

УДК 617.3

<https://doi.org/10.52420/umj.24.6.136>

<https://elibrary.ru/QHQsIV>



## Хирургическое лечение детей с ишемическими деформациями проксимального отдела и головки бедра (литературный обзор)

Алина Викторовна Акимова<sup>✉</sup>, Михаил Павлович Тепленый

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

<sup>✉</sup> fu-fu.psinka.16@mail.ru

### Аннотация

**Введение.** Дистрофические изменения различной этиологии в проксимальном отделе бедренной кости, вызванные локальной ишемией, сопровождаются частичным или полным разрушением зоны роста, что приводит к ее преждевременному блокированию и формированию сложных специфических деформаций. Своевременное восстановление измененных анатомо-морфологических суставных соотношений или их максимальная возможная компенсация, улучшение биомеханических условий функционирования тазобедренного сустава могут отсрочить начало коксартроза или замедлить его прогрессирование. В статье представлена проблема ишемических деформаций проксимального отдела и головки бедра, проанализированы иностранные и отечественные источники литературы, отражены основные вопросы этиологии и патогенеза ишемических деформаций, представлены известные классификации, методы обследования и хирургические техники лечения.

**Цель обзора** — анализ отечественных и зарубежных литературных источников: уточнение этиологии, патогенеза, основных классификаций, клинических проявлений, методов диагностики и вариантов хирургического лечения.

**Материалы и методы.** Поиск материала проводился в открытых литературных источниках: eLibrary.ru, PubMed, Google Scholar (1969–2025).

**Результаты и обсуждение.** Формирование деформаций проксимального отдела и головки бедренной кости способствует раннему развитию коксартроза у пациентов молодого возраста и детей. Существующие вне- и внутрисуставные методики оперативного лечения пациентов с ишемическими деформациями проксимального отдела бедра направлены на восстановление геометрии проксимального отдела бедренной кости и профилактику раннего эндопротезирования тазобедренного сустава.

**Заключение.** В настоящий момент единый стандарт хирургического лечения детей с ишемическими деформациями проксимального отдела и головки бедра отсутствует.

**Ключевые слова:** дети, ишемическая деформация бедренной кости, внесуставные вмешательства, внутрисуставные вмешательства, остеотомия

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

**Для цитирования:** Акимова А. В., Тепленый М. П. Хирургическое лечение детей с ишемическими деформациями проксимального отдела и головки бедра (литературный обзор) // Уральский медицинский журнал. 2025. Т. 24, № 6. С. 136–156. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.6.136>. EDN: <https://elibrary.ru/QHQsIV>.

## Surgical Treatment of Children with Ischemic Deformities of the Proximal Femur and Head of the Hip (Literature Review)

Alina V. Akimova<sup>✉</sup>, Mikhael P. Teplenkiy

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

✉ fu-fu.psinka.16@mail.ru

### Abstract

*Introduction.* Local ischemia of the proximal femur leads to partial or complete destruction of the growth zone. When the proximal growth plate is blocked, complex specific deformities develop in the proximal femur. Restoration of altered anatomical and morphological relationships of the hip joint and improvement of biomechanical conditions of the hip joint functioning make it possible to delay the onset of coxarthrosis or slow its progression. This article presents an analysis of foreign and domestic literature. It shows the main problems of the etiology and pathogenesis of ischemic deformations and presents all-known classifications, diagnostic methods and surgical treatment techniques.

*Purpose of the review* is analysis of domestic and foreign literary sources: clarification of etiology, pathogenesis, classifications, diagnostic methods and surgical treatment options.

*Materials and methods.* The search for material was conducted in open literary sources: eLibrary.ru, PubMed, Google Scholar (1969–2025).

*Results and discussion.* Deformations of the proximal femur and femoral head contribute to the early development of coxarthrosis in young patients and children. Extra-articular and intra-articular surgical techniques for the treatment of patients with ischemic deformities of the proximal femur are aimed at restoring the geometry of the proximal femur and preventing early hip arthroplasty.

*Conclusion.* Currently, there is no single standard for surgical treatment of children with ischemic deformities of the proximal femur and head.

**Keywords:** children, ischemic deformity of the hip, intra-articular operations, extra-articular operations, osteotomy

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious or potential conflict of interest.

**For citation:** Akimova AV, Teplenkiy MP. Surgical treatment of children with ischemic deformities of the proximal femur and head of the hip (literature review). *Ural Medical Journal.* 2025;24(6):136–156. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.6.136>. EDN: <https://elibrary.ru/QHQ5IV>.

© Акимова А. В., Тепленкий М. П., 2025

© Akimova A. V., Teplenkiy M. P., 2025

### Введение

К ишемическим деформациям головки, шейки, вертельной области бедренной кости относятся приобретенные деформации, формирующиеся в результате изменения функционирования проксимальной ростковой зоны, которое вызвано локальным нарушением кровоснабжения различной этиологии. При сосудистых нарушениях в головке бедренной кости, не затрагивающих зону роста, происходит восстановление головки или развивается изолированная деформация в виде соха magna.

Развитие деформаций проксимального отдела бедра зависит от локализации поврежденного сегмента ростковой зоны и проявляется различными морфологическими признаками: соха magna, асферичностью головки, вальгусным отклонением эпифиза, соха breva, гиперплазией большого вертела, варусной деформацией шейки [1, 2]. Такие патологические изменения бедренной кости могут сочетаться с вторичной ацетабуллярной дисплазией [3]. Комбинированные деформации приводят к дисконгруэнтности суставных поверхностей, децентрации головки бедра, нарушению функции ягодичных мышц, ограничению подвижности тазобедренного сустава, укорочению нижней конечности [3]. В конечном итоге происходит преждевременное развитие коксартроза [4, 5].

По мнению О.А. Соколовского, остеоартроз тазобедренного сустава, развивающийся вследствие аваскулярного некроза головки бедренной кости, характеризуется ранним началом и агрессивным течением [6].

Несмотря на большие возможности современного эндопротезирования, проблема суставосберегающих операций остается актуальной у пациентов молодого возраста и детей.

**Цель** — анализ отечественных и зарубежных литературных источников: уточнение этиологии, патогенеза, основных классификаций, клинических проявлений, методов диагностики и вариантов хирургического лечения.

## Материалы и методы

Поиск материала проводился в открытых литературных источниках, представленных в базах данных eLibrary.ru, PubMed, Google Scholar. Произведен анализ данных российской и зарубежной литературы по вопросам этиологии, патогенеза, диагностики и лечения ишемических деформаций проксимального отдела и головки бедренной кости. Отбор статей производился по следующим терминам: Perthes-like hip deformities in children, residual Perthes deformities, etiology, pathogenesis, classification, surgical treatment.

В результате литературного поиска найдено 375 публикаций (период поиска с 1969 по 2025 г.), соответствующих критериям включения: материал содержит информацию об этиологии, патогенезе, диагностике и лечении ишемических деформаций проксимального отдела и головки бедренной кости у детей; язык публикации — русский, английский, немецкий, японский; полный текст материала находится в открытом доступе. После проведения анализа полученного материала часть статей исключена из обзора по причине несоответствия заявленным критериям включения или из-за наличия информации повторяющегося характера. В конечном итоге отобрано 77 источников, соответствующих цели литературного обзора.

## Результаты и обсуждение

Дистрофические изменения ишемического характера в проксимальном отделе растущей бедренной кости вызывают формирование сложных многоплоскостных деформаций. В зарубежной литературе для обозначения таких патологических изменений применяется термин Perthes-like hip deformities, другое название — «постишемическая деформация проксимального отдела бедренной кости» [1, 7].

### Этиология

Одним из этиологических факторов, способствующих нарушению роста проксимального отдела бедра и формированию сложных деформаций, считается асептический некроз головки, развивающийся после лечения врожденной дисплазии тазобедренного сустава [6, 8]. По мнению ряда авторов, развитию асептического некроза способствует закрытое вправление головки бедра [9, 10]. Другие авторы считают, что использование медиального доступа при открытом вправлении головки увеличивает риск повреждения медиальной огибающей артерии и может привести к аваскулярному некрозу [11].

Другой причиной нарушения роста проксимального отдела бедренной кости признаются последствия тяжелого течения болезни Пертеса (III, IV классы по классификации Кэттеролла (англ. Catterall classification)) [12], к типичным остаточным деформациям относятся увеличенная асферическая головка, высокое расположение верхушки большого вертела [13].

Ишемические повреждения проксимального отдела бедра как следствие юношеского эпифизеолиза могут привести к формированию остаточных шеечно-эпифизарных деформаций во фронтальной и горизонтальной плоскостях [14].

Также этиологическим фактором, влияющим на асимметричный рост проксимального отдела бедренной кости и развитие резидуальных деформаций, считается септический коксит [15, 16].

### Патогенез

В основе патогенеза формирования ишемических деформаций лежит локальная ишемия проксимального отдела бедра в результате повреждения медальной, латеральной огибающих артерий. Характер патологических изменений зависит от локализации и степени поражения проксимальной ростковой зоны.

Известно несколько основных механизмов развития ишемических деформаций после септического коксита: прямое повреждение растущего бедра токсинами или иммунными комплексами, ишемический эффект, развивающийся вследствие тампонады сосудов, и механическое разрушение сустава [16].

Ишемия головки бедра при асептическом некрозе после лечения дисплазии тазобедренного сустава вызывает задержку оссификации головки или формирование соха magna [17]. Нарушение кровоснабжения латеральной части ростковой зоны приводит к вальгусному отклонению эпифиза и укорочению шейки; поражение всего метафиза — укорочению шейки бедра с гиперплазией большого вертела; ишемия медиальной части зоны роста — варусной деформации проксимального отдела бедренной кости [18].

Сосудистые нарушения в проксимальном эпифизе бедра при болезни Пертеса могут привести к асферичности головки бедренной кости, соха magna или соха plana, при повреждении центральной части ростковой зоны возможны формирование соха breva и увеличение большого вертела [19].

### Формирование деформаций проксимального отдела бедра и головки

Развитие того или иного типа деформации проксимального отдела бедра и головки зависит от локализации дистрофических изменений в головке бедренной кости, проксимальной ростковой зоне, проксимальном метафизе, а также от возраста пациента.

Т. О'Брайен и др. (англ. T. O'Brien et al.) [20] условно разделили проксимальную ростковую зону бедренной кости на медиальный и латеральный отделы. Медиальная часть отвечает за продольный рост шейки бедра, латеральная — ширину шейки. Более активный рост бедренной кости происходит на стыке латеральной и медиальной частей — на верхушке ростковой зоны. В норме наиболее быстрый рост наблюдается в медиальном отделе проксимальной пластинки роста.

Т. О'Брайен и др. [20] выявили типичные варианты развития деформаций в зависимости от локализации поражения ростковой зоны. При повреждении области соединения латеральной и медиальной частей происходит изменение положения большого вертела относительно суставной поверхности. При полном закрытии всей медиальной части зоны роста развивается соха breva. При поражении центрального участка медиальной части выраженных изменений не наблюдается, возможен замедленный рост шейки. При повреждении внутренней зоны медиальной части пластинки роста продолжается рост наружной зоны, что влечет за собой развитие деформации по типу соха vara. При отсутствии закрытия зон роста эпифизарные изменения не имеют прогностического значения для развития деформаций проксимального отдела бедра.

Несоответствие размеров вертлужной впадины и головки бедренной кости при определенных биомеханических нагрузках может привести к развитию феморо-ацетабулярного импиджемента, возникающего при патологическом контакте деформированных компонентов тазобедренного сустава. Известны два типа бедренно-тазового конфликта: *cam-импиджемент*, при котором происходит соударение увеличенной деформированной части головки с краем вертлужной впадины, и *pincer-импиджемент* — соударение края вертлужной впадины с шейкой бедренной кости при увеличенном покрытии головки.

### Классификация

Существует большое количество классификаций, описывающих деформации проксимального отдела бедренной кости. Наиболее часто в практической деятельности используется классификация А. Каламчи и Дж. Д. Макэвена (англ. A. Kalamchi et G. D. MacEwen) [2], схожая с классификацией Р. У. Бухольца и Дж. А. Отдена (англ. R. W. Bucholz et J. A. Ogden) [18]. Они описывают деформации в проксимальном отделе бедренной кости, формирующиеся при асептическом некрозе головки бедра, развивающемся после лечения дисплазии тазобедренного сустава. Различия заключаются в локализации сосудистых нарушений. Классификация Л. Ханки и др. (англ. L. Hunka et al.) описывает последствия септического коксита в виде резидуальных деформаций бедра [21]. Конгруэнтность суставных поверхностей после болезни Пертеса оценивают С. Д. Стульберг и др. (англ. S. D. Stulberg et al.) [22]. Классификация А. В. Белецкого (1997) учитывает не только патологические изменения бедренного компонента, но и наличие дисплазии вертлужной впадины. Указанные классификации оценивают деформации проксимального отдела бедра только во фронтальной плоскости. А. И. Краснов (1990) предложил многоплоскостную классификацию деформаций, дополненную клиническими проявлениями и рентгенологическими особенностями.

### Клиника

Изменения геометрии проксимального отдела бедра могут привести к уменьшению амплитуды движений в тазобедренном суставе, болевому синдрому, снижению функции мышц-абдукторов, нарушению походки [23–25]. Основным клиническим проявлением феморо-ацетабулярного импиджемента является определенное движение или положение, вызывающее боль в бедре или паху, которая может усиливаться при длительном пребывании в сидячем положении, в положении стоя, при чрезмерной нагрузке [26]. Синдром края вертлужной впадины (англ. acetabular rim syndrome) как признак феморо-ацетабулярного импиджемента выявляется болью при сгибании бедра, приведении и внутренней ротации [27].

### Диагностика

Основными диагностическими методами обследования пациентов с ишемическими деформациями являются рентгенологическое исследование, магнитно-резонансная и компьютерная томография тазобедренных суставов.

Рентгенографическое исследование тазобедренных суставов проводится в передне-задней проекции с отведением и внутренней ротацией бедер, аксиальной проекции, проекции по Лауэнштейну [1, 28]. К основным рентгенометрическим показателям, характеризующим проксимальный отдел бедра, относятся шеечно-диафизарный и шеечно-эпифизарный углы, угол Альсбера, артикуло-трохантерное расстояние. Оценку суставных соотношений производят по индексу сферичности головки, углу Виберга [29]. Вертлужную впадину оценивают по индексу конгруэнтности суставных поверхностей, углу наклона опорной поверхности впадины, индексу сферичности впадины, ацетабулярному коэффициенту [30].

Выполнение компьютерной томографии тазобедренных суставов необходимо для оценки трехмерной морфологии и геометрии бедренной кости, определения структуры и формы головки бедра, конгруэнтности суставных поверхностей, а также для выявления феморо-ацетабулярного импиджемента, определения шеечно-диафизарного и шеечно-эпифизарного углов и угла антеверзии [1, 31].

Магнитно-резонансная томография тазобедренных суставов позволяет определять толщину суставного хряща, хондральные дефекты, состояние субхондральной кости, суставной губы и абдукторов бедра [32, 33].

### **Хирургическое лечение**

Нарушение анатомо-структурных соотношений в тазобедренном суставе влечет за собой изменение биомеханики сустава, что негативно влияет на состояние хрящевой ткани и может способствовать раннему развитию коксартроза [34, 35]. Несмотря на достигнутые успехи современного эндопротезирования, применение такого радикального метода у пациентов молодого возраста и детей не рекомендуется ввиду риска ранних и повторных ревизий [36, 37]. В связи с этим у пациентов молодого возраста и детей применяются различные корригирующие и реконструктивные хирургические операции, благодаря которым первичное эндопротезирование тазобедренного сустава откладывается [38]. Корригирующие операции направлены на улучшение функционального состояния пациента посредством устранения порочной установки конечности и перераспределения амплитуды движений.

Целью реконструктивного вмешательства является восстановление или улучшение суставных соотношений, конгруэнтности суставных поверхностей, геометрии проксимального отдела бедра, что дает возможность устраниить мышечный дисбаланс, увеличить объем движений в сочленении и уменьшить боли. В долгосрочной перспективе реконструктивная остеотомия проксимального отдела бедренной кости призвана свести к минимуму вероятность раннего развития и быстрого прогрессирования коксартроза [39].

При лечении пациентов с ишемическими деформациями проксимального отдела бедра преимущественно применяются реконструктивные вмешательства, которые разделяются на внесуставные и внутрисуставные. Объем оперативного вмешательства зависит от степени анатомо-структурных и функциональных нарушений.

#### ***Внесуставные вмешательства***

Восстановление пространственного соотношения между головкой, шейкой, большим и малым вертелами достигается посредством выполнения внесуставных реконструктивных хирургических вмешательств на проксимальном отделе бедра.

По уровню выполнения остеотомии выделяют внесуставные межвертельные, чрезвертельные, чресшеечные базальные. Уровень межвертельной остеотомии проходит в вертельной области над малым вертелем, чресшеечная базальная производится через основание шейки бедренной кости, а чрезвертельная выполняется на уровне большого вертела.

В зависимости от плоскости, в которой производится коррекция деформации, остеотомии подразделяются на варизирующие, вальгизирующие, флексионные, ротационные, комбинированные.

Показаниями для проведения внесуставных вмешательств являются децентрация головки бедренной кости, деформация проксимального отдела бедра, укорочение шейки, гиперплазия большого вертела. Противопоказаниями для выполнения внесуставных операций являются артроз II–III степеней, ограничение подвижности сочленения на 30–40 %.

Межвертельные остеотомии бедренной кости считаются наименее сложными и наименее травматичными. Такая операция позволяет восстановить соотношения между впадиной, головкой и большим вертелом, нарушенные вследствие патологической ориентации шейки. Однако при ишемических деформациях проксимального отдела бедра, характеризующихся шеечно-эпифизарными нарушениями, укорочением шейки, гипертрофией большого вертела, показания для выполнения межвертельной остеотомии в изолированном виде сужаются [40].

Некоторые ортопеды рекомендуют использование межвертельной варизирующей остеотомии при лечении ишемических деформаций II типа по классификации А. Каламчи и Дж. Д. Макэвена [8].

Методика деторсионно-варизирующей остеотомии по О. А. Соколовскому предполагает выполнение межвертельной клиновидной остеотомии с заданным углом коррекции шеечно-диафизарного угла и угла антеверсии шейки (рис. 1). Показанием к ее выполнению служит децентрация головки бедренной кости при соха valga. Выполнение этой операции не рекомендовано у детей младшего возраста из-за риска повторного развития и прогрессирования вальгусной деформации [41].

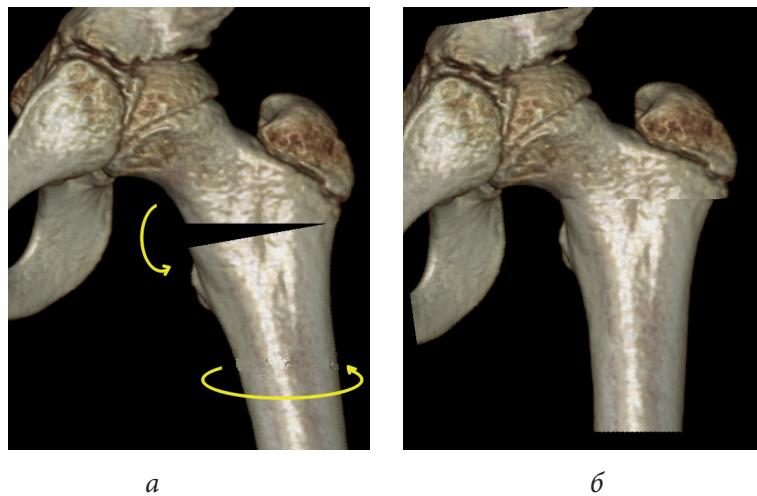


Рис. 1. Схема межвертельной деторсионно-варизирующей остеотомии:

а — уровень клиновидной остеотомии;

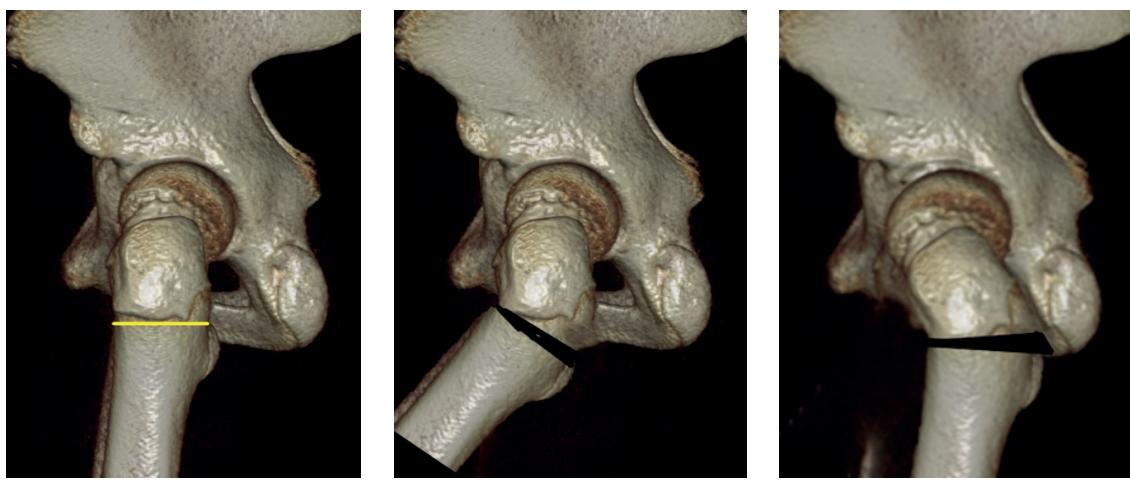
б — положение костных фрагментов после варизации и деторсии

Субкапитальная соха valga при II типе деформаций, как правило, не сопровождается увеличением шеечно-диафизарного угла и характеризуется увеличением большого вертела [2]. Поскольку при выполнении варизирующей остеотомии происходит проксимальное и латеральное смещения большого вертела, такой способ коррекции субкапитальной вальгусной деформации может привести к усугублению патологии [40, 42].

Наибольшими возможностями в плане восстановления геометрии проксимального отдела бедра при шеечно-эпифизарных деформациях обладает межвертельная флексионная остеотомия (рис. 2). Показанием к ней служит ретроверсия головки бедренной кости и варусное отклонение эпифиза [43].

Межвертельная флексионная остеотомия по Г. Имхойзеру (*нем. G. Imhäuser*) предусматривает поперечное пересечение кости над малым вертелем, сгибание и переднее смещение дистального фрагмента, который устанавливается перпендикулярно плоскости эпифиза. При необходимости дополнительно производится деторсия и вальгизация. После фикса-

ции костных фрагментов в достигнутом положении посредством разгибания конечности эпифиз выводится в правильное положение [44].



*Рис. 2. Схема межвертельной флексионной остеотомии:  
а — уровень межвертельной остеотомии; б — флексия и смещение кпереди  
дистального костного фрагмента; в — изменение положения головки бедра  
в вертлужной впадине посредством разгибания в тазобедренном суставе*

Использование флексионной остеотомии по Г. Имхойзеру снижает риск остеонекроза головки бедра, при выполнении поворота фрагментов формируется метафизарная деформация, что увеличивает риск хондро-лабральных поражений и прогрессирование коксартроза [45].

Межвертельная флексионная вальгизирующая клиновидная остеотомия по У.О. Саутвикку (*англ.* W.O. Southwick; 1967) аналогична технике по Г. Имхойзеру. Поперечная остеотомия выполняется на уровне малого вертела. Отличие от операции по Г. Имхойзеру заключается в выполнении приведения и наружной ротации проксимального фрагмента. При этом происходит смещение большого вертела кзади, что ухудшает условия функционирования ягодичных мышц и отрицательно отражается на стабильности тазобедренного сустава [39, 46, 47].

Основной недостаток межвертельных остеотомий при устраниении шеечно-эпифизарных нарушений заключается в пересечении кости вдали от места локализации деформации.

**Остеотомии большого вертела.** Укорочение шейки бедренной кости, сопровождающееся увеличением большого вертела, может привести к импиджменту между вертелем и подвздошнойостью, что проявляется болью и ограничением отведения. Для коррекции таких анатомических нарушений проксимального отдела бедренной кости применяется транспозиция большого вертела. Задача этого вмешательства — улучшение biomechanических условий функционирования ягодичных мышц посредством низведения верхушки большого вертела до уровня центра головки [48, 49].

Известно множество вариантов остеотомий большого вертела. В зависимости от характера исходных анатомических нарушений используется несколько типов оперативного смещения вертела: дистальная транспозиция большого вертела, латеральная и комбинированная (рис. 3).

Дистальная транспозиция большого вертела применяется при высоком расположении его верхушки. При этом выполняется горизонтальная или фигурная остеотомия в вертельной области, резецируется костный фрагмент в основании большого вертела и производится перемещение его верхушки до контакта с остеотомированной поверхностью.



Рис. 3. Схема остеотомии большого вертела:

а — уровень остеотомии большого вертела; б — дистальная транспозиция большого вертела; в — латеральное смещение большого вертела с использованием костного аутотрансплантата из крыла подвздошной кости

Латеральная транспозиция большого вертела используется, когда шейка бедра укорочена, а верхний край вертела находится на уровне центра головки. Латеральное смещение вертела обеспечивается введением костного аутотрансплантата из крыла подвздошной кости в область между вертелем и бедром [50].

В большинстве случаев возникает необходимость в одновременном дистальном и латеральном смещении большого вертела. При этом, как правило, производится косая остеотомия от вертельной ямки до латерального края вертельной области [50].

Дальнейшие исследования других авторов подтверждают важность транспозиции большого вертела, при этом считается, что для биомеханики тазобедренного сустава латерализация вертела имеет большую значимость, чем его дистальное смещение.

В то же время результаты исследований ряда авторов свидетельствуют о том, что значительное (более 4 см) дистальное перемещение большого вертела может привести к структурным нарушениям ягодичных мышц и снижению их сократительной способности.

Когда одним из элементов многоплоскостной деформации является избыточная антеверсия шейки, некоторые авторы считают целесообразным выполнять передне-наружный наклон большого вертела. Однако избыточная антеверсия шейки не только неблагоприятно влияет на функцию ягодичных мышц, но и приводит к ухудшению переднего покрытия головки бедра крышей впадины. В связи с этим использование передне-наружного наклона вертела в качестве альтернативы деторсионной остеотомии бедра может быть оправдано только при сочетании его с реконструктивным вмешательством на тазовой кости.

Одним из неблагоприятных последствий перемещения большого вертела является повышение внутрисуставного давления вследствие натяжения ягодичных мышц, что увеличивает риск развития дистрофических изменений в суставе и может быть причиной прогрессирования коксартроза [51].

Чаще транспозиция большого вертела выполняется комбинированно с другими реконструктивными вмешательствами на проксимальном отделе бедренной кости. Основным назначением комбинированных вальгизирующих остеотомий является улучшение биомеханики сустава, которое достигается изменением плеча рычага аддукторов и медиализацией механического центра головки бедра [52]. Они применяются в случаях выраженной

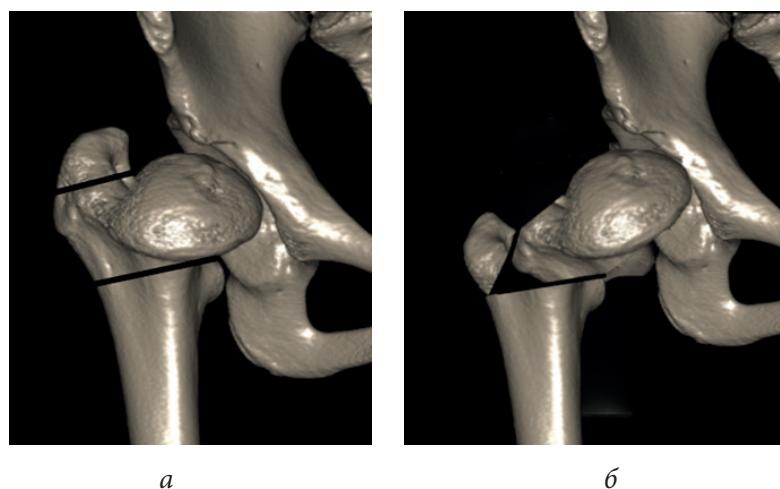
коxa vara, когда нормализация шеечно-диафизарного угла не приводит к правильному положению верхушки большого вертела.

Транспозиция большого вертела в сочетании с вальгизирующей остеотомией по Ф. Паувельсу (*нем.* F. Pauwels) предусматривает последовательное выполнение остеотомии большого вертела и межвертельной Y-образной остеотомии. После иссечения костного клина и коррекции варусной деформации производится латеральное и дистальное перемещение вертела [53].

Реконструкция проксимального отдела бедра по А. С. Имамалиеву включает в себя выполнение косой меж- или подвертельной вальгизирующей остеотомии и сегментарной клиновидной резекции большого вертела с основанием, обращенным кнаружи. Величина иссекаемого клина соответствует величине необходимого смещения большого вертела и углу запланированной вальгизации. Операция позволяет осуществлять в основном латеральное перемещение верхушки вертела.

Двойная чрезвертельная остеотомия производится посредством выполнения двух остеотомий — межвертельной и остеотомии большого вертела с последующим его смещением. Показаниями к выполнению такого вмешательства служат укорочение шейки, высокое расположение верхушки большого вертела, шеечно-эпифизарные и шеечно-диафизарные варусные или вальгусные деформации.

При выполнении двойной чрезвертельной вальгизирующей остеотомии по Х. Вагнеру (*нем.* H. Wagner) производятся две параллельные поперечные остеотомии: первая — через основание большого вертела; вторая — над малым вертелем по нижнему краю шейки бедренной кости (рис. 4). Затем дистальный фрагмент диафиза бедра медиализируется и отводится, в результате чего корректируется варусная шеечно-эпифизарная деформация. Фрагмент большого вертела смещается дистально, латерально и фиксируется [54].



*Рис. 4. Схема двойной вальгизирующей остеотомии по Х. Вагнеру:*

*а — линии остеотомий (межвертельной и остеотомии большого вертела); б — вальгизация дистального фрагмента бедра посредством отведения, низведение большого вертела*

Двойная чрезвертельная варизирующая остеотомия по Х. Вагнеру аналогична вальгизирующей. После выполнения чрезвертельной и поперечной межвертельной остеотомии резецируется фрагмент основания большого вертела. Варизация производится посредством приведения дистального фрагмента бедра. Остеотомированный костный фрагмент большого вертела смещается дистально и латерально и перекрывает снаружи область межвертельной остеотомии (рис. 5).

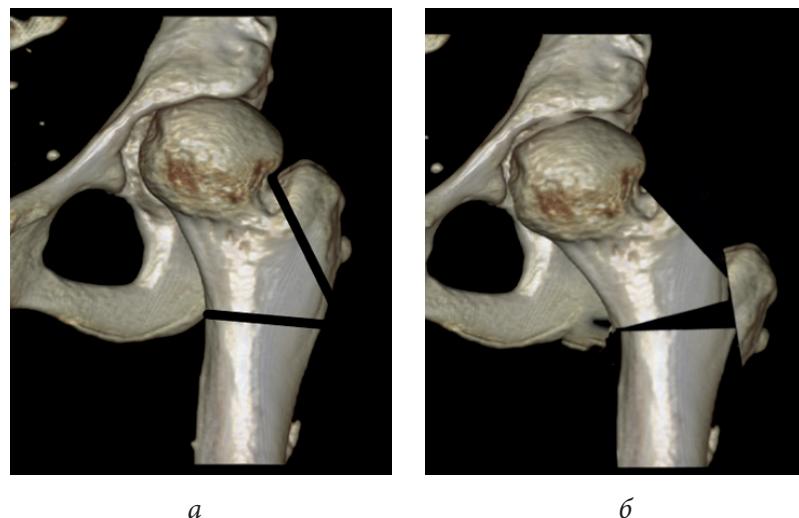


Рис. 5. Схема двойной варизирующей остеотомии по Х. Вагнеру:

а — линии остеотомий (межвертельная и остеотомия большого вертела); б — варизация дистального фрагмента бедренной кости посредством приведения и смещение большого вертела

По данным ряда авторов, операция по Х. Вагнеру является эффективным способом восстановления анатомии и биомеханики проксимального отдела бедра [50, 55]. Технические трудности заключаются в необходимости одномоментного перемещения нескольких костных фрагментов и их последующей стабилизации.

Двойная чрезвертельная остеотомия по Э. Моршеру (*англ. E. Morscher*) — истинная удлиняющая остеотомия шейки бедренной кости (*англ. femoral neck lengthening osteotomy*) с транспозицией большого вертела (рис. 6). Эта методика увеличивает длину шейки и восстанавливает положение большого вертела относительно головки бедра, уменьшает разницу длины нижних конечностей.

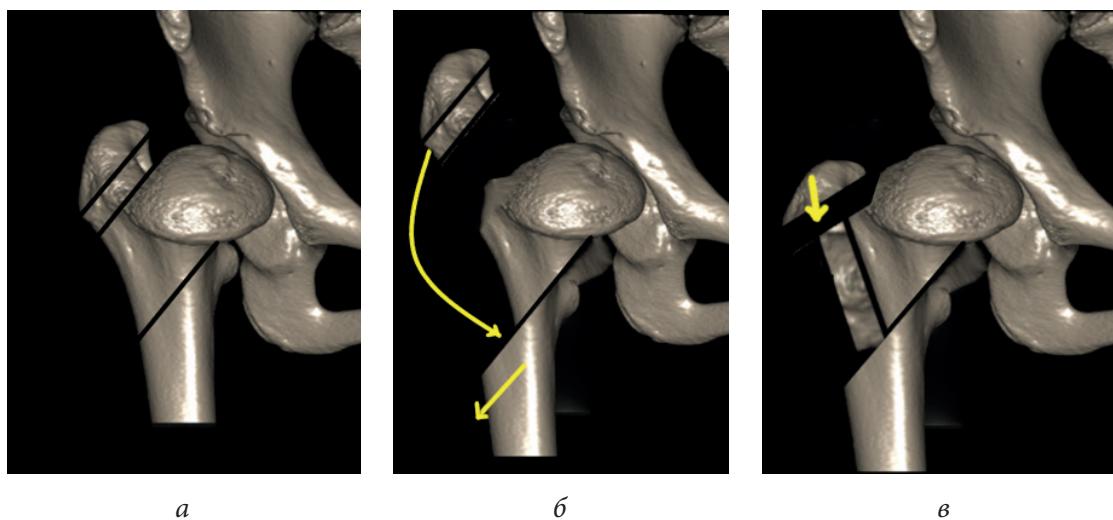


Рис. 6. Схема удлиняющей остеотомии шейки по Э. Моршеру:

а — линии двойной остеотомии большого вертела и косой межвертельной остеотомии; б — латерализация дистального конца бедренной кости, фиксация костного аутотрансплантата из основания большого вертела к латеральной части шейки; в — дистальное и латеральное смещения фрагмента верхушки большого вертела

Суть метода заключается в выполнении трех остеотомий проксимального отдела бедренной кости. Все остеотомии производятся под одним и тем же углом, их направление параллельно нижнему краю шейки. Первая остеотомия отсекает верхушку большого вертела, вторая проходит через его основание. Сформированный в результате двух остеотомий костный аутотрансплантат сохраняется. Следующая остеотомия производится над малым вертелем параллельно предыдущим. Дистальный отломок бедра смещается по линии остеотомии латерально. Фрагмент большого вертела фиксируется к латеральной поверхности шейки таким образом, чтобы сохранялась латерализация бедренного диафиза. Затем производятся дистальное и латеральное смещения большого вертела и его фиксация [1].

**Ротационные остеотомии.** По мнению некоторых специалистов, двойные и тройные чрезвертевые остеотомии не способны в полной мере устраниить патологическое отклонение головки во всех плоскостях. Применение ротационных остеотомий обеспечивает более полное изменение пространственного положения эпифиза посредством вращения проксимального фрагмента, включающего в себя головку и шейку бедра, вокруг оси шейки.

Несомненным достоинством ротационных остеотомий является возможность восстановления нарушенных суставных соотношений путем коррекции патологической ориентации головки и шейки без формирования угловых деформаций, проксимального смещения верхушки большого вертела, укорочения конечности. Ротационная остеотомия не устраняет имеющиеся дефекты головки, однако позволяет максимально использовать неповрежденные участки головки для улучшения конгруэнтности суставных поверхностей. Известные технологии такого вмешательства, как правило, предусматривают мобилизацию большого вертела и отличаются характером нарушения целостности вертельной области.

Чрезвертевая передняя ротационная остеотомия предложена Ё. Сугиокой (англ. Yo. Sugioka) в 1978 г. для лечения асептического некроза головки бедра. Изменение пространственного положения проксимального отдела бедра способствует выведению некротизированной части головки из нагружаемой зоны [56].

Этот способ также используется при лечении сложных шеечно-эпизарных деформаций. Выполнение чрезвертевой передней ротационной остеотомии по Ё. Сугиоке начинается с остеотомии большого вертела. Затем суставная капсула рассекается по окружности около края вертлужной впадины, шейка бедра обнажается спереди и сзади. Линия чрезвертевой остеотомии проходит под прямым углом к продольной оси шейки. Около малого вертела линия остеотомии должна проходить под прямым углом к чрезвертевой остеотомии, при этом малый вертел сохраняется в качестве опоры для проксимального фрагмента после ротации. Осуществляется ротационный поворот проксимального фрагмента бедра относительно дистального. Большой вертел сводится к исходному положению и производится его остеосинтез (рис. 7) [56, 57].

Применение задней ротационной остеотомии по А. М. Соколовскому при лечении деформаций II типа по классификации А. Каламчи и Дж. Д. Макэвена позволяет изменить пространственное положение головки и шейки бедренной кости и одновременно произвести смещение большого вертела. Производится межвертельная остеотомия с сохранением задней стенки вертельной области на дистальном фрагменте. При этом формируется V-образный паз, в котором после ротации проксимального фрагмента кзади на заданную величину достигается плотный контакт с дистальным фрагментом бедра [58].

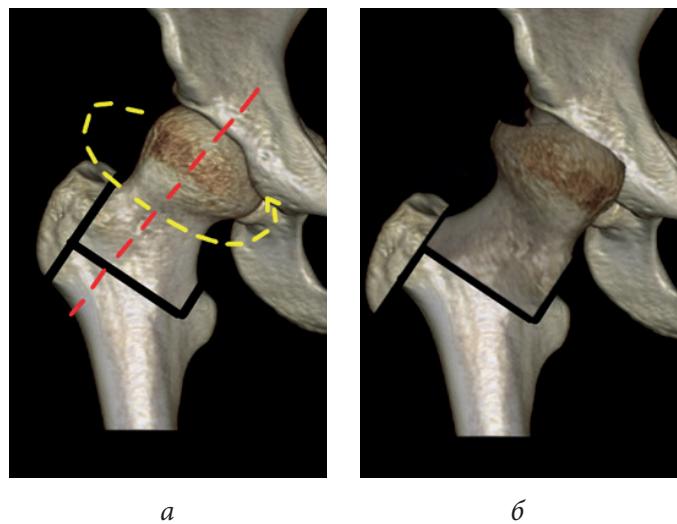


Рис. 7. Схема передней ротационной остеотомии по Ё. Сугиоке:

а — линии остеотомий (красный пунктир — ось шейки, вокруг которой будет производиться вращение проксимального фрагмента бедра; желтый пунктир — направление ротации проксимального фрагмента бедра); б — положение проксимального фрагмента бедра после ротации, фиксация большого вертела в исходном положении

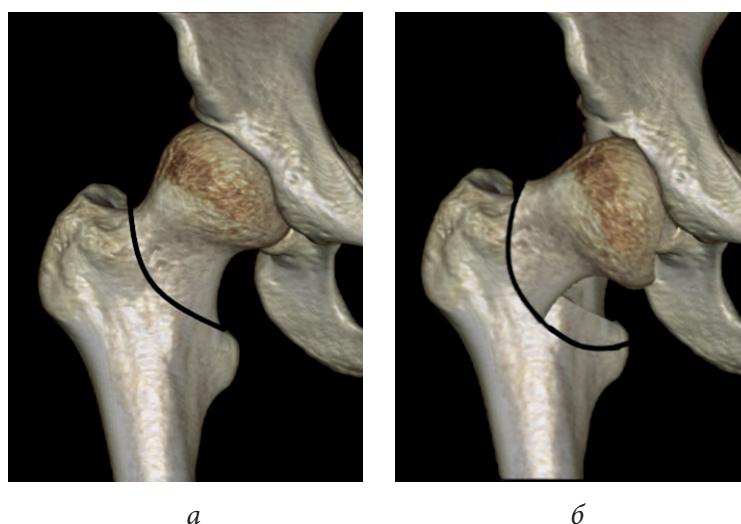
Ротационные остеотомии восстанавливают конгруэнтность суставных поверхностей и изменяют анатомию проксимального отдела бедренной кости. При этом большой коррекционный разворот проксимального отдела бедра способствует перерастяжению ветвей огибающей артерии бедра, что увеличивает риск развития ишемических расстройств в головке.

Чресшеечные базальные остеотомии используются при децентрации головки для коррекции шеечно-эпифизарных деформаций, при этом линия остеотомии проходит через основание шейки бедренной кости.

А. Нисио и Ё. Сугиока (англ. A. Nishio et Yo. Sugioka) в 1971 г. предложили способ чресшеечной изогнутой варизирующей остеотомии [59]. Выполняется чресшеечная С-образная остеотомия по линии, проходящей параллельно межвертельному гребню, на расстоянии 1 см латеральнее его. Для варизации шейки и головки нижняя конечность слегка приводится, и проксимальный костный фрагмент смещается книзу и вверх. При необходимости можно дополнительно произвести деторсию проксимального костного фрагмента (рис. 8) [60, 61]. Однако при шеечно-эпифизарном отклонении в горизонтальной плоскости полная коррекция приведет к уменьшению площади контакта проксимального и дистального фрагментов, что вызывает технические сложности для остеосинтеза и стабилизации и увеличивает риск формирования псевдоартроза.

В отличие от обычной варизирующей остеотомии при использовании методики А. Нисио и Ё. Сугиоки не происходит проксимального смещения большого вертела. Тем не менее такая методика не позволяет восстановить соотношения между большим вертелем и головкой бедра при исходном высоком расположении верхушки большого вертела.

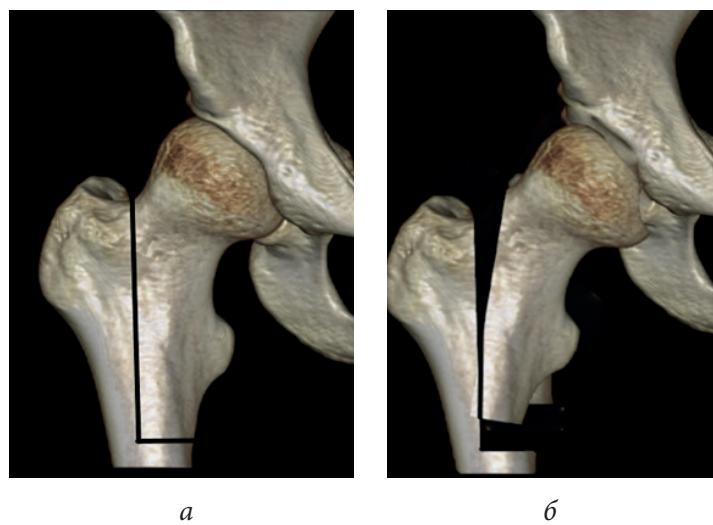
Выполнение L-образной остеотомии по В. Папавасилиу (англ. V. Papavasiliou) устраняет вальгусное отклонение эпифиза, способствует центрации головки в вертлужной впадине, улучшению соотношения между головкой и большим вертелем, удлиняет конечность.



*Rис. 8. Схема выполнения чресшеечной базальной остеотомии по А. Нисио и Ё. Сугиоке:*

*а — С-образная линия остеотомии; б — приведение дистального отдела бедренной кости и смещение проксимального отдела относительно дистального*

Чресшеечная L-образная остеотомия по В. Папавасилиу выполняется в сагittalном направлении от вертельной ямки вдоль оси бедренной кости. Затем производится горизонтальная остеотомия внутреннего кортикального слоя. При этом горизонтальная и продольная линии остеотомии соединяются под прямым углом (рис. 9). В область горизонтальной остеотомии вводится дистрактор и происходит постепенное движение проксимальной части бедра по дистальной. Возрастающее сопротивление мягких тканей постепенно варирует проксимальный фрагмент, при этом головка бедренной кости погружается в вертлужную впадину, а большой вертел смещается латерально и дистально [62].



*Рис. 9. Схема выполнения L-образной остеотомии по В. Папавасилиу:*

*а — линия остеотомий; б — смещение проксимального фрагмента бедра по дистальному и варизация*

Для устранения децентрации головки бедра, обусловленной вальгусным отклонением эпифиза, и одновременного восстановления соотношений между головкой и большим вер-

телем сотрудниками Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова (Курган) под руководством В. И. Шевцова предложен способ чресшеечной базальной корригирующе-удлиняющей остеотомии с коррекцией деформации при помощи аппарата Илизарова. Эта методика является аналогом операции А. Нисио и Ё. Сугиоки.

После установки и монтажа аппарата Илизарова через передний доступ к тазобедренному суставу выполняется С-образная чресшеечная базальная остеотомия, направление разреза проходит в сагиттальной плоскости. Коррекция деформации осуществляется посредством варизации дистального фрагмента бедра. В послеоперационном периоде при помощи шарнирного устройства аппарата внешней фиксации продолжается постепенная коррекция деформации, удлинение шейки. После достижения консолидации в области дистракционного регенерата шейки производится демонтаж аппарата Илизарова [63].

Преимущества использования методик чрескостного остеосинтеза при коррекции деформаций проксимального отдела бедренной кости заключаются в стабильной фиксации остеотомированных фрагментов и всего сустава. Особенностями применения такого способа остеосинтеза являются возможность постепенного дозированного перемещения костных фрагментов и обеспечение постоянной ширины суставной щели, что создает условия для адаптации мягкотканых и костных элементов сочленения. Это имеет важное значение для предупреждения дистрофических осложнений, поскольку реконструктивные вмешательства, предусматривающие удлинение шейки, транспозицию большого вертела, как правило, сопровождаются компрессией тазобедренного сустава.

#### *Внутрисуставные вмешательства*

Показаниями к внутрисуставным операциям являются внутрисуставной импиджемент, повреждение суставной губы, несоответствие суставных поверхностей, выраженная деформация головки.

К внутрисуставным операциям на бедренной кости относятся остеопластика головки и шейки с применением артроскопического метода, уменьшающая остеотомия головки, моделирующая резекция головки, субкапитальная чресшеечная остеотомия.

**Остеопластика головки и шейки.** Изначально внутрисуставные вмешательства на тазобедренном суставе выполнялись с использованием хирургического вывиха бедра, описанного Р. Ганцем и др. (англ. R. Ganz et al.) [64]. Хирургический вывих головки бедренной кости с сохранением мягкотканого лоскута с ретикулярными сосудами позволяет визуализировать внутрисуставные структуры тазобедренного сустава, при этом сохраняется кровоснабжение головки и снижается риск развития аваскулярного некроза [65, 66]. Стремление к малоинвазивной хирургии развивает технические возможности артроскопии.

Остеопластика головки и шейки с применением артроскопической техники при лечении сам-импиджемента используется для устранения асферичности головки и удаления костно-хрящевого разрастания в месте соударения шейки с краем вертлужной впадины [67]. Резекция пораженной кости в месте соединения головки и шейки на передне-боковой поверхности производится из стандартных портов. При этом формируется вогнутая поверхность шейки со слаженным костно-хрящевым переходом. При наличии повреждений внутрисуставных элементов вертлужной впадины дополнительно производится шов разрыва суставной губы, обработка хрящевого расслоения, резекция нестабильно-го хряща, костных фрагментов субхондрального перелома и участков склерозированной кости [68, 69].

Моделирующая резекция головки (хейлэктомия). Показаниями для нее являются деформированная уплощенная головка бедренной кости и аномальное отведение бедра по типу hinge abduction, экструзия головки, отсутствие хрящевого покрова латеральной части головки.

После рассечения капсулы тазобедренного сустава оценивается состояние головки бедренной кости. Производится частичная резекция выступающей части головки, находящейся спереди и снаружи от бороздки на суставной поверхности. Линия разреза головки и шейки бедренной кости проходит перпендикулярно проксимальной ростковой зоне [70].

При наличии сопутствующих морфологических изменений бедренной кости могут потребоваться дополнительные внесуставные вмешательства. При дефиците покрытия головки вертлужной впадины выполняется остеотомия таза [70].

Уменьшающая остеотомия головки. Во избежание повреждения ретикулярных сосудов, питающих головку бедренной кости, выполнение моделирующей резекции во фронтальной плоскости не рекомендуется [71]. Оптимальным способом для коррекции асферичности головки и уменьшения ее размеров во фронтальной плоскости считается уменьшающая остеотомия головки (сегментарная резекция головки (англ. femoral head reduction osteotomy)). Такая методика разработана Р. Ганцем и др. в 2001 г. для лечения деформированной головки бедренной кости после болезни Пертеса. По мнению Р. Ганца и др., центральная часть увеличенной головки наиболее подвержена повреждению краем вертлужной впадины, в то время как медиальная часть, находящаяся во впадине, и латеральная часть, находящаяся за ее пределами, имеют наиболее сохранный хрящевой покров [72]. Важным условием для выполнения сегментарной резекции является сохранение суставного хряща латеральной части головки.

Уменьшающая остеотомия головки выполняется посредством хирургического вывиха бедра, описанного Р. Ганцем и др. [64]. Формирование сосудистого мягкотканого лоскута, представляющего собой надкостничный лоскут задней поверхности проксимальной части бедренной кости и содержащего ветви медиальной артерии, огибающей бедренную кость, обеспечивает кровоснабжение головки бедра [71]. После остеотомии большого вертела и его мобилизации производятся капсулотомия и хирургический вывих бедра. Суть метода заключается в выполнении двух остеотомий головки в сагиттальном направлении, в результате чего увеличенная головка делится на три фрагмента. Пораженный центральный сегмент удаляется, латеральный и медиальный — сопоставляются друг с другом и фиксируются винтами без головок. Затем производится фиксация большого вертела винтами в нужном положении и вправление головки в вертлужную впадину [64, 71].

Для коррекции дисплазии вертлужной впадины и предотвращения развития нестабильности тазобедренного сустава выполняются внесуставные вмешательства на тазовом компоненте [73].

Субкапитальная чресшеечная остеотомия. Основное преимущество внутрисуставных субкапитальных остеотомий при лечении сложных шеечно-эпифизарных нарушений заключается в пересечении кости в месте локализации деформации. Некоторые авторы считают, что выполнение реконструктивных вмешательств на уровне деформации (на субкапитальном уровне) способно привести к анатомическому восстановлению проксимального отдела бедренной кости [74].

Клиновидная субкапитальная остеотомия по Дж. Б. Фишу (англ. J. B. Fish) предложена для лечения юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости [46]. В отличие от мо-

дифицированной остеотомии по Д. М. Данну (англ. D. M. Dunn) при выполнении метода Дж. Б. Фиша не производится остеотомия большого вертела и хирургический вывих бедра [75]. После капсулотомии и обнажения шейки выполняется дугообразная подголовчатая остеотомия с резекцией клиновидного фрагмента шейки с предварительно заданным углом остеотомии. Головка сопоставляется с шейкой и фиксируется винтами [76, 77].

### Заключение

Таким образом, проведенный анализ литературных данных подтверждает, что ишемические деформации проксимального отдела и головки бедренной кости способствуют раннему развитию коксартроза у детей. В связи с этим выполнение реконструктивных оперативных вмешательств необходимо для предупреждения развития артоза тазобедренного сустава или замедления его прогрессирования.

Выбор объема оперативного вмешательства определяется степенью морфологических изменений и функциональных нарушений. Общими показаниями для проведения внесуставных вмешательств являются деформация проксимального отдела бедра, укорочение шейки, гиперплазия большого вертела.

Показанием к выполнению деторсионно-варизирующей межвертельной остеотомии служит соха valga с децентрацией головки. Флексионная межвертельная остеотомия используется при ретроверзии эпифиза и субкапитальной сохи valga. Для коррекции шеечно-эпифизарных деформаций в месте их локализации применяются внутрисуставные субкапитальные чресшеечные остеотомии.

Остеотомии большого вертела используются при укорочении шейки и гиперплазии большого вертела. Сочетание остеотомии большого вертела с межвертельными или подвертельными остеотомиями позволяет одновременно производить коррекцию деформации и восстанавливать соотношения между большим вертелем и головкой бедренной кости.

Ротационные остеотомии используются для реориентации эпифиза и улучшения конгруэнтности суставных поверхностей.

Показаниями к использованию внутрисуставных вмешательств являются деформация головки бедренной кости, повреждения суставного хряща и лабральные повреждения, дисконгруэнтность суставных поверхностей, наличие внутрисуставного импиджемнета.

В настоящий момент единый стандарт хирургического лечения детей с ишемическими деформациями проксимального отдела и головки бедра отсутствует.

### Список источников | References

1. Baraka MM, Hefny HM, Thakeb MF, Mahran MA, El Ghazawy AK, Fayyad TA. Morscher's femoral neck lengthening osteotomy through surgical hip dislocation approach for preservation of Perthes and Perthes-like deformities. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2022;16(1):5–18. DOI: <https://doi.org/10.1177/18632521221080477>.
2. Kalamchi A, MacEwen GD. Avascular necrosis following treatment of congenital dislocation of the hip. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1980;62(6):876–888. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-198062060-00002>.
3. Clohisy JC, Nunley RM, Curry MC, Schoenecker PL. Periacetabular osteotomy for the treatment of acetabular dysplasia associated with major aspherical femoral head deformities. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2007;89(7):1417–1423. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00493>.
4. Chen M, Shang XF. Surgical treatment for young adult hip dysplasia: Joint-preserving options. *International Orthopaedics*. 2016;40(5):891–900. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2927-z>.
5. 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-*

- ical Orthopaedics and Related Research.* 2015;473(4):1370–1377. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-014-4115-7>.
- 6. Sokolovsky OA. Correction of the coxofemoral joint deformity after avascular necrosis of the hip proximal section in children. *Surgery News.* 2012;20(6):70–76. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/PKINHV>.
  - 7. Eltayeby HH, El-Adwar KL, Ahmed AA, Mosa MM, Standard SC. Femoral head reduction osteotomy for the treatment of late sequela of Legg-Calvé-Perthes disease and Perthes-like femoral head deformities. *Journal of Children's Orthopaedics B.* 2024;33(4):348–357. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPB.00000000000001109>.
  - 8. Oh CW, Guille JT, Kumar SJ, Lipton GE, MacEwen GD. Operative treatment for type II avascular necrosis in developmental dysplasia of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2005;434:86–91. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000163243.00357.1d>.
  - 9. Bozkurt C, Sarikaya B, Sipahioğlu S, Çetin BV, Bekin Sarikaya PZ, Kaptan AY, et al. Evaluation of avascular necrosis risk factors after closed reduction for developmental dysplasia of the hip before walking age. *Journal of Pediatric Orthopaedics B.* 2022;31(3):237–241. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000846>.
  - 10. Sankar WN, Gornitzky AL, Clarke NMP, Herrera-Soto JA, Kelley SP, Matheney T, et al. Closed reduction for developmental dysplasia of the hip: Early-term results from a prospective, multicenter cohort. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2019;39(3):111–118. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000895>.
  - 11. Hussain RN, Rad D, Watkins WJ, Carpenter C. The incidence of avascular necrosis following a cohort of treated developmental dysplasia of the hip in a single tertiary centre. *Journal of Children's Orthopaedics.* 2021;15(3):232–240. DOI: <https://doi.org/10.1302/1863-2548.15.200246>.
  - 12. Sponseller PD, Desai SS, Millis MB. Abnormalities of proximal femoral growth after severe Perthes' disease. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume.* 1989;71-B(4):610–614. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.71B4.2768308>.
  - 13. Bairdurashvili A, Nikityuk I, Kostomarova E, Kononova E, Barsukov D, Baskov V. Evaluation of functional results of surgical treatment in children with Legg-Calve-Perthes disease using a portable gait analysis system. *Genij Ortopedii.* 2020;26(4):508–515. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-508-515>.
  - 14. Wylie JD, McClincy MP, Uppal N, Miller PE, Kim YJ, Millis MB, et al. Surgical treatment of symptomatic post-slipped capital femoral epiphysis deformity: A comparative study between hip arthroscopy and surgical hip dislocation with or without intertrochanteric osteotomy. *Journal of Children's Orthopaedics.* 2020;14(2):98–105. DOI: <https://doi.org/10.1302/1863-2548.14.190194>.
  - 15. Dobbs MB, Sheridan JJ, Gordon JE, Corley CL, Szymanski DA, Schoenecker PL. Septic arthritis of the hip in infancy: Long-term follow-up. *Journal of Paediatric Orthopaedics.* 2003;23(2):162–168. PMID: <https://pubmed.gov/12604944>.
  - 16. Gupta S, Agarwal A. Current concepts in the management of septic hip sequelae in children. *International Journal of Paediatric Orthopaedics.* 2020;6(2):39–47. Available from: <https://clck.ru/3Qj8iE> (accessed 19 October 2025).
  - 17. Pollet V, Bonsel J, Ganzeboom B, Sakkens R, Waarsing E. Morphological variants to predict outcome of avascular necrosis in developmental dysplasia of the hip. *The Bone & Joint Journal.* 2021;103-B(5):999–1004. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.103B5.BJJ-2020-1485.R1>.
  - 18. Roposch A, Wedge JH, Riedl G. Reliability of Buchholz and Ogden classification for osteonecrosis secondary to developmental dysplasia of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2012;470(12):3499–3505. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2534-x>.
  - 19. Dombrowski M, McClincy MP. Surgical correction of a Healed Legg-Calve-Perthes deformity. *Operative Techniques in Orthopaedics.* 2020;30(1):100784. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oto.2020.100784>.
  - 20. O'Brien T, Millis MB, Griffin PP. The early identification and classification of growth disturbances of the proximal end of the femur. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* 1986;68(7):970–980. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-198668070-00003>.
  - 21. Hunka L, Said SE, MacKenzie DA, Rogala EJ, Cruess RL. Classification and surgical management of the severe sequelae of septic hips in children. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1982;171:30–36. DOI: <https://doi.org/10.1097/00003086-198211000-00004>.
  - 22. Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R. The natural history of Legg-Calvé-Perthes disease. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* 1981;63(7):1095–1108. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-198163070-00006>.
  - 23. Leibold CS, Vuillemin N, Büchler L, Siebenrock KA, Steppacher SD. Surgical hip dislocation with relative femoral neck lengthening and retinacular soft-tissue flap for sequela of Legg-Calve-Perthes disease. *Operative Orthopädie und Traumatologie.* 2022;34(5):352–360. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00064-022-00780-9>.
  - 24. Albers CE, Steppacher SD, Schwab JM, Tannast M, Siebenrock KA. Relative femoral neck lengthening improves pain and hip function in proximal femoral deformities with a high-riding trochanter. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2015;473(4):1378–1387. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-014-4032-9>.

25. Faure PA, Zaltz I, Côté K, Pelet S, Forsythe C, Beaulé PE, et al. Morscher osteotomy through surgical dislocation approach for true femoral neck lengthening with greater trochanter transposition. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2020;102(Suppl 2):66–72. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.20.00405>.
26. Trigg SD, Schroeder JD, Hulsopple C. Femoroacetabular Impingement Syndrome. *Current Sports Medicine Reports*. 2020;19(9):360–366. DOI: <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000748>.
27. Klaue K, Durnin CW, Ganz R. The acetabular rim syndrome. A clinical presentation of dysplasia of the hip. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1991;73(3):423–429. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B3.1670443>.
28. Podeszwa DA, DeLaRocha A. Clinical and radiographic analysis of Perthes deformity in the adolescent and young adult. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2013;33:S56–S61. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3182811f6>.
29. Kruczynski J. Avascular necrosis of the proximal femur in developmental dislocation of the hip. Incidence, risk factors, sequelae and MR imaging for diagnosis and prognosis. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1996; 67(Suppl 268):3–48. DOI: <https://doi.org/10.3109/17453679609155228>.
30. Teplenyk 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: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-502-507>.
31. Wells J, Nepple JJ, Crook K, Ross JR, Bedi A, Schoenecker P, et al. Femoral morphology in the dysplastic hip: Three-dimensional characterizations with CT. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017; 475(4):1045–1054. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-016-5119-2>.
32. Diachkova G, Teplenyk M, Diachkov K, Larionova T. Legg-Calvet-Perthes disease and aseptic necrosis of the femoral head: MRI-semiotics of the terminal disease stage with outcome in deforming arthrosis. *Genij Ortopedii*. 2020;26(3):370–375. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-3-370-375>.
33. Maranho DA, Nogueira-Barbosa MH, Zamarioli A, Volpon JB. MRI abnormalities of the acetabular labrum and articular cartilage are common in healed Legg-Calvé-Perthes disease with residual deformities of the hip. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2013;95(3):256–265. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.K.01039>.
34. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: A cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003;417:112–120. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2>.
35. Jakobsen SS, Overgaard S, Søballe K, Ovesen O, Mygind-Klavsen B, Dippmann CA, et al. The interface between periacetabular osteotomy, hip arthroscopy and total hip arthroplasty in the young adult hip. *EFORT Open Reviews*. 2018;3(7):408–417. DOI: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170042>.
36. Tsukanaka M, Halvorsen V, Nordsletten L, EngesæTer IØ, EngesæTer LB, Marie Fenstad A, et al. Implant survival and radiographic outcome of total hip replacement in patients less than 20 years old. *Acta Orthopaedica*. 2016;87(5):479–484. DOI: <https://doi.org/10.1080/17453674.2016.1212180>.
37. Peagler CL Jr, Parel P, Musgrave K, Dance S, Martinez R, Thakkar SC, et al. Skeletal maturity might not be a factor in optimizing outcomes in total hip arthroplasty. *Cureus*. 2025;17(1):e77526. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.77526>.
38. Van de Velde SK, Loh B, Donnan L. Total hip arthroplasty in patients 16 years of age or younger. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2017;11(6):428–433. DOI: <https://doi.org/10.1302/1863-2548.11.170085>.
39. Ploeger MM, Gathen M, Struwe C, Placzek R. Proximal femoral osteotomies in the adolescence: Indications and treatment strategies. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2021;159(2):153–163. (In Eng., Germ.). DOI: <https://doi.org/10.1055/a-1023-4679>.
40. Millis MB, Murphy SB, Poss R. Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1995;77(4):626–647. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-199504000-00018>.
41. Sakalouski AA, Likhacheuski YuV, Dosanov BA, Sakalouskaya DA. The results of detorsion-varus osteotomy of the femur in children with Kalamchi type II deformity. *Meditinskije novosti*. 2015;(7):45–49. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/UGUMCT>.
42. Barsukov D, Krasnov A, Baskov V, Pozdnikin I, Volochin S, Baskaeva T, et al. Corrective femoral osteotomy in the complex treatment of children with Legg-Calve-Perthes disease. *Genij Ortopedii*. 2017;23(1): 63–70. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2017-23-1-63-70>.
43. Louahem M'sabah D, Assi C, Cottalorda J. Proximal femoral osteotomies in children. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2013;99(1 Suppl): S171–S186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.11.003>.
44. Schai PA. Indication for and results of intertrochanteric osteotomy in slipped capital femoral epiphysis. *Die Orthopäde*. 2002;31(9):900–907. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00132-002-0379-9>.
45. Baraka MM, Hefny HM, Thakeb MF, Fayyad TA, Abdelazim H, Hefny MH, et al. Combined Imhauser osteotomy and osteochondroplasty in slipped capital femoral epiphysis through surgical hip dislocation approach. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2020;14(3):190–200. DOI: <https://doi.org/10.1302/1863-2548.14.200021>.

46. Fish JB. Cuneiform osteotomy of the femoral neck in the treatment of slipped capital femoral epiphysis. A follow-up note. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1994;76(1):46–59. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-199401000-00007>.
47. Coppola C, Sadile F, Lotito FM, Cigala F, Shanmugam C, Maffulli N. Stabil Southwick osteotomy in stable slipped capital femoral epiphysis: A long-term outcome study. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2008;42(5):358–364. DOI: <https://doi.org/10.3944/aott.2008.358>.
48. Eilert RE, Hill K, Bach J. Greater trochanteric transfer for the treatment of coxa brevis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2005;434:92–101. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000163474.74168.6f>.
49. Beck M, Krüger A, Katthagen C, Kohl S. Osteotomy of the greater trochanter: Effect on gluteus medius function. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2015;37(6):599–607. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00276-015-1466-z>.
50. Wagner H, Holder J. Treatment of osteoarthritis of the hip by corrective osteotomy of the greater trochanter. In: Schatzker J (ed.). *The intertrochanteric osteotomy*. Berlin: Springer; 1984. P. 179–201. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-68052-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-68052-6_7).
51. Givon U, Schindler A, Ganel A, Levy O. Distal transfer of the greater trochanter revisited: Long-term follow-up of nine hips. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1995;15(3):346–348. DOI: <https://doi.org/10.1097/01241398-199505000-00017>.
52. Kurup HV, Clarke NM. Sugioka transtrochanteric valgus osteotomy for hinge abduction in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2011;31(7):727–731. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31822f0670>.
53. Magu NK, Lahoti O. Management of femoral neck fracture non union with modified Pauwels' osteotomy. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2021;25:101721. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101721>.
54. Akgül T, Şen C, Balci Hİ, Polat G. Double intertrochanteric osteotomy for trochanteric overgrowth and a short femoral neck in adolescents. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2016;24(2):387–391. DOI: <https://doi.org/10.1177/1602400324>.
55. Lengsfeld M, Schuler P, Griss P. The long-term (8–12 years) results of valgus and lengthening osteotomy of the femoral neck. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2001;121(4):201–204. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004020000214>.
56. Sugioka Y. Transtrochanteric anterior rotational osteotomy of the femoral head in the treatment of osteonecrosis affecting the hip: A new osteotomy operation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1978;130:191–201. DOI: <https://doi.org/10.1097/00003086-197801000-00019>.
57. Funahashi H, Osawa Y, Takegami Y, Imagama S. Trochanteric rotational osteotomy in patients with concomitant osteonecrosis of the femoral head and trochanter: A case report. *Journal of Orthopaedic Reports*. 2024;3(3):100300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jorep.2023.100300>.
58. Likhachevskii YV, Sakalouski AA. Results of the posterior rotational hip osteotomy in children of school age with type II deformity of Kalamchi. *Meditinskie novosti*. 2018;(3):77–82. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/YUVZWV>.
59. Lee YK, Park CH, Ha YC, Kim DY, Lyu SH, Koo KH. Comparison of surgical parameters and results between curved varus osteotomy and rotational osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. *Clinics in Orthopaedic Surgery*. 2017;9(2):160–168. DOI: <https://doi.org/10.4055/cios.2017.9.2.160>.
60. Nishio A, Sugioka Y. A new technique of the varus osteotomy at the upper end of the femur. *Ortopaedic and Disaster Surgery*. 1971;20(3):381–386. (In Jap.). DOI: <https://doi.org/10.5035/nishiseisai.20.381>.
61. Watanabe M, Ishikawa T, Kagaya S, Kuzushima D, Kachi I, Tanabe S, et al. Spherical varus rotational osteotomy of the femur using a navigation system as extra-articular surgery for extensive osteonecrosis of femoral head: A case control study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2024;19(1):454. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13018-024-04951-1>.
62. Papavasiliou V, Nenopoulos S, Papavasiliou A, Christoforides J. Elongation of the femoral neck in Perthes disease. *Acta Orthopaedica Belgica*. 2005;71:414–423. URL: [https://www.actaorthopaedica.be/assets/1170/08-Papavasiliou\\_et\\_al.pdf](https://www.actaorthopaedica.be/assets/1170/08-Papavasiliou_et_al.pdf) (accessed 29.10.2025).
63. Makushin VD, Tioplenky MP, Loginova NG. Treatment of the combined deformity of proximal femur. *Genij Ortopedii*. 2007;(2):96–98. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/IUIYGD>.
64. Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. 2001;83(8):1119–1124. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620x.83b8.11964>.
65. Ricciardi BF, Sink EL. Surgical hip dislocation: Techniques for success. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2014;34:S25–S31. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000296>.
66. Beaulé PE, Le Duff MJ, Zaragoza E. Quality of life following femoral head-neck osteochondroplasty for femoroacetabular impingement. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2007;89(4):773–779. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00681>.
67. Clohisy JC, Zebala LP, Nepple JJ, Pashos G. Combined hip arthroscopy and limited open osteochondroplasty for anterior femoroacetabular impingement. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2010;92(8):1697–1706. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00326>.

68. Chow RM, Kuzma SA, Krych AJ, Levy BA. Arthroscopic femoral neck osteoplasty in the treatment of femoroacetabular impingement. *Arthroscopy Techniques*. 2013;3(1):e21–e25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2013.08.007>.
69. Mortensen AJ, Duensing I, Aoki SK. Arthroscopic femoral osteochondroplasty for cam-type femoroacetabular impingement: Cortical-cancellous sclerotic boundary guides resection depth. *Arthroscopy Techniques*. 2020;9(9):e1309–e1314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.05.011>.
70. Rowe SM, Jung ST, Cheon SY, Choi J, Kang KD, Kim KH. Outcome of cheilectomy in Legg-Calve-Perthes disease: Minimum 25-year follow-up of five patients. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2006;26(2):204–210. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000194696.83526.6d>.
71. Siebenrock KA, Anwander H, Zurmühle CA, Tannast M, Slongo T, Steppacher SD. Head reduction osteotomy with additional containment surgery improves sphericity and containment and reduces pain in Legg-Calvé-Perthes disease. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2015;473(4):1274–1283. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-014-4048-1>.
72. Paley D. The treatment of femoral head deformity and coxa magna by the Ganz femoral head reduction osteotomy. *Orthopedic Clinics of North America*. 2011;42(3):389–399. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocn.2011.04.006>.
73. Bortulev PI, Baskaeva TV, Poznovich MS, Barsukov DB, Pozdnikin IYu, Rustamov AN. Femoral Head Reduction Osteotomy for the Treatment of Severe Femoral Head Deformities and Articular Incongruity in Children with Perthes Disease. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2025;31(1):20–33. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17645>.
74. Ziebarth K, Zilkens C, Spencer S, Leunig M, Ganz R, Kim YJ. Capital realignment for moderate and severe SCFE using a modified Dunn procedure. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2009;467(3):704–716. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0687-4>.
75. Tannast M, Jost LM, Lerch TD, Schmaranzer F, Ziebarth K, Siebenrock KA. The modified Dunn procedure for slipped capital femoral epiphysis: The Bernese experience. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2017; 11(2):138–146. DOI: <https://doi.org/10.1302/1863-2548-11-170046>.
76. Zang J, Uchiyama K, Moriya M, Li Z, Fukushima K, Yamamoto T, et al. Intracapsular cuneiform osteotomy compared with in-situ pinning for the management of slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2018;27(6):491–495. DOI: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000530>.
77. Faldini C, De Fine M, Di Martino A, Fabbri D, Borghi R, Pungetti C, et al. Anterior minimally invasive sub-capital osteotomy without hip dislocation for slipped capital femoral epiphysis. *International Orthopaedics*. 2016;40(8):1615–1623. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-015-3015-0>.

### Информация об авторах

**Алина Викторовна Акимова**✉ — аспирант, травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 11, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова, Курган, Россия.

E-mail: fu-fu.psinka.16@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9213-7287>

**Михаил Павлович Тепленый** — доктор медицинских наук, заведующий, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова, Курган, Россия.

E-mail: teplenkiymp@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1973-5192>

### Information about the authors

**Alina V. Akimova**✉ — Postgraduate Student, Traumatologist-Orthopedist of the Traumatology and Orthopedics Department No. 11, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia.

E-mail: fu-fu.psinka.16@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9213-7287>

**Mikhail P. Teplenkiy** — Doctor of Sciences (Medicine), Head of the Traumatology and Orthopedics Department No. 11, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia.

E-mail: teplenkiymp@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1973-5192>

Рукопись получена: 19 октября 2025. Одобрена после рецензирования: 21 ноября 2025. Принята к публикации: 8 декабря 2025.

Received: 19 October 2025. Revised: 21 November 2025. Accepted: 8 December 2025.