

© Группа авторов, 2004

## **Экспериментальное обоснование чрескостной фиксации подвздошной кости при лечении детей с врожденным вывихом бедра**

**М.П. Тепленький, В.Д. Макушин, Ю.А. Муштаева**

### **Experimental validity of iliac transosseous fixation in treatment of children with congenital dislocation of the hip**

**M.P. Tioplenky, V.D. Makushin, Y.A. Moushtayeva**

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)

В данной статье представлены и проанализированы результаты исследования жесткости фиксации подвздошной кости в аппарате при различных способах введения спиц. Установлено, что наибольшая стабильность тазовой опоры достигается при проведении сквозных спиц через передние и задние отделы крыла. Определены оптимальные варианты спицевой фиксации тазовой кости при лечении детей с врожденным вывихом бедра в зависимости от возраста пациента и объема оперативного вмешательства.

Ключевые слова: врожденный вывих бедра, подвздошная кость, аппарат внешней фиксации.

The results of the study of iliac fixation rigidity with a fixator are given and analyzed when wires have been inserted using different techniques. The highest stability of pelvic support is established to be achieved when through wires are inserted into the wing anterior and posterior parts. The optimal variants of pelvic bone wire fixation are determined for treatment of children with congenital dislocation of the hip depending on patient's age and surgical intervention scope.

Keywords: congenital dislocation of the hip, ilium, external fixator.

В настоящее время для лечения детей с врожденным вывихом бедра широко применяются аппараты внешней фиксации, которые дают возможность осуществлять дозированное перемещение фрагментов тазовых и бедренных костей, их жесткую фиксацию, обеспечивают разгрузку суставных поверхностей [1, 2, 3, 4]. Необходимым условием выполнения указанных задач является обеспечение оптимальной стабильности опоры на тазовой кости. Описанные в литературе способы стабилизации аппарата на костях таза различаются в зависимости от вида фиксаторов и места их введения. Применение стержневых и спице-стержневых компоновок

обеспечивает достаточную жесткость фиксации [3, 5, 9, 10]. Однако необходимо отметить, что использование резьбовых стержней затруднено у детей младшего возраста и вызывает большее разрушение костной ткани подвздошной области по сравнению со спицами. В РНЦ "ВТО" им. академика Г.А. Илизарова при лечении пациентов с врожденным вывихом бедра в основном применяются различные варианты спицевой фиксации тазовой кости. Целью нашего исследования было обоснование зависимости стабильности тазовой опоры от способа расположения спиц в подвздошной кости.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведены стендовые испытания на биопрепарате, в качестве которого использована мацерированная подвздошная кость человека. Осцеометрические параметры препарата подвздошной кости: высота крыла — 9,6 см; расстояние между передневерхней и задневерхней осями — 16,7 см; толщина кости в области полулунной вырезки — 0,6 см, передневерхней ости — 1,0 см, на 6 см выше передневерхней ости —

1,5 см, в области задненижней ости — 0,9 см, межкостной вырезки — 0,8 см, задневерхней ости — 1,3 см, на 2,5 см выше задневерхней ости — 1,6 см, на уровне подвздошной бугристости — 2,3 см, на уровне передней трети ушковидной поверхности — 2,7 см.

Через костный препарат проводили необходимое количество спиц с упорными площадками диаметром 1,5 мм. В ходе эксперимента ис-

следовали семь вариантов расположения спиц в тазовой кости (рис. 1), которые применяются в клинике центра.

Первый способ предполагал проведение четырех перекрещивающихся спиц через переднюю полуокружность крыла и надацетабулярную область (полулунную вырезку) (рис. 1, а). Вторым способом отличался от предыдущего наличием дополнительной консольной спицы, проведенной через переднюю полуокружность крыла между третьей и четвертой спицами (рис. 1, б). Третьим способом заключался в проведении четырех перекрещивающихся спиц через передние и задние отделы крыла подвздошной кости (рис. 1, в). Четвертым способом, в отличие от

третьего, предполагал введение консольной спицы через переднюю полуокружность крыла между первой и второй спицами (рис. 1, г). Пятый способ предусматривал проведение четырех параллельных спиц через передние и задние отделы крыла (рис. 1, д). Шестым способом заключался в проведении четырех параллельных и одной консольной спицы, которая вводилась в переднюю полуокружность крыла в направлении, соответствовавшем второй спице второго способа (рис. 1, е). Седьмым способом предполагал введение шести консольных спиц (рис. 1, ж). Морфометрические параметры расположения спиц указанными способами при выполнении эксперимента отражены в таблице 1.

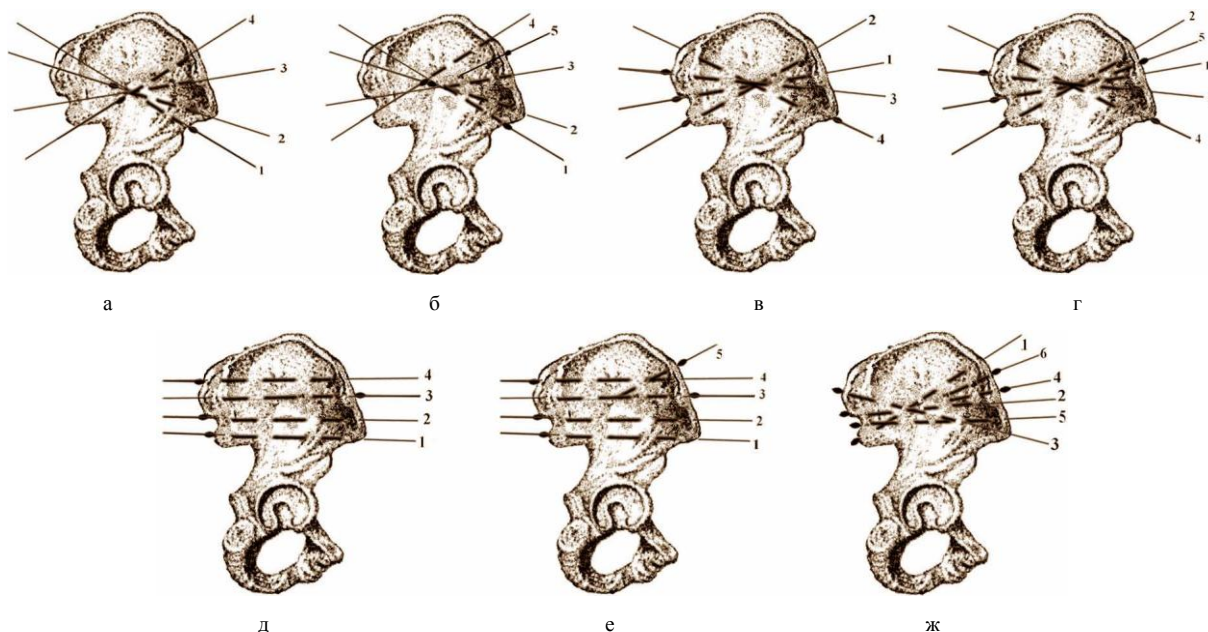


Рис. 1. Схемы расположения: а – четырех перекрещивающихся спиц в переднем отделе подвздошной кости, б – четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы в переднем отделе подвздошной кости, в – четырех перекрещивающихся спиц в переднем отделе и заднем отделе крыла подвздошной кости, г – четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы в переднем и заднем отделе крыла подвздошной кости, д – четырех параллельных спиц в переднем и заднем отделе крыла подвздошной кости, е – четырех параллельных и одной консольной спицы в переднем и заднем отделе крыла подвздошной кости, ж – шести консольных спиц в крыле подвздошной кости

Таблица 1  
Остеометрические параметры расположения спиц при различных способах их проведения

Остеометрические параметры	№ спицы	Способ проведения спиц						
		1	2	3	4	5	6	7
Пробег спицы в костной ткани (см)	1	4,2	4,2	9,7	9,7	9,8	9,8	10,3
	2	7,5	7,5	10,3	10,3	9,2	9,2	10,2
	3	6,4	6,4	10,5	10,5	10,6	10,6	10,3
	4	5,6	5,6	10,3	10,3	10,2	10,2	8,7
	5		3,0		3,0		3,0	3,0
	6							3,0
Расстояние между крайними спицами по передней поверхности таза (см)		8,6	8,6	7,5	7,5	6,3	7,5	7,5
Расстояние между крайними спицами по задней поверхности таза (см)		3,6	3,6	6,4	6,4	5,1	5,1	6,4

Как видно из данных таблицы 1, при проведении эксперимента наибольший охват спицами передней части крыла достигался при использовании первого и второго способов установки спиц. Максимальное расстояние между спицами по задней поверхности таза было в случае применения третьего, четвертого и седьмого способов. Наибольший суммарный пробег спиц в костной ткани (45,5 см), отмеченный при использовании консольных спиц, обусловлен наличием дополнительной шестой спицы. Введение дополнительной консольной спицы в шестом способе позволило увеличить охват передней поверхности крыла до 7,5 см. В случае применения консольного фиксатора во втором и четвертом способах расстояние между крайними спицами по передней поверхности таза не изменилось по сравнению соответственно с первым и третьим способами.

Спицы фиксировали с помощью спицежакимов в дуговой опоре аппарата Илизарова. В пяти случаях, когда применяли сквозные спицы, использовали дугу с внутренним диаметром 220 мм. В одном случае фиксацию консольных спиц осуществляли в секторе дуги. При установке опоры расстояние между гребнем подвздошной кости и внутренним краем дуги составляло 2 см. Сквозные спицы с помощью тарированного спиценатягивателя натягивали до 120 кгс. Препарат закрепляли в горизонтальном положении. Для этого фиксировали дугу с помощью четырех стержней к металлической опоре. Указанный способ фиксации препарата исключал деформацию дуги, которая могла возникнуть при натяжении спиц, фиксированных с помощью консольных приставок. На 2 см от края гребня подвздошной кости в точке, соответствующей середине расстояния между верхними осями, устанавливали индикатор часового типа, с помощью которого измеряли величину смещения крыла относительно дуговой опоры. Перпенди-

кулярно плоскости костного фрагмента устанавливали резьбовой стержень с пластиной на конце, который фиксировали к металлической опоре с помощью базового модуля таким образом, чтобы опорная пластина располагалась в области верхнезаднего края вертлужной впадины. Подкручивание гайки вызывало перемещение стержня относительно модуля вниз и приводило к давлению опорной пластины на костный фрагмент. При этом на стержне возникало осевое усилие, которое регистрировали с помощью аппаратуры системы контроля усилий (СКУ) (рис. 2). Принцип действия СКУ основан на использовании тензорезисторного эффекта. Дистракторное усилие воспринимается полым металлическим цилиндром, который при этом деформируется. С помощью тензорезисторов деформация преобразуется в электрическое напряжение, пропорциональное приложенной нагрузке, которое в виде цифрового кода выводится на индикатор. Датчик устанавливали между базовым модулем и силовой гайкой и соединяли посредством электрических жгутов и разъемов с входными гнездами измерительного блока. Последний соединяли вилкой с электрической сетью. Измерение усилий на стержне производили в ньютонах.

Исследование проводили по принципу поиска варианта проведения спиц, обеспечивающего наименьшее перемещение костного фрагмента относительно дуги. Для каждого способа установки спиц опыт повторяли шесть раз. Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики, применяемым для малых выборок [8]. Определяли среднюю арифметическую, стандартное отклонение. Достоверность различий между группами проверяли с помощью непараметрического критерия U (критерий Вилкоксона-Манна-Уитни) и F-критерия Фишера [8].



Рис. 2. Стенд для изучения жесткости фиксации тазовой опоры и аппаратура для измерения осевого усилия

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований представлены в таблицах 2, 3.

Из анализа результатов, представленных в таблице 2, видно, что, несмотря на наиболее благоприятные остеометрические показатели и использование шести фиксаторов, наибольшее перемещение подвздошной кости выявлено при использовании консольных спиц. По нашему мнению, это объясняется деформацией спиц в связи с невозможностью их натяжения в случае применения указанного варианта. По данным литературы, увеличение силы натяжения спиц до 120 кгс вызывает повышение жесткости опоры на 39% [7]. При нагрузке 50 Н отклонение кости в случае применения консольных фиксаторов в 3,4 раза больше, чем при использовании первого варианта, и в 4,1 раза – по сравнению с третьим способом. Под нагрузкой 100 Н разница в жесткости фиксации уменьшается, но остается значительной и составляет, по сравнению с вышеуказанными способами, соответственно 2,7 и 3,8 раза.

Таблица 2

Средние показатели отклонения подвздошной кости при различных вариантах проведения спиц

Нагрузка, Н	Отклонение подвздошной кости, мм (M±m, n=6)			
	Способ 1	Способ 3	Способ 5	Способ 7
10	0,16±0,006	0,053±0,001*	0,07±0,008**	0,37±0,066*
20	0,19±0,0103	0,09±0,012**	0,12±0,003**	0,57±0,189*
30	0,26±0,008	0,17±0,012**	0,21±0,006	0,79±0,223*
40	0,36±0,009	0,26±0,026**	0,33±0,013	1,15±0,243*
50	0,44±0,018	0,37±0,012**	0,41±0,0214	1,51±0,286*
60	0,63±0,012	0,45±0,022**	0,52±0,015**	1,84±0,241*
70	0,71±0,017	0,52±0,008**	0,62±0,007**	2,2±0,243*
80	0,96±0,015	0,65±0,017**	0,76±0,016**	2,54±0,261*
90	1,1±0,018	0,77±0,011**	0,88±0,018**	3,05±0,126*
100	1,28±0,021	0,90±0,013**	0,97±0,015**	3,45±0,253*

Примечание: \* - p < 0,02, \*\* - p < 0,05.

Таблица 3

Средние показатели отклонения подвздошной кости при проведении сквозных и консольных спиц

Нагрузка, Н	Отклонение подвздошной кости, мм (M±m, n=6)		
	Способ 2	Способ 4	Способ 6
10	0,048±0,004	0,046±0,006	0,027±0,004**
20	0,097±0,005	0,065±0,004	0,041±0,007**
30	0,14±0,0103	0,09±0,006**	0,067±0,002**
40	0,26±0,008	0,13±0,012**	0,083±0,004*
50	0,35±0,011	0,19±0,009**	0,097±0,002*
60	0,46±0,015	0,24±0,017**	0,12±0,009*
70	0,57±0,0103	0,36±0,011**	0,19±0,013*
80	0,69±0,011	0,49±0,032**	0,25±0,0082**
90	0,81±0,012	0,62±0,023**	0,39±0,024**
100	0,92±0,015	0,74±0,031**	0,53±0,044**

Примечание: \* - p < 0,02, \*\* - p < 0,05.

Сопоставление результатов измерений, полученных при использовании способов, преду-

сматривающих применение только четырех спиц (рис. 3), показало, что большее отклонение подвздошной кости наблюдается в случае расположения спиц в передней полуокружности крыла. Наиболее благоприятным в плане жесткости фиксации является третий способ, заключающийся в проведении перекрещивающихся спиц через передние и задние отделы подвздошной кости.

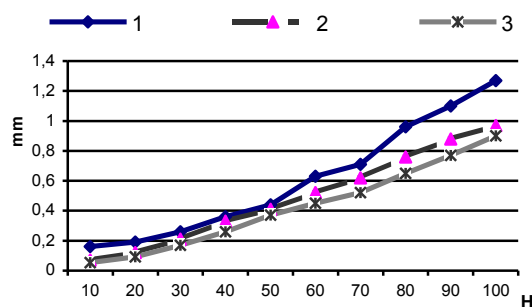


Рис. 3. Изменение жесткости фиксации при различных вариантах проведения четырех спиц: 1 – проведение перекрещивающихся спиц через переднюю полуокружность крыла, 2 – проведение параллельных спиц через передний и задний отдел крыла, 3 – проведение перекрещивающихся спиц через передний и задний отдел крыла

При дистракционных усилиях 30-50 Н жесткость фиксации при первом способе достоверно не отличалась от пятого и была меньше на 18,9% (50 Н), по сравнению с третьим способом. При увеличении нагрузки до 100 Н разница в величине отклонения костного фрагмента между первым и третьим способами возросла до 42,2%, между первым и пятым – до 31%.

Сравнение результатов измерений, полученных при применении третьего и пятого способов, показало, что под нагрузкой 10-50 Н различие в жесткости фиксации было статистически не достоверно (p>0,05). По мере дальнейшего увеличения дистракционных усилий разница в величине перемещения костного фрагмента возрастала и достигла максимума (16,9%) при нагрузке 80 Н. При последующем возрастании усилий различие в стабильности фиксации уменьшалось. Под нагрузкой 100 Н статистически достоверной разницы по T (u) не обнаружено. Однако при изучении степени вариабельности признака получено достоверное различие в отклонении по F-критерию Фишера (p<0,05), которое составило 7,7%.

В таблице 3 представлены результаты измерений, полученные при использовании способов, предусматривающих введение сквозных и консольных спиц

Как видно из данных таблицы 3, наибольшее отклонение костного препарата отмечено при использовании второго способа. Максимальную жесткость фиксации обеспечивает шестой вари-

ант, предусматривающий введение четырех параллельных и консольной спицы. Под нагрузкой до 20 Н разница в отклонении кости во всех случаях была статистически недостоверной ( $p > 0,05$ ). При увеличении дистракционных усилий до 60 Н величина отклонения костного фрагмента во втором варианте была в 1,9 раза больше, чем в четвертом варианте и в 3,8 раза больше, чем в шестом. Дальнейшее возрастание нагрузки сопровождалось уменьшением разницы в величине перемещения кости, которая при усилии 100 Н составила между вторым и четвертым способами 24%, между вторым и шестым – 73,6%. (рис. 4).

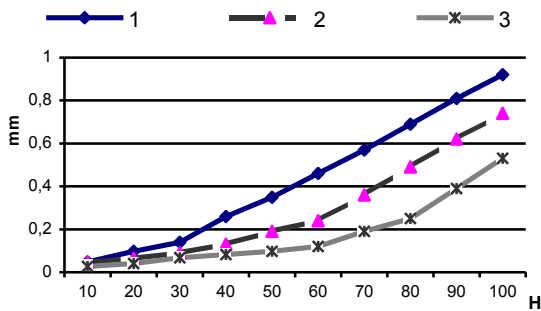
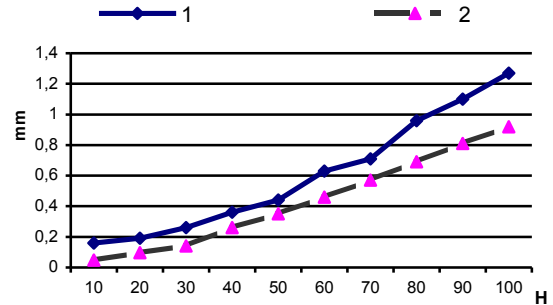


Рис. 4 Изменение жесткости фиксации при различных вариантах проведения пяти спиц: 1 – проведение четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы через передний отдел крыла, 2 – проведение четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы через передний и задний отдел крыла, 3 – проведение четырех параллельных и одной консольной спицы через передний и задний отдел крыла

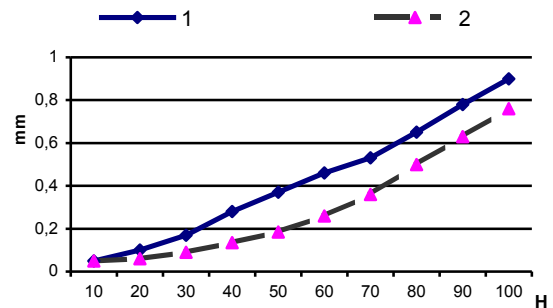
При сопоставлении данных таблиц 2 и 3 видно, что увеличение количества фиксаторов за счет введения дополнительной консольной спицы позволило значительно повысить жесткость тазовой опоры. При расположении спиц в передней полуокружности подвздошной кости (1 и 2 варианты) использование консольной спицы при нагрузке 20 Н позволило уменьшить перемещение кости в 1,95 раза. При увеличении дистракционных усилий различие в жесткости фиксации между первым и вторым способами постепенно уменьшалось и под нагрузкой 50 Н составило 25,7%. Дальнейшее возрастание усилий сопровождалось увеличением разницы в величине отклонения кости, которая при нагрузке 100 Н была 39% (рис. 5, а).

В случае введения перекрещивающихся спиц в передние и задние отделы крыла применение дополнительного консольного фиксатора при нагрузке 40 Н уменьшило перемещение костного фрагмента в два раза. При дальнейшем увеличении дистракционных усилий разница в жесткости фиксации между третьим и четвертым способами постепенно уменьшалась и под нагрузкой 100 Н составила 21,4% (рис. 5, б).

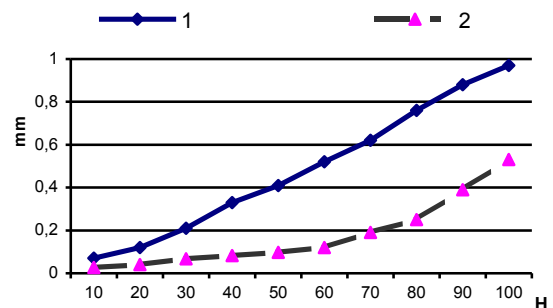
Сравнение вариантов, предусматривающих применение параллельных спиц (5 и 6 способы), показало, что при увеличении нагрузки до 50 Н величина отклонения костного фрагмента в шестом способе была меньше в 4,3 раза, по сравнению с пятым.



а



б



в

Рис. 5. Изменение жесткости фиксации при проведении различного количества спиц: а – 1 – проведение четырех перекрещивающихся спиц через передний отдел крыла, 2 – проведение четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы через передний отдел крыла; б – 1 – проведение четырех перекрещивающихся спиц через передний и задний отдел крыла, 2 – проведение четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы через передний и задний отдел крыла; в – 1 – проведение четырех параллельных спиц через передний и задний отдел крыла, 2 – проведение четырех параллельных и одной консольной спицы через передний и задний отдел крыла

Дальнейшее возрастание усилий сопровождалось снижением разницы в жесткости фиксации, которая при нагрузке 100 Н была 83,9% (рис. 5, в).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, результаты измерений показали, что наименьшая жесткость фиксации достигается при использовании консольных спиц. Поэтому указанную компоновку в изолированном виде допустимо применять для разгрузки тазобедренного сустава в случаях, когда не предполагается закрытое вправление вывиха бедра или перемещение фрагментов тазовой кости.

Среди вариантов, предполагающих использование четырех сквозных спиц, наибольшая стабильность тазовой опоры достигается при проведении перекрещивающихся спиц через передние и задние отделы крыла. Первый вариант, предусматривающий прохождение спиц только через переднюю полуокружность подвздошной кости, благодаря использованию надацетабулярной области, обеспечивает наибольший охват костной ткани, однако уступает другим способам в плане жесткости фиксации. Поскольку расположение спицы в надацетабулярной области затрудняет выполнение остеотомии подвздошной кости, применение указанного способа при лечении детей с врожденным вывихом бедра нецелесообразно.

При проведении пяти спиц максимальную жесткость фиксации обеспечивает вариант, предусматривающий введение четырех параллельных и одной консольной спицы. Преимуществом указанного способа является расположение спиц в наиболее широких участках крыла подвздошной кости, а также минимальное расстояние между ними по задней поверхности таза, что позволяет избежать значительного повреждения мягких тканей. Отсутствие перекреста спиц на уровне кости исключает их нежелательное отклонение в момент проведения. Вместе с тем, для оптимального расположения и последующей фиксации параллельных и консольной спиц протяженность используемого участка переднего отдела крыла должна быть не менее 7,0 см. Согласно результатам исследований К.П. Минеева [6], высота крыла подвздошной кости у детей четырех лет составляет  $59,0 \pm 3,11$  мм, в возрасте девяти лет –  $83,6 \pm 2,41$  мм, в 16 лет –  $100,0 \pm 8,32$  мм. По данным литературы, допустимо проведение спицы через переднюю полуокружность на 2-3 см ниже гребня подвздошной кости [6]. Основываясь на клиническом опыте, следует отметить, что установка как сквозных, так и консольных фиксаторов в вышележащие отделы крыла сопровождается прохождением их через поперечную и косые мышцы живота, вызывая их прорезывание и

ограничивая поворот туловища, и, следовательно, снижает двигательную активность пациента. Поскольку у детей дошкольного и младшего школьного возраста протяженность участка крыла для возможного введения спиц составляет 4-6 см, применение параллельных и консольной спицы в указанной возрастной группе затруднено. Наиболее оптимальным является использование перекрещивающихся фиксаторов.

Проведенные экспериментальные исследования позволили уточнить рациональные варианты установки тазовой опоры с учетом возраста пациента и объема предполагаемого оперативного вмешательства. В младшей возрастной группе (2,5-6 лет), когда предполагается вмешательство только на бедренном компоненте и разгрузка сустава в течение 1-1,5 месяцев, достаточно использовать сектор дуги, который устанавливают на одном крыле подвздошной кости с помощью четырех консольных спиц. При подвывихе бедра, когда планируется операция на подвздошной кости, целесообразно применение тазовой опоры в виде двух секторов дуги, которые фиксируют восемью консольными спицами на обеих подвздошных костях и соединяют между собой стержнями. У пациентов с вывихом бедра необходимо проведение через передние и задние отделы крыла четырех сквозных перекрещивающихся спиц с упорными площадками, которые закрепляют и натягивают в дуге.

В средней возрастной группе (7-11 лет) число используемых консольных фиксаторов должно быть не меньше шести в каждой опоре. В случае применения сквозных спиц более оптимальным является вариант, предусматривающий введение четырех перекрещивающихся и одной консольной спицы. У пациентов 9-11 лет с вывихом бедра после выполнения постепенной закрытой центрации головки бедра во впадине перед операцией на подвздошной кости дополнительно к дуговой опоре необходимо устанавливать на противоположное крыло сектор дуги, который закрепляют посредством консольных спиц.

У детей старшего возраста основным вариантом фиксации тазовой кости является способ, предполагающий проведение четырех параллельных и консольной спицы и закрепление их в дуге. При необходимости выполнения двойной или тройной остеотомии таза указанный модуль дополняется установкой сектора дуги на контралатеральную подвздошную кость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтямов, И.Ф. Использование аппарата Илизарова в лечении врожденного вывиха бедра и его осложнений / И.Ф. Ахтямов // Ортопед. травматол. - 1992. - №2. - С. 79-84.
2. Гафаров, Х.З. Лечение детей и подростков с ортопедическими заболеваниями нижних конечностей / Х.З. Гафаров. - Казань: Татар. кн. изд-во, 1995.- 383с.
3. Корольков, А.И. Технология лечения врожденного вывиха бедра у детей старше 5 лет / А.И. Корольков, В.В. Скребцов, С.А.Хмызов // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы: Материалы VII съезда травматол.-ортопед. Республ. Беларусь. - Минск, 2002. - С. 283-285.
4. Малахов, О.А Комплексный подход к лечению врожденного вывиха бедра у детей различного возраста / О.А. Малахов, И.В. Грибова, С.Э. Кралина // Материалы науч.- практ. конф. ортопед.-травматол. Республ. Беларусь. – Минск, – 2000. – Том 1 - С. 186 - 190.
5. Минеев, К.П. Руководство по ортопедии / К.П. Минеев. - Ульяновск: Симбирская книга, 1998. – 526 с.
6. Минеев, К.П. Клинико-теоретическое обоснование активной хирургической тактики при комплексном лечении болезни Пертеса / К.П. Минеев, Л.А. Белякова. – Ульяновск: Симбирская книга, 1997. – 112 с.
7. Шевцов, В.И. Оперативное удлинение нижних конечностей / В.И. Шевцов, А.В. Попков. – М.: Медицина, 1998. – 192 с.
8. Гланц, С.А. Медико-биологическая статистика / С.А. Гланц. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
9. Grill, F. Treatment of hip dislocation after walking age / F. Grill // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 1984. – Vol.102, No. 3. – P. 148-153.
10. Faflic, J. Постепенное низведение эпифиза с использованием наружных дистракторов при подготовке к оперативной реконструкции тазобедренного сустава / J. Faflic, K. Bik, Z. Lipczyk // 11<sup>th</sup> Scient. Conf. Commemorating to years of the ILIZAROV method in Poland. – Polanica Zdrój, 1998. - P. 50.

Рукопись поступила 23.05.03.