

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568718>

# Сустав сберегающие операции у пациентов с ацетабулярной дисплазией, осложнённой нарушением сферичности головки бедра

М.П. Тепленький, В.С. Бунов, Д.Т. Фозилов

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Г.А. Илизарова, Курган, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Дисплазия вертлужной впадины, сочетающаяся с ишемической деформацией головки бедра, способствует быстрому прогрессированию коксартроза у лиц молодого возраста. Вопросы тактики лечения указанной патологии остаются не до конца решёнными.

**Цель.** Анализ ближайших и среднесрочных результатов внесуставных и внутрисуставных комбинированных реконструктивных вмешательств, выполненных у пациентов с ацетабулярной дисплазией, сочетающейся с нарушением сферичности головки бедренной кости.

**Материалы и методы.** Изучены исходы лечения 23 пациентов с ацетабулярной дисплазией, сочетающейся с деформацией головки бедра. Средний возраст пациентов при выполнении операции составлял  $19,0 \pm 1,2$  года (14–34 года). Средний срок наблюдения —  $3,4 \pm 0,4$  года. Анатомо-функциональные результаты оценивали по критериям D'Aubigne-Postel, Tonnis и по системе Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия». Внесуставные реконструктивные вмешательства на обоих суставных компонентах выполнены у 14 пациентов. В 9 наблюдениях произведены внутрисуставные операции.

**Результаты.** Функциональные результаты после внесуставных вмешательств были следующими: хороший (15–17 баллов) — 8 суставов, удовлетворительный (12–14 баллов) — 6 суставов. Средний показатель составлял  $5,05 \pm 0,06$  балла. Функциональные результаты после внутрисуставных вмешательств: хороший (15 баллов) — 3 сустава, удовлетворительный (13–14 баллов) — 5 суставов, неудовлетворительный (7 баллов) — 1 сустав. Средний показатель —  $4,3 \pm 0,07$  балла. Быстрое прогрессирование артроза отмечено в одном случае. В остальных случаях степень артроза не изменилась. Анатомические результаты лечения после внесуставных вмешательств: хороший ( $2,6 \pm 0,03$ ) — 8 суставов, удовлетворительный ( $1,95 \pm 0,06$ ) — 6 суставов. Анатомические результаты лечения после внутрисуставных вмешательств: хороший ( $2,55 \pm 0,01$ ) — 2 сустава, удовлетворительный ( $2,1 \pm 0,04$ ) — 6 суставов, неудовлетворительный (1,6) — 1 сустав.

**Заключение.** Дифференцированное применение внесуставных и внутрисуставных сустав сберегающих вмешательств позволяет замедлить прогрессирование патологического процесса в суставе в условиях нарушения сферичности суставных поверхностей, что даёт возможность рассматривать их в качестве временной альтернативы эндопротезированию у подростков и молодых взрослых.

**Ключевые слова:** тазобедренный сустав; диспластический коксартроз; ацетабулярная дисплазия; сустав сберегающие операции.

## Как цитировать:

Тепленький М.П., Бунов В.С., Фозилов Д.Т. Сустав сберегающие операции у пациентов с ацетабулярной дисплазией, осложнённой нарушением сферичности головки бедра // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 4. С. 409–418. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568718>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568718>

# Joint-sparing surgery in patients with acetabular dysplasia complicated by sphericity of the femoral head

Mikhail P. Teplenky, Vyacheslav S. Bunov, Jonibek T. Fozilov

Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics, Kurgan, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Acetabular dysplasia combined with ischaemic deformity of the femoral head contributes to rapid progression of coxarthrosis in young adults. The issues of treatment tactics for this pathology remain unresolved.

**AIM:** Analysis of the immediate and mid-term results of extra-articular and intra-articular combined reconstructive interventions performed in patients with acetabular dysplasia combined with femoral head sphericity disorder.

**MATERIALS AND METHODS:** Treatment outcomes were studied in 23 patients with acetabular dysplasia associated with femoral head deformity. The average age at the operation was  $19.0 \pm 1.2$  years (14–34). The mean follow-up period was  $3.4 \pm 0.4$  years. Anatomical and functional results were evaluated according to the criteria of D'Aubigne-Postel, Tonnis and according to the Russian Scientific Center "Restorative Traumatology and Orthopedics" system. Extra-articular reconstructive interventions on both articular components were performed in 14 patients. In 9 cases, intra-articular operations were performed.

**RESULTS:** Functional results after extra-articular interventions: good (15–17 points) — 8 joints, satisfactory (12–14 points) — 6 joints. The average score was  $5.05 \pm 0.06$  points. Functional results after intra-articular interventions: good (15 points) — 3 joints, satisfactory (13–14 points) — 5 joints, unsatisfactory (7 points) — 1 joint. The average score is  $4.3 \pm 0.07$  points. Rapid progression of arthrosis was noted in one case. In other cases, the degree of arthrosis did not change. Anatomical results of treatment after extra-articular interventions: good ( $2.6 \pm 0.03$ ) — 8 joints, satisfactory ( $1.95 \pm 0.06$ ) — 6 joints. Anatomical results of treatment after intra-articular interventions: good ( $2.55 \pm 0.01$ ) — 2 joints, satisfactory ( $2.1 \pm 0.04$ ) — 6 joints, unsatisfactory (1.6) — 1 joint.

**CONCLUSION:** Differential application of extra-articular and intra-articular joint-saving interventions makes it possible to slow down the progression of the pathological process in the joint in conditions of sphericity disturbance of the articular surfaces, which makes it possible to consider them as a temporary alternative to endoprosthesis in adolescents and young adults.

**Keywords:** dysplastic hip; hip osteoarthritis; acetabular dysplasia; joint-sparing operations.

## To cite this article:

Teplenky MP, Bunov VS, Fozilov JT. Joint-sparing surgery in patients with acetabular dysplasia complicated by sphericity of the femoral head. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(4):409–418. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568718>

Received: 23.08.2023

Accepted: 17.10.2023

Published: 27.10.2023

## ОБОСНОВАНИЕ

Одним из неблагоприятных последствий асептического некроза головки бедра у детей признаётся нарушение её сферичности, что в сочетании с ацетабулярной дисплазией вызывает нарушение конгруэнтности суставных поверхностей [1]. Указанное состояние приводит к уменьшению площади контакта между ними и повышению внутрисуставного давления, что считается одной из ведущих причин развития дегенеративно-дистрофических изменений в суставе у пациентов молодого возраста [2]. Лечение данной патологии представляет собой существенные сложности в связи с определёнными разногласиями по поводу оптимальной лечебной стратегии. Сочетание внутрисуставного вмешательства с реконструкцией обоих суставных компонентов увеличивает риск декомпенсации сочленения и быстрого прогрессирования артроза [3]. С другой стороны, возможности внесуставной операции при выраженной исходной дисконгруэнтности суставных поверхностей существенно ограничены. Ряд авторов отмечают, что результаты внесуставных вмешательств, выполненных на обоих суставных компонентах, существенно не отличаются от результатов операций, произведённых только на тазовой кости [4]. Согласно противоположной точке зрения, коррекция ацетабулярной дисплазии при сохранении дисконгруэнтности суставных поверхностей оказывает неблагоприятное влияние на течение патологического процесса в суставе [5].

**Цель исследования** — анализ ближайших и среднесрочных результатов внесуставных и внутрисуставных комбинированных реконструктивных вмешательств, выполненных у пациентов с ацетабулярной дисплазией, сочетающейся с нарушением сферичности головки бедренной кости.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено проспективное контролируемое исследование.

### Условия проведения

Исследование было проведено в ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава Российской Федерации с января 2014 по декабрь 2022 года.

### Критерии соответствия

**Критерии включения:** нарушение сферичности в сочетании с ацетабулярной дисплазией, нарушение конгруэнтности суставных поверхностей, период наблюдения не менее двух лет.

**Критерии исключения:** нормальное развитие вертлужной впадины, III степень артроза по Tonnis, период наблюдения менее 2 лет.

## Методы оценки целевых показателей

Рентгенография.

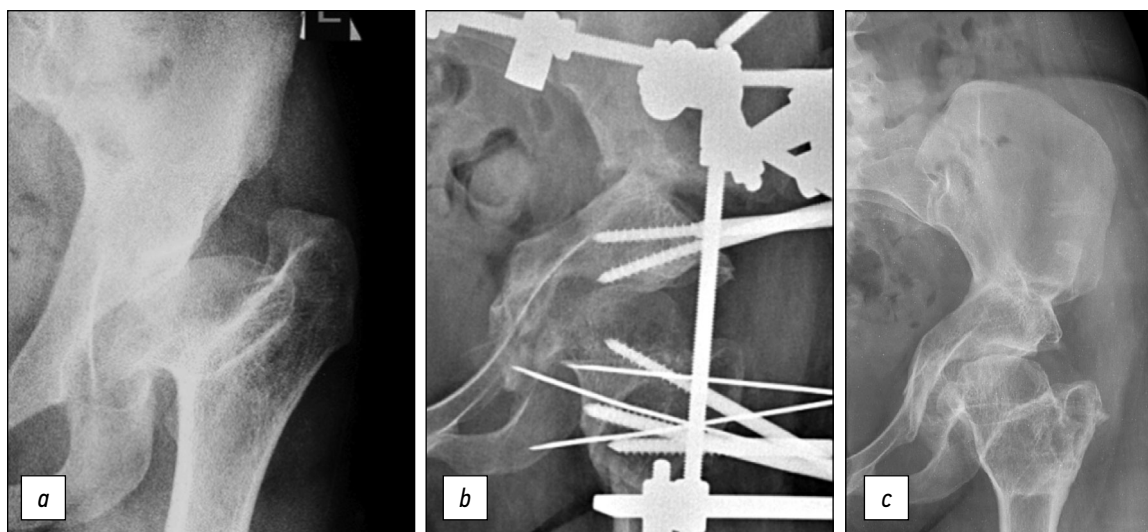
Клиническое состояние определяли по критериям D'Aubigne-Postel [6]. Клинические признаки патологии в анализируемой группе: болевой синдром, ограничение подвижности в суставе, нарушение походки.

Рентгенологические признаки патологии определяли по рентгенограммам тазобедренного сустава, выполненным в передне-задней проекции. Оценивали состояние вертлужной впадины, головки, проксимального отдела бедра и характер суставных соотношений. Определяли следующие рентгенографические показатели: угол наклона опорной поверхности впадины (WBS), угол Лансе, индексы сферичности впадины (ISA,  $N 0,8-1,2$ ) и головки (ISH,  $N 0,6-1,0$ ) (отношение диаметра окружности, соответствующей форме суставного компонента, к половине расстояния между фигурами «слезы»), индекс сферичности головки по Окапо (отношение расстояния от медиального края головки до её вершины к расстоянию от медиального до латерального края головки,  $N 0,45-0,55$ ) [7], показатель сферичности головки (отношение длины перпендикуляра, построенного от базальной линии головки к её поверхности, к максимальному поперечному размеру головки,  $N 0,75-1,0$ ), артикуло-трохантерное расстояние (ATD), индекс конгруэнтности суставных поверхностей (ICAS-отношение ISA к ISH,  $N 1,1-1,4$ ), степень покрытия головки крышей впадины (AH1,  $N \geq 0,85$ ), показатель краиниального смещения (SL), индекс латерального смещения (ILD,  $N 0,07-0,12$ ; отношение расстояния между впадиной и медиальным краем головки к расстоянию между фигурами «слезы»). Выраженность артроза определяли в соответствии с критериями Tonnis [8]. Характер суставных поверхностей оценивали с помощью модифицированных критериев Coleman [9].

## Описание медицинского вмешательства

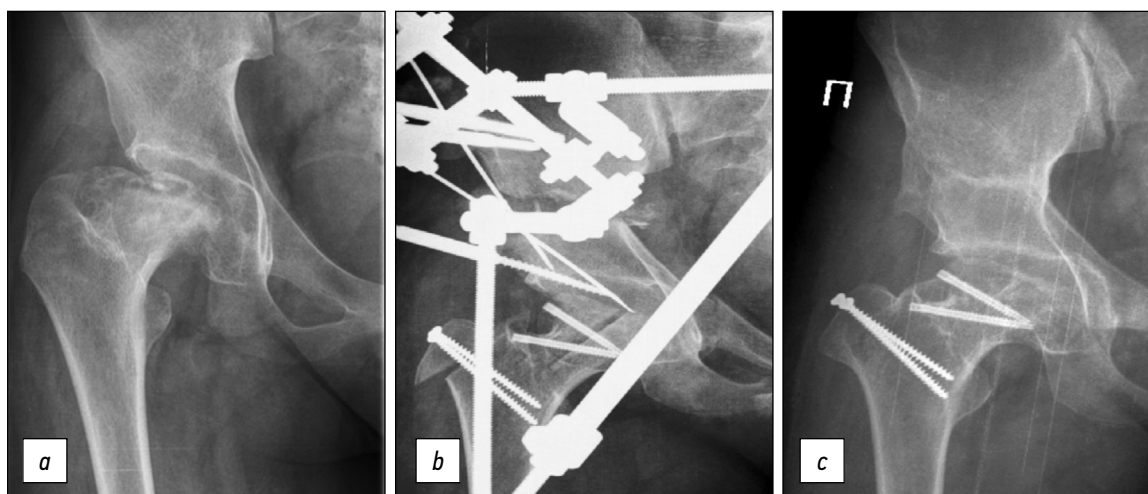
У пациентов анализируемой группы использовали сустав сберегающие операции. Показания устанавливали с учётом величины индекса конгруэнтности суставных поверхностей. В 14 наблюдениях при величине показателя ICAS  $\geq 0,85$  применены внесуставные операции на суставных компонентах. Для транспозиции вертлужной впадины использовали остеотомию таза, которая в 3 наблюдениях была дополнена shelf-операцией для увеличения объёма впадины. Для реконструкции проксимального отдела бедра в 9 наблюдениях использовали двойную чрезвертельную остеотомию (рис. 1), в 5 случаях — межвертельную корригирующую остеотомию.

Для фиксации использовали аппарат Илизарова. Продолжительность аппаратного лечения составила  $72,0 \pm 3,2$  дня. У 9 пациентов при величине показателя ICAS  $< 0,85$  применены внутрисуставные вмешательства. В 6 наблюдениях выполнена уменьшающая остеотомия головки (HRO) (рис. 2), в 3 — моделирующая резекция головки (MRH).



**Рис. 1.** Рентгенограммы пациентки 25 лет: *a* — до лечения: диспластический коксартроз II степени, ишемическая деформация проксимального отдела бедра вследствие асептического некроза головки при лечении врожденной дисплазии тазобедренного сустава (ISH 1,15, ATD –18 мм), остаточная дисплазия вертлужной впадины (WBZ 32°), децентрация головки левого бедра (ICAS 0,97, AHI 0,5); *b* — в процессе лечения: остеотомия таза, двойная чрезвертельная остеотомия бедра; *c* — через 5 лет: ATD 10 мм, WBZ 0°, AHI 0,95.

**Fig. 1.** Radiographs of a 25-year-old patient: *a* — before treatment: dysplastic coxarthrosis of degree II, ischemic deformation of the proximal femur due to avascular necrosis of the head during the treatment of congenital dysplasia of the hip joint (ISH 1.15, ATD –18 mm), residual dysplasia of the acetabulum (WBZ 32°), decentration of the head of the left femur (ICAS 0.97, AHI 0.5); *b* — during treatment: pelvic osteotomy, double transtrochanteric osteotomy of the femur; *c* — after 5 years: ATD 10 mm, WBZ 0°, AHI 0,95.



**Рис. 2.** Рентгенограммы пациентки 15 лет: *a* — до лечения: вторичный коксартроз I степени, ишемическая деформация головки и проксимального отдела бедра вследствие болезни Пертеса (ISH 1,8; ATD 0 мм), вторичная дисплазия вертлужной впадины (WBZ 22°), децентрация головки правого бедра (ICAS 0,8, AHI 0,65); *b* — в процессе лечения: остеотомия таза, хирургический вывих бедра, уменьшающая остеотомия головки бедра; *c* — через 3 года: ATD 10 мм, WBZ 0°, AHI 0,95.

**Fig. 2.** Radiographs of a 15-year-old patient: *a* — before treatment: secondary coxarthrosis of the first degree, ischemic deformation of the head and proximal femur due to Perthes disease (ISH 1.8, ATD 0 mm), secondary dysplasia of the acetabulum (WBZ 22°), decentration of the head of the right hip (ICAS 0.8, AHI 0.65); *b* — during treatment: pelvic osteotomy, surgical dislocation of the hip, reducing osteotomy of the femoral head; *c* — after 3 years: ATD 10 mm, WBZ 0°, AHI 0.95.

Для коррекции ацетабулярной дисплазии применяли остеотомию таза (5 суставов), остеотомию таза в сочетании с shelf-операцией (2 сустава), shelf-операцию в изолированном виде (2 сустава). При внутрисуставных операциях кроме аппаратной фиксации дополнительно выполнялась фиксация фрагментов головки и вертела компрессирующими винтами. Продолжительность аппаратного лечения

у этой категории пациентов составила  $33,0 \pm 1,5$  дня. Продолжительность реабилитационного лечения —  $10,0 \pm 1,2$  месяца. В двух наблюдениях отмечено поверхностное воспаление мягких тканей в области крыла подвздошной кости вокруг фиксирующих элементов аппарата, которое было купировано посредством консервативного лечения (местная и общая антибактериальная терапия).

## Методы регистрации исходов

Функциональные исходы оценивали по критериям Merle D'Aubigne-Postel, рентгенологические показатели — по критериям Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» (РНЦ «ВТО») (табл. 1).

Хороший результат соответствовал среднему показателю более 2,5 балла. Неудовлетворительным результат признавался при среднем показателе менее 1,7 балла.

## Статистический анализ

Результаты исследования анализировали с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2010. Определяли средние величины, их ошибку и значимость. Данные обрабатывали с помощью методов непараметрической статистики с использованием *U*-критерия Вилкоксона, Манна-Уитни.

## Этический комитет

Исследование выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками Министерства здравоохранения Российской Федерации. От всех пациентов получено информированное согласие на проведение исследований без идентификации личности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучены результаты лечения 23 пациентов. Средний возраст при выполнении операции составлял  $19,0 \pm 1,2$  года (14–34 года). Средний срок наблюдения —  $3,4 \pm 0,4$  года.

Распределение пациентов по этиологии заболевания: асептический некроз головки, осложнившийся лечением врожденной дисплазии тазобедренного сустава, — 10 случаев, болезнь Пертеса — 8 случаев, септический коксит — 5 случаев.

Пациенты были разделены на две группы с учётом характера выполненного вмешательства. В первую группу включены 14 больных, при лечении которых применены внесуставные операции. Средний возраст пациентов первой группы —  $20,3 \pm 1,7$  года (14–34 года). Исходный функциональный показатель в соответствии с критериями Merle d'Aubigne-Postel составил  $3,96 \pm 0,06$  балла. Рентгенологические признаки патологии: дисплазия вертлужной впадины, нарушение сферичности головки бедра. Средний показатель сферичности головки составлял  $0,46 \pm 0,01$ , индекс сферичности по Окапо —  $0,700 \pm 0,016$ , индекс сферичности головки —  $1,15 \pm 0,08$ . Средний показатель индекса конгруэнтности составлял  $1,10 \pm 0,06$ . Во всех наблюдениях имело место укорочение шейки бедра. В восьми наблюдениях выявлена избыточная антеверсия шейки бедра ( $43,0 \pm 1,3^\circ$ ). У 10 пациентов отмечены соха вага, укорочение шейки бедра, высокое стояние верхушки большого вертела (NSA  $96,5 \pm 2,3^\circ$ , ATD  $-9,8 \pm 2,0$  мм). Распределение суставов по степени дислокации (Tonnis) [9]: I степень — 4, II — 7, III — 3. Распределение суставов по степени артроза (Tonnis): 0 степень — 6, I — 7, II — 1.

Вторую группу составили 9 пациентов, которым выполнены внутрисуставные вмешательства. Средний возраст пациентов второй группы —  $18,4 \pm 1,7$  года (15–26 лет). Исходный функциональный показатель был ниже, чем в первой группе, и составил  $3,40 \pm 0,09$  балла. Снижение функционального показателя в первую очередь было обусловлено более выраженным ограничением подвижности сустава ( $3,10 \pm 0,01$ ). Рентгенологическими признаками патологии являлись дисплазия вертлужной впадины и деформация головки бедра. Средний показатель сферичности головки составлял  $0,37 \pm 0,01$ , индекс сферичности по Окапо —  $0,78 \pm 0,02$ , индекс сферичности головки —  $1,54 \pm 0,05$ . Средний показатель индекса конгруэнтности

Таблица 1. Критерии оценки рентгенологических показателей у пациентов с коксартрозом

Table 1. Criteria for evaluating radiological parameters in patients with coxarthrosis

Показатель	3 балла	2 балла	1 балл
WBS, °	5–15 (0–10)	16–20 (11–15)	>20 (>15)
Состояние головки	Улучшилось или не изменилось	Ухудшилась форма	Ухудшились форма и структура
ATD, мм	>10	0–10	<0
AHI	1,0–0,85	0,84–0,65	<0,65
ICAS	1,0–1,4	>1,4	<1,0
ILD	<0,12	0,12–0,20	>0,2
SL, см	<0,5	0,5–1,0	>1,0
Степень артроза	Улучшилась на 1 степень или не изменилась	Ухудшилась на 1 степень	Ухудшилась более чем на 1 степень

*Примечание.* WBS — угол наклона опорной поверхности впадины, ATD — артикуло-трохантерное расстояние, AHI — степень покрытия головки крышкой впадины, ICAS — индекс конгруэнтности суставных поверхностей, ILD — индекс латерального смещения, SL — показатель краниального смещения.

*Note.* WBS — angle of inclination of the supporting surface of the cavity, ATD — articular-trochanter distance, AHI — degree of coverage of the head with the roof of the cavity, ICAS — index of congruence of articular surfaces, ILD — index of lateral displacement, SL — index of cranial displacement.



был ниже по сравнению с первой группой и составил  $0,75 \pm 0,02$ . Во всех наблюдениях отмечена деформация проксимального отдела бедра в виде укорочения шейки и высокого стояния вертушки большого вертела (АТД  $-5,4 \pm 2,2$  мм). Распределение суставов по степени дислокации (Tonnis): I степень — 4, II — 4, III — 1. Распределение суставов по степени артроза: 0 степень — 4, I — 4, II — 1.

Функциональные результаты у пациентов первой группы были выше по сравнению со второй группой. Средний показатель составил  $5,05 \pm 0,06$  балла. Степень увеличения — 1,1 балла. В восьми наблюдениях результат расценён как хороший (15–17 баллов). Неудовлетворительных исходов не зафиксировано. Во второй группе средний показатель увеличился на 0,9 балла и составил  $4,3 \pm 0,07$  балла. В трёх случаях определён хороший результат (15 баллов). У одной пациентки исход признан неудовлетворительным (7 баллов). В пяти наблюдениях результат был удовлетворительным (13–14 баллов). В обеих группах констатируется улучшение всех трёх параметров (боль, функция сустава, двигательная активность).

По данным рентгенографии в обеих группах выявлено значимое улучшение показателей, характеризующих состояние вертлужной впадины и суставные соотношения (табл. 2). Конгруэнтность суставных поверхностей и форма головки улучшились у пациентов второй группы. Регресс артрозных изменений в анализируемых группах не отмечен. Быстрое прогрессирование дегенеративно-дистрофического процесса констатируется в одном наблюдении у пациентки второй группы со II степенью артроза. Через 8 месяцев после операции выполнено

эндопротезирование тазобедренного сустава. В остальных 22 суставах степень артроза соответствовала исходной.

В первой группе рентгенографические результаты по критериям РНЦ «ВТО» в 8 наблюдениях расценены как хорошие ( $2,60 \pm 0,03$ ), в 6 — как удовлетворительные ( $1,95 \pm 0,06$ ). Во всех наблюдениях отмечен III тип конгруэнтности по Coleman. Рентгенографические результаты пациентов второй группы были хуже. Распределение суставов по типу конгруэнтности: III тип — 7, IV тип — 2. В соответствии с критериями РНЦ «ВТО» в двух наблюдениях результат расценён как хороший ( $2,55 \pm 0,01$ ), в шести — как удовлетворительный ( $2,03 \pm 0,04$ ), в одном — как неудовлетворительный (1,6).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Ишемические поражения головки бедра в виде нарушения её сферичности, сочетающиеся с дисплазией вертлужной впадины, способствуют развитию структурной нестабильности сочленения и формированию фемороацетабулярного импиджмента (ФАИ) [10]. Указанные состояния способствуют развитию и быстрому прогрессированию коксартроза у пациентов на третьей декаде жизни [11, 12]. Следует признать, что технологии эндопротезирования у данной категории больных не всегда должны быть операцией выбора в связи с высокой вероятностью повторного, более травматичного вмешательства [13, 14]. Одним из возможных путей их ортопедической реабилитации может быть более широкое внедрение сустав сберегающих методик. Ввиду наличия механических причин для развития патологического процесса значимость

Таблица 2. Динамика рентгенометрических показателей у 23 пациентов

Table 2. Dynamics of radiometric parameters in 23 patients

Показатель	Группы пациентов			
	I (14 суставов)		II (9 суставов)	
	До лечения	Контрольный осмотр	До лечения	Контрольный осмотр
WBZ, °	$33,0 \pm 2,9$	$9,0 \pm 1,7^*$	$32 \pm 5$	$7,4 \pm 1,7^*$
Угол Lance	$38,5 \pm 1,4$	$54,0 \pm 1,6^{**}$	$37,7 \pm 3,2$	$51,0 \pm 2,1^*$
ISA	$1,40 \pm 0,06$	$1,40 \pm 0,07$	$1,20 \pm 0,04$	$1,3 \pm 0,1$
ISH	$1,15 \pm 0,05$	$1,10 \pm 0,07$	$1,54 \pm 0,05$	$1,03 \pm 0,08^{**}$
ICAS	$1,20 \pm 0,05$	$1,20 \pm 0,05$	$0,75 \pm 0,02$	$1,30 \pm 0,09^{**}$
AHI	$0,54 \pm 0,08$	$0,85 \pm 0,02^*$	$0,50 \pm 0,04$	$0,87 \pm 0,03^*$
ILD	$0,15 \pm 0,015$	$0,10 \pm 0,01^{**}$	$0,155 \pm 0,080$	$0,12 \pm 0,02$
SL, мм	$19,0 \pm 2,4$	$3,0 \pm 0,2^*$	$22 \pm 3$	$6,0 \pm 2,6^*$

Примечание. WBS — угол наклона опорной поверхности впадины, ISA — индекс сферичности впадины, ISH — индекс сферичности головки, ICAS — индекс конгруэнтности суставных поверхностей, AHI — степень покрытия головки крыши впадины, ILD — индекс латерального смещения, SL — показатель краниального смещения, \* — значимые отличия от исходного показателя ( $p < 0,01$ ), \*\* — значимые отличия от исходного показателя ( $p < 0,05$ ).

Note. WBS — angle of inclination of the supporting surface of the cavity, ISA — index of the sphericity of the cavity, ISH — index of the sphericity of the head, ICAS — index of congruence of articular surfaces, AHI — degree of coverage of the head with the roof of the cavity, ILD — index of lateral displacement, SL — index of cranial displacement, \* — significant differences from the initial indicator ( $p < 0,01$ ), \*\* — significant differences from the initial indicator ( $p < 0,05$ ).

консервативного лечения сомнительна [11]. Следует отметить наличие разнообразных, часто противоположных точек зрения относительно оптимальной стратегии хирургического сустава сберегающего лечения [15–17]. Это обусловлено достаточным разнообразием известных внесуставных и внутрисуставных хирургических методов [10]. Ряд авторов считают ведущим, иногда единственно необходимым элементом хирургической коррекции внутрисуставное вмешательство, направленное на устранение ФАИ. Высказывается мнение о необходимости сужения показаний для хирургической коррекции ацетабулярной дисплазии [18, 19]. Согласно другой точке зрения, обоснованный отказ от вмешательства на тазовом компоненте не позволяет устранить дефицит покрытия головки, что может усугубить результат сустава сберегающего вмешательства [10]. Существует мнение, что определяющее значение при лечении данной патологии имеет внесуставная реориентирующая операция на тазовой кости. По данным Т. Shinoda, отказ от внутрисуставных манипуляций и корригирующих вмешательств на бедренной кости у пациентов с указанной патологией в большинстве случаев позволяет достигнуть хороших функциональных среднесрочных результатов, однако не даёт возможности улучшить конгруэнтность суставных поверхностей [1]. Известно, что нарушение конгруэнтности суставных поверхностей считается фактором, ухудшающим прогноз сустава сберегающего вмешательства [20–22]. По мнению К. Осано, достижение хорошего покрытия головки впадиной в условиях сохранения дисконгруэнтности суставных поверхностей не обеспечивает положительного результата. Напротив, восстановление конгруэнтности после операции способствует благоприятному течению патологического процесса даже при наличии исходного артроза [5].

Мы отдаём предпочтение внесуставным операциям, которые предполагают улучшение конгруэнтности суставных поверхностей посредством изменения пространственного положения суставных компонентов. Их применение допустимо при наличии рентгенологических признаков артроза. Внутрисуставные корригирующие вмешательства должны выполняться у пациентов с выраженной дисконгруэнтностью суставных поверхностей, которая способствует значительному ограничению подвижности сочленения и фемороацетабулярному импиджменту. Обязательным условием их применения является наличие минимальных (I степень) рентгенологических признаков артроза.

Развившийся артроз признаётся многими специалистами прогностически неблагоприятным фактором при выполнении сустава сберегающего вмешательства [23–25]. По данным ряда авторов, в этих условиях существует опасность декомпенсации сочленения в виде быстрого прогрессирования дегенеративно-дистрофических изменений [26]. В анализируемых группах указанное осложнение констатировано у одной пациентки второй группы. Его развитие мы связываем с выполнением

внутрисуставной реконструктивной операции в условиях значительных артрозных изменений (II степень).

Согласно данным литературы, в результате использования сустава сберегающего вмешательства возможен регресс дегенеративно-дистрофических изменений в суставе [25–27]. Удельный вес суставов с обратным развитием патологического процесса варьирует от 6 до 91%, что связано с исходной степенью артроза, а также, вероятно, с различными критериями интерпретации данных рентгенографии [26, 27, 29]. В анализируемых группах регресс артрозных изменений не отмечен. В 12 суставах (92%) структурные изменения компонентов суставов оставались на прежнем уровне, что даёт основание говорить о замедлении прогрессирования деформирующего артроза. Результаты лечения 8 пациентов первой группы с признаками артроза позволяют предположить, что нарушение сферичности суставных компонентов при условии улучшения их конгруэнтности не оказывает отрицательного влияния на течение патологического процесса в суставе.

### Ограничения исследования

Данная работа имеет ряд ограничений, связанных с небольшим числом наблюдений и отсутствием групп сравнения. Сопоставление результатов лечения представленных групп невозможно в связи с различной степенью исходных анатомо-функциональных нарушений. Небольшой срок наблюдения не позволяет объективно оценить влияние представленных суставов сберегающих вмешательств на развитие и прогрессирование коксартроза. На основании полученных результатов можно предположить, что несмотря на наличие исходных неблагоприятных факторов риска (нарушение сферичности и конгруэнтности суставных поверхностей, рентгенологические признаки артроза) при правильно установленных показаниях использованные технологии не вызывают декомпенсацию сочленения и быстрое прогрессирование артрозного процесса.

В анализируемой группе не отмечено осложнений, которые, согласно данным литературы, могут наблюдаться при операциях на тазовой кости (неврологические расстройства, формирование ложных суставов, гетеротопическая оссификация) [15, 30, 31]. Все осложнения, удельный вес которых составил 8,7%, были связаны с применением аппаратной фиксации и не оказали существенного влияния на лечебный процесс и исход лечения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов позволяет предположить, что в условиях развившегося диспластического коксартроза и нарушения сферичности суставных поверхностей дифференцированное применение внесуставных и внутрисуставных суставов сберегающих вмешательств снижает риск декомпенсации сочленения и в ряде случаев способствует замедлению прогрессирования патологического процесса

в суставе. Однако для объективной оценки влияния указанных операций на дальнейшее развитие коксартроза необходимо изучение отдалённых результатов лечения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и фотографий.

## ADDITIONAL INFO

**Author contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Shinoda T., Naito M., Nakamura Y., Kiyama T. Periacetabular osteotomy for the treatment of dysplastic hip with Perthes-like deformities // *Int Orthop*. 2009. Vol. 33, № 1. P. 71–75. doi: 10.1007/s00264-007-0476-9
- Chen M., Shang X.F. Surgical treatment for young adult hip dysplasia: joint-preserving options // *Int Orthop*. 2016. Vol. 40, № 5. P. 891–900. doi: 10.1007/s00264-015-2927-z
- Edelstein A.I., Duncan S.T., Akers S., Pashos G., Schoenecker P.L., Clohisey J.C. Complications associated with combined surgical hip dislocation and periacetabular osteotomy for complex hip deformities // *J Hip Preserv Surg*. 2019. Vol. 6, № 2. P. 117–123. doi: 10.1093/jhps/hnz014
- Clohisey J.C., Ross J.R., North J.D., Nepple J.J., Schoenecker P.L. What are the factors associated with acetabular correction in Perthes-like hip deformities? // *Clin Orthop Relat Res*. 2012. Vol. 470, № 12. P. 3439–3445. doi: 10.1007/s11999-012-2507-0
- Okano K., Enomoto H., Osaki M., Shindo H. Joint congruency as an indication for rotational acetabular osteotomy // *Clin Orthop Relat Res*. 2009. Vol. 467, № 4. P. 894–900. doi: 10.1007/s11999-008-0443-9
- d'Aubigné R.M., Postel M. The classic: functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. 1954 // *Clin Orthop Relat Res*. 2009. Vol. 467, № 01. P. 7–27. doi: 10.1007/s11999-008-0572-1
- Okano K., Enomoto H., Osaki M., Takahashi K., Shindo H. Femoral head deformity after open reduction by Ludloff's medial approach // *Clin Orthop Relat Res*. 2008. Vol. 466, № 10. P. 2507–2512. doi: 10.1007/s11999-008-0266-8
- Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip. Berlin: Springer-Verlag, 1987. 506 p.
- Тепленький М.П., Олейников Е.В., Бунов В.С. Реконструкция тазобедренного сустава у пациентов с ишемическими деформациями проксимального отдела бедра, сочетающимися с ацетабулярной дисплазией // *Гений ортопедии*. 2020. Т. 26, № 4. С. 502–507. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-502-507
- Clohisey J.C., Nepple J.J., Ross J.R., Pashos G., Schoenecker P.L. Does surgical hip dislocation and periacetabular osteotomy improve pain in patients with Perthes-like deformities and acetabular dysplasia? // *Clin Orthop Relat Res*. 2015. Vol. 473, № 4. P. 1370–1377. doi: 10.1007/s11999-014-4115-7
- Lecuire F. The long-term outcome of primary osteochondritis of the hip (Legg-Calvé-Perthes' disease) // *J Bone Joint Surg Br*. 2002. Vol. 84, № 5. P. 636–640. doi: 10.1302/0301-620x.84b5.12124
- Yrjönen T. Long-term prognosis of Legg-Calvé-Perthes disease: a meta-analysis // *J Pediatr Orthop B*. 1999. Vol. 8, № 3. P. 169–172. doi: 10.1097/01202412-199907000-00005
- Haverkamp D. Intertrochanteric osteotomy combined with acetabular shelfplasty in young patients with severe deformity of the femoral head and secondary osteoarthritis. A long-term follow-up study // *J Bone Joint Surg Br*. 2005. Vol. 87-B, № 1. P. 25–31.
- Тепленький М.П., Олейников Е.В., Бунов В.С., Фозилов Д.Т. Реконструкция тазобедренного сустава у молодых пациентов с диспластическим коксартрозом // *Травматология и ортопедия России*. 2022. Т. 28, № 1. С. 19–27. doi: 10.17816/2311-2905-1678
- Clohisey J.C., Nunley R.M., Curry M.C., Schoenecker P.L. Periacetabular osteotomy for the treatment of acetabular dysplasia associated with major aspherical femoral head deformities // *J Bone Joint Surg Am*. 2007. Vol. 89, № 7. P. 1417–1423. doi: 10.2106/JBJS.F.00493
- Anderson L.A., Erickson J.A., Severson E.P., Peters C.L. Sequelae of Perthes disease: treatment with surgical hip dislocation and relative femoral neck lengthening // *J Pediatr Orthop*. 2010. Vol. 30, № 8. P. 758–766. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181fcbbaaf
- Tannast M., Macintyre N., Steppacher S.D., Hosalkar H.S., Ganz R., Siebenrock K.A. A systematic approach to analyse the sequelae of LCPD // *Hip Int*. 2013. Vol. 23, № 9 (Suppl). P. S61–S70. doi: 10.5301/hipint.5000071
- Novais E.N., Clohisey J., Siebenrock K., Podeszwa D., Sucato D., Kim Y.J. Treatment of the symptomatic healed Perthes hip // *Orthop Clin North Am*. 2011. Vol. 42, № 3. P. 401–17. doi: 10.1016/j.jocl.2011.05.003
- Myers S.R., Eijer H., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy // *Clin Orthop Relat Res*. 1999. № 363. P. 93–99.
- Steppacher S.D., Tannast M., Werlen S., Siebenrock K.A. Femoral morphology differs between deficient and excessive acetabular coverage // *Clin Orthop Relat Res*. 2008. Vol. 466, № 4. P. 782–790. doi: 10.1007/s11999-008-0141-7



21. Yasunaga Y., Yamasaki T., Ochi M. Patient selection criteria for periacetabular osteotomy or rotational acetabular osteotomy // *Clin Orthop Relat Res.* 2012. Vol. 470, № 12. P. 3342–3354. doi: 10.1007/s11999-012-2516-z

22. Perry K.I., Trousdale R.T., Sierra R.J. Hip dysplasia in the young adult: an osteotomy solution // *Bone Joint J.* 2013. Vol. 95-B, № 11 (Suppl A). P. 21–25. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.32633

23. Hartig-Andreasen S., Troelsen A., Thillemann T.M., Søballe K. What Factors Predict Failure 4 to 12 Years After Periacetabular Osteotomy? // *Clin Orthop Relat Res.* 2012. Vol. 470, № 11. P. 2978–2987. doi: 10.1007/s11999-012-2386-4

24. Troelsen A., Elmengaard B., Søballe K. Medium-term outcome of periacetabular osteotomy and predictors of conversion to total hip replacement // *J Bone Joint Surg Am.* 2009. Vol. 91, № 9. P. 2169–2179. doi: 10.2106/JBJS.H.00994

25. Wells J., Millis M., Kim Y.-J., Bulat E., Miller P., Matheny T. Survivorship of the Bernese Periacetabular Osteotomy: What Factors are Associated with Long-term Failure? // *Clin Orthop Relat Res.* 2017. Vol. 475, № 2. P. 396–405. doi: 10.1007/s11999-016-4887-z

26. Камоско М.М., Басков В.Е., Барсуков Д.Б., Поздникин И.Ю., Григорьев И.В. Транспозиция вертлужной впадины путём остеотомии таза при лечении детей с дисплазией тазобедренного

сустава // *Травматология и ортопедия России.* 2014. Т. 20, № 3. С. 76–85. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-3-76-85

27. Shimogaki K., Yasunaga Y., Ochi M. A histological study of articular cartilage after rotational acetabular osteotomy for hip dysplasia // *J Bone Joint Surg Br.* 2005. Vol. 87, № 7. P. 1019–1023. doi: 10.1302/0301-620X.87B7.15589

28. Sen C., Sener N., Tozun R., Boynuk B. Polygonal triple (Kotz) osteotomy in the treatment of acetabular dysplasia 17 patients (19 hips) with 4–9 years of follow-up // *Acta Orthop Scand.* 2003. Vol. 74, № 2. P. 127–132. doi: 10.1080/00016470310013833

29. Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Бортулёва О.В., Басков В.Е., и др. Среднесрочные результаты комплексного лечения детей с диспластическим коксартрозом I–II стадии // *Травматология и ортопедия России.* 2020. Т. 26, № 3. С. 93–105. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-93-105

30. Clohisy J.C., Schutz A., John L., Schoenecker P., Wright R. Periacetabular Osteotomy: A Systematic Literature Review // *Clin Orthop.* 2009. Vol. 467, № 8. P. 2041–2052. doi: 10.1007/s11999-009-0842-6

31. Biedermann R., Donnan L., Gabriel A., Wachter R., Krismer M., Behensky H. Complications and patient satisfaction after periacetabular pelvic osteotomy // *Int Orthop.* 2008. Vol. 32, № 5. P. 611–617. doi: 10.1007/s00264-007-0372-3

## REFERENCES

- Shinoda T, Naito M, Nakamura Y, Kiyama T. Periacetabular osteotomy for the treatment of dysplastic hip with Perthes-like deformities. *Int Orthop.* 2009;33(1):71–75. doi: 10.1007/s00264-007-0476-9
- Chen M, Shang XF. Surgical treatment for young adult hip dysplasia: joint-preserving options. *Int Orthop.* 2016;40(5):891–900. doi: 10.1007/s00264-015-2927-z
- Edelstein AI, Duncan ST, Akers S, Pashos G, Schoenecker PL, Clohisy JC. Complications associated with combined surgical hip dislocation and periacetabular osteotomy for complex hip deformities. *J Hip Preserv Surg.* 2019;6(2):117–123. doi: 10.1093/jhps/hnz014
- Clohisy JC, Ross JR, North JD, Nepple JJ, Schoenecker PL. What are the factors associated with acetabular correction in Perthes-like hip deformities? *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(12):3439–3445. doi: 10.1007/s11999-012-2507-0
- Okano K, Enomoto H, Osaki M, Shindo H. Joint congruency as an indication for rotational acetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(4):894–900. doi: 10.1007/s11999-008-0443-9
- d'Aubigné RM, Postel M. The classic: functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. 1954. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(01):7–27. doi: 10.1007/s11999-008-0572-1
- Okano K, Enomoto H, Osaki M, Takahasi K., Shindo H. Femoral head deformity after open reduction by Ludloff's medial approach. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(10):2507–2512. doi: 10.1007/s11999-008-0266-8
- Tönns D. *Congenital dysplasia and dislocation of the hip.* Berlin: Springer-Verlag; 1987. 506 p.
- Teplenky M, Oleinikov E, Bunov V. Hip reconstruction in patients with ischemic deformity of the proximal femur and associated acetabular dysplasia. *Genij Ortopedii.* 2020;26(4):502–507. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-502-507
- Clohisy JC, Nepple JJ, Ross JR, Pashos G, Schoenecker PL. Does surgical hip dislocation and periacetabular osteotomy improve pain in patients with Perthes-like deformities and acetabular dysplasia? *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(4):1370–1377. doi: 10.1007/s11999-014-4115-7
- Lecuire F. The long-term outcome of primary osteochondritis of the hip (Legg-Calvé-Perthes' disease). *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(5):636–640. doi: 10.1302/0301-620x.84b5.12124
- Yrjönen T. Long-term prognosis of Legg-Calvé-Perthes disease: a meta-analysis. *J Pediatr Orthop B.* 1999;8(3):169–172. doi: 10.1097/01202412-199907000-00005
- Haverkamp D. Intertrochanteric osteotomy combined with acetabular shelfplasty in young patients with severe deformity of the femoral head and secondary osteoarthritis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87-B(1):25–31.
- Teplenky MP, Oleinikov EV, Bunov VS, Fozilov DT. Pelvic Osteotomies for Treatment of Young Patients With Hip Osteoarthritis Secondary to Developmental Dysplasia. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2022;28(1):19–27. (In Russ). doi: 10.17816/2311-2905-1678
- Clohisy JC, Nunley RM, Curry MC, Schoenecker PL. Periacetabular osteotomy for the treatment of acetabular dysplasia associated with major aspherical femoral head deformities. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(7):1417–1423. doi: 10.2106/JBJS.F.00493
- Anderson LA, Erickson JA, Severson EP, Peters CL. Sequelae of Perthes disease: treatment with surgical hip dislocation and relative femoral neck lengthening. *J Pediatr Orthop.* 2010;30(8):758–766. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181fcbaf
- Tannast M, Macintyre N, Steppacher SD, Hosalkar HS, Ganz R, Siebenrock KA. A systematic approach to analyse the sequelae of LCPD. *Hip Int.* 2013;23(Suppl 9):S61–S70. doi: 10.5301/hipint.5000071
- Novais EN, Clohisy J, Siebenrock K, Podeszwa D, Sucato D, Kim YJ. Treatment of the symptomatic healed Perthes hip. *Orthop Clin North Am.* 2011;42(3):401–17. doi: 10.1016/j.ocl.2011.05.003
- Myers SR, Eijer H, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(363):93–99.

20. Steppacher SD, Tannast M, Werlen S, Siebenrock KA. Femoral morphology differs between deficient and excessive acetabular coverage. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(4):782–790. doi: 10.1007/s11999-008-0141-7
21. Yasunaga Y, Yamasaki T, Ochi M. Patient selection criteria for periacetabular osteotomy or rotational acetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(12):3342–3354. doi: 10.1007/s11999-012-2516-z
22. Perry KI, Trousdale RT, Sierra RJ. Hip dysplasia in the young adult: an osteotomy solution. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11 Suppl A):21–25. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.32633
23. Hartig-Andreasen S, Troelsen A, Thillemann TM, Søballe K. What Factors Predict Failure 4 to 12 Years After Periacetabular Osteotomy? *Clin Orthop Relat Res.* 2012. 470(11):2978–87. doi: 10.1007/s11999-012-2386-4
24. Troelsen A, Elmengaard B, Soballe K. Medium-term outcome of periacetabular osteotomy and predictors of conversion to total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(9):2169–79. doi: 10.2106/JBJS.H.00994
25. Wells J, Millis M, Kim Y-J, Bulat E, Miller P, Matheny T. Survivorship of the Bernese Periacetabular Osteotomy: What Factors are Associated with Long-term Failure? *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(2):396–405. doi: 10.1007/s11999-016-4887-z
26. Kamosko MM, Baskov VE, Barsukov DB, Pozdnikin IYu, Grigoriev IV. Transposition of the acetabulum after triple pelvic osteotomy in the treatment of children with hip dysplasia *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2014;20(3):76–85. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-3-76-85
27. Shimogaki K, Yasunaga Y, Ochi M. A histological study of articular cartilage after rotational acetabular osteotomy for hip dysplasia. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(7):1019–23. doi: 10.1302/0301-620X.87B7.15589
28. Sen C, Sener N, Tozun R, Boynuk B. Polygonal triple (Kotz) osteotomy in the treatment of acetabular dysplasia 17 patients (19 hips) with 4–9 years of follow-up. *Acta Orthop Scand.* 2003;74(2):127–132. doi: 10.1080/00016470310013833
29. Bortulev PI, Vissarionov SV, Bortuleva OV, Baskov VE, Barsukov DB, Pozdnikin IYu, Baskaeva TV. The Medium-Term Results of Complex Treatment of the Children with I–II Stage Dysplastic Osteoarthritis. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2020;26(3):93–105. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-93-105
30. Clohisy JC, Schutz A, John L, Schoenecker P, Wright R. Periacetabular Osteotomy: A Systematic Literature Review. *Clin Orthop.* 2009;467(8):2041–52. doi: 10.1007/s11999-009-0842-6
31. Biedermann R, Donnan L, Gabriel A, Wachter R, Krismer M, Behensky H. Complications and patient satisfaction after periacetabular pelvic osteotomy. *Int Orthop.* 2008;32(5):611–617. doi: 10.1007/s00264-007-0372-3

## ОБ АВТОРАХ

**Тепленький Михаил Павлович**, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-1973-5192;

eLibrary SPIN: 6891-8377;

e-mail: teplenkiymp@mail.ru

**Бунов Вячеслав Сергеевич**, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-5926-7872;

eLibrary SPIN: 5089-3928;

e-mail: bvsbunov@yandex.ru

\* **Фозилов Джонибек Турдиевич**;

адрес: Россия, 640005, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6;

ORCID: 0000-0001-5068-6643;

eLibrary SPIN: 3901-1107;

e-mail: turdievich25081995@gmail.com

## AUTHORS' INFO

**Mikhail P. Teplenky**, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-1973-5192;

eLibrary SPIN: 6891-8377;

e-mail: teplenkiymp@mail.ru

**Vyacheslav S. Bunov**, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-5926-7872;

eLibrary SPIN: 5089-3928;

e-mail: bvsbunov@yandex.ru

\* **Jonibek T. Fozilov**;

address: 6 M. Ulianova str., 640005, Kurgan, Russia;

ORCID: 0000-0001-5068-6643;

eLibrary SPIN: 3901-1107;

e-mail: turdievich25081995@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author