

## АНАЛИЗ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО SPINA BIFIDA

Иванов С.В., Новиков В.А., Умнов Д.В., Умнов В.В., Звозиль А.В.

*ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, e-mail: novikov.turner@gmail.com*

**Spina bifida aperta (SBA)** относятся к тяжелому пороку развития позвоночника и спинного мозга. Патология тазобедренного сустава у детей с SBA всегда представляла одну из трудных и актуальных задач детской ортопедии. Цель исследования – уточнить рентгенологические особенности тазобедренного сустава у детей с SBA. Исследование основано на анализе результатов обследований 202 пациентов с SBA, которым проведено лечение в период с 2015 по 2020 гг. Всем детям проводилась рентгенография тазобедренных суставов в рамках стандартного протокола обследования. Осуществлялось измерение шеечно-диафизарного угла (ШДУ), угла антеверзии бедренной кости (УА), угла Шарпа (УШ), а также угла наклона таза во фронтальной плоскости (УНТФП). Для анализа состояния вертлужной впадины нами использовалась компьютерная томография (КТ) тазобедренных суставов, по которой в аксиальных срезах проводили измерения показателей переднего и заднего края вертлужной впадины. Определяли нейроsegmentарный уровень последствий SBA по Sharrard. Как показывает наше исследование, нейроsegmentарный уровень влияет на формирование тазобедренного сустава у детей с SBA. Наибольшие изменения ангулометрических показателей тазобедренных суставов отмечаются у пациентов с Thoracic и L1-L2 нейроsegmentарными уровнями. Величина ШДУ и УШ напрямую зависит от нейроsegmentарного уровня: чем выше нейроsegmentарный уровень, тем больше значения ШДУ и УШ. Основной особенностью тазового компонента тазобедренного сустава у детей с SBA является недоразвитие заднего края вертлужной впадины. Наибольший дефицит заднего края вертлужной впадины мы отмечали у пациентов с SBA с L3-L4 нейроsegmentарным уровнем.

Ключевые слова: spina bifida, нейроsegmentарный уровень, подвывих и вывих бедра.

## THE ANALYSIS OF RADIOLOGICAL FEATURES OF THE HIP IN CHILDREN WITH SPINA BIFIDA

Ivanov S.V., Novikov V.A., Umnov D.V., Umnov V.V., Zvozil A.V.

*G.I. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint-Petersburg, e-mail: novikov.turner@gmail.com*

**Spina bifida aperta (SBA)** it is a severe malformation of the spine and spinal cord. The pathology of the hip joint in children with SBA has always been one of the most difficult problem of pediatric orthopedics. The aim of the study was to identify the radiological features of the hip joint in children with SBA. The study is based on an analysis of the results of examinations of 202 patients with SBA who received treatment between 2015 and 2020. All children underwent radiography of the hip joints as part of the standard examination protocol. Measurements were made of the cervico-diaphyseal angle (SHA), the angle of anteversion of the femur (AA), Sharpe's angle (SA), as well as the angle of inclination of the pelvis in the frontal plane (UNTFP). To analyze the state of the acetabulum, we performed computed tomography (CT) of the hip joints, which was used to measure the parameters of the anterior and posterior edges of the acetabulum in axial sections. The neurosegmental level of SBA consequences according to Sharrard was determined. As our study shows, the neurosegmental level influences the formation of the hip joint in children with SBA. The greatest changes in the angulometric parameters of the hip joints are observed in patients with Thoracic and L1-L2 neurosegmental levels. The magnitude of the SHA and SA directly depends on the neurosegmental level: the higher the neurosegmental level, the greater the SHA and SA. The main feature of the pelvic component of the hip joint in children with SBA is the underdevelopment of the posterior edge of the acetabulum. We observed the main deficit of the posterior edge of the acetabulum in patients with SBA with L3-L4 neurosegmental levels.

Keywords: spina bifida, subluxation, dislocation of the hip.

Пороки развития спинного мозга и позвоночника могут быть сопряжены с целым рядом неврологических и ортопедических проблем со стороны нижних конечностей, позвоночного столба и спинного мозга.

Пороки развития спинного мозга и позвоночника делятся на две основные группы: открытый спинальный дизрафизм (*spina bifida aperta*), когда грыжевое выпячивание спинного мозга не покрыто кожными покровами (миелоцеле, миеломенигоцеле и др.), и *spina bifida occulta*, или закрытая спинальная дизрафия, при которой целостность кожных покровов над областью порока развития спинного мозга сохранена (липомиелоцеле, диастематомиелия и др.) [1].

В нашем исследовании мы рассмотрим рентгенологические особенности тазобедренных суставов у наиболее тяжелой группы пациентов со *spina bifida aperta* (SBA).

У большинства пациентов с SBA наблюдаются ортопедические проблемы. Патология тазобедренного сустава у детей с SBA всегда представляла одну из трудных и актуальных задач детской ортопедии. В основе этих проблем, по мнению большинства авторов, лежит поражение спинного мозга, которое сопровождается формированием дисбаланса мышечных групп, окружающих тазобедренный сустав [2, 3].

Наиболее частыми проявлениями нестабильности тазобедренных суставов служат подвывихи и вывих бедра, которые у пациентов с SBA наблюдаются в 50% случаев [3, 4]. Ведущим способом оценки динамики стабильности тазобедренного сустава у детей является рентгенологический.

Анализ современных научных публикаций, посвященных SBA, показал, что авторы не оценивали взаимосвязь между клиническими формами заболевания и рентгенологическими показателями [5, 6]. Позвоночно-тазовые соотношения у пациентов с SBA остаются малоизученными. Отсутствуют данные о влиянии сагиттального и фронтального профиля на формирование тазобедренного сустава у детей с вялыми параличами.

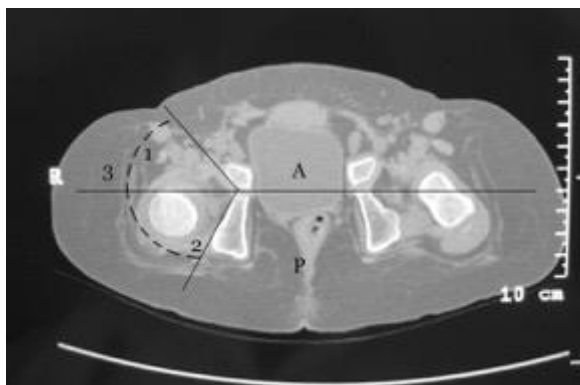
Целью исследования: уточнить особенности рентген-анатомии тазобедренного сустава у детей с SBA.

#### **Материалы и методы исследования**

Наша научная работа основана на оценке результатов обследований 202 детей с SBA (113 девочек и 89 мальчиков) в возрасте от 6 до 12 лет, которым проведено лечение в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России в период с 2015 по 2020 гг. Все пациенты по протоколу стандартного обследования подвергались рентгенографическому обследованию тазобедренных суставов. Для оценки соотношений элементов тазобедренного сустава и влияния положения таза на его стабильность применялись стандартные и функциональные рентгенологические проекции. Проводилось измерение шеечно-диафизарного угла (ШДУ), угла антеверзии бедренной кости (УА), угла Шарпа (УШ), а также угла наклона таза во фронтальной плоскости (УНТФП). Стабильность тазобедренного сустава во фронтальной плоскости оценивалась при

помощи определения степени костного покрытия (СКП), расчет которой проводился по формуле:  $A/B \times 100\%$ . Состояние, при котором СКП был менее 40%, мы считали подвывихом бедра, а полное разобщение вертлужной впадины с головкой бедренной кости считали вывихом бедра.

Для оценки сферичности вертлужной впадины мы использовали компьютерную томографию (КТ) тазобедренных суставов, по которой в аксиальных срезах проводили измерения переднего и заднего края впадины (рис. 1).



*Рис. 1. Компьютерная томография тазобедренных суставов. 1 – угол переднего края вертлужной впадины; 2 – угол заднего края вертлужной впадины; 3 – суммарный угол вертлужной впадины*

С целью определения референтных значений угла переднего края вертлужной впадины (УПКВП), угла заднего края вертлужной впадины (УЗКВП) и суммарного угла (СУВП) нами проведен анализ показателей, полученных у 40 (80 суставов) детей с SBA, у которых отсутствовали подвывихи и вывихи в тазобедренных суставах. Исследование проводилось в возрастной группе пациентов от 6 до 12 лет. Компьютерная томография этим детям выполнялась в целях диагностики аномалий развития поясничного и крестцового отделов позвоночника спинного мозга, а также при планировании нейрохирургического этапа лечения, поэтому полученные данные были доступны нам для анализа.

С целью выявления корреляций полученных рентгенологических изменений в тазобедренных суставах с клинической картиной обследованных пациентов нами определялся нейросегментарный уровень последствий SBA по Sharrard. Эта методика заключается в балльной оценке силы основных групп мышц нижних конечностей, иннервируемых определенным нейросегментом [7]. По данной системе классификации выделяют 5 уровней: Thoracic, L1-L2, L3-L4, L5-S1 и S2. Каждый из представленных нейросегментарных уровней отличается клинической картиной и имеет ряд типичных патологических изменений, свойственных определенному уровню.

*Статистический анализ*

Статистический анализ осуществляли с помощью программ Microsoft Excel 2019 (Microsoft, USA) и SPSS Statistic v.23 (IBM, USA). После проверки выборки по нормальности распределения использовано определение коэффициента корреляции Пирсона. Статистически значимым считали уровень вероятности ошибки первого рода менее 5% ( $p < 0,05$ ).

### Результаты исследования и их обсуждение

Рентгенологическое и клиническое обследование было выполнено всем 202 пациентам с SBA. Анатомическая нестабильность тазобедренного сустава (подвывих, вывих) наблюдалась у 157 (77,7%) детей. У 45 пациентов (22,3%) в исследуемой группе признаков нестабильности выявлено не было.

В таблице 1 представлено распределение пациентов с подвывихом и вывихом бедра в зависимости от нейросегментарного уровня последствий SBA.

Таблица 1

Распределение пациентов с подвывихом и вывихом бедра в группах по нейросегментарному уровню

Вариант нестабильности тазобедренного сустава	Нейросегментарный уровень					Всего
	Thoracic	L1-L2	L3-L4	L5-S1	S2	
Вывих бедра с двух сторон	9	7	33	4	–	53 (33,8%)
Вывих бедра с одной стороны	7	8	5	5	–	25 (15,9%)
Подвывих бедра с двух сторон	6	5	19	6	–	36 (22,9%)
Подвывих бедра с одной стороны	2	3	7	5	3	20 (12,7%)
Вывих бедра с одной и подвывих бедра с другой стороны	5	3	12	3	–	23 (14,7%)
Итого	29 (18,5%)	26 (16,6%)	76 (48,4%)	23 (14,6%)	3 (1,9%)	157 (100%)

Анализ данных таблицы 1 показал, что наиболее часто встречающейся формой нестабильности тазобедренных суставов являлись вывихи бедра с двух сторон (встречались у 53 из 157 (33,8%) пациентов). Подвывих бедра с одной стороны имел место в 12,7% случаев и оказался наиболее редко встречающейся формой нестабильности тазобедренного сустава в рамках нашего исследования. Максимальное число вывихов бедра с двух сторон мы диагностировали у детей в группе с нейросегментарным уровнем L3-L4 (у 33 из 53 пациентов). У 76 из 157 (48,4%) из группы пациентов с L3-L4 нейросегментарным уровнем SBA мы отмечали вывих или подвывих. Причиной того, что практически каждый второй

пациент с нестабильностью тазобедренного сустава оказался в группе L3-L4, мы считаем асимметрию тяги мышц, окружающих тазобедренный сустав: сила мышц, приводящих и сгибающих бедро, преобладает над функцией мышц, которые отводят и разгибают ногу в тазобедренном суставе. Такое неравномерное распределение силы мышц является основной причиной формирования вывиха и подвывиха бедра.

Среди 35,2% пациентов нейросегментарного уровня L1-L2 и Thoracic (у 51 из 157) наблюдался вывих и подвывих бедра. В данной группе нестабильность тазобедренного сустава возникла по причине прогрессирования наклона таза кпереди за счет сгибательной контрактуры в тазобедренных суставах. Инклинация таза приводит к уменьшению покрытия головки бедренной кости задним краем вертлужной впадины.

Только у 3 пациентов с S2 нейросегментарным уровнем наблюдалась нестабильность в тазобедренном суставе в виде подвывиха бедра. У остальных пациентов этой группы отмечали рентгенологически стабильные тазобедренные суставы. Мы связывали это с тем, что у данной категории больных в патологический процесс не вовлечены отводящие мышцы бедра и за счет их хорошей функции удается уравновесить мышечный баланс, что стабилизирует тазобедренный сустав.

Для оценки взаимосвязи между нейросегментарным уровнем и рентгенологическими параметрами стабильности тазобедренного сустава мы проанализировали соответствующие ангулометрические показатели бедренного и тазового компонентов.

При анализе полученных результатов (табл. 2) мы выявили, что средние показатели ШДУ, УА и УШ у пациентов с SBA были выше средних показателей здоровых детей. Кроме того, мы определили зависимость между нейросегментарным уровнем и УШ ( $r = -0,6813$ ,  $p < 0,05$ ), а также между ШДУ и нейросегментарным уровнем ( $r = -0,7122$ ,  $p < 0,05$ ). Снижение нейросегментарного уровня от Thoracic к S2 достоверно сопровождалось уменьшением показателей УШ и ШДУ. Нам удалось установить, что при росте показателей ШДУ увеличиваются показатели УШ ( $r = 0,6886$ ,  $p < 0,05$ ).

На основании данных рентгенологического обследования, изложенного выше, достоверно выявлена прямая взаимосвязь между угловыми показателями тазобедренного сустава и нейросегментарного уровня.

С целью трехмерной оценки вертлужной впадины мы применяли компьютерную томографию с компьютерным моделированием тазобедренного сустава. Сферичность вертлужной впадины в нашем исследовании мы определяли на основании измерения переднего и заднего края вертлужной впадины (табл. 2).

Таблица 2

Рентгенологические угловые значения, характеризующие стабильность тазобедренного сустава в зависимости от нейросегментарного уровня

Рентгенологические угловые значения тазобедренного сустава	Нейросегментарный уровень				
	Thoracic	L1-L2	L3-L4	L5-S1	S2
ШДУ (133°–143°)	151,1±8,2	148,2±6,9	141,3±6,9	137,5±7,3	134,4±7,7
УА (26°–37°)	62,5±9,4	59,8±8,2	51,9±8,3	37,7±7,2	34,8±6,2
УШ (45°–48°)	62,9±8,5	60,1±4,9	59,1±3,1	56,9±9,1	49,9±8,8
УПКВП (55°–62°)	78,5±5,4	74,5±8,2	71,1±7,1	63,5±6,6	58,1±5,6
УЗКВП (46°–52°)	64,8±8,3	63,9±6,3	78,8±8,8	58,8±6,2	50,3±5,1
СУВП (105°–115°)	143,9±7,7	142,7±11,3	151,8±9,30	120,9±7,3	110,1±5,8

Анализ данных, представленных в таблице 2, нестабильность тазобедренного сустава (подвывих, вывих) у пациентов с SBA отмечается дефицит и переднего, и заднего края вертлужной впадины. Как видно из полученных результатов, существует достоверная зависимость между нейросегментарным уровнем и показателями угла переднего края ( $r=0,6381$ ,  $p<0,05$ ). У пациентов с L5-S1 и S2 нейросегментарным уровнем показатель переднего края вертлужной впадины соответствовал среднему значению, характерному для пациентов со стабильными тазобедренными суставами. В нашем исследовании мы не выявили зависимости показателей угла заднего края от нейросегментарного уровня ( $p>0,05$ ). Патологические изменения отмечались как у пациентов с грудным нейросегментарным уровнем, так и у детей с L5-S1, но у больных с L3-L4 нейросегментарным уровнем отмечались наиболее низкие значения среди всех групп. У пациентов с S2 нейросегментарным уровнем отсутствовали патологические изменения показателей УЗКВП и УПКВП. Полученные нами данные в этой группе объясняют небольшое количество нестабильных тазобедренных суставов – у 3 из 157 (1,9 %) пациентов.

На основании полученных данных КТ-исследования о состоянии вертлужной впадины нами выявлено, что у пациентов с SBA отмечается дефицит как переднего, так и заднего края вертлужной впадины. Так как у детей с SBA «вывихивание» головки бедра осуществляется через задний край вертлужной впадины, его показатели существенным образом должны влиять на тактику хирургического лечения и выбор варианта вмешательства

на тазовом компоненте сустава. Таким образом, показатели сферичности вертлужной впадины (передний и задний край) являются одними из определяющих на этапе планирования вмешательства на ацетабулярном компоненте сустава.

Положение таза и его косое расположение также влияют на стабильность тазобедренного сустава. Нами проанализированы рентгенограммы пациентов, выполненные во фронтальной плоскости, и мы отметили корреляцию между углом наклона таза во фронтальной плоскости (УНТФП) и развитием нестабильности тазобедренного сустава (табл. 3).

Таблица 3

Распределение пациентов со стабильными и нестабильными тазобедренными суставами по степени наклона таза во фронтальной плоскости

Степень наклона таза во фронтальной плоскости	Количество пациентов	
	Стабильные тазобедренные суставы	Нестабильные тазобедренные суставы
I степень ( $0^{\circ}$ – $10^{\circ}$ )	39	45
II степень ( $10^{\circ}$ – $20^{\circ}$ )	6	62
III степень ( $>30^{\circ}$ )	–	50

Как показывают данные таблицы 3, при увеличении УНТФП уменьшается количество пациентов со стабильными тазобедренными суставами. В нашем исследовании у всех пациентов с углом наклона таза во фронтальной плоскости более  $30^{\circ}$  наблюдались подвывихи и вывихи бедра. Формирование наклона таза во фронтальной плоскости связано с асимметричным неврологическим поражением нижних конечностей, это приводит к формированию асимметричных контрактур в области тазобедренного сустава. С целью профилактики развития подвывихов и вывихов бедра с учетом двигательных возможностей пациентов в группе детей с III степенью ( $>30^{\circ}$ ) наклона таза во фронтальной плоскости необходимо рассматривать превентивное хирургическое лечение по устранению контрактур в тазобедренных суставах. Кроме того, причиной перекоса таза могут быть дополнительные пороки развития позвоночника на фоне нарушения формирования и сегментации позвонков, которые следует учитывать для определения тактики лечения пациента.

Степень рентгенологических изменений тазобедренного сустава и нейросегментарный уровень последствий SBA находятся в прямой зависимости друг от друга. Следовательно, зная уровень нейросегментарных последствий, можно прогнозировать путь развития тазобедренных суставов у детей с SBA.

## Выводы

1. Уровень нейросегментарных последствий SBA напрямую влияет на развитие тазобедренного сустава у детей. Наибольшие изменения ангулометрических показателей тазобедренных суставов отмечаются у пациентов с Thoracic и L1-L2 нейросегментарными уровнями.

2. Величины ШДУ и УШ находятся в прямой зависимости от нейросегментарного уровня: чем выше нейросегментарный уровень, тем больше значение ШДУ и УШ.

3. У пациентов с SBA с L3-L4 нейросегментарным уровнем чаще всего встречался двусторонний вывих бедра, что подтверждает влияние дисбаланса мышечных групп в области тазобедренного сустава как одного из главных факторов в формировании подвывиха и вывиха бедра.

4. Одним из факторов, который приводит к дестабилизации тазобедренного сустава, является перекос таза во фронтальной плоскости. Как показывает наше исследование, угол наклона таза во фронтальной плоскости более 30° приводит к развитию подвывиха и вывиха бедра.

5. Основной особенностью тазового компонента тазобедренного сустава у детей с SBA является недоразвитие заднего края вертлужной впадины. Наибольший дефицит заднего края вертлужной впадины мы отмечали у пациентов с SBA с L3-L4 нейросегментарным уровнем.

Законные представители пациентов дали письменное информированное согласие на публикацию клинических наблюдений и фотоматериалов.

*Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.*

### **Список литературы**

1. Basaloglu H.K., Celik S., Kilic K.D. Spina Bifida: Morphological Features, Molecularegulations and Signal Pathways. J. Spine. 2017. No 6. P. 2-7.
2. Баиндурашвили А.Г., Иванов С.В., Кенис В.М. Нейросегментарный уровень и его значение при лечении подвывиха и вывиха бедра у детей с последствиями спинномозговых грыж // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016. № 4. С. 6-11.
3. Yildirim T., Gursu S., Bayhan İ.A., Sofu H., Bursali A. Surgical treatment of hip instability in patients with lower lumbar level myelomeningocele: Is muscle transfer required? Clin. Orthop. Relat. Res. 2015. No 473 (10). P. 3254-3260.



4. Erol B., Bezer M., Kucukdarmaz F., Güven O. Surgical management of hip instabilities in children with spina bifida. *Acta. Orthop. Traumatol. Turc.* 2005. No. 39 (1). P. 16-22.
5. Taghi B., Reza A., Ramin Z., Hossein A. Surgical Management of Hip Problems in Myelomeningocele: A Review Article. *Arch Bone Jt Surg.* 2016. No 4 (3). P. 197-203.
6. Konan S., Duncan C.P. Total hip arthroplasty in patients with neuromuscular imbalance. *Bone Joint J.* 2018. No 100 (A). P. 17-21.
7. Sharrard W.J.W. The segmental innervation of the lower limb muscles in man. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* 1964. No 35. P. 106-122.