

<https://doi.org/10.38181/2223-2427-2022-1-38-46>

УДК 616.718.41-001.512-053.7-036.17-089

©Егиазарян К.А., Григорьев А.В., Ратьев А.П., 2022

ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКА И ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ ЮНОШЕСКОГО ЭПИФИЗЕОЛИЗА ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

ЕГИАЗАРЯН К.А.¹, ГРИГОРЬЕВ А.В.², РАТЬЕВ А.П.¹

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московская областная клиническая травматолого-ортопедическая больница». г. Москва, Россия

Реферат:

Цель: описать эпидемиологию, возможные причины и предрасполагающие факторы к развитию юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости. Проследить эволюцию классификаций эпифизеолиза. Проанализировать показания к хирургическому лечению, а также виды хирургического лечения.

Материалы и методы: в данной обзорной статье произведен анализ данных российской и зарубежной литературы по вопросам этиологии, патогенеза, диагностики и лечения юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости.

Результаты: в виду частого распространения в популяции, высоких рисков инвалидизации пациентов детского возраста, вопрос лечения юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости остается весьма актуальным. Предложено множество способов хирургического лечения в зависимости от стадии заболевания, однако они имеют свои преимущества и недостатки.

Выводы: Консервативное лечение в долгосрочной перспективе не показало хороших результатов, общепринятым, согласно большинству источников литературы, считается хирургическое лечение. Золотого стандарта в хирургическом лечении заболевания не существует на сегодняшний день, а методы и тактика лечения совершенствуются.

Ключевые слова: юношеский эпифизеолиз головки бедренной кости, остеотомии бедренной кости, обзор.

ETIOLOGY, PATHOGENESIS, DIAGNOSIS AND PRINCIPLES OF TREATMENT OF SLIPPED CAPITAL FEMORAL EPIPHYSIS. LITERATURE REVIEW

EGIAZARYAN K.A.¹, GRIGORIEV A.V.², RATIEV A.P.¹

¹ Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

² State Budget Health Institution of the Moscow Region «Moscow Regional Clinical Traumatology and Orthopedic Hospital». Moscow, Russia

Abstract:

Aim: to describe the epidemiology, possible causes and predisposing factors for the development of slipped capital femoral epiphysis. To follow the evolution of classifications. Analyze indications for surgical treatment, as well as types of surgical treatment.

Materials and methods: this review article analyzes the data of Russian and foreign literature on the etiology, pathogenesis, diagnosis and treatment of slipped capital femoral epiphysis.

Results: in view of the frequent distribution in the population, high risks of disability in pediatric patients, the issue of treatment of slipped capital femoral epiphysis remains very relevant. Many methods of surgical treatment have been proposed depending on the stage of the disease, however, they have their own advantages and disadvantages.

Conclusions: Conservative treatment in the long term did not show good results, generally accepted, according to most sources of literature, surgical treatment is considered. The gold standard in the surgical treatment of the disease does not exist today, and the methods and tactics of treatment are being improved.

Keywords: slipped capital femoral epiphysis, osteotomies of the femur, review.

Введение

Юношеский эпифизеолиз головки бедренной кости (ЮЭГБК) – это заболевание, встречающееся в подростковом и юношеском возрасте, представляющее собой хроническое (длительное по времени) или острое (одномоментное) смещение либо даже полное отделение проксимального эпифиза бедренной кости на уровне ростковой пластинки [1]. Недостаточное знакомство врачей с этим заболеванием, приводит к частым ошибкам в диагностике. До настоящего времени подавляющее большинство детей с ЮЭГБК поступают на стационарное лечение поздно, с уже выраженной деформацией проксимального отдела бедренной кости. Пациентам выставляются всевозможные диагнозы (болезнь Пертеса, перелом шейки бедренной кости, артриты тазобедренного и коленного суставов, туберкулезный коксит), а каждому третьему больному диагноз не был поставлен вообще. В итоге от появления первых симптомов заболевания до госпитализации нередко проходят месяцы и даже годы [2,3].

История. Эпидемиология. Этиология и патогенез. Факторы риска

Считается, что ЮЭГБК был впервые описан знаменитым французским хирургом Амбруазом Паре в 1572 г. Он связывал его возникновение с изменениями синовиальной жидкости и перенесенной цингой. В 1888 году Muller впервые описал клиническую картину данного заболевания и назвал его «сгибанием шейки бедра у подростков». В 1894 году Kocher предложил термин юношеская соха vara. В отечественной литературе данное заболевание длительное время относили к варусным деформациям шейки бедренной кости. С 50-х годов двадцатого века ЮЭГБК стал рассматриваться как самостоятельная нозологическая форма [4,5].

Этиология юношеского эпифизеолиза до сих пор не ясна. С начала 20 века выдвигалось множество теорий развития заболевания, главной причиной считали травму, анатомические особенности строения головки бедренной кости, перенесенный рахит, либо инфекционный коксит. Однако большинство случаев ЮЭГБК все же идеопатические. Заболевание часто ассоциируется с эндокринными заболеваниями (гипер- или гипотиреозидизм, нарушение выработки гормона роста и половых гормонов). Гипотиреозидизм – это самая частая причина среди пациентов с идеопатической формой заболевания [6].

Согласно данным литературы, дети с юношеским эпифизеолизом составляют от 1,5 до 5% от общего числа

детей с ортопедической патологией. Соотношение пациентов мужского и женского пола составляет 3:2. Генетически ЮЭГБК является аутосомно-доминантным заболеванием, при котором фактор риска достигает 7,1% в отношении второго ребенка [7].

Заболевание развивается в юношеском и подростковом возрасте, а распространенность в популяции составляет в среднем 10,8 случаев на 100000 (при этом частота колеблется от 0,33 до 24,8 случаев по данным разных исследователей) [8]. Чаще всего дебют заболевания приходится на 11,2 года – у девочек и на 12,0 лет – у мальчиков [9]. Левое бедро статистически поражается чаще, однако примерно в 25% случаев процесс двусторонний [10]. Причем признаки смещения на второй стороне фиксируются в сроки от 2 месяцев до 4 лет после появления признаков заболевания на первом суставе [11].

Достоверным фактором риска развития заболевания является ожирение. Другие предрасполагающие факторы включают мужской пол, быстрый рост ребенка, предшествующая лучевая терапия, а также ретроверсия шейки бедренной кости или вертлужной впадины. В последнее время отмечается увеличение распространенности заболевания, что вероятно, связано с увеличением ожирения в популяции [12].

Существует несколько патофизиологических теорий развития заболевания.

Многие авторы считают, что в основе возникновения и развития юношеского эпифизеолиза лежит патологическая перестройка шейки бедренной кости, наступившая в результате избыточных нагрузок и врожденных факторов функциональной неполноценности костной ткани [13]. Некоторые исследователи считают, что у пациентов с юношеским эпифизеолизом происходит торможение роста заднего участка шейки бедренной кости, что приводит к наклону эпифизарной пластинки с последующим смещением эпифиза [14]. Scharschmidt et al. провели микродиссекцию гистологических образцов биопсии ростковой зоны пациентов с эпифизеолизом. Они обнаружили подавление синтеза коллагена 2 типа в исследуемых образцах. Описаны также и другие гистологические изменения в ростковой зоне по сравнению со здоровыми образцами: это и соотношение клеток и внеклеточного матрикса, и организация колонн, однако значение этих изменений неизвестно [15,16].

В последние годы предпочтение отдается теории нарушения баланса эндокринной системы [17]. В ходе под-

росткового стремительного роста происходит увеличение колоссального количества гормонов в растущем организме. До полового созревания рост костного скелета контролируют тиреоидные гормоны, а также инсулиноподобный фактор роста, однако в пубертатном периоде активизируется синтез половых гормонов. Некий дисбаланс указанных гормонов оказывает влияние на развитие ростковой зоны бедренной кости. При увеличении синтеза половых гормонов в пубертатном возрасте, по принципу обратной отрицательной связи, увеличивается и синтез в гипоталамусе фактора роста [18,19].

Андрогены и эстрогены влияют на рост и развитие подростка на капямую, так и опосредовано через эстрогеновые рецепторы. Эстрогены влияют на ростковые зоны как у мальчиков, так и у девочек. При этом гормон может вызывать два эффекта: низкие дозы эстрогенов стимулируют продольный рост скелета, синтез хондроцитов (из-за увеличения синтеза фактора роста), а высокие дозы эстрогенов вызывают закрытие зон роста. Как известно, синтез эстрогенов происходит не только в гонадах, то также и в жировой ткани, поэтому ожирение – является фактором риска развития заболевания [20,21]. Также количество жировой ткани и уровень гормона лептин находится в прямой зависимости. Лептин также влияет на дифференцировку хондроцитов в ростковой зоне, увеличивает площадь пролиферации ростковой зоны, что вызывает ее «слабость». Важную роль играют гормоны щитовидной железы, глюкокортикостероиды, а также уровень витамина Д [22,23].

Таким образом, тучность вместе с уменьшением антеторсии проксимального отдела бедра кости и незрелостью костной ткани – главная причина ЮЭГБК [24].

Клинические проявления ЮЭГБК

Клиника ЮЭГБК достаточно типична и при выраженной степени заболевания не вызывает трудностей, но не на начальных этапах процесса. Диагноз основывается на глубоком анализе жалоб больного, сборе анамнестических сведений, общеклиническом и ортопедическом обследовании, данных рентгенографии, КТ и МРТ [25,26].

Ранними клиническими симптомами при эпифизеолизе являются периодические боли в тазобедренных и коленных суставах, утомляемость, хромота, ограничение внутренней ротации бедра, болезненные пассивные движения в тазобедренном суставе, ограничение осевой нагрузки на пораженную конечность. Наиболее четко

ограничение ротации и болезненность в тазобедренном суставе проявляется при сгибании конечности в коленном и тазобедренном суставах под прямым углом. Наиболее патогномичной является боль в тазобедренном суставе (52%), однако нередко встречается боль в паху (13,9%), в бедре (35%), а также коленном суставе (26%) [27].

Дальнейшее прогрессирование деформации связано с развитием ротационной контрактуры в тазобедренном суставе и недостаточностью ягодичных мышц. Главным, патогномичным симптомом эпифизеолиза, является фиксированная наружная ротация бедра с ограничением внутренней и соответственным увеличением амплитуды наружной ротации (симптом Drehmann) [28]. Попытки устранить порочную установку неэффективны и сопровождаются болью. Отведение бедра при выпрямленной ноге также ограничено. Сгибание в тазобедренном суставе происходит под углом к вертикальной оси тела, вследствие чего наклон корпуса кпереди ограничен. К более поздним симптомам относят: симптом Гофмейстера, когда при сгибании конечности в коленном и тазобедренном суставах происходят латеральное отклонение и наружная ротация бедра. Симптом ротации таза – при попытке поставить пятки и носки стоп вместе, половина таза на больной стороне смещается вперед. Симптом перекрещивающихся голени – при стоянии на коленях при двустороннем заболевании отмечается перекрест голени, а при одностороннем поражении, голень больной ноги перекрещивает голень здоровой. Симптом Тренделенбурга. Укорочение конечности на несколько сантиметров, высокое стояние большого вертела, на заключительном этапе заболевания – тугоподвижность [29,30].

Диагностика ЮЭГБК

Рентгенологическая картина ЮЭГБК является главной в установлении правильного диагноза. Исследование необходимо производить в двух проекциях: передне-задней и боковой по Лауэнштейну. Особенно информативна последняя. Степень уменьшения шейечно-диафизарного угла и эпифизарно-диафизарного угла определяют на передне-задней рентгенограмме тазобедренного сустава, степень антеверсии шейки – на профильной рентгенограмме, а степень ретроверсии головки на рентгенограмме по Лауэнштейну [31].

Выделяют две группы рентгенологических признаков: признаки смещения и признаки структурных изменений в ростковой зоне и шейке бедренной кости. В начальной стадии заболевания участки остеопороза че-

редуются с участками остеосклероза, поэтому слоистопятнистый вид шейки бедра назван "симптомом шкуры леопарда". В более поздние сроки заболевания на первом плане выступают признаки смещения эпифиза бедра. Сама шейка представляется укороченной и утолщенной. По передне-верхнему ее контуру отмечается образование шипа. На рентгенограмме, выполненной в проекции по Лауэнштейну, на ранних стадиях болезни смещение эпифиза кзади видно наиболее четко. Шеечно-эпифизарный угол, в норме равный 90° , уменьшается в зависимости от величины смещения головки кнаружи. В проекции по Лауэнштейну также возможно рентгенометрическое изучение степени смещения эпифиза путем измерения эпифизарного угла, образованного продольной осью шейки бедра и линией, проведенной через периферические крайние точки основания эпифиза, т.е. плоскостью эпифизарной пластинки [32].

Для определения смещения эпифиза удобно использовать линию Klein, которая представляет собой касательную, проведенную по верхнему краю шейки бедренной кости. В норме эта линия отсекает наружную часть головки. При начинающемся эпифизеолизе площадь отсекаемого участка головки меньше в сравнении со здоровой стороной. Другим вспомогательным рентгенологическим признаком является, так называемый, метафизарный белый контур или линия SteelKlein. Этот признак обусловлен увеличением плотности параэпифизарной зоны, видимой на уровне метафиза на рентгенограммах в передне-задней проекции [33].

Если рентгенограммы не показательны, то используется МРТ диагностика. Метод позволяет на ранних этапах заподозрить заболевания, когда смещение эпифиза еще не произошло. Мрт позволяет выявить «предсозвывание» и отек костного мозга [34].

Классификация эпифизеолиза головки бедренной кости

В практической деятельности используется несколько классификаций ЮЭГБК. Некоторые из классификаций на данный момент практического значения не имеют. Наиболее часто применяются классификации по величине доминирующего смещения, по форме и по стадии процесса. 1. Инициальное смещение. 2. Эпифизарная трансформация. 3. Резидуальная деформация [35].

Классификация по величине смещения (Southwick Slip Angle Classification) основана на величине уменьшения шеечно-эпифизарного угла: легкая до 30° градусов,

средняя от 30° до 50° градусов, тяжелая больше 50° градусов [36].

Классификация по стабильности эпифиза бедренной кости (Loder Classification) основана на возможности нагружать пораженную конечность. Стабильная форма – пациент может нагружать больную ногу с костылями или без. (низкий риск остеонекроза – менее 10%). Нестабильная форма – нагрузка невозможна даже с костылями (высокий риск остеонекроза – больше 47%) [37].

Также существует классификация, которая сочетает в себе несколько вышеописанных классификаций и, на наш взгляд является прогностически более выгодной. Классификация Кречмара (1982г.) [38].

I стадия — предсмещение. Отсутствие признаков смещения эпифиза, выраженные структуральные изменения в проксимальной ростковой зоне и ШБК.

II стадия — смещение эпифиза назад до 30° и вниз до 15° на фоне структуральных изменений в ШБК при «открытой» проксимальной ростковой зоне бедренной кости.

III стадия — смещение эпифиза назад более 30° и вниз более 15° на фоне структуральных изменений в ШБК при «открытой» ростковой зоне бедренной кости.

IV стадия — острое смещение эпифиза назад и вниз при неадекватной травме и «открытой» ростковой зоне бедренной кости.

V стадия — остаточная деформация ПОБК при различной степени смещения эпифиза и синостозе проксимальной ростковой зоны.

Гистологическая картина ЮЭГБК

Описание гистологических изменений, выявленных отечественными и иностранными авторами, в целом одинаково. М.Н. Павлова и Н.Ю. Филюшкин в результате проведенных гистологических исследований выявили дезорганизацию хряща с дисплазией зоны роста и постепенной дифференциацией эпифизарного хряща в гиалиновый [39].

По данным Е.Н. Ярошевской и А.Н. Кречмара, линия разрыва хрящевой ткани ростковой пластинки была неровной и располагалась большей частью в слое колонок метафизарной зоны энхондрального роста. Патологическую основу скольжения эпифиза составляют мелкоочаговые дистрофические изменения губчатой кости параэпифизарной зоны шейки бедра. Они проявляются отсутствием ядер в остеоцитах, частичным рассасыванием костного вещества в балках спонгиозы и кортикальном слое шейки бедра. Кроветворный костный

мозг, характерный для губчатой кости этого возраста, замещается жировым костным мозгом. При более выраженных нарушениях костномозговое содержимое межбалочных пространств находится в состоянии некробиоза или замещается бедной клетками волокнистой тканью, в которой, вследствие очагового распада, появляются единичные или множественные кисты. В единичных случаях наблюдались обширные поля тканевого детрита вследствие массивного распада тканей межбалочного пространства. В ряде случаев, которые сопровождалась распадом ткани межбалочных пространств, выявляли нарушения кровообращения в виде распада эритроцитов, застоя плазмы в расширенных сосудах, отека окружающих тканей [40].

Изучение кровотока верхнего метафиза бедра показало, что у всех больных имеется картина недостаточности кровоснабжения в головке и шейке. Что является одной из основных причин медленного развития репаративных процессов. Проводилось множество биохимических исследований, в ходе которых установлены изменения в минеральном, углеводном и липидном обменах, а также в обмене органических компонентов костной ткани. Отмечено нарушение содержания холестерина, неорганического фосфора, активности щелочной фосфатазы в крови, наличие у больных патологических гликемических кривых [41].

Варианты лечения ЮЭГБК

В основе лечения юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости, в зависимости от стадии заболевания (или формы заболевания и степени смещения, либо стабильности) лежат мероприятия, направленные на предупреждение развития деформации проксимального отдела бедренной кости и устранение уже сформировавшихся анатомических и функциональных нарушений. Эти принципы были сформулированы Hofmeister еще в 1894 году. Существует 2 способа лечения этой патологии – консервативный и хирургический. Консервативное лечение включает: покой и разгрузка без иммобилизации, фиксация гипсовой повязкой, закрытое одномоментное вправление при остром соскальзывании, скелетное или накожное вытяжение. Консервативное лечение проводится длительно, до синостозирования эпифиза с шейкой бедренной кости. Результат лечения во многом зависит от величины смещения головки. Многочисленные наблюдения показали, что склонность эпифиза головки бедра к неустойчивому соскальзыванию настолько велика, что никакие длительные разгрузка и фиксация конечности не могут

предотвратить прогрессирования деформации бедренной кости [42].

Методы хирургического лечения ЮЭГБК применяются при нестабильной форме заболевания. Они многообразны, они зависят от степени смещения эпифиза и давности заболевания. В первую стадию – преддистеза – оперативное лечение направлено на предупреждение смещения эпифиза путем введения в шейку и головку бедра спиц или тонких гвоздей на фоне открытой зоны роста. Используют эпифизодез при помощи алло или аутотрансплантатов. Последнее время чаще используется эпифизодез одним или двумя винтами. Фиксаторы удаляют только после закрытия зоны роста [43].

Во вторую стадию – хронического течения со смещением эпифиза кзади до 30° (предел толерантности сустава) – оперативное лечение направлено на достижение эпифизодеза с помощью винтов, спиц и ауто- или аллотрансплантатов.

В третью стадию – при прогрессировании хронического смещения головки кзади более 30° – оперативное лечение направлено на восстановление правильных соотношений в тазобедренном суставе [44-47].

А.Р. Пулатов разработал свой способ реконструкции проксимального отдела бедренной кости. Его суть заключается в восстановлении центрации головки во впадине за счет коррекционного разворота проксимального фрагмента по оси шейки бедра кпереди и по оси бедра кнаружи [48]. Х.З. Гафаров для лечения хронической формы ЮЭГБК применял остеокласт собственной конструкции. После репозиции фиксация осуществлялась аллотрансплантатом или пучком спиц [49]. Ю.Г. Полозов предложил производить комбинированное внутри- и внесуставное вмешательство, заключающееся в щадящей артротомии тазобедренного сустава и резекции передневерхнего квадранта шейки бедренной кости, корригирующей деторсионной флексионно-вальгизирующей остеотомии.

В иностранной литературе также предложены всевозможные варианты остеотомии разной степени сложности. Наиболее часто используемые из них это межвертельная остеотомия по Southwick или Imhauser. Остеотомия базальной части шейки бедренной кости по Kramer или Barmada и субкапитальная остеотомия шейки бедренной кости по Dunn и ее модификации [46,47].

В четвертую стадию – острого смещения эпифиза – методики коррекции остро смещенного эпифиза также

разнятся. Одни авторы склонны к применению постепенной репозиции на скелетном вытяжении с последующей фиксацией винтами или спицами. Другие авторы предпочитают одномоментную закрытую репозицию фрагментов бедренной кости при остром со- скальзывании с последующей аналогичной фиксацией. Также есть сторонники открытой репозиции остро смещенного проксимального эпифиза бедренной кости [44].

В пятую стадию – остаточных деформаций проксимального конца бедренной кости на фоне закрытой ростковой зоны показаны корригирующие остеотомии при смещении эпифиза кзади более 30°. Это именно тот контингент больных, у которых корригирующие остеотомии в межвертельной области наиболее часто применяются при патологических изменениях проксимального конца бедренной кости, в частности при ЮЭГБК [47].

Заключение

Из краткого описания методов хирургического лечения видно их большое разнообразие, но до сих пор нет эффективного патогенетического способа коррекции данной патологии. Нет также четких критериев выбора того или иного способа лечения данного заболевания. По данным разных авторов от 10 до 70% ЮЭГБК осложняется развитием коксартроза в молодом возрасте. Также тяжелым специфическим осложнением как самого заболевания, так и его хирургического лечения является хондролит.

Таким образом, заболевание имеет неизученную причину, диагностика его не проста, а способы лечения несовершенны. Указанные выше факты говорят об актуальности поиска способов лечения эпифизеолиза головки бедренной кости.

Список литературы/References

1. Mathew SE, Larson AN. Natural History of Slipped Capital Femoral Epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2019 Jul;39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1): S23-S27. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001369>
2. Loder RT, Skopelja EN. The epidemiology and demographics of slipped capital femoral epiphysis. *ISRN Orthop*. 2011; 2011: 486512. <https://doi.org/10.5402/2011/486512>
3. Белецкий А.В., Корень М.Н., Герасименко М.А. Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии – СПб., 2004. – С. 316 – 317. [Beleczkij A.V., Koren' M.N., Gerasimenko M.A. Aktual'ny'e voprosy' detskoj travmatologii i ortopedii. – SPb., 2004. – S. 316 – 317. (In Russ.)]

topedii. – SPb., 2004. – S. 316 – 317. (In Russ.)]

4. Костюк В.П., Корень М.Н. О механогенезе подросткового эпифизеолиза головки бедренной кости. *Ортопедия травматология и протезирование*. – 1982. -№ 2 – С. 35-38. [Kostyuk V.P., Koren' M.N. O mekhanogeneze podrostkovogo epifizeoliza golovki bedrennoy kosti. *Ortopediya travmatologiya i protezirovaniye*. – 1982. -№ 2 – S. 35-38 (In Russ)].

5. Wells D, King JD, Roe TF, Kaufman FR. Review of slipped capital femoral epiphysis associated with endocrine disease. *J Pediatr Orthop*. 1993 Sep-Oct;13(5):610-4, PMID: 8376562

6. Bednarz P.A. Staniski C.L. Slipped capital femoral epiphysis in identical twins. *Ortopedics* – 1998, <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19981201-12>

7. Novais EN, Millis MB. Slipped capital femoral epiphysis: prevalence, pathogenesis, and natural history. *Clin Orthop Relat Res*. 2012; 470: 3432–3438. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2452-y>

8. Lehmann CL, Arons RR, Loder RT, Vitale MG. The epidemiology of slipped capital femoral epiphysis: an update. *J Pediatr Orthop*. 2006; 26:286–290. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000217718.10728.70>

9. Loder RT. The demographics of slipped capital femoral epiphysis. An international multicenter study. *Clin Orthop Relat Res*. 1996; 322:8–27.

10. Beck JJ, Mahan ST, Nowicki P, Schreiber VM, Minkowitz B.J What Is New in Pediatric Bone Health. *Pediatr Orthop*. 2021 Sep 1;41(8): e594-e599. PMID: 8542716

11. Witbreuk M, van Kemenade FJ, van der Sluijs JA, Jansma EP, Rotteveel J, van Royen BJ. Slipped capital femoral epiphysis and its association with endocrine, metabolic and chronic diseases: a systematic review of the literature. *J Child Orthop*. 2013 Jun;7(3):213-23, <https://doi.org/10.1007/s11832-013-0493-8>

12. Богосьян А.Б., Кочемасов В.М. Патология крупных суставов и другие актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. – СПб., 1998. –С. 159 –160. [Bogos'yan A.B., Kochemasov V.M. Patologiya krupny'x sustavov i drugie aktual'ny'e voprosy' detskoj travmatologii i ortopedii. – SPb., 1998. – S. 159 – 160. (In Russ)].

13. Carney B.T. Wenstein S.L. Noble J. Long-term follow-up of slipped capital femoral epiphysis. *J. Bone Joint Surg* – 1991; 73: 667-674, PMID: 2045391

14. Thomas Scharschmidt, Robin Jacquet, Dennis Weiner, Elizabeth Lowder, Tyson Schrickel, William J Landis Gene expression in slipped capital femoral epiphysis. Evaluation with laser capture microdissection and quantitative reverse transcription-polymerase chain reaction. *J Bone Joint Surg Am* 2009 Feb;91(2): 366-77. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00039>

15. Tayton K. The epiphyseal tubercle in adolescent hips.

Acta Orthop. 2009; 80:416–419. <https://doi.org/10.3109/17453670903153550>

16. Manoff EM, Banffy MB, Winell JJ. Relationship between body mass index and slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop.* 2005; 25:744–746. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000184651.34475.8e>.

17. Agamanolis DP, Weiner DS, Lloyd JK. Slipped capital femoral epiphysis: a pathological study. I. A light microscopic and histochemical study of 21 cases. *J Pediatr Orthop.* 1985;5(1):40–46.

18. Guzzanti V, Falciglia F, Stanitski CL, Stanitski DF. Slipped capital femoral epiphysis: physeal histologic features before and after fixation. *J Pediatr Orthop.* 2003;23(5):571–577. <https://doi.org/10.1097/00004694-200309000-00002>

19. Ippolito E, Bellocchi M, Farsetti P, Tudisco C, Perugia D. An ultrastructural study of slipped capital femoral epiphysis: pathogenetic considerations. *J Orthop Res.* 1989;7(2):252–259

20. Mickelson MR, Ponseti IV, Cooper RR, Maynard JA. The ultrastructure of the growth plate in slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59(8):1076–1081

21. Agamanolis DP, Weiner DS, Lloyd JK. Slipped capital femoral epiphysis: a pathological study. II. An ultrastructural study of 23 cases. *J Pediatr Orthop.* 1985;5(1):47–58

22. Adamczyk MJ, Weiner DS, Nugent A, McBurney D, Horton WE., Jr Increased chondrocyte apoptosis in growth plates from children with slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(4):440–444. <https://doi.org/10.1097/01.mph.0000165138.60991.ml>

23. Falciglia F, Aulisa AG, Giordano M, Boldrini R, Guzzanti V. Slipped capital femoral epiphysis: an ultrastructural study before and after osteosynthesis. *Acta Orthop.* 2010;81(3):331–336. <https://doi.org/10.3109/17453674.2010.483987>

24. Uvodich M, Schwend R, Stevanovic O, Wurster W, Leamon J, Hermanson A. Patterns of Pain in Adolescents with Slipped Capital Femoral Epiphysis. *J Pediatr.* 2019 Mar; 206:184–189.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.10.050>

25. Краснов А.И., Поздникин Ю.И. Патология крупных суставов и другие актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. СПб., 1998. С. 111–118. [Krasnov A.I., Pozdnikin Yu.I. Patologiya krupny`x sustavov i drugie aktual`ny`e voprosy` detskoj travmatologii i ortopedii. SPb., 1998. S. 111–118. (In Russ)].

26. Georgiadis AG, Zaltz I. Slipped capital femoral epiphysis: how to evaluate with a review and update of treatment. *Pediatr Clin North Am.* 2014 Dec;61(6):1119–35 <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2014.08.001>

27. Peck DM, Voss LM, Voss TT. Slipped Capital Femoral Epiphysis: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician.* 2017

Jun 15;95(12):779–784.

28. Ахтямов И. Заболевания тазобедренного сустава у детей. Диагностика и хирургическое лечение. Казань Центр оперативной печати, 2008. – 456 с. [Axtyamov I. Zabolevaniya tazobedrennogo sustava u detej. Diagnostika i xirurgicheskoe lechenie. Kazan` Centr operativnoj pechati, 2008. – 456 s. (In Russ)].

29. Мурадян В.Ю., Фоменко М.В., Лукаш Ю.В. Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. – СПб., 2004. – С. 357 – 358. [Murad`yan V.Yu., Fomenko M.V., Lukash Yu.V. Aktual`ny`e voprosy` detskoj travmatologii i ortopedii. – SPb., 2004. – S. 357 –358. (In Russ)].

30. Brown DW, Iorio TJ, Mosher ZA, Beaty JH, Warner WC Jr, Sawyer JR, Spence DD, Sheffer BW, Kelly DM. Intraobserver and Interobserver Reliability of the Peritubercle Lucency Sign in Slipped Capital Femoral Epiphysis. *J Pediatr Orthop.* 2021 Mar 1;41(3):159–163. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001733>

31. Hesper T, Zilkens C, Bittersohl B, Krauspe R. Imaging modalities in patients with slipped capital femoral epiphysis. *J Child Orthop.* 2017 Apr;11(2):99–106. <https://doi.org/10.1302/1863-2548-11-160276>

32. Rebich EJ, Lee SS, Schlechter JA. The S Sign: A New Radiographic Tool to Aid in the Diagnosis of Slipped Capital Femoral Epiphysis. *J Emerg Med.* 2018 Jun;54(6):835–843 <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.01.023>

33. Mc Cabe A, McArdle S. Towards evidence-based emergency medicine: Best BETs from the Manchester Royal Infirmary. BET 2: Is ultrasound or plain film radiography a more sensitive diagnostic modality for diagnosing slipped capital femoral epiphysis? *Emerg Med J.* 2014 Jan;31(1):80.

34. Gao Y, Lyu X, Liu Q, Meng Y, Wang J, Pan S. Quantitative Evaluation of Hip Muscle Atrophy in Patients with Unilateral Slipped Capital Femoral Epiphysis Based on Magnetic Resonance Imaging. Epub 2020 Jun 12. *Acad Radiol.* 2021 Aug;28(8):1125–1132. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.05.007>

35. Садофьева В.И. Нормальная рентгенанатомия костно-суставной системы детей. Л., 1990–219 с. [Sadof`eva V.I. Normal`naya rentgenanatomiya kostno-sustavnoj sistemy` detej. – L., 1990–219 s. (In Russ)].

36. Southwick W., *J. Bone Joint Surg.* 1967. V. 49-A. P. 807–835.

37. Loder R.T., Wittenberg B., De Silva G. *J. Pediatr. Orthop.* 1995. V. 15. P. 349–356

38. Кречмар А.Н. Юношеский эпифизеолиз головки бедра (клинико-экспериментальное исследование) Автореф. Дис. д-ра мед. Наук. – Ленинград, 1983. [Krechmar A.N. Yunosheskij e`pifizeoliz golovki bedra (kliniko-e`ksperimen-

tal' noe issledovanie) Avtoref. Dis. d-ra med. Nauk. – Leningrad, 1983. (In Russ)].

39. Павлова М.Н., Филюшкин Н.Ю. Роль эпифизарной хрящевой пластинки в патогенезе юношеского эпифизеолита. *Сборник научных трудов «Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на разных этапах онтогенеза»*. Ярославль, 1986. С.60-70. [Pavlova M.N., Filyushkin N.Yu. Rol' e' pifizarnoj xryashhevoj plastinki v patogeneze yunosheskogo e'pifizeoliza. *Sbornik nauchny'x trudov «Zakonomernosti morfogeneza oporny'x struktur pozvonochnika i konechnostej na razny'x e'tapax ontogeneza»*. – Yaroslavl', 1986. – S.60-70. (In Russ)].

40. Кречмар А.Н. Ранняя диагностика и лечение ортопедических заболеваний у детей. – Л., 1975. – С. 113–123. [Krechmar A.N. Rannaya diagnostika i lechenie ortopedicheskix zabolevanij u detej. L., 1975. S. 113-123. (In Russ)].

41. Костюк В.П., Корень М.Н. О механогенезе подросткового эпифизеолита головки бедренной кости. *Ортопедия травматология и протезирование*. – 1982. -№ 2 – С. 35-38. [Kostyuk V.P., Koren' M.N. O mexanogeneze podrostkovogo e'pifizeoliza golovki bedrennoj kosti. *Ortopediya travmatologiya i protezirovanie*. – 1982. -№ 2 – S. 35-38. (In Russ)].

42. Gholve P.A. Cameron D.B. Milis M.B. Slipped capital femoral epiphysis. *Cur Opin Pediatr* 2009. Feb. Vol.21(1).P.39-45. doi10.1097/MOP.0b013e328320

43. Ward W.T., Wood K. Open bone graft epiphysiodesis for slipped capital femoral epiphysis. *J. Pediatr. Orthop.* – 1990; 10:14-20

44. Leunig M, Slongo T, Kleinschmidt M, Ganz R. Subcapital correction osteotomy in slipped capital femoral epiphysis by means of surgical hip dislocation. *Oper Orthop Traumatol* 2007; 19:389-410.

45. Barmada R, Bruch RF, Gimbel JS, Ray RD. Base of the neck extracapsular osteotomy for correction of deformity in slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop Relat Res* 1978; 132:98-101.

46. Imhäuser G. Late results of Imhäuser's osteotomy for slipped capital femoral epiphysis (author's transl). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1977; 115:716-725.

47. Southwick WO. Osteotomy through the lesser trochanter for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1967;49-A:807-835.

48. Пулатов А.Р. Хирургическая коррекция деформации проксимального отдела бедренной кости в лечении тяжелых форм юношеского эпифизеолита. *Травматология и ортопедия России*. – 2000. – №1. – с63-65. [Pulatov A.R. Xirurgicheskaya korrekciya deformacii proksimal'nogo otdela bedrennoj kosti v lechenii tyazhely'x form yunosheskogo e'pifizeoliza.

Travmatologiya i ortopediya Rossii. – 2000. – №1. – с63-65. (In Russ)].

49. Гафаров Х.З. Юношеский эпифизеолит головки бедренной кости. Лечение детей и подростков с ортопедическими заболеваниями нижних конечностей. – Казань, 1995 с 245-268. [Gafarov X.Z. Yunosheskij e'pifizeoliz golovki bedrennoj kosti. Lechenie detej i podrostkov s ortopedicheskimi zabolevanijami nizhnix konechnostej. – Kazan', 1995 s 245-268. (In Russ)].

Информация об авторах

Егиазарян Карен Альбертович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии и военно-полевой хирургии РНИМУ им. Н.И. Пирогова; egkar@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Григорьев Александр Владимирович – главный врач Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московская областная клиническая травматолого-ортопедическая больница». г. Москва, Россия; avgrigoriev@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4294-8724>

Ратьев Андрей Петрович – д.м.н., профессор кафедры травматологии ортопедии и военно-полевой хирургии РНИМУ им. Н.И. Пирогова; anratiev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>

Для корреспонденции

Григорьев Александр Владимирович – главный врач Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московская областная клиническая травматолого-ортопедическая больница». г. Москва, Поперечный просек, 3, Россия; avgrigoriev@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4294-8724>

Information about authors

Karen A. Egiazaryan – Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics and Military Field Surgery, Russian National Research Medical University named after A.I. N.I. Pirogov; egkar@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Alexander V. Grigoriev – Chief Physician of the State Budgetary Health Institution of the Moscow Region «Moscow Regional Clinical Traumatology and Orthopedic Hospital». Moscow, Russia; avgrigoriev@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4294-8724>

Andrey P. Ratyev – MD, PhD, professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University; anratiev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>

For correspondence

Alexander V. Grigoriev – Chief Physician of the State Budgetary Health Institution of the Moscow Region «Moscow Regional Clinical Traumatology and Orthopedic Hospital». 101000, Moscow, Cross Prosek, 3, Russia; avgrigoriev@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4294-8724>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.