

Рентгеноанатомия формирования тазобедренных суставов после реконструктивных вмешательств у детей со спастическими параличами

А.Д. Томов, М.П. Тепленький, А.М. Аранович, Г.М. Чибиров, Д.А. Попков

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия

Roentgenoanatomy of the hip joint following reconstructive intervention in children with spastic cerebral palsy

A.D. Tomov, M.P. Teplenky, A.M. Aranovich, G.M. Chibirov, D.A. Popkov

National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation

Цель. Изучение изменения рентгеноанатомических параметров формирования тазобедренного сустава после реконструктивных вмешательств, выполненных в рамках многоуровневых операций, отдельно для групп, где производилась деротационно-варирующая остеотомия (ДВО) или ДВО в сочетании с ацетабулопластикой (АП), у детей с ДЦП. **Материалы и методы.** В данное исследование вошло 49 детей (30 детей – IV GMFCS, 19 детей – V GMFCS). В зависимости от показаний на тазобедренном суставе выполнялась или только ДВО (28 пациентов, 44 сустава, средний возраст $6,98 \pm 2,2$ года) или ДВО в сочетании с АП (21 пациент, 38 суставов, средний возраст $7,0 \pm 2,04$ года) в сочетании с многоуровневыми вмешательствами для устранения контрактур коленных и голеностопных суставов, деформаций стоп. Произведено сравнение динамики изменений ацетабулярного угла, индекса Reimers, индекса фронтальной глубины впадины (ИФГВ), угла Wiberg в период до операции, непосредственно после вмешательства и через 1, 2, 3 года после операции. **Результаты.** В отдаленном периоде правильные взаимоотношения головки бедра и вертлужной впадины сохранялись. Констатированы стабилизация или улучшение показателей параметров, иллюстрирующих развитие вертлужной впадины (угол Wiberg, AI и ИФГВ). Среднее увеличение индекса Reimers составило не более 3 % в год после ДВО и не более 2 % в год после ДВО в сочетании с ацетабулопластикой. Корреляция AI-угол Wiberg после ДВО или ДВО и АП носит обратный статистически значимый характер на протяжении периода наблюдения. Такой характер корреляции указывает на благоприятный характер и направление развития оперированных тазобедренных суставов в отдаленном периоде после реконструктивных вмешательств. При изучении корреляции величины относительных изменений и возраста выполнения операции обнаружена умеренная теснота связи для изменений AI после ДВО на третьем году после операции и для изменений угла Wiberg также на третьем году наблюдения. Это свидетельствует о незначительном влиянии возраста в рамках изучаемой группы пациентов на развитие тазобедренного сустава после многоуровневых вмешательств. **Заключение.** Устранение дислокации бедра должно сопровождаться созданием условий правильного развития тазобедренного сустава с использованием потенциала остаточного роста и ремоделирования его суставных концов. Именно с этой точки зрения выполнение одновременного с реконструкцией тазобедренного сустава устранения контрактур коленного и голеностопного суставов и коррекция деформаций стоп помогает создать благоприятные условия для постурального менеджмента и пассивной вертикализации пациентов с осевой нагрузкой на конечности.

Ключевые слова: вывих бедра, ДЦП, многоуровневые оперативные вмешательства

Objective Explore changes in roentgenoanatomical parameters of the pediatric hip joint following multilevel reconstructive surgeries performed for CP patients in combination with derotation varus osteotomy (DVO) alone or DVO and acetabuloplasty (AP). **Material and methods** The study included 49 children (30 GMFCS level IV and 19 GMFCS level V patients). Either DVO ($n = 28$, 44 joints, mean age 6.98 ± 2.2 years) or DVO and AP ($n = 21$, 38 joints, mean age 7.0 ± 2.04 years) were produced in combination with multilevel reconstructive surgeries to eliminate contractures of the knee and ankle joints and correct foot deformities. The acetabular angle, the Reimers' index, the acetabular depth ratio (ADR), the Wiberg center-edge angle were measured preoperatively, straight after surgery and at 1, 2, 3 years postsurgery. **Results** Normal relationship between the femoral head and acetabulum persisted at a long-term follow-up. The parameters evaluating acetabular morphology (Wiberg angle, AI and ADR) were shown to improve or remain stable. The mean annual increase in the Reimers' index was not more than 3 % after DVO and not more than 2% following DVO and AP. A reverse statistically significant correlation was detected between the AI and Wiberg angle after DVO alone or DVO combined with AP throughout the observation period. This sort of correlation facilitated beneficial development of the operated hips at a long term following reconstructive interventions. Moderate correlation was observed in changed AI values after DVO at 3 years postsurgery and changes in the Wiberg angle at three-year observation comparing relative measurement changes and the age when surgery was performed. Age appeared to have a minor effect on the development of the hip following multilevel procedures produced for the cohort of patients. **Conclusion** Appropriate conditions should be provided for normal development of the hip to address hip dislocation using growth-remaining potential and remodeling the articular ends. Single-event multilevel surgery involving hip reconstruction and addressing knee and ankle contractures is practical for providing favorable conditions for postural management and passive verticalization of patients to maintain axial loading on the limbs.

Keywords: hip dislocation, cerebral palsy, single-event multilevel orthopedic surgery

ВВЕДЕНИЕ

Общая частота встречаемости подвывиха и вывиха бедра у детей с детским церебральным параличом (ДЦП) варьирует от 2,6 до 75 % [1–4]. Однако у детей, неспособных к вертикальной позе и не достигших функции ходьбы, риск вывиха бедра составляет 60–90 % [5]. Данное состояние сопровождается серьезным снижением функциональных возможностей, потерей пассивной вертикализации, отсутствием условий для комфортной позы сидя, предрасполагает к развитию

раннего коксартроза с тяжелым болевым синдромом, снижением социализации ребенка [3, 6–9].

В настоящее время концепция реконструктивных вмешательств на тазобедренном суставе у детей с ДЦП достаточно четко определяет оптимальный возрастной период, тип и технику оперативного вмешательства (деротационно-варирующая остеотомия, накостный остеосинтез с угловой стабильностью в сочетании с ацетабулопластикой или без вмешательства на костях таза)

[10–17]. В литературе указывается на необходимость продолжения наблюдения за развитием тазобедренных суставов после реконструктивных вмешательств и приводятся средние значения ежегодного увеличения миграционного индекса (индекс Reimers), ацетабулярного индекса (АИ), угла Wiberg [10, 18–20]. При неблагоприятном развитии ситуации частота рецидивов подвывихов и вывихов бедер после реконструктивных вмешательств варьирует от 5,6 до 25,7 % [18, 21–23].

Однако в литературе рассматриваются результаты вмешательств и последующее развитие тазобедренного сустава после изолированной реконструктивной операции, проведенной без одновременной коррекции сопутствующих контрактур коленного, голеностопного

сустава и деформаций стоп, необходимой для создания условий полноценного постурального менеджмента и полноценной пассивной опоры на нижние конечности [24–27]. Кроме того, результаты реконструктивных вмешательств не исследуются отдельно для групп, где выполнялась деротационно-вариизирующая остеотомия (ДВО) или ДВО в сочетании с ацетабулопластикой (АП) [28].

Изучению изменения рентгеноанатомических параметров формирования тазобедренного сустава после реконструктивных вмешательств, выполненных в рамках многоуровневых операций, отдельно для групп, где производилась ДВО или ДВО в сочетании с АП, посвящена данная работа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данное исследование вошло 49 детей, с периодом наблюдения после операции не менее трех лет, которым выполнялись реконструктивные вмешательства на тазобедренном суставе по поводу подвывиха или вывиха бедра. Все дети имели ДЦП, спастическую форму, как основное заболевание. Согласно классификации глобальных моторных функций (GMFCS), 30 детей относились к IV уровню, 19 детей – к V уровню. В зависимости от показаний пациентам на тазобедренном суставе выполнялась или только ДВО (28 пациентов, 44 сустава, средний возраст на начало лечения $6,98 \pm 2,2$ года) или ДВО в сочетании с АП (21 пациент, 38 суставов, средний возраст на начало лечения $7,0 \pm 2,04$ года). Кроме того, всем пациентам одновременно выполнялось вмешательство на уровне коленного (удлинение сгибателей коленного сустава) и/или голеностопного сустава и коррекция деформаций стопы (различные модификации удлинения трицепса голени, подтаранный артролиз по Grice, коррекция hallux valgus) [28].

Для определения влияния отдельно выполненной деротационно-вариизирующей остеотомии или ДВО в сочетании с ацетабулопластикой на развитие тазобедренного сустава было произведено сравнение динамики изменений ацетабулярного угла, индекса Reimers, индекса фронтальной глубины впадины, угла Wiberg по рентгенограммам таза [29], выполненным в прямой проекции в период до операции, непосредственно после вмешательства и через 1, 2, 3 года после операции.

Полученные количественные данные подвергали статистической обработке с использованием программ AtteStat 12.0.5 и Microsoft Excel 2016. Статистическое исследование включало в себя описательную статистику: средние значения (M) и стандартное отклонение (SD). Корреляцию между показателями определяли с использованием коэффициента Пирсона и коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены изменения рентгеновских показателей (M ± SD) после ДВО.

Отметим, что после ДВО на протяжении трех лет наблюдения отмечалось прогрессивное уменьшение АИ в сравнении с послеоперационными параметрами, сопровождавшееся некоторым увеличением угла Wiberg.

В таблице 2 представлены изменения рентгеновских показателей (M ± SD) после ДВО в сочетании с ацетабулопластикой.

После ДВО в сочетании с АП на протяжении трех лет наблюдения отмечалась тенденция к прогрессивному увеличению АИ в отличие от тенденции, наблюдаемой только после выполнения ДВО. Значения угла Wiberg показывали увеличение данного параметра в течение перво-

го года после операции с последующей стабилизацией.

Как видно из таблиц 1 и 2, при обоих вариантах выполнения реконструктивной операции происходит улучшение рентгеноанатомических параметров, и их последующее изменение в пределах нормальных значений соответствующего возраста отражает благоприятное развитие тазобедренных суставов (рис. 1, 2). Отметим среднее увеличение индекса Reimers не более 3 % в год после ДВО и не более 2 % в год после ДВО в сочетании с АП. Кроме того, существует тенденция увеличения угла Wiberg в течение двух лет после ДВО и только на протяжении 1 года после ДВО в сочетании с ацетабулопластикой. При этом в обеих группах значения остаются нормальными в период наблюдения после операции.

Таблица 1

Изменения рентгеновских показателей (M ± SD) после ДВО

Показатель	До операции	После операции	Через 1 год	Через 2 года	Через 3 года
АИ, °	24,0 ± 5,3	24,0 ± 5,3	21,1 ± 4,1	19,4 ± 3,6	19,7 ± 4,1
Reimers, %	46,8 ± 22,5	6,6 ± 8,5	7,8 ± 8,4	11,6 ± 9,2	14,3 ± 10,2
ИФГВ	4,6 ± 0,9	4,6 ± 0,9	4,4 ± 0,8	4,1 ± 0,8	3,9 ± 1,3
Wiberg, °	-	23,3 ± 6,4	26,1 ± 6,5	28,6 ± 5,9	28,3 ± 6,8

Таблица 2

Изменения рентгеновских показателей (M ± SD) после ДВО в сочетании с ацетабулопластикой

Показатель	До операции	После операции	Через 1 год	Через 2 года	Через 3 года
АИ, °	34,2 ± 25,3	16,7 ± 3,9	16,8 ± 3,9	16,9 ± 3,4	17,2 ± 3,1
Reimers, %	73,4 ± 23,4	3,5 ± 8,1	3,4 ± 6,8	7,4 ± 7,7	8,3 ± 6,9
ИФГВ	5,6 ± 1,4	4,1 ± 0,97	4,05 ± 0,9	3,8 ± 0,6	3,7 ± 0,9
Wiberg, °	-	26,8 ± 8,9	29,3 ± 7,1	28,6 ± 5,7	29,3 ± 4,97

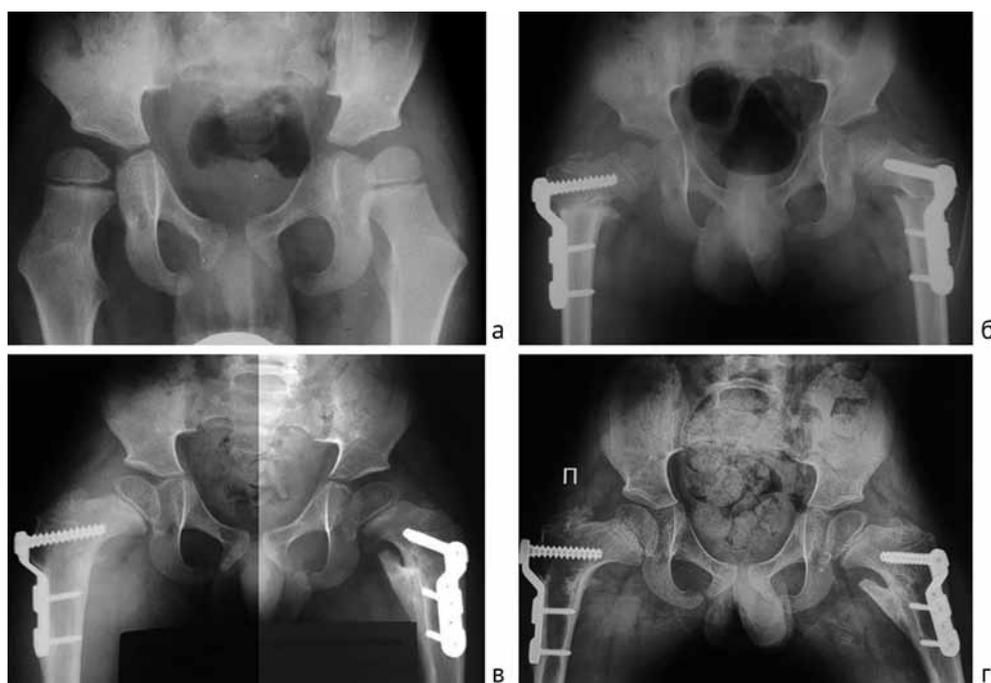


Рис. 1. Рентгенограммы таза в прямой проекции пациента М., 5 лет, иллюстрация развития тазобедренных суставов после ДВО: а – до операции, индекс Reimers 41 % (справа), 32 % (слева); АИ 25° (справа), 28° (слева); ИФГВ 3,9 (справа), 4,0 (слева); б – после операции, индекс Reimers 7 % (справа), 23 % (слева); АИ 25° (справа), 28° (слева); ИФГВ 3,9 (справа), 4,0 (слева); угол Wiberg 21° (справа), 18° (слева); в – через 1 год после операции, индекс Reimers 10 % (справа), 17 % (слева); АИ 15° (справа), 20° (слева); ИФГВ 4,3 (справа), 4,6 (слева); угол Wiberg 24° (справа), 19° (слева); г – через 3 года после операции, индекс Reimers 9 % (справа), 10 % (слева); АИ 17° (справа), 16° (слева); ИФГВ 4,2 (справа), 4,1 (слева); угол Wiberg 23° (справа), 21° (слева)



Рис. 2. Рентгенограммы таза в прямой проекции пациентки С., 6 лет, иллюстрация развития левого тазобедренного сустава после ДВО и АП: а – до лечения, индекс Reimers 49 %; АИ 40°; ИФГВ 6,3; б – после операции, индекс Reimers 0 %; АИ 10°; ИФГВ 5,0; угол Wiberg 38°; в – через 1 год после операции, индекс Reimers 0 %; АИ 10°; ИФГВ 5,1; угол Wiberg 40°; г – через 2 года, индекс Reimers 0 %; АИ 12°; ИФГВ 4,1; угол Wiberg 37°; д – через 3 года после операции, индекс Reimers 0 %; АИ 11°; ИФГВ 4,3; угол Wiberg 36°. Правый т/б сустав: а и б – индекс Reimers 6 %; АИ 13°; ИФГВ 4,2; в – после операции проекционный шейечно-диафизарный угол (ШДУ) 113°, индекс Reimers 0 %; АИ 13°; ИФГВ 4,1; угол Wiberg 34°; г – через 1 год, индекс Reimers 0 %; АИ 11°; ИФГВ 4,1; угол Wiberg 35°; д – через 2 года после операции, индекс Reimers 0 %; АИ 11°; ИФГВ 4,3; угол Wiberg 36°

Изменения показателей по отношению к достигнутым в момент операции (в абсолютных и относительных значениях ($M \pm SD$)) в обеих группах представлены в таблицах 3–5.

Абсолютные и относительные изменения АИ в процессе послеоперационного формирования вертлужной

впадины отражают, на наш взгляд, нормализацию показателей.

Изменения индекса Reimers в обеих группах отражают его крайне незначительный рост, что определяется нами как позитивный прогностический фактор.

Таблица 3

Изменения АИ относительно послеоперационных значений

Группа	Абсолютные изменения, °			Относительные изменения, %		
	1 год	2 года	3 года	1 год	2 года	3 года
ДВО	-2,9 ± 4,4	-4,9 ± 5,7	-4,9 ± 4,8	-0,6 ± 17,3	-16,2 ± 23,6	-17,5 ± 20,5
ДВО + АП	0,13 ± 3,1	-0,3 ± 2,9	0,5 ± 2,6	3,1 ± 23,7	0,9 ± 20,7	6,3 ± 17,8

Таблица 4

Изменения индекса Reimers относительно послеоперационных значений

Группа	Абсолютные изменения, %		
	1 год	2 года	3 года
ДВО	4,2 ± 9,2	5,4 ± 11,4	6,2 ± 9,6
ДВО + АП	-0,2 ± 7,6	3,9 ± 9,4	3,2 ± 11,04

Таблица 5

Изменения угла Wiberg относительно послеоперационных значений

Группа	Абсолютные изменения, °			Относительные изменения, %		
	1 год	2 года	3 года	1 год	2 года	3 года
ДВО	2,8 ± 4,7	5,1 ± 5,07	3,9 ± 5,4	15,9 ± 26,8	26,1 ± 28,7	20,3 ± 26,0
ДВО + АП	2,5 ± 5,3	1,8 ± 7,2	4,9 ± 8,1	18,1 ± 33,2	23,6 ± 70,2	17,8 ± 27,95

Относительные и абсолютные изменения угла Wiberg как интегрального показателя развития тазобедренного сустава после устранения подвывиха/вывиха бедра показывают максимальное ремоделирование через 2 года после ДВО и немного (2-ой – 3-ий год) после ДВО в сочетании с ацетабулопластикой.

При изучении корреляции величины относительных изменений и возраста выполнения операции, используя коэффициент ранговой корреляции Спирмена, была обнаружена умеренная теснота связи лишь для изменений АИ после ДВО на третьем году после операции (0,461 при $p = 0,964$) и для изменений угла Wiberg также на третьем году наблюдения (-0,445 при $p = 0,978$). Таким образом, в нашей выборке в исследуемых возрастных рамках влияние возраста на степень ремоделирования рентгеноанатомических показателей тазобедренного сустава после выполненных высокотехнологичных стандартных по исполнению вмешательств не существенна.

Мы также провели исследование корреляции показателей «АИ – угол Wiberg», определяя тесноту связи

по коэффициенту Пирсона, что отражено в таблице 6.

Таблица 6

Корреляция «АИ – угол Wiberg» в послеоперационном периоде

Время после операции	ДВО	ДВО + АП
1 год	-0,461 ($p = 0,999$)	-0,718 ($p = 0,999$)
2 года	-0,479 ($p = 0,998$)	-0,676 ($p = 0,999$)
3 года	-0,580 ($p = 0,991$)	-0,735 ($p = 0,999$)

Как видно из таблицы 6, корреляция «АИ – угол Wiberg» после ДВО носит обратный умеренный и заметный характер (согласно таблицы Чеддока), являясь статистически значимой. Для вмешательств, объединяющих ДВО и ацетабулопластику, теснота корреляционной связи также высокая обратная (через 1 и 3 года после операции), статистически значимая. Такой характер корреляции для обеих групп указывает на благоприятный характер и направление развития оперированных тазобедренных суставов в отдаленном периоде после реконструктивных вмешательств.

ДИСКУССИЯ

При естественном развитии ортопедических осложнений при ДЦП, в частности, подвывиха и вывиха бедра, среднегодовое увеличение индекса Reimers варьирует у пациентов с различной степенью неврологического поражения. Reimers отмечает ежегодное увеличение данного индекса на 10 % у больных с квадриплегией [30], Terjesen дает среднюю цифру 9,2 % при квадриплегии [9]. Также Terjesen приводит средний ежегодный прогресс индекса миграции в зависимости от уровня GMFCS: I – 0,2 %, II – 1,2 %, III – 1,3 %, IV – 3,9 %, V – 9,5 %. Ежегодный прогресс индекса миграции более 4 % (Terjesen [9]), 6–7 % (Soo et al. [31] и Connelly et al. [32]) считают неблагоприятным, что сопровождается развитием подвывиха бедра. С нашей точки зрения, данные показатели важны и для прогнозирования развития тазобедренного сустава в послеоперационном периоде.

В одной из первых работ, где анализируются ближайшие и отдаленные результаты (средний срок наблюдения 6,9 года), McNerney et al. указывают на из-

менение миграционного индекса с 66 % до операции на 5 % после вмешательства и незначительное увеличение его до 11 % в отдаленном периоде [10]. При этом ацетабулярный индекс менялся с 26° на 13° в ближайшем и 11° в отдаленном периоде. Kalen et al. при среднем периоде наблюдения 56 месяцев указывают на улучшение среднего индекса миграции с 84 до 8 % в ближайшем и 14 % в отдаленном периоде наблюдения [33]. Jozwiak et al. достигли требуемой коррекции радиологических параметров у всех пациентов (25 детей, 30 тазобедренных суставов), но в последующем отмечали изменение ацетабулярного индекса с 22° до 23° в отдаленном периоде, миграционного индекса с 11 до 23 % в отдаленном периоде, угла Wiberg с 16° до 23° [18]. Reidy K. et al. также указывают на изменение миграционного индекса с 63,6 % до операции на 2,7 % после вмешательства и последующее его увеличение до 9,7 % в отдаленном периоде [20].

В отдаленном периоде у исследуемой нами группы пациентов отмечалась одинаковая тенденция по

сохранению правильных взаимоотношений головки бедра и вертлужной впадины, а также стабилизация или улучшение показателей параметров, иллюстрирующих развитие вертлужной впадины (индекс Wiberg, AI и ИФГВ). Отметим среднее увеличение индекса Reimers не более 3 % в год после ДВО и не более 2 % в год после ДВО в сочетании с ацетабулопластикой. Bayusentono et al. указывают, что увеличение миграционного индекса на 2 % для GMFCS IV и 3,5 % для GMFCS V в послеоперационном периоде сопровождалось стабилизацией других рентгеновских параметров коксометрии, при этом рецидивы подвывихов/вывихов бедер не наблюдались [19]. В нашей серии пациентов также не отмечены рецидивы данного осложнения ДЦП на протяжении наблюдения в течение 3-х лет. В независимых исследованиях доказана важнейшая роль возможности и регулярного проведения постурального менеджмента, включая пассивную вертикализацию с полноценной осевой нагрузкой на нижние конечности как для предотвращения развития вывиха бедра, так и для создания благоприятных условий для развития компонентов тазобедренного сустава у пациентов с тяжелыми формами ДЦП [13, 24, 27]. Очевидно, что подход с выполнением многоуровневых вмешательств, включая реконструкцию тазобедренного сустава, у данной группы пациентов находит свое оправдание и точки зрения создания благоприятных условий для проведения постурального менеджмента в послеоперационном периоде, как показывает наше исследование.

В нашем исследовании при выполнении ДВО без ацетабулопластики на протяжении 3-х лет наблюдения

отмечалось прогрессивное уменьшение AI в сравнении с послеоперационными параметрами, что также сопровождалось ростом значений угла Wiberg. После ДВО в сочетании с АП на протяжении 3-х лет наблюдения отмечалась противоположная тенденция к прогрессивному увеличению AI до нормальных возрастных значений в отличие ситуации, наблюдаемой после выполнения только ДВО. В любом случае, при обоих вариантах выполнения реконструктивной операции происходит нормализация рентгеноанатомических параметров и их последующее изменение в пределах нормальных значений соответствующего возраста, что отражает благоприятное развитие тазобедренных суставов.

Корреляция «AI – угол Wiberg» после ДВО носит обратный умеренный и заметный характер, являясь статистически значимой. Для вмешательств, объединяющих ДВО и ацетабулопластику, теснота корреляционной связи высокая обратная, статистически значимая. Такой характер корреляции для обеих групп указывает на благоприятный характер и направление развития оперированных тазобедренных суставов в отдаленном периоде после реконструктивных вмешательств. При изучении корреляции величины относительных изменений и возраста выполнения операции обнаруженная умеренная теснота связи лишь для изменений AI после ДВО на третьем году после операции и для изменений угла Wiberg также на третьем году наблюдения свидетельствует в пользу незначительного влияния возраста в рамках изучаемой группы пациентов на развитие тазобедренного сустава после многоуровневых вмешательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно, что после устранения дислокации бедра хирургическим путем нужно продолжать интенсивный контроль сохранения и поддержания условий для правильного развития тазобедренного сустава, используя потенциал остаточного роста и ремоделирования его суставных концов. Именно с этой точки зрения выпол-

нение одновременного с реконструкцией тазобедренного сустава устранения контрактур коленного и голеностопного суставов и коррекция деформаций стоп помогает создать благоприятные условия для постурального менеджмента и пассивной вертикализации пациентов с осевой нагрузкой на конечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cooke P.H., Cole W.G., Carey R.P. Dislocation of the hip in cerebral palsy. Natural history and predictability // J. Bone Joint Surg. Br. 1989. Vol. 71, No 3. P. 441-446.
2. Hip dislocation in spastic cerebral palsy: long-term consequences / D.R. Cooperman, E. Bartucci, E. Dietrick, E.A. Millar // J. Pediatr. Orthop. 1987. Vol. 7, No 3. P. 268-276.
3. Valencia F.G. Management of hip deformities in cerebral palsy // Orthop. Clin. North Am. 2010. Vol. 41, No 4. P. 549-559. DOI: 10.1016/j.ocl.2010.07.002.
4. Dislocation of the hips in children with bilateral spastic cerebral palsy, 1985-2000 / R.E. Morton, B. Scott, V. McClelland, A. Henry // Dev. Med. Child. Neurol. 2006. Vol. 48, No 7. P. 555-558.
5. Pritchett J.W. The untreated unstable hip in severe cerebral palsy // Clin. Orthop. Relat. Res. 1983. No 173. P. 169-172.
6. Mc Manus V., Corcoran P., Perry I.J. Participation in everyday activities and quality of life in pre-teenage children living with cerebral palsy in South West Ireland // BMC Pediatr. 2008. Vol. 8. P. 50. DOI: 10.1186/1471-2431-8-50.
7. Measuring quality of life in cerebral palsy children / E. Viehweger, S. Robitail, M.A. Rohon, M. Jacquemier, J.L. Jouve, G. Bollini, M.C. Simeoni // Ann. Readapt. Med. Phys. 2008. Vol. 51, No 2. P. 119-137. DOI: 10.1016/j.annrmp.2007.12.002.
8. Low weight, morbidity, and mortality in children with cerebral palsy: new clinical growth charts / J. Brooks, S. Day, R. Shavelle, D. Strauss // Pediatrics. 2011. Vol. 128, No 2. P. e299-e307. DOI: 10.1542/peds.2010-2801.
9. Terjesen T. The natural history of hip development in cerebral palsy // Dev. Med. Child. Neurol. 2012. Vol. 54, No 10. P. 951-957. DOI: 10.1111/j.1469-749.2012.04385.x.
10. Mc Nerney N.P., Mubarak S.J., Wenger D.S. One-stage correction of the dysplastic hip in cerebral palsy with the San Diego acetabuloplasty: results and complications in 104 hips // J. Pediatr. Orthop. 2000. Vol. 20, No 1. P. 93-105.
11. Pountney T., Green E.M. Hip dislocation in cerebral palsy // BMJ. 2006. Vol. 332, No 7544. P. 772-775.
12. Long-term follow-up after one-stage reconstruction of dislocated hips in patients with cerebral palsy / W.N. Sankar, D.A. Spiegel, J.R. Gregg, B.J. Sennett // J. Pediatr. Orthop. 2006. Vol. 26, No 1. P. 1-7.
13. Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy. The first ten years of a population-based prevention program / G. Hägglund, S. Andersson, H. Dürpe, H. Lauge-Pedersen, E. Nordmark, L. Westbom // J. Bone Joint Surg. Br. 2005. Vol. 87, No 1. P. 95-101.
14. Morphometric analysis of acetabular dysplasia in cerebral palsy: three-dimensional CT study / S. Gose, T. Sakai, T. Shibata, T. Murase, H. Yoshikawa, K. Sugamoto // J. Pediatr. Orthop. 2009. Vol. 29, No 8. P. 896-902. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181c0e957.

15. Popkov D., Journeau P., Popkov A. Comparative study on results of reconstructive surgery in 45 hip joints of 25 children with cerebral palsy // *Eur. Orthop. Traumatol.* 2014. Vol. 5, No 1. P. 57-63.
16. One-stage hip reconstruction in children with cerebral palsy: long-term results at skeletal maturity / C. Mallet, B. Ilharreborde, A. Presedo, A. Khairouni, K. Mazda, G.F. Penneçot // *J. Child. Orthop.* 2014. Vol. 8, No 3. P. 221-228. DOI:10.1007/s11832-014-0589-9.
17. Davids J.R. Management of Neuromuscular Hip Dysplasia in Children With Cerebral Palsy: Lessons and Challenges // *J. Pediatr. Orthop.* 2018. Vol. 38, No Suppl. 1. P. S21-S27. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001159.
18. Dega's transiliac osteotomy in the treatment of spastic hip subluxation and dislocation in cerebral palsy / M. Józwiak, W. Marciniak, T. Piontek, S. Pietrzak // *J. Pediatr. Orthop.* 2000. Vol. 9, No 4. P. 257-264.
19. Recurrence of hip instability after reconstructive surgery in patients with cerebral palsy / S. Bayusentono, Y. Choi, C.Y. Chung, S.S. Kwon, K.M. Lee, M.S. Park // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2014. Vol. 96, No 18. P. 1527-1534. DOI:10.2106/JBJS.M.01000.
20. A balanced approach for stable hips in children with cerebral palsy: a combination of moderate VDRO and pelvic osteotomy / K. Reidy, C. Heidt, S. Dierauer, H. Huber // *J. Child. Orthop.* 2016. Vol. 10, No 4. P. 281-288. DOI: 10.1007/s11832-016-0753-5.
21. Mubarak S.J., Valencia F.G., Wenger D.R. One-stage correction of the spastic dislocated hip. Use of pericapsular acetabuloplasty to improve coverage // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1992. Vol. 74, No 9. P. 1347-1357.
22. Krebs A., Strobl W.M., Grill F. Neurogenic hip dislocation in cerebral palsy: quality of life and results after hip reconstruction // *J. Child. Orthop.* 2008. Vol. 2, No 2. P. 125-131. DOI: 10.1007/s11832-008-0080-6.
23. Larsson M., Hägglund G., Wagner P. Unilateral varus osteotomy of the proximal femur in children with cerebral palsy: a five-year follow-up of the development of both hips // *J. Child. Orthop.* 2012. Vol. 6, No 2. P. 145-151. DOI: 10.1007/s11832-012-0401-7.
24. Gough M. Continuous postural management and the prevention of deformity in children with cerebral palsy: an appraisal / *Dev. Med. Child. Neurol.* 2009. Vol. 51, No 2. P. 105-110. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2008.03160.x.
25. Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: a systematic review / J.L. McGinley, F. Dobson, R. Ganeshalingam, B.J. Shore, E. Rutz, H.K. Graham // *Dev. Med. Child. Neurol.* 2012. Vol. 54, No 2. P. 117-128. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04143.x.
26. Результаты многоуровневых одномоментных ортопедических операций и ранней реабилитации в комплексе с ботулинотерапией у пациентов со спастическими формами церебрального паралича / Д.А. Попков, В.А. Змановская, Е.Б. Губина, С.С. Леончук, М.Н. Буторина, О.Л. Павлова // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2015. Т. 115, № 4. С. 41-48.
27. Paleg G., Livingstone R. Outcomes of gait trainer use in home and school settings for children with motor impairments: a systematic review // *Clin. Rehabil.* 2015. Vol. 29, No 11. P. 1077-1091. DOI: 10.1177/0269215514565947.
28. Томов А.Д., Дьячков К.А., Попков Д.А. Клинико-рентгенологические результаты многоуровневых оперативных вмешательств при подвывихе и вывихе бедра у детей с ДЦП // *Гений ортопедии.* 2018. Т. 24, № 1. С. 24-32. DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-1-24-32.
29. Рентгеноанатомическая диагностика дисплазии вертлужной впадины у детей / В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, М.П. Тепленький, Н.Г. Логинова // *Гений ортопедии.* 2006. № 1. С. 115-119.
30. Reimers J. The stability of the hip in children. A radiological study of the results of muscle surgery in cerebral palsy // *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 1980. Vol. 184. P. 1-100.
31. Hip displacement in cerebral palsy / B. Soo, J.J. Howard, R.N. Boyd, S.M. Reid, A. Lanigan, R. Wolfe, D. Reddihough, H.K. Graham // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006. Vol. 88, No 1. P. 121-129. DOI: 10.2106/JBJS.E.00071.
32. Hip surveillance in Tasmanian children with cerebral palsy / A. Connelly, P. Flett, H.K. Graham, J. Oates // *J. Paediatr. Child. Health.* 2009. Vol. 45, No 7-8. P. 437-443. DOI: 10.1111/j.1440-1754.2009.01534.x.
33. Kalen V., Bleck E.E. Prevention of spastic paralytic dislocation of the hip // *Dev. Med. Child. Neurol.* 1985. Vol. 27, No 1. P. 17-24.
34. Hägglund G., Lauge-Pedersen H., Persson M. Radiographic threshold values for hip screening in cerebral palsy // *J. Child. Orthop.* 2007. Vol. 1, No 1. P. 43-47. DOI: 10.1007/s11832-007-0012-x.
35. Clarke A.M., Redden J.F. Management of hip posture in cerebral palsy // *J. R. Soc. Med.* 1992. Vol. 85, No 3. P. 150-151.

REFERENCES

1. Cooke P.H., Cole W.G., Carey R.P. Dislocation of the hip in cerebral palsy. Natural history and predictability. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1989, vol. 71, no. 3, pp. 441-446.
2. Cooperman D.R., Bartucci E., Dietrick E., Millar E.A. Hip dislocation in spastic cerebral palsy: long-term consequences. *J. Pediatr. Orthop.*, 1987, vol. 7, no. 3, pp. 268-276.
3. Valencia F.G. Management of hip deformities in cerebral palsy. *Orthop. Clin. North Am.*, 2010, vol. 41, no. 4, pp. 549-559. DOI: 10.1016/j.ocl.2010.07.002.
4. Morton R.E., Scott B., McClelland V., Henry A. Dislocation of the hips in children with bilateral spastic cerebral palsy, 1985-2000. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2006, vol. 48, no. 7, pp. 555-558.
5. Pritchett J.W. The untreated unstable hip in severe cerebral palsy. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1983, no. 173, pp. 169-172.
6. Mc Manus V., Corcoran P., Perry I.J. Participation in everyday activities and quality of life in pre-teenage children living with cerebral palsy in South West Ireland. *BMC Pediatr.*, 2008, vol. 8, pp. 50. DOI: 10.1186/1471-2431-8-50.
7. Viehweger E., Robitail S., Rohon M.A., Jacquemier M., Jouve J.L., Bollini G., Simeoni M.C. Measuring quality of life in cerebral palsy children. *Ann. Readapt. Med. Phys.*, 2008, vol. 51, no. 2, pp. 119-137. DOI: 10.1016/j.annrmp.2007.12.002.
8. Brooks J., Day S., Shavelle R., Strauss D. Low weight, morbidity, and mortality in children with cerebral palsy: new clinical growth charts. *Pediatrics*, 2011, vol. 128, no. 2, pp. e299-e307. DOI: 10.1542/peds.2010-2801.
9. Terjesen T. The natural history of hip development in cerebral palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2012, vol. 54, no. 10, pp. 951-957. DOI: 10.1111/j.1469-7499.2012.04385.x.
10. McNerney N.P., Mubarak S.J., Wenger D.S. One-stage correction of the dysplastic hip in cerebral palsy with the San Diego acetabuloplasty: results and complications in 104 hips. *J. Pediatr. Orthop.*, 2000, vol. 20, no. 1, pp. 93-103.
11. Pountney T., Green E.M. Hip dislocation in cerebral palsy. *BMJ*, 2006, vol. 332, no. 7544, pp. 772-775.
12. Sankar W.N., Spiegel D.A., Gregg J.R., Sennett B.J. Long-term follow-up after one-stage reconstruction of dislocated hips in patients with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.*, 2006, vol. 26, no. 1, pp. 1-7.
13. Hägglund G., Andersson S., Düppe H., Lauge-Pedersen H., Nordmark E., Westbom L. Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy. The first ten years of a population-based prevention programme. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 2005, vol. 87, no. 1, pp. 95-101.
14. Gose S., Sakai T., Shibata T., Murase T., Yoshikawa H., Sugamoto K. Morphometric analysis of acetabular dysplasia in cerebral palsy: three-dimensional CT study. *J. Pediatr. Orthop.*, 2009, vol. 29, no. 8, pp. 896-902. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318c0e957.
15. Popkov D., Journeau P., Popkov A. Comparative study on results of reconstructive surgery in 45 hip joints of 25 children with cerebral palsy. *Eur. Orthop. Traumatol.*, 2014, vol. 5, no. 1. P. 57-63.
16. Mallet C., Ilharreborde B., Presedo A., Khairouni A., Mazda K., Penneçot G.F. One-stage hip reconstruction in children with cerebral palsy: long-term results at skeletal maturity. *J. Child. Orthop.*, 2014, vol. 8, no. 3, pp. 221-228. DOI:10.1007/s11832-014-0589-9.
17. Davids J.R. Management of Neuromuscular Hip Dysplasia in Children With Cerebral Palsy: Lessons and Challenges. *J. Pediatr. Orthop.*, 2018, vol. 38, no. Suppl. 1, pp. S21-S27. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001159.
18. Józwiak M., Marciniak W., Piontek T., Pietrzak S. Dega's transiliac osteotomy in the treatment of spastic hip subluxation and dislocation in cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.*, 2000, vol. 9, no. 4, pp. 257-264.
19. Bayusentono S., Choi Y., Chung C.Y., Kwon S.S., Lee K.M., Park M.S. Recurrence of hip instability after reconstructive surgery in patients with cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2014, vol. 96, no. 18, pp. 1527-1534. DOI:10.2106/JBJS.M.01000.

20. Reidy K., Heidt C., Dierauer S., Huber H. A balanced approach for stable hips in children with cerebral palsy: a combination of moderate VDRO and pelvic osteotomy. *J. Child. Orthop.*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 281-288. DOI: 10.1007/s11832-016-0753-5.
21. Mubarak S.J., Valencia F.G., Wenger D.R. One-stage correction of the spastic dislocated hip. Use of pericapsular acetabuloplasty to improve coverage. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1992, vol. 74, no. 9, pp. 1347-1357.
22. Krebs A., Strobl W.M., Grill F. Neurogenic hip dislocation in cerebral palsy: quality of life and results after hip reconstruction. *J. Child. Orthop.*, 2008, vol. 2, no. 2, pp. 125-131. DOI: 10.1007/s11832-008-0080-6.
23. Larsson M., Hägglund G., Wagner P. Unilateral varus osteotomy of the proximal femur in children with cerebral palsy: a five-year follow-up of the development of both hips. *J. Child. Orthop.*, 2012, vol. 6, no. 2, pp. 145-151. DOI: 10.1007/s11832-012-0401-7.
24. Gough M. Continuous postural management and the prevention of deformity in children with cerebral palsy: an appraisal. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2009, vol. 51, no. 2, pp. 105-110. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2008.03160.x.
25. McGinley J.L., Dobson F., Ganeshalingam R., Shore B.J., Rutz E., Graham H.K. Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 2012, vol. 54, no. 2, pp. 117-128. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04143.x.
26. Popkov D.A., Zmanovskaia V.A., Gubina E.B., Leonchuk S.S., Butorina M.N., Pavlova O.L. Rezultaty mnogourovnevnykh odnomomentnykh ortopedicheskikh operatsii i rannei reabilitatsii v komplekse s botulinoterapie u patsientov so spasticheskimi formami tserebralnogo paralicha [Results of multilevel single-stage orthopedic surgeries and early rehabilitation in combination with botulinum therapy in patients with cerebral palsy spastic forms]. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii im. S.S. Korsakova*, 2015, vol. 115, no. 4, pp. 41-48. (in Russian)
27. Paley G., Livingstone R. Outcomes of gait trainer use in home and school settings for children with motor impairments: a systematic review. *Clin. Rehabil.*, 2015, vol. 29, no. 11, pp. 1077-1091. DOI: 10.1177/0269215514565947.
28. Tomov A.D., Diachkov K.A., Popkov D.A. Kliniko-rentgenologicheskie rezultaty mnogourovnevnykh operativnykh vmeshatelstv pri podvyivke i vyivke bedra u detei s DTsP [Clinical and radiographic results of multilevel surgical interventions for hip subluxation and dislocation in children with cerebral palsy]. *Genij Ortopedii*, 2018, vol. 24, no. 1, pp. 24-32. (in Russian) DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-1-24-32.
29. Shevtsov V.I., Makushin V.D., Teplenky M.P., Loginova N.G. Rentgenoanatomicheskaya diagnostika displazii vertluzhnoi vpadiny u detei [The roentgen-and-anatomic diagnostics of acetabular dysplasia in children]. *Genij Ortopedii*, 2006, no. 1, pp. 115-119. (in Russian)
30. Reimers J. The stability of the hip in children. A radiological study of the results of muscle surgery in cerebral palsy. *Acta Orthop. Scand. Suppl.*, 1980, vol. 184, pp. 1-100.
31. Soo B., Howard J.J., Boyd R.N., Reid S.M., Lanigan A., Wolfe R., Reddihough D., Graham H.K. Hip displacement in cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2006, vol. 88, no. 1, pp. 121-129. DOI: 10.2106/JBJS.E.00071.
32. Connelly A., Flett P., Graham H.K., Oates J. Hip surveillance in Tasmanian children with cerebral palsy. *J. Paediatr. Child. Health*, 2009, vol. 45, no. 7-8, pp. 437-443. DOI: 10.1111/j.1440-1754.2009.01534.x.
33. Kalen V., Bleck E.E. Prevention of spastic paralytic dislocation of the hip. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 1985, vol. 27, no. 1, pp. 17-24.
34. Hägglund G., Laue-Pedersen H., Persson M. Radiographic threshold values for hip screening in cerebral palsy. *J. Child. Orthop.*, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 43-47. DOI: 10.1007/s11832-007-0012-x.
35. Clarke A.M., Redden J.F. Management of hip posture in cerebral palsy. *J. R. Soc. Med.*, 1992, vol. 85, no. 3, pp. 150-151.

Рукопись поступила 11.06.2019

Сведения об авторах:

1. Томов Ахмед Даутович, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
2. Тепленький Михаил Павлович, д. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
3. Аранович Анна Майоровна, д. м. н., профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
4. Чибиров Георгий Мирабович, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
5. Попков Дмитрий Арнольдович, д. м. н., профессор РАН, ФГБУ «НМИЦ ТО имени акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dpopkov@mail.ru

Information about the authors:

1. Ahmed D. Tomov, M.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation
2. Mikhail P. Teplenky, M.D., Ph.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation
3. Anna M. Aranovich, M.D., Ph.D., Professor, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation
4. Georgy M. Chibirov, M.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation
5. Dmitry A. Popkov, M.D., Ph.D., Professor of RAS, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics named after academician G.A. Ilizarov, Kurgan, Russian Federation, Email: dpopkov@mail.ru