

УДК 616.728.2-007.17-053.2-0.89.85

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS138629>

Оригинальное исследование



## К вопросу о выборе методики остеотомии таза у детей младшего возраста с дисплазией тазобедренного сустава

П.И. Бортулёв<sup>1</sup>, Т.В. Баскаева<sup>1</sup>, С.В. Виссарионов<sup>1, 2</sup>, Д.Б. Барсуков<sup>1</sup>, И.Ю. Поздникин<sup>1</sup>, М.С. Познович<sup>1</sup>, В.Е. Басков<sup>1</sup>, П.Н. Корняков<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup> Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Чебоксары, Россия

**Обоснование.** Выбор остеотомии таза при поздней диагностике дисплазии тазобедренного сустава у детей младшего возраста чаще всего зависит от опыта и предпочтений хирурга, а диагностика степени нарушения соотношений основана на общепринятой классификации дисплазии тазобедренных суставов без учета возможных вариантов деформации вертлужной впадины. Нами выдвинута гипотеза о том, что выбор методики остеотомии таза при хирургическом лечении детей с дисплазией тазобедренного сустава различной степени тяжести должен определяться вариантом деформации вертлужной впадины и корригирующими возможностями самой остеотомии.

**Цель** — на основании сравнительного анализа результатов хирургического лечения детей с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести оценить эффективность предлагаемого дифференцированного подхода к выбору методики остеотомии таза.

**Материалы и методы.** В исследование вошли 150 пациентов (150 тазобедренных суставов) в возрасте от 2 до 4 лет ( $3,1 \pm 0,45$ ) с II–IV степенями тяжести дисплазии тазобедренных суставов согласно дополненной классификации D. Tönnis. В зависимости от верифицированного варианта деформации вертлужной впадины с учетом корригирующих возможностей различных типов остеотомий пациенты были разделены на три группы. Всем пациентам проводили общепринятое клиническое и лучевое обследование. При рентгенометрии оценивали следующие показатели: ацетабулярный индекс, угол Wiberg, шейечно-диафизарный угол, угол антеверсии проксимального отдела бедренной кости, степень костного покрытия, глубину вертлужной впадины и высоту таза, протяженность свода вертлужной впадины и наличие или отсутствие костного эркера.

**Результаты.** Сравнительный анализ рентген-анатомического состояния тазобедренного сустава у детей с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести свидетельствует, что дифференцированное применение модифицированной остеотомии таза по Salter без использования аутотрансплантата, перикапсулярной ацетабулопластики по Pemberton и операции Pemberton позволяет обеспечить адекватную коррекцию при различных вариантах врожденной ацетабулярной деформации с приближением к нормальным значениям анатомии вертлужной впадины и не приводит к значительной деформации гемипельвиса в виде его удлинения.

**Заключение.** При лечении детей младшего возраста с дисплазией тазобедренного сустава различной степени тяжести с применением предложенного дифференцированного подхода к выбору методики остеотомии таза, основанного на варианте деформации вертлужной впадины, удается достичь адекватной коррекции врожденной деформации ацетабулярного компонента сустава с восстановлением его анатомического строения и избежать формирования вторичной деформации со стороны гемипельвиса на стороне операции. Эффективность предложенного подхода к выбору методики остеотомии таза при лечении детей младшего возраста с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести подтверждается изменением показателей ацетабулярного индекса, угла Wiberg, глубины вертлужной впадины, высоты таза с достижением значений, близких к индивидуальной норме ( $p > 0,05$ ), а также нивелированием возможных вторичных деформаций.

**Ключевые слова:** дисплазия тазобедренных суставов; деформация вертлужной впадины; классификация; остеотомии таза.

### Как цитировать:

Бортулёв П.И., Баскаева Т.В., Виссарионов С.В., Барсуков Д.Б., Поздникин И.Ю., Познович М.С., Басков В.Е., Корняков П.Н. К вопросу о выборе методики остеотомии таза у детей младшего возраста с дисплазией тазобедренного сустава // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2023. Т. 11. № 1. С. 5–16. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS138629>

Рукопись получена: 27.01.2023

Рукопись одобрена: 09.03.2023

Опубликована: 31.03.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS138629>

Original Study Article

# The choice of pelvic osteotomy technique in young children with hip dysplasia

Pavel I. Bortulev<sup>1</sup>, Tamila V. Baskaeva<sup>1</sup>, Sergei V. Vissarionov<sup>1, 2</sup>, Dmitry B. Barsukov<sup>1</sup>, Ivan Yu. Pozdnikin<sup>1</sup>, Makhmud S. Poznovich<sup>1</sup>, Vladimir E. Baskov<sup>1</sup>, Pavel N. Korniyakov<sup>3</sup><sup>1</sup> H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;<sup>2</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;<sup>3</sup> Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Cheboksary, Russia

**BACKGROUND:** The choice of pelvic osteotomy in young children with late diagnosis of hip dysplasia most often depends on the experience and preferences of the surgeon, and the diagnosis of the degree of violation of the ratios is based on the generally accepted classification of hip dysplasia without considering possible variants of the deformation of the acetabulum. We hypothesized that the choice of the pelvic osteotomy technique in the surgical treatment of children with hip dysplasia of varying severity should be based on the variant of acetabulum deformation and the corrective capabilities of pelvic osteotomy.

**AIM:** This study aimed to compare and analyze the results of the surgical treatment of children with hip dysplasia of varying severity and to evaluate the effectiveness of the proposed differentiated approach to the choice of the pelvic osteotomy technique.

**MATERIALS AND METHODS:** The study included 150 patients (150 hip joints) aged 2–4 years ( $3.1 \pm 0.45$ ) with grade II–IV hip dysplasia, according to the supplemented classification of Tönnis. Depending on the verified variant of acetabulum deformity and taking into account the corrective capabilities of various osteotomies, we divided the patients into three groups. All patients underwent conventional clinical and X-ray examinations. During radiometry, the following indicators were evaluated: acetabular index (AI), Wiberg angle, neck–shaft angle (NSA), anteversion angle of the proximal femur, degree of bone coverage, acetabulum depth (AD) and pelvic height, length of the acetabular arch (LAA), and presence or absence of a bone oriel (BO).

**RESULTS:** In the comparative analysis of the radiographic anatomical condition of the hip joint in children with hip dysplasia of varying severity, the differentiated use of the modified Salter pelvic osteotomy without autograft and pericapsular acetabuloplasty according to Pemberton and Pemberton surgery led to adequate correction of various variants of congenital acetabular deformity with approximately normal anatomy of the acetabulum and not lead to significant deformation of the hemipelvis, such as elongation.

**CONCLUSIONS:** The results of the surgical treatment of young children with hip dysplasia of varying severity according to the proposed differentiated approach to the choice of the pelvic osteotomy technique, which is based on the variant of acetabulum deformation, indicate the achievement of adequate correction of congenital deformity of the acetabular component of the joint with the restoration of its anatomical structure and avoidance of secondary deformation of the hemipelvis. The effectiveness of the proposed approach to the choice of pelvic osteotomy technique in the treatment of young children with hip dysplasia of varying severity is confirmed by the changes in AI, Wiberg angle, AD, and PH, whose values became close to the individual norm ( $p > 0.05$ ), and reduction of possible secondary deformities.

**Keywords:** hip dysplasia; acetabulum deformity; classification; pelvic osteotomies.

**To cite this article:**

Bortulev PI, Baskaeva TV, Vissarionov SV, Barsukov DB, Pozdnikin IYu, Poznovich MS, Baskov VE, Korniyakov PN. The choice of pelvic osteotomy technique in young children with hip dysplasia. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2023;11(1):5–16. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS138629>

Received: 27.01.2023

Accepted: 09.03.2023

Published: 31.03.2023

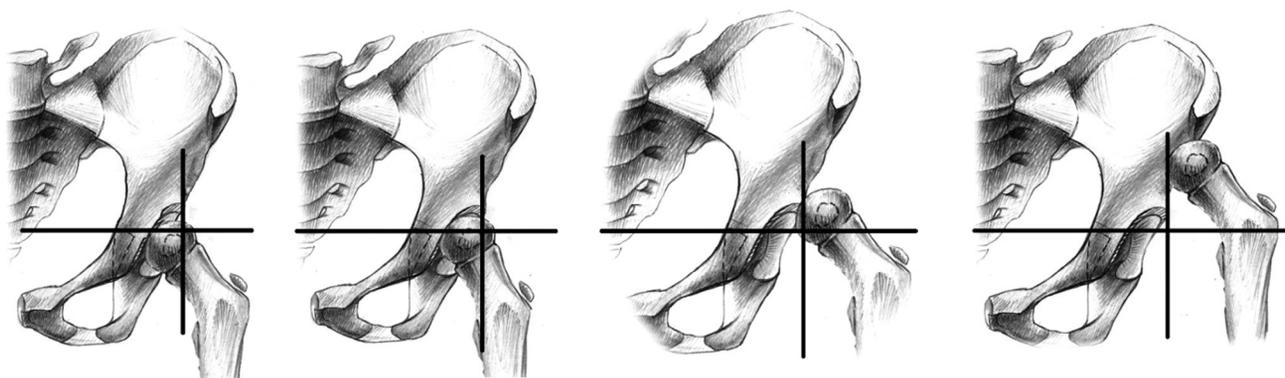
## ОБОСНОВАНИЕ

При лечении детей младшего возраста с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести многими отечественными и зарубежными хирургами убедительно доказана высокая эффективность различных вариантов остеотомии таза, в частности, реориентирующей остеотомии таза по R.B. Salter, перикапсулярной ацетабулопластики по P. Pemberton, ацетабулопластики по W. Dega, а также комбинации операций Pemberton и Salter (Pembtrsal), впервые описанной P.C. Perlik [1–6]. При этом до настоящего времени выбор остеотомии таза при поздней диагностике дисплазии тазобедренного сустава у детей младшего возраста чаще всего зависит от опыта и предпочтений хирурга [7], а диагностика степени нарушения соотношений основана на общепринятой классификации дисплазии тазобедренных суставов, разработанной D. Tönnis, и ее модификации International Hip Dysplasia Institute (IHDI) [8, 9].

Ряд авторов отдают предпочтение реориентирующей остеотомии таза по Salter, а также ее различным модификациям при лечении детей с подвывихом и вывихом бедра [10–12]. Другие пропагандируют различные виды ацетабулопластик и считают их эталонной операцией в лечении данной категории пациентов [13–15]. Одновременно с этим «идеальная» остеотомия таза, которая одинаково эффективно устраняет любые варианты врожденной деформации свода вертлужной впадины и не приводит к таким осложнениям, как преждевременное закрытие Y-образного хряща, асептический

некроз головки бедренной кости и вторичные деформации со стороны гемипельвиса, в принципе отсутствует. К примеру, модификация остеотомии таза по Salter с использованием аутотрансплантата из бедренной кости приведет к значительному удлинению гемипельвиса, а фигурная остеотомия подвздошной кости незначительно влияет на смещение тазобедренного сустава книзу по отношению к контралатеральному [7, 16]. В то же время общеизвестно о различных корригирующих возможностях операций, направленных на реориентацию вертлужной впадины и на изменение ее формы [1, 7, 17–21]. Вместе с тем некорректное выполнение различного вида ацетабулопластик может привести к повреждению Y-образного хряща, мальпозиции аутотрансплантата с потерей достигнутой интраоперационно коррекции, что несомненно вызовет необходимость в повторных вмешательствах со значительным ухудшением и рентген-анатомического и клиничко-функционального результата в целом [22–24]. В ходе исследования мы выявили наиболее типичные варианты деформации вертлужной впадины при подвывихе и вывихе бедра (II–IV степени по классификации D. Tönnis), которые, на наш взгляд, должны быть учтены при предоперационном планировании [25] (рис. 1).

Исходя из вышесказанного, нами выдвинута гипотеза о том, что выбор методики остеотомии таза при хирургическом лечении детей с дисплазией тазобедренного сустава различной степени тяжести должен быть основан на варианте деформации вертлужной впадины и корригирующих возможностях самой остеотомии.



I (здоровый тазобедренный сустав)

II-1 (подвывих бедра со значениями АИ  $\leq 35^\circ$ , коротким сводом вертлужной впадины и наличием костного эркера)

II-2 (подвывих бедра со значениями АИ  $> 35^\circ$ , протяженным сводом вертлужной впадины и отсутствием костного эркера)

III-1 (маргинальный вывих бедра со значениями АИ  $\leq 35^\circ$ , коротким сводом вертлужной впадины и наличием костного эркера)

III-2 (маргинальный вывих бедра со значениями АИ  $> 35^\circ$ , протяженным сводом вертлужной впадины и отсутствием костного эркера)

III-3 (маргинальный вывих бедра со значениями АИ  $> 35^\circ$ , коротким сводом вертлужной впадины и наличием костного эркера)

IV-1 (надацетабулярный вывих бедра со значениями АИ  $\leq 35^\circ$ , коротким сводом вертлужной впадины и наличием костного эркера)

IV-2 (надацетабулярный вывих бедра со значениями АИ  $> 35^\circ$ , протяженным сводом вертлужной впадины и отсутствием костного эркера)

IV-3 (надацетабулярный вывих бедра со значениями АИ  $> 35^\circ$ , коротким сводом вертлужной впадины и наличием костного эркера)

**Рис. 1.** Дополненная классификация степени тяжести дисплазии тазобедренных суставов по D. Tönnis. АИ — ацетабулярный индекс

**Цель** — на основании сравнительного анализа результатов хирургического лечения детей с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести оценить эффективность предлагаемого дифференцированного подхода к выбору методики остеотомии таза.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Выполнено моноцентровое когортное сравнительное контролируемое ретроспективное исследование.

Критерии включения пациентов в исследование:

- возраст 2–4 года;
- односторонняя дисплазия тазобедренного сустава (II–IV степени по дополненной классификации D. Tönnis);
- отсутствие хирургических вмешательств на тазобедренном суставе;
- отсутствие признаков асептического некроза головки бедренной кости по классификации D. Tönnis [26];
- отсутствие подтвержденных неврологических заболеваний;
- отсутствие генетических заболеваний и системных дисплазий скелета;
- согласие законных представителей пациента на участие в исследовании.

Критерии исключения пациентов из исследования:

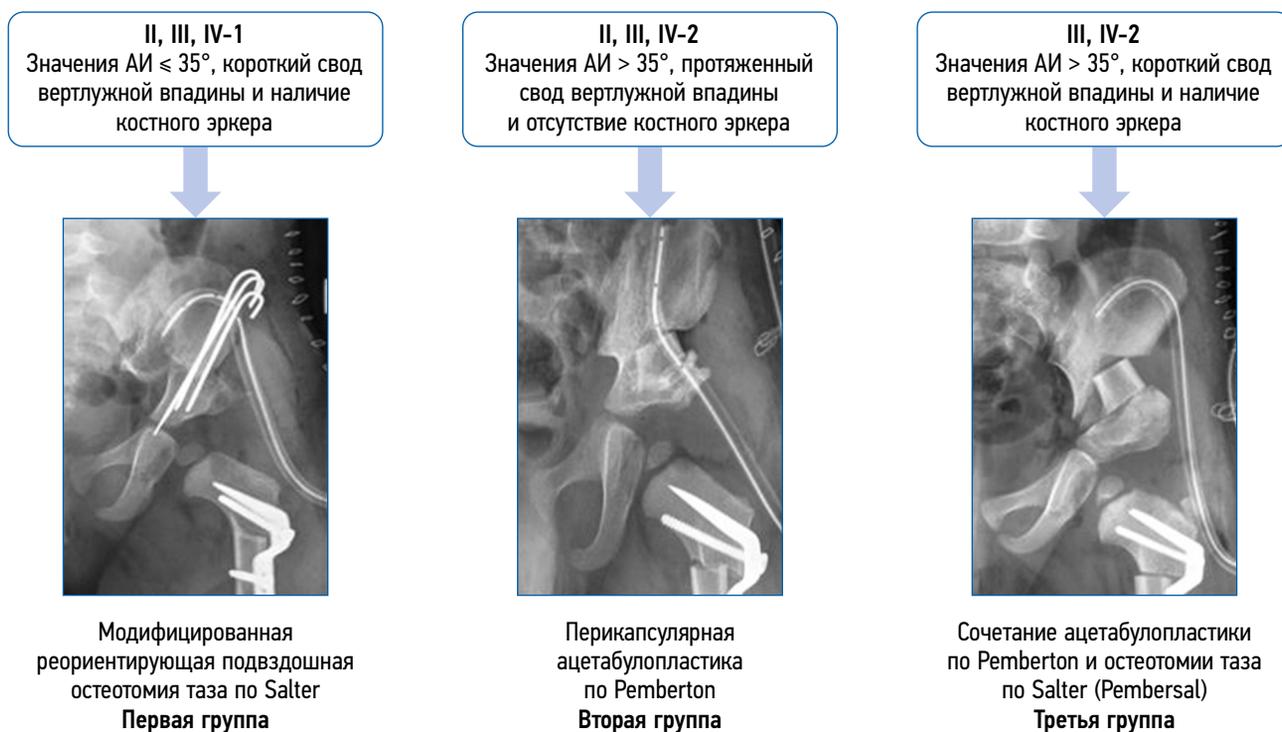
- возраст младше 2 лет и старше 4 лет;
- двусторонние изменения диспластического генеза;

- перенесенные операции на тазобедренном суставе;
- формирующиеся или сформировавшиеся многоплоскостные деформации проксимального отдела бедренной кости;
- неврологические, системные и генетические заболевания;
- отказ от заполнения информированного согласия для принятия участия в исследовании.

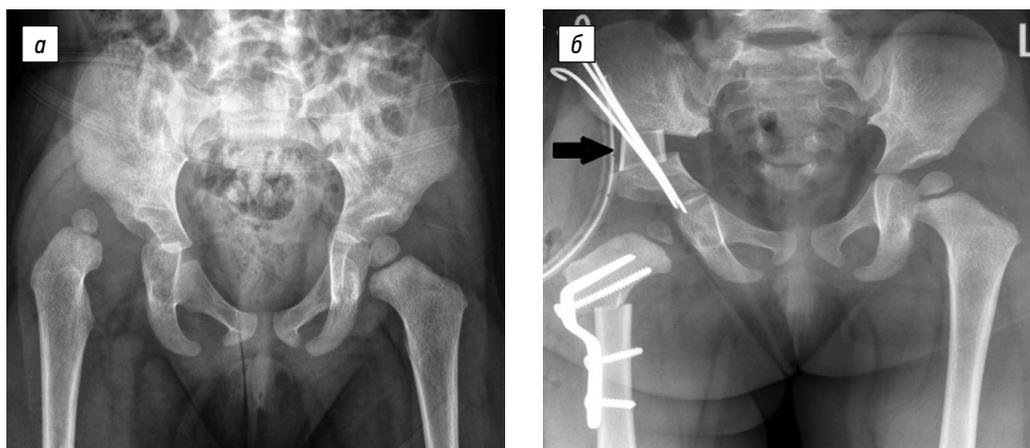
В исследование вошли 150 пациентов (150 тазобедренных суставов) в возрасте от 2 до 4 лет ( $3,1 \pm 0,45$  года) с II–IV степенями тяжести дисплазии тазобедренных суставов согласно дополненной классификации D. Tönnis, получавших лечение в клинике НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера в период с 2021 по 2022 г.

В зависимости от верифицированного варианта деформации вертлужной впадины с учетом корригирующих возможностей различных типов остеотомии таза пациенты были разделены на три группы [1, 27–30] (рис. 2).

Первую группу составили 47 пациентов (47 тазобедренных суставов) с подвывихом или вывихом бедра и деформацией вертлужной впадины 1-го типа по дополненной классификации D. Tönnis, которым выполняли модифицированную подвздошную остеотомию таза по Salter без использования аутотрансплантата (патент РФ на изобретение № 2405486 от 10.12.2010). Ротацию ацетабулярного фрагмента осуществляли по биссектрисе между фронтальной и сагиттальной плоскостями, что позволяло обеспечить латеральный наклон вертлужной впадины,



**Рис. 2.** Предлагаемый дифференцированный подход к выбору остеотомии таза в зависимости от варианта деформации вертлужной впадины (дополненная классификация D. Tönnis) и корригирующих возможностей хирургических технологий. AI — ацетабулярный индекс [25]



**Рис. 3.** Рентгенограмма пациента 3., 3 года, с дисплазией правого тазобедренного сустава III степени тяжести по D. Tönnis: а — до операции; б — после радикальной реконструкции с модифицированной операцией Salter с использованием аутотрансплантата из бедренной кости (обозначен стрелкой)

а также нивелировать риск формирования ретроверсии последней, в отличие от классического варианта операции Salter, при которой вертлужную впадину ротируют строго в сагиттальной плоскости. Во вторую группу вошли 64 пациента (64 тазобедренных сустава) с подвывихом или вывихом бедра и деформацией вертлужной впадины 2-го типа по дополненной классификации D. Tönnis, которым выполняли перикапсулярную ацетабулопластику по Pemberton с соблюдением описанной автором оперативной техники. Третью группу составили 39 пациентов (39 тазобедренных суставов) с деформацией вертлужной впадины 3-го типа по дополненной классификации D. Tönnis, встречающейся только при III и IV степенях тяжести дисплазии тазобедренных суставов (то есть вывихе бедра), которым проведена операция Pemberton, сочетающая элементы и остеотомии таза по Salter, и перикапсулярной ацетабулопластики по Pemberton.

У пациентов с вывихом бедра обязательным этапом операции была тенотомия *m. iliopsoas* на уровне вертлужной впадины с последующей артротомией и ревизией. Межвертельную корригирующую остеотомию бедренной кости у пациентов с III и IV степенями тяжести дисплазии тазобедренного сустава осуществляли в 100 % наблюдений, а у пациентов со II степенью — в зависимости от угловых величин проксимального отдела бедренной кости [31].

Всем пациентам проводили клиническое обследование, характерное для данного ортопедического заболевания тазобедренного сустава, и лучевое обследование, которое заключалось в выполнении рентгенографии тазобедренных суставов в прямой проекции, в положении по Lauenstein и в положении отведения и внутренней ротации нижних конечностей до и после хирургического вмешательства. Главный акцент в данном исследовании мы сделали на оценке трансформации рентген-анатомического строения вертлужной впадины после оперативной коррекции. При рентгенометрии оценивали следующие показатели: ацетабулярный индекс (АИ), угол Wiberg, шеечно-диафизарный угол, угол антеверсии проксимального

отдела бедренной кости, степень костного покрытия, глубину вертлужной впадины (AD) и высоту таза (PH), протяженность свода вертлужной впадины (ПСВВ) и наличие или отсутствие костного зркера.

Для адекватного сравнительного анализа полученных данных использованы аналогичные показатели контралатерального («здорового») сустава, а также архивные рентгенограммы 50 пациентов (50 тазобедренных суставов) с дисплазией тазобедренных суставов II–IV степеней по D. Tönnis, которым без верификации типа деформации вертлужной впадины выполнена традиционная для отделения патологии тазобедренного сустава НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера модифицированная операция Salter с применением аутотрансплантата из бедренной кости, который помещали в диастаз фрагментов подвздошной кости (рис. 3).

Статистический анализ проводили в программе SPSS Statistic v.26 (IBM, США). Рассчитывали средние арифметические величины (M), стандартное отклонение (SD), медиану (Me) с квартилями (25–75 %). Анализ между группами пациентов выполняли по непараметрическому U-критерию Манна – Уитни. Внутри групп данные анализировали по критерию Вилкоксона. Статистически значимым считали результат при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При поступлении в стационар родители пациентов всех групп исследования жаловались на хромоту у детей. Относительное укорочение нижней конечности составило  $1,9 \pm 0,7$  см. В ходе измерения амплитуды движений были выявлены характерные для диспластической нестабильности тазобедренного сустава изменения на стороне поражения — ограничение амплитуды отведения по сравнению с контралатеральным суставом ( $31 \pm 5$  и  $46 \pm 4^\circ$  соответственно), избыточная амплитуда внутренней ( $65 \pm 10^\circ$ ) и наружной ( $55 \pm 10^\circ$ ) ротации. Достоверных различий в ротационных движениях не было.

**Таблица.** Показатели рентген-анатомического строения вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости, соотношения тазобедренного сустава, а также динамика их изменения у пациентов до и после операции,  $M \pm SD$ , Me (25 %; 75 %)

Показатель	Первая группа до операции	Первая группа после операции	СВК	Вторая группа до операции	Вторая группа после операции	СВК	Третья группа до операции	Третья группа после операции	СВК	Контралатеральный сустав [7, 10]	Группа сравнения до операции	Группа сравнения после операции	СВК
AI, °	33,5 ± 1,6* 34 (32; 35)	17 ± 2,7*** 17 (15; 19)	-16,5	41,4 ± 3,6* 42 (39; 43)	16,4 ± 2,4*** 16 (14; 17)	-25	41,6 ± 3,2* 42 (39; 43)	15,5 ± 2*** 15 (14; 17)	-26	20,6 ± 2 20,5 (19; 22,8)	37,8 ± 3,5 39 (35; 41)	12,6 ± 1,6*** 12 (11,8; 14)	-25,5
Угол Wiberg, °	2,8 ± 3,6 0 (0; 5)	35,9 ± 2,7 36 (34; 38)	33,5	3 ± 3,3 0 (0; 6)	37,1 ± 2,1 37 (36; 39)	34,5	Отрицательные значения	38,2 ± 2 38 (37; 40)	38,5	28,7 ± 2 29 (27; 30,5)	3,5 ± 4 3 (0; 7)	38,1 ± 3,5 39 (37; 40)	35
AD, мм	7,9 ± 0,9* 78 (7,3; 8,4)	7,9 ± 0,9*** 78 (7,3; 8,4)	0	6,2 ± 0,8* 6,1 (5,6; 6,5)	9,9 ± 0,6*** 9,8 (9,3; 10,3)	3,7	6,5 ± 0,7* 6,3 (5,9; 7,1)	9,5 ± 0,5*** 9,4 (9,1; 9,9)	3,2	9,6 ± 1 9,5 (9; 10,4)	7,2 ± 1,2 7,3 (6,2; 8,1)	7,2 ± 1,2*** 7,3 (6,2; 8,1)	0
RH, мм	55,4 ± 5,2 55,8 (51,4; 58,4)	60,6 ± 6,4*** 59,5 (56,1; 63,1)	4,8	53 ± 3,7 53,2 (50,8; 56,1)	61,3 ± 5,7*** 60,8 (57,3; 64,7)	7,9	53,7 ± 3,9 54,6 (51,1; 56,3)	62 ± 5*** 61,2 (57,7; 65,1)	8,2	55,9 ± 5,8 56,1 (51,3; 60,2)	54,5 ± 5 55,3 (51; 58)	69,7 ± 5,3*** 70 (66,3; 72,6)	14,5
ПСВВ, мм	13,3 ± 1,9** 13,4 (11,7; 14,9)	13,3 ± 1,9 13,4 (11,7; 14,9)	0	17,2 ± 3** 17,2 (14,8; 19,3)	17,2 ± 3 17,2 (14,8; 19,3)	0	13,8 ± 2,2** 14,1 (12,3; 15,2)	13,8 ± 2,2 14,1 (12,3; 15,2)	0	19,3 ± 2,6 19,4 (17,2; 21,4)	16 ± 3,4 15,7 (13,5; 18,3)	16 ± 3,4 15,7 (13,5; 18,3)	0
КЭ	+	+		-	-		+	+		+(42 %) -(58 %)	+(42 %) -(58 %)	+(42 %) -(58 %)	
ШДУ, °	141,7 ± 4 142 (139; 144)	128,2 ± 4,7 128 (124; 132)	-13,2	142,1 ± 4,2 142 (140; 145)	128,6 ± 4,6 129 (124; 132)	-14	141,6 ± 3,7 142 (139; 144)	127,6 ± 4,3 128 (123,7; 131)	-13,5	142,2 ± 4,1 142 (140; 144)	142,5 ± 4,3 142,5 (140,3; 144,8)	128,1 ± 4,8 128 (124,5; 132,3)	-14
УА, °	41,2 ± 3,6 41 (38,3; 43,2)	15 ± 3,5 15 (12,5; 18,3)	-26,2	40,9 ± 3,8 41 (37,8; 43,1)	15,6 ± 2,7 15,5 (14; 17,5)	-25,5	40,4 ± 3,7 40,3 (37,5; 43)	16,1 ± 3 15,3 (13,5; 18,5)	-25	40,3 ± 3,6 40 (37,9; 42,3)	46 ± 5,6 45,5 (40,3; 50,8)	14,9 ± 3,3 15 (12,8; 18)	-28,5
СКП, %	22,4 ± 26,4 0 (0; 52)	85,5 ± 4,7 85 (80; 90)	62,5	26 ± 27 0 (0; 52)	87 ± 4,5 90 (85; 90)	63	-	89 ± 3,5 90 (85; 90)	86,5	90 ± 6 90 (85; 95)	24,1 ± 25,7 0 (0; 52)	101,6 ± 5,2 100 (98,6; 105)	75,5

\* Наличие достоверных различий ( $p < 0,05$ ) у пациентов первой группы и второй, третьей групп;

\*\* Наличие достоверных различий ( $p < 0,05$ ) у пациентов второй группы и первой, третьей групп;

\*\*\* Наличие достоверных различий ( $p < 0,05$ ) у пациентов первой, второй, третьей групп и группы сравнения.

Примечание: СВК — средняя величина коррекции; AI — ацетабулярный индекс; ШДУ — шеечно-диафизарный угол; УА — угол антеверсии проксимального отдела бедренной кости; СКП — степень костного покрытия; AD — глубина вертлужной впадины; RH — высота таза; ПСВВ — протяженность свода вертлужной впадины; КЭ — костный эркер.

Данные, представленные в таблице, с одной стороны, свидетельствуют о наличии у всех пациентов типичных для диспластического генеза заболевания изменений со стороны компонентов тазобедренного сустава, которые проявляются в виде увеличения значений АИ, уменьшения значения угла Wiberg и степени костного покрытия вплоть до достижения нулевых и отрицательных значений при вывихе бедра, уменьшения глубины вертлужной впадины и высоты таза, а также *coxa valga antetorta*. С другой стороны, рентгенометрия характеризует разнообразие проявлений врожденной деформации вертлужной впадины при дисплазии тазобедренного сустава различной степени тяжести, которая выражается в недоразвитии различной степени свода вертлужной впадины, изменениях ее глубины, а также наличии или отсутствии ступенеобразного перехода верхнего края вертлужной впадины в крыло подвздошной кости (костный эркер). Помимо этого, межгрупповой статистический анализ показал, что значения АИ и AD статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) отличались у пациентов первой группы и второй и третьей групп, а ПСВВ — у пациентов второй группы и первой и третьей групп ( $p < 0,05$ ). Несмотря на достоверные статистические различия по ряду показателей в группах исследования, у всех пациентов обнаружены нарушения соотношений в тазобедренном суставе диспластического генеза различной степени тяжести (подвывих, маргинальный и наацетабулярный вывих), что не только подтверждает многообразие возможных деформаций вертлужной впадины при дисплазии, но и диктует необходимость в дифференцированном подходе при выборе методики остеотомии таза с целью коррекции деформации и достижения приближенных к физиологическим соотношений в тазобедренном суставе. На рентгенограммах тазобедренного сустава у пациентов в группе сравнения выявлены все варианты деформации вертлужной впадины в общей когорте, о чем свидетельствует вариабельность значений АИ, ПСВВ, наличие или отсутствие костного эркера, а также показатели AD. Это говорит об отсутствии дифференциации конкретной деформации свода вертлужной впадины при планировании предстоящего хирургического вмешательства.

После хирургического лечения у пациентов всех трех групп показатели, характеризующие рентген-анатомическое строение вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости, претерпели значительные изменения в сравнении с дооперационными данными ( $p < 0,05$ ), что указывает на ликвидацию нарушений соотношений в тазобедренном суставе в виде подвывиха или вывиха с восстановлением стабильности в целом. Одновременно с этим необходимо отметить отсутствие статистических различий ( $p > 0,05$ ) в значениях АИ между группами пациентов и их приближение к показателям контралатерального сустава, с одной стороны, и их достоверное наличие ( $p < 0,05$ ) при сопоставлении с группой сравнения — с другой, что свидетельствует о достижении

гиперкоррекции положения вертлужной впадины после применения модифицированной методики остеотомии таза по Salter с использованием аутотрансплантата из бедренной кости. Помимо этого, значения СВК доказывают различные корректирующие возможности упомянутых методик остеотомий таза (перикапсулярная ацетабулопластика и операция Pemberton обладают большим корректирующим потенциалом, чем операция Salter). Вместе с тем значения СВК у пациентов в группе сравнения были практически идентичны этим показателям у пациентов второй и третьей групп, что достигалось, по нашему мнению, вследствие использования аутотрансплантата из бедренной кости.

Значения угла Wiberg после оперативного вмешательства статистически значимо не различались между собой у пациентов первой, второй и третьей групп ( $p > 0,05$ ). Они также не отличались от показателей в группе сравнения после операции. Однако после вмешательства величины угла Wiberg и в основных группах, и в группе сравнения достоверно превышали нормативные показатели в контралатеральных (здоровых) суставах. Превышение значений угла Wiberg как у пациентов первой, второй и третьей групп, так и в группе контроля по сравнению со значениями данного интегрального показателя на контралатеральном суставе можно объяснить вариацией и уменьшением антеверсии проксимального отдела бедренной кости у всех пациентов в результате хирургических манипуляций. У пациентов первой группы глубина вертлужной впадины после операции существенно не изменилась по сравнению со значениями на дооперационном этапе ( $p > 0,05$ ), что объясняется сутью модифицированной операции Salter — происходит ротация ацетабулярного фрагмента без изменения его формы. Одновременно с этим у данной категории пациентов исходно отмечено незначительное снижение данного показателя по сравнению с интактным суставом. У пациентов второй и третьей групп после операций произошло значительное ( $p < 0,05$ ) увеличение AD за счет изменения формы вертлужной впадины. При этом значения AD практически достигли показателей «здоровых» суставов. Необходимо подчеркнуть, что величина AD была различной ( $p < 0,05$ ) в суставах пациентов первой, второй и третьей групп и также отличалась от «здоровых» суставов. Это свидетельствует о необходимости индивидуального выбора адекватных методик оперативного вмешательства, по-разному влияющих на этот показатель. Значения показателя PH после операции значимо не различались ( $p > 0,05$ ) между группами пациентов и незначительно отличались от аналогичных показателей контралатерального сустава. В то же время выявлены достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) от послеоперационных значений высоты таза у пациентов группы сравнения, у которых удлинение гемипельвиса в среднем составило от 12 до 15 мм по сравнению с противоположным суставом, что объясняется помещением аутотрансплантата из бедренной кости между

фрагментами подвздошной кости. У пациентов в первой, второй и третьей группах удлинение гемипельвиса на стороне хирургического вмешательства составило в среднем 6,5 мм.

Таким образом, можно сделать вывод, что дифференцированное применение модифицированной остеотомии таза по Salter без использования аутоотрансплатата, перикапсулярной ацетабулопластики по Pemberton и операции Pembersal позволяет достичь адекватной коррекции при различных вариантах врожденной ацетабулярной деформации с приближением к нормальным значениям анатомии вертлужной впадины и не приводит к значительной деформации гемипельвиса в виде его удлинения.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в мировых научных базах данных представлены многочисленные публикации, доказывающие высокую эффективность коррекции ацетабулярной дисплазии у детей младшего возраста с различной степенью тяжести нестабильности тазобедренного сустава диспластического генеза путем выполнения различных модификаций остеотомии таза по Salter, перикапсулярной ацетабулопластики по Pemberton, а также их комбинации (Pembersal), ацетабулопластик по Dega и San Diego [32–36]. Однако суть подавляющего большинства этих работ сводится к анализу результатов путем сравнения величины коррекции AI или эффективности используемых методик в целом, а диагностику рентген-анатомического состояния тазобедренного сустава проводят по существующим международным классификациям, которые отражают только степень нарушения соотношений между проксимальным эпифизом бедренной кости и вертлужной впадины и не отражают возможного варианта деформации последней [8, 9, 37–40]. К примеру, B. Dello Russo и J.G. Candia Taria приводят данные о том, что перикапсулярная ацетабулопластика по Pemberton обладает большим корригирующим потенциалом нежели авторские методики R.B. Salter [37]. Аналогичные данные демонстрируют N. Ezirmik и K. Yildiz [38]. K. Gharanzadeh и соавт., проведя сравнительный анализ эффективности модифицированной Kalamchi операции Salter и классической ацетабулопластики по Pemberton, наоборот, не обнаружили достоверной разницы в полученных результатах и пришли к выводу о равнозначной эффективности этих корригирующих методик остеотомии таза [40]. Однако в авторском варианте операции Salter, а также различных модификациях забор аутоотрансплатата происходит из крыла подвздошной кости для замещения диастаза после коррекции и существенно не влияет на высоту гемипельвиса, чего, исходя из полученных данных, нельзя сказать о модификации операции Salter с использованием аутоотрансплатата из бедренной кости, который приводит к формированию вторичной деформации в виде значительного удлинения гемипельвиса, что, на наш взгляд,

не может в отдаленном периоде не сказаться на фронтальных и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношениях. По нашему мнению, данная методика может быть ограниченно применена в хирургическом лечении детей с двусторонней диспластической патологией тазобедренного сустава.

Согласно данным литературы на глубину вертлужной впадины влияют операции, направленные на изменение ее формы, — различные типы ацетабулопластик [2–4, 41]. Однако в вышеуказанных исследованиях выбор методики остеотомии таза зависел не от показателей рентген-анатомического строения вертлужной впадины, в частности от показателя глубины вертлужной впадины, а, по всей видимости, от предпочтений оперирующего хирурга, что в какой-то мере снижает их научную ценность. На сегодняшний день мы нашли единственную работу, отражающую алгоритм выбора методики остеотомии таза у детей с дисплазией тазобедренных суставов различного возраста [18]. Коллектив авторов во главе с K. Venkatadass в качестве критерия выбора методики остеотомии таза использовал наличие первичной дисплазии в виде подвывиха или вывиха бедра (то есть отсутствие какого-либо лечения) или остаточных дефектов развития вертлужной впадины (то есть пациенты, которым проводили либо консервативное, либо хирургическое лечение). Однако в этой работе лишь описаны техники различных вариантов реориентирующих остеотомий таза, в том числе тройной и периацетабулярной, и ацетабулопластик и отмечены некоторые возможности указанных методик хирургического лечения. Сравнительный анализ преимуществ и недостатков применяемых авторами методик, а также их эффективности отсутствует, в отличие от настоящего исследования.

### Ограничение исследования

Исследование ограничено сроком наблюдения и рентгенометрией выбранных показателей. В последующем планируется комплексный рентген-анатомический и клинико-функциональный анализ состояния как тазобедренных суставов, так и позвоночно-тазового комплекса у данной категории пациентов в среднесрочном и отдаленном периодах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют, что предлагаемый дифференцированный подход к выбору адекватной методики остеотомии таза у детей младшего возраста с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести, основанный на варианте деформации вертлужной впадины, позволяет восстановить ее анатомическое строение и не приводит к формированию вторичной деформации со стороны гемипельвиса, что подтверждается трансформацией значений AI, AD и PH, приближающихся к индивидуальной норме.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Исследование выполнено в рамках государственного задания Минздрава России (НИР № 121031700122-6).

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, протокол № 21-3 от 4 августа 2021 г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pekmezci M., Yazici M. Salter osteotomy: an overview // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2007. Vol. 41. P. 37–46.
2. Pemberton P.A. Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1965. Vol. 47. P. 65–86.
3. Dega W. Osteotomia trans-iliakalna w leczeniu wrodzonej dysplazji biodra [Transiliac osteotomy in the treatment of congenital hip dysplasia] // *Chir. Narzadow Ruchu. Ortop. Pol.* 1974. Vol. 39. No. 5. P. 601–613.
4. McNerney N.P., Mubarak S.J., Wenger D.R. 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. 93–103.
5. Бережной А.П., Моргун В.А., Снетков А.И., и др. Ацетабулопластика в реконструктивной хирургии остаточного подвывиха бедра у подростков // *Заболевания и повреждения крупных суставов у детей: Сб. науч. работ ЛНИИТО им. Г.И. Турнера. Ленинград, 1989. С. 76–80.*
6. Perlik P.C., Westin G.W., Marafioti R.L. A combination pelvic osteotomy for acetabular dysplasia in children // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1985. Vol. 67. No. 6. P. 842–850.
7. Бортулёв П.И., Баскаева Т.В., Виссарионов С.В., и др. Salter vs Pemberton: сравнительный рентгенологический анализ изменения вертлужной впадины и таза после хирургической коррекции у детей с врожденным вывихом бедра // *Травматология и ортопедия России.* 2022. Т. 28. № 2. С. 27–37. DOI: 10.17816/2311-2905-1748
8. Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1987.
9. Ramo B.A., De La Rocha A., Sucato D.J., et al. A new radiographic classification system for developmental hip dysplasia is reliable and predictive of successful closed reduction and late pelvic osteotomy // *J. Pediatr. Orthop.* 2018. Vol. 38. No. 1. P. 16–21. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000733
10. Köroğlu C., Özdemir E., Çolak M., et al. Open reduction and Salter innominate osteotomy combined with femoral osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip: Comparison of results before and after the age of 4 years // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2021. Vol. 55. No. 1. P. 28–32. DOI: 10.5152/j.aott.2021.17385
11. Airey G., Shelton J., Dorman S., et al. The Salter innominate osteotomy does not lead to acetabular retroversion // *J. Pediatr. Orthop. B.* 2021. Vol. 30. No. 6. P. 515–518. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000821
12. Esmailnejad-Ganji S.M., Esmailnejad-Ganji S.M.R., Zamani M., et al. A newly modified salter osteotomy technique for treatment of developmental dysplasia of hip that is associated with decrease in

Согласие пациентов (их представителей) на обработку и публикацию персональных данных получено.

**Вклад авторов.** П.И. Бортулёв — концепция и дизайн исследования, сбор и статистический анализ данных, анализ литературы, написание текста статьи; С.В. Виссарионов — редактирование текста статьи; Т.В. Баскаева, Д.Б. Барсуков, И.Ю. Поздников, М.С. Познович — сбор данных, редактирование текста статьи; В.Е. Басков, П.Н. Корняков — анализ литературы, редактирование текста статьи.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

- pressure on femoral head and triradiate cartilage // *Biomed Res. Int.* 2019. DOI: 10.1155/2019/6021271
13. Aydin A., Kalali F., Yildiz V., et al. The results of Pemberton's pericapsular osteotomy in patients with developmental hip dysplasia // *Acta Orthop Traumatol. Turc.* 2012. Vol. 46. No. 1. P. 35–41. DOI: 10.3944/aott.2012.2613
  14. Sarikaya B., Sipahioğlu S., Sarikaya Z.B., et al. The early radiological effects of Dega and Pemberton osteotomies on hip development in children aged 4–8 years with developmental dysplasia of the hip // *J. Pediatr. Orthop. B.* 2018. Vol. 27. No. 3. P. 250–256. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000469
  15. Wenger D.R., Frick S.L. Early surgical correction of residual hip dysplasia: the San Diego Children's Hospital approach // *Acta Orthop. Belg.* 1999. Vol. 65. No. 3. P. 277–287.
  16. Wada A., Sakalouski A., Nakamura T., et al. Angulated Salter osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip // *J. Pediatr. Orthop. B.* 2022. Vol. 31. No. 3. P. 254–259. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000883
  17. Bursali A., Yıldırım T. Pembersal osteotomy. In: *Pediatric pelvic and proximal femoral osteotomies.* Ed. by R. Hamdy, N. Saran. Springer Cham, 2020. DOI: 10.1007/978-3-319-78033-7\_13
  18. Venkatadass K., Durga Prasad V., Al Ahmadi N.M.M., et al. Pelvic osteotomies in hip dysplasia: why, when and how? // *EFORT Open Rev.* 2022. Vol. 7. No. 2. P. 153–163. DOI: 10.1530/EOR-21-0066
  19. Камоско М.М., Григорьев И.В. Остеотомии таза в лечении диспластической патологии тазобедренного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2010. № 1. С. 90–93.
  20. Czubak J., Kowalik K., Kawalec A., et al. Dega pelvic osteotomy: indications, results and complications // *J. Child. Orthop.* 2018. Vol. 12. No. 4. P. 342–348. DOI: 10.1302/1863-2548.12.180091
  21. Badrinath R., Bomar J.D., Wenger D.R., et al. Comparing the Pemberton osteotomy and modified San Diego acetabuloplasty in developmental dysplasia of the hip // *J. Child. Orthop.* 2019. Vol. 13. No. 2. P. 172–179.
  22. Krieg A.H., Hefti F. Beckenosteotomie nach Dega und Pemberton [Acetabuloplasty – The Dega and Pemberton technique] // *Orthopäde.* 2016. Vol. 45. No. 8. P. 653–658. DOI: 10.1007/s00132-016-3295-0
  23. Wu K.W., Wang T.M., Huang S.C., et al. Analysis of osteonecrosis following Pemberton acetabuloplasty in developmental dysplasia of the hip: long-term results // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010. Vol. 92. No. 11. P. 2083–2094. DOI: 10.2106/JBJS.I.01320
  24. Plaster R.L., Schoenecker P.L., Capelli A.M. Premature closure of the triradiate cartilage: a potential complication of pericapsular acetabuloplasty // *J. Pediatr. Orthop.* 1991. Vol. 11. No. 5. P. 676–678.

25. Бортюлев П.И., Баскаева Т.В., Виссарионов С.В., и др. Варианты деформации вертлужной впадины при дисплазии тазобедренных суставов у детей младшего возраста // Травматология и ортопедия России. 2023. Т. 29. № 1. DOI: 10.17816/2311-2905-2012
26. Tönnis D. Ischemic necrosis as a complication of treatment of C.D.H. // *Acta Orthop. Belg.* 1990. Vol. 56. No. 1. P. 195–206.
27. Suvorov V., Filipchuk V. Salter pelvic osteotomy for the treatment of developmental dysplasia of the hip: assessment of postoperative results and risk factors // *Orthop. Rev. (Pavia)*. 2022. Vol. 14. No. 4. DOI: 10.52965/001c.35335
28. Baloğlu M.B., Öner A., Aykut Ü.S., et al. Mid term results of Pemberton pericapsular osteotomy // *Indian J Orthop.* 2015. Vol. 49. No. 4. P. 418–424. DOI: 10.4103/0019-5413.159627
29. Bursali A., Tonbul M. How are outcomes affected by combining the Pemberton and Salter osteotomies? // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2008. Vol. 466. No. 4. P. 837–846. DOI: 10.1007/s11999-008-0153-3
30. Agarwal A., Rastogi P. Clinoradiological outcomes following pemberton acetabular osteotomy for developmental dysplasia of hip in young children: a series of 16 cases followed minimum 2 years // *J. Clin. Orthop. Trauma.* 2021. Vol. 23. DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101669
31. M'sabah D.L., Assi C., Cottalorda J. Proximal femoral osteotomies in children // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2013. Vol. 99. P. 171–186. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.11.003
32. Merckaert S.R., Zambelli P.Y., Edd S.N., et al. Mid- and long-term outcome of Salter's, Pemberton's and Dega's osteotomy for treatment of developmental dysplasia of the hip: a systematic review and meta-analysis // *Hip Int.* 2021. Vol. 31. No. 4. P. 444–455. DOI: 10.1177/1120700020942866
33. Wang C.W., Wu K.W., Wang T.M., et al. Comparison of acetabular anterior coverage after Salter osteotomy and Pemberton acetabuloplasty: a long-term follow up // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2014. Vol. 472. No. 3. P. 1001–1009. DOI: 10.1007/s11999-013-3319-6
34. Krieg A.H., Hefti F. Beckenosteotomie nach Dega und Pemberton [Acetabuloplasty – the Dega and Pemberton technique] // *Orthopäde.* 2016. Vol. 45. No. 8. P. 653–658. DOI: 10.1007/s00132-016-3295-0
35. Domzalski M., Synder M., Drobniewski M. Long-term outcome of surgical treatment of developmental dysplasia of the hip using the Dega and Salter method of pelvic osteotomy with simultaneous intratrochanteric femoral osteotomy // *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 2004. Vol. 6. No. 1. P. 44–50.
36. McNerney N.P., Mubarak S.J., Wenger D.R. 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. 93–103.
37. Dello Russo B., Candia Tapia J.G. Comparison results between patients with developmental hip dysplasia treated with either salter or Pemberton osteotomy // *Ortho Res. Online J.* Vol. 1. No. 4. DOI: 10.31031/OPROJ.2017.01.000519
38. Ezirmik N., Yildiz K. A biomechanical comparison between salter innominate osteotomy and Pemberton pericapsular osteotomy // *Eurasian J. Med.* 2012. Vol. 44. No. 1. P. 40–42. DOI: 10.5152/eajm.2012.08
39. Bhatti A., Abbasi I., Naeem Z., et al. A comparative study of salter versus Pemberton osteotomy in open reduction of developmental dysplastic hips and clinical evaluation on bhatti's functional score system // *Cureus.* Vol. 13. No. 1. DOI: 10.7759/cureus.12626
40. Gharanizadeh K., Bagherifard A., Abolghasemian M., et al. Comparison of Pemberton osteotomy and kalamchi modification of salter osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip // *J. Res. Orthop. Sci.* 2020. Vol. 7. No. 4. P. 169–174. DOI: 10.32598/JROJSJ.74.7271
41. Yonga Ö., Memişoğlu K., Onay T. Early and mid-term results of Tönnis lateral acetabuloplasty for the treatment of developmental dysplasia of the hip // *Jt. Dis. Relat. Surg.* 2022. Vol. 33. No. 1. P. 208–215. DOI: 10.52312/jdrs.2022.397

## REFERENCES

1. Pekmezci M, Yazici M. Salter osteotomisi [Salter osteotomy: an overview]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2007;41:37–46.
2. Pemberton PA. Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47:65–86.
3. Dega W. Osteotomia trans-iliakalna w leczeniu wrodzonej dysplazji biodra [Transiliac osteotomy in the treatment of congenital hip dysplasia]. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 1974;39(5):601–613.
4. McNerney NP, Mubarak SJ, Wenger DR. 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;20(1):93–103.
5. Berezhoj AP, Morgun VA, Snetkov AI, et al. Acetabuloplastika v rekonstruktivnoj hirurgii ostatochnogo podvyviha bedra u podrostkov. In: *Zabolevanija i povrezhdenija krupnyh sustavov u detej: Sb. nauch. rabot LNIITO im. G.I. Turnera. Leningrad;1989. P. 76–80. (In Russ.)*
6. Perlik PC, Westin GW, Marafioti RL. A combination pelvic osteotomy for acetabular dysplasia in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(6):842–850.
7. Bortulev PI, Baskaeva TV, Vissarionov SV, et al. Salter vs Pemberton: comparative radiologic analysis of changes in the acetabulum and pelvis after surgical correction in children with hip dysplasia. *Traumatology and Orthopaedics of Russia.* 2022;28(2):27–37. (In Russ.). DOI: 10.17816/2311-2905-1748
8. Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag;1987.
9. Ramo BA, De La Rocha A, Sucato DJ, et al. A new radiographic classification system for developmental hip dysplasia is reliable and predictive of successful closed reduction and late pelvic osteotomy. *J Pediatr Orthop.* 2018;38(1):16–21. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000733
10. Köroğlu C, Özdemir E, Çolak M, et al. Open reduction and Salter innominate osteotomy combined with femoral osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip: Comparison of results before and after the age of 4 years. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2021;55(1):28–32. DOI: 10.5152/j.aott.2021.17385
11. Airey G, Shelton J, Dorman S, et al. The Salter innominate osteotomy does not lead to acetabular retroversion. *J Pediatr Orthop B.* 2021;30(6):515–518. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000821
12. Esmailnejad-Ganji SM, Esmailnejad-Ganji SMR, Zamani M, et al. A newly modified salter osteotomy technique for treatment of developmental dysplasia of hip that is associated with decrease in pressure on femoral head and triradiate cartilage. *Biomed Res Int.* 2019;2019. DOI: 10.1155/2019/6021271
13. Aydin A, Kalali F, Yildiz V, et al. The results of Pemberton's pericapsular osteotomy in patients with developmental hip dysplasia. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2012;46(1):35–41. DOI: 10.3944/aott.2012.2613
14. Sarikaya B, Sipahioglu S, Sarikaya ZB, et al. The early radiological effects of Dega and Pemberton osteotomies on hip

development in children aged 4–8 years with developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop B*. 2018;27(3):250–256. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000469

15. Wenger DR, Frick SL. Early surgical correction of residual hip dysplasia: the San Diego Children's Hospital approach. *Acta Orthop Belg*. 1999;65(3):277–287.

16. Wada A, Sakalouski A, Nakamura T, et al. Angulated Salter osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop B*. 2022;31(3):254–259. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000883

17. Bursali A., Yildirim T. Pemberton osteotomy. In: Pediatric pelvic and proximal femoral osteotomies. Ed. by R. Hamdy, N. Saran. Springer Cham; 2020. DOI: 10.1007/978-3-319-78033-7\_13

18. Venkatadass K, Durga Prasad V, Al Ahmadi NMM, et al. Pelvic osteotomies in hip dysplasia: why, when and how? *EFORT Open Rev*. 2022;7(2):153–163. DOI: 10.1530/EOR-21-0066

19. Kamosko MM, Grigor'ev IV. Pelvic osteotomies at treatment of dysplastic hip pathology. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2010;1:90–93. (In Russ.).

20. Czubak J, Kowalik K, Kawalec A, et al. Dega pelvic osteotomy: indications, results and complications. *J Child Orthop*. 2018;12(4):342–348. DOI: 10.1302/1863-2548.12.180091

21. Badrinath R, Bomar JD, Wenger DR, et al. Comparing the Pemberton osteotomy and modified San Diego acetabuloplasty in developmental dysplasia of the hip. *J Child Orthop*. 2019;13(2):172–179.

22. Krieg AH, Hefti F. Beckenosteotomie nach Dega und Pemberton [Acetabuloplasty – the Dega and Pemberton technique]. *Orthopade*. 2016;45(8):653–658. DOI: 10.1007/s00132-016-3295-0

23. Wu KW, Wang TM, Huang SC, et al. Analysis of osteonecrosis following Pemberton acetabuloplasty in developmental dysplasia of the hip: long-term results. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(11):2083–2094. DOI: 10.2106/JBJS.I.01320

24. Plaster RL, Schoenecker PL, Capelli AM. Premature closure of the triradiate cartilage: a potential complication of pericapsular acetabuloplasty. *J Pediatr Orthop*. 1991;11(5):676–678.

25. Bortulev PI, Baskaeva TV, Vissarionov SV, et al. Variants of acetabular deformity in developmental dysplasia of the hip in young children. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(1). DOI: 10.17816/2311-2905-2012

26. Tönnis D. Ischemic necrosis as a complication of treatment of C.D.H. *Acta Orthop Belg*. 1990; 56(1):195–206.

27. Suvorov V, Filipchuk V. Salter pelvic osteotomy for the treatment of developmental dysplasia of the hip: assessment of post-operative results and risk factors. *Orthop Rev (Pavia)*. 2022;14(4). DOI: 10.52965/001c.35335

28. Balioğlu MB, Öner A, Aykut ÜS, et al. Mid term results of Pemberton pericapsular osteotomy. *Indian J Orthop*. 2015;49(4):418–424. DOI: 10.4103/0019-5413.159627

29. Bursali A, Tonbul M. How are outcomes affected by combining the Pemberton and Salter osteotomies? *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(4):837–846. DOI: 10.1007/s11999-008-0153-3

30. Agarwal A, Rastogi P. Clinicoradiological outcomes following pemberton acetabular osteotomy for developmental dysplasia of hip in young children: a series of 16 cases followed minimum 2 years. *J Clin Orthop Trauma*. 2021;23. DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101669

31. M'sabah DL, Assi C, Cottalorda J. Proximal femoral osteotomies in children. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013;99:171–186. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.11.003

32. Merckaert SR, Zambelli PY, Edd SN, et al. Mid- and long-term outcome of Salter's, Pemberton's and Dega's osteotomy for treatment of developmental dysplasia of the hip: a systematic review and meta-analysis. *Hip Int*. 2021;31(4):444–455. DOI: 10.1177/1120700020942866

33. Wang CW, Wu KW, Wang TM, et al. Comparison of acetabular anterior coverage after Salter osteotomy and Pemberton acetabuloplasty: a long-term followup. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(3):1001–1009. DOI: 10.1007/s11999-013-3319-6

34. Krieg AH, Hefti F. Beckenosteotomie nach Dega und Pemberton [Acetabuloplasty – the Dega and Pemberton technique]. *Orthopade*. 2016;45(8):653–658. DOI: 10.1007/s00132-016-3295-0

35. Domzalski M, Synder M, Drobniewski M. Long-term outcome of surgical treatment of developmental dysplasia of the hip using the Dega and Salter method of pelvic osteotomy with simultaneous intratrochanteric femoral osteotomy. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2004;6(1):44–50.

36. McNeerney NP, Mubarak SJ, Wenger DR. 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;20(1):93–103.

37. Dello Russo B, Candia Tapia JG. Comparison results between patients with developmental hip dysplasia treated with either salter or Pemberton osteotomy. *Ortho Res Online J*. 2017;1(4). DOI: 10.31031/OPROJ.2017.01.000519

38. Ezirmik N, Yildiz K. A biomechanical comparison between salter innominate osteotomy and Pemberton pericapsular osteotomy. *Eurasian J Med*. 2012;44(1):40–42. DOI: 10.5152/eajm.2012.08

39. Bhatti A, Abbasi I, Naeem Z, et al. A comparative study of salter versus Pemberton osteotomy in open reduction of developmental dysplastic hips and clinical evaluation on Bhatti's functional score system. *Cureus*. 2021;13(1). DOI: 10.7759/cureus.12626

40. Gharanzadeh K, Bagherifard A, Abolghasemian M, et al. Comparison of Pemberton osteotomy and kalamchi modification of salter osteotomy in the treatment of developmental dysplasia of the hip. *J Res Orthop Sci*. 2020;7(4):169–174. DOI: 10.32598/JROSJ.74.727.1

41. Yonga Ö, Memişoğlu K, Onay T. Early and mid-term results of Tönnis lateral acetabuloplasty for the treatment of developmental dysplasia of the hip. *Jt Dis Relat Surg*. 2022;33(1):208–215. DOI: 10.52312/jdrs.2022.397

## ОБ АВТОРАХ

\* Павел Игоревич Бортулёв, канд. мед. наук;  
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург, Пушкин,  
ул. Парковая, д. 64–68;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4931-2817>;  
Scopus Author ID: 57193258940;  
eLibrary SPIN: 9903-6861; e-mail: [pavel.bortulev@yandex.ru](mailto:pavel.bortulev@yandex.ru)

## AUTHOR INFORMATION

\* Pavel I. Bortulev, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);  
address: 64–68 Parkovaya str., Pushkin, Saint Petersburg,  
196603, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4931-2817>;  
Scopus Author ID: 57193258940;  
eLibrary SPIN: 9903-6861; e-mail: [pavel.bortulev@yandex.ru](mailto:pavel.bortulev@yandex.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

## ОБ АВТОРАХ

**Тамила Владимировна Баскаева,**

врач — травматолог-ортопед;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9865-2434>;  
eLibrary SPIN: 5487-4230;  
e-mail: [tamila-baskaeva@mail.ru](mailto:tamila-baskaeva@mail.ru)

**Сергей Валентинович Виссарионов,** д-р мед. наук,

профессор, чл.-корр. РАН;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>;  
ResearcherID: P-8596-2015; Scopus Author ID: 6504128319;  
eLibrary SPIN: 7125-4930; e-mail: [vissarionovs@gmail.com](mailto:vissarionovs@gmail.com)

**Дмитрий Борисович Барсуков,** канд. мед. наук;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9084-5634>;  
eLibrary SPIN: 2454-6548; e-mail: [dbbarsukov@gmail.com](mailto:dbbarsukov@gmail.com)

**Иван Юрьевич Поздникин,** канд. мед. наук;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7026-1586>;  
eLibrary SPIN: 3744-8613;  
e-mail: [pozdnikin@gmail.com](mailto:pozdnikin@gmail.com)

**Махмуд Станиславович Познович,** научный сотрудник;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2534-9252>;  
eLibrary SPIN: 1357-0260; e-mail: [poznovich@bk.ru](mailto:poznovich@bk.ru)

**Владимир Евгеньевич Басков,** канд. мед. наук;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0647-412X>;  
eLibrary SPIN: 1071-4570; e-mail: [dr.baskov@mail.ru](mailto:dr.baskov@mail.ru)

**Павел Николаевич Корняков,** врач — травматолог-ортопед;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7124-5473>;  
eLibrary SPIN: 9706-1851; e-mail: [pashat-1000@mail.ru](mailto:pashat-1000@mail.ru)

## AUTHOR INFORMATION

**Tamila V. Baskaeva, MD,**

orthopedic and trauma surgeon;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9865-2434>;  
eLibrary SPIN: 5487-4230;  
e-mail: [tamila-baskaeva@mail.ru](mailto:tamila-baskaeva@mail.ru)

**Sergei V. Vissarionov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),**

Professor, Corresponding Member of RAS;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>;  
ResearcherID: P-8596-2015; Scopus Author ID: 6504128319;  
eLibrary SPIN: 7125-4930; e-mail: [vissarionovs@gmail.com](mailto:vissarionovs@gmail.com)

**Dmitriy B. Barsukov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9084-5634>;  
eLibrary SPIN: 2454-6548; e-mail: [dbbarsukov@gmail.com](mailto:dbbarsukov@gmail.com)

**Ivan Yu. Pozdnikin, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7026-1586>;  
eLibrary SPIN: 3744-8613;  
e-mail: [pozdnikin@gmail.com](mailto:pozdnikin@gmail.com)

**Mahmud S. Poznovich, MD, Research Associate;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2534-9252>;  
eLibrary SPIN: 1357-0260; e-mail: [poznovich@bk.ru](mailto:poznovich@bk.ru)

**Vladimir E. Baskov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0647-412X>;  
eLibrary SPIN: 1071-4570; e-mail: [dr.baskov@mail.ru](mailto:dr.baskov@mail.ru)

**Pavel N. Korniyakov, MD, orthopedic and trauma surgeon;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7124-5473>;  
eLibrary SPIN: 9706-1851; e-mail: [pashat-1000@mail.ru](mailto:pashat-1000@mail.ru)