3. С. 13-18.
8. Tschauner C., Klapsch W., Kohlmeier W., Graf R. Orthop Prax. 1992. № 28. P. 255-263.
9. Белокрылов Н.М., Полякова Н.В. и др. Способ тройной остеотомии таза. Патент РФ № 2438609 от 10.01.2012. Бюл. № 1.
10. Белокрылов Н.М., Полякова Н.В. и др. Способ восстановления стабильности тазобедренного сустава при деформации и порочной позиции бедра у больных с детским церебральным параличом. Патент РФ на изобретение № 2427340 от 27.08.2011. Бюл. № 24.
11. Белокрылов Н.М. Способ репозиции вывихов и нестабильных подвывихов бедра у подростков. Патент РФ на изобретение № 2267304 от 10.01.2006. Бюл. № 01.