

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ РАННИХ СТАДИЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГГА-КАЛЬВЕ-ПЕРТЕСА У ДЕТЕЙ

© Т.И. Менщикова, С.Н. Лунева, Е.Л. Матвеева, А.Г. Гасанова

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

Цель. Оптимизация диагностики начальных стадий болезни Легга-Кальве-Пертеса у детей 4-7 лет с помощью биохимических и ультразвуковых методов исследования.

Материалы и методы. Обследованы больные в возрасте 4-9 лет (15 мальчиков, 10 девочек), предъявлявшие жалобы на утренние боли при ходьбе, контрактуру в тазобедренном суставе, хромоту. Давность заболевания составила от нескольких дней до 2-3 месяцев. Контролем служила группа практически здоровых детей в возрасте 4-9 лет (n=22, мальчиков было 12, девочек – 10). УЗИ тазобедренных суставов осуществляли на сканере Hitachi (Япония) с использованием линейного датчика с частотой 7,5 МГц. В сыворотке крови больных изучали маркеры резорбции органического матрикса кости: содержание уроновых и сиаловых кислот, концентрации сульфатной серы, гексоз и гексозаминов, вычисляя их соотношения. Также было определено содержание в сыворотке ионов хлора, неорганического фосфата и общего кальция. На основании этих данных был рассчитан СИЭ=C_{Ca}·C_{Cl}/C_{PO4} (системный индекс электролитов). Группой сравнения служили результаты данных показателей, полученные у здоровых детей (n=25) в возрасте 4-9 лет.

Результаты. У детей с длительностью заболевания от нескольких дней до нескольких недель при ультразвуковом сканировании вдоль шейки бедренной кости определялось увеличение толщины капсулы сустава до 0,73 (0,7:0,77) мм. При прогрессировании патологического процесса в положении конечности отведения и внутренней/наружной ротации визуализировались отдельные глыбчатые образования в области субхондральной пластинки головки бедренной кости, что свидетельствовало о появлении начальных деструктивных изменений в области субхондральной пластинки головки бедренной кости. С помощью биохимических методов, помимо увеличения концентрации маркеров деструкции органического матрикса, определены возрастание степени сульфатирования органического матрикса и незначимые изменения содержания отдельных электролитов.

Выводы. Использование биохимического и ультразвукового методов исследования позволяют оптимизировать диагностику начальных стадий болезни Легга-Кальве-Пертеса.

Ключевые слова: *Болезнь Легга-Кальве-Пертеса; ультразвуковые исследования; системный индекс электролитов; органический матрикс костной ткани.*

OPTIMIZATION OF DIAGNOSIS OF EARLY STAGES OF LEGG-CALVE-PERTHES DISEASE IN CHILDREN

T.I. Menshchikova, S.N. Luneva, E.L. Matveeva, A.G. Gasanova

Iizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Aim. Optimization of the diagnosis of the initial stages of Legg-Calve-Perthes disease in children of 4-7 years old using biochemical and ultrasound methods.



Materials and Methods. Patients aged 4-9 years (15 boys, 10 girls) complaining of morning pain in walking, contracture in the hip joint, lameness, were examined. The duration of the disease ranged from several days to 2-3 months. The control was a group of healthy children aged 4-9 years (n=22, 12 boys, 10 girls). Ultrasound of the hip joints was performed on Hitachi scanner (Japan) using a linear sensor with 7.5 MHz frequency. In the blood serum of patients, the following markers of resorption of the organic matrix of bone tissue were determined: the amount of sulfate sulfur, hexuronic acids (НАС), hexoses, hexosamines, sialic acids with calculation of their ratios: hexoses/hexuronic acids, hexoses/sulfate, sulfate/hexuronic acids, hexuronic acids/hexosamines. Besides, concentration of electrolytes was determined in serum: total calcium and chloride ions and inorganic phosphate. On the basis of these data, the systemic index of electrolytes $SIE = C_{Ca} \cdot C_{Cl} / C_{PO_4}$ was calculated. The concentrations of parameters obtained in the examination of 25 healthy children of 4 to 7 years of age were taken for norm.

Results. In children with duration of the disease from several days to several weeks, an ultrasound scan along the neck of the femur revealed thickening of the joint capsule to 0.73 (0.7:0.77) mm. With the progression of the pathological process, separate lumpy formations were visualized in the region of the subchondral plate of the femoral head in the position of abduction of the limb and internal/external rotation, which indicated the appearance of initial destructive changes in the region of the subchondral plate of the femoral head. Using biochemical methods, besides increase in the concentration of organic matrix degradation markers, there were also determined increase in the extent of sulphatation of the organic matrix and insignificant alterations of the content of separate electrolytes.

Conclusions. The use of biochemical and ultrasound research methods allows optimization of the diagnosis of the initial stages of Legg-Calve-Perthes disease.

Keywords: *Legg-Calve-Perthes disease; ultrasound; systemic index of electrolytes; organic matrix of bone tissue.*

Болезнь Легга-Кальве-Пертеса (ЛКП) считается одной из наиболее значимых патологий детской ортопедии, т.к. она составляет 25-30% среди заболеваний тазобедренного сустава у детей. Манифестация болезни отмечается в возрасте 5-12 лет, хотя ряд авторов отмечают более раннее проявление в возрасте 3-4 лет [1,2].

Заболевание ЛКП в 4-5 раз чаще встречается у мальчиков по сравнению с девочками. С каждым годом число больных с прогрессирующими стадиями заболевания растет вопреки использованию современных методов диагностики и лечения.

Данная патология имеет медицинскую и социальную значимость в связи с высокой распространенностью, с возможностью наступления инвалидности, с необходимостью длительного и дорогостоящего лечения заболевания [3,4]. Одной из причин неблагоприятного исхода заболевания являются поздняя диагностика и, как следствие поздняя разгрузка сустава [2].

Распознавание болезни ЛКП затруднено, а поздняя постановка диагноза значительно увеличивает сроки лечения и приводит к необходимости сложных реконструктивных операций на тазобедренном суставе [5].

Позднее выявление заболевания характерно для 40-92% случаев, когда рентгенологически определяются выраженные деструктивные изменения в области эпифиза головки и шейки бедренной кости, увеличиваются сроки течения заболевания, а в ряде случаев требуется проведение реконструктивных операций на тазобедренном суставе [6].

В литературе имеются исследования, посвященные диагностике различных стадий болезни ЛКП, однако выявление критериев ранней диагностики по-прежнему остаются актуальными.

Цель – оптимизация диагностики начальных стадий болезни ЛКП у детей 4-9 лет с помощью биохимических и

ультразвуковых методов исследования (УЗИ).

Материалы и методы

Были обследованы 25 пациентов в возрасте 4-9 лет (средний возраст составил 5,5 лет): 15 мальчиков и 10 девочек. Все пациенты обратились в клинику ФГБУ «НМИЦ ТО имени Г.А. Илизарова» с характерными клиническими жалобами: утренние боли при ходьбе, контрактура в тазобедренном суставе, хромота. Давность заболевания составила от нескольких дней до 2-3 месяцев. Патология тазобедренного сустава при рентгенологическом исследовании не выявлена.

Сканирование тазобедренных суставов осуществляли в положении пациента лежа на спине с помощью УЗ диагностического аппарата Hitachi (Япония) с использованием линейного датчика на 7,5 МГц. Датчик устанавливали вдоль пупартовой связки, на 1 см ниже и оценивали особенности субхондральной пластинки головки бедренной кости и гиалинового хряща. При косо-диагональном сканировании изучали синовиальную и фиброзную оболочки капсулы сустава.

Для исследования всех квадрантов головки бедренной кости сканирование проводили в положениях конечности отведение и приведение, использовали также внутреннюю и наружную ротации конечности. Группу контроля составили практически здоровые мальчики (n=22) и девочки (n=10) в возрасте 4-9 лет.

В сыворотке крови пациентов определяли количество гексуроновых кислот (ГУК), сиаловых кислот (СК), гексозаминов, гексоз. При использовании этих показателей были рассчитаны следующие соотношения: уроновые кислоты/гексозамины, гексозы/уроновые кислоты, сульфаты/уроновые кислоты, гексозы/сульфаты. Данные показатели можно рассматривать в качестве маркеров резорбции органического матрикса костной ткани. Был проведен анализ содержания некоторых минералов в сыворотке крови: общего кальция и неорганического фосфата, хлорид-ионы и

рассчитан системный индекс электролитов: $СИЭ = C_{Ca} * C_{Cl} / C_{PO4}$. В группу сравнения брали показатели 25 здоровых детей в возрасте 4-9 лет.

Все выборки перед статистической обработкой были проведены на нормальность распределения. В обеих группах были рассчитаны следующие значения: среднее значение и стандартное отклонение среднего результата. Статистическую значимость различий в группах сравнения оценивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Использование метода УЗИ у больных на ранних стадиях болезни ЛКП основано на том, что метод УЗИ позволяет оценивать рентгеноконтрастные ткани, в частности, синовиальную и фиброзную оболочки капсулы сустава. Экссудация синовиальной оболочки капсулы сустава является начальным признаком развития патологического процесса в пораженном суставе.

У детей с длительностью заболевания от нескольких дней до нескольких недель при проведении стандартного сканирования головка бедренной кости имела характерную сферичную форму с ровным контуром и даже при проведении функциональных проб с отведением, приведением внутренней и наружной ротациями сохранялся ровный однородный контур субхондральной пластинки.

При сканировании вдоль шейки бедренной кости определялось увеличение толщины капсулы сустава до 0,73 (0,7:0,77) мм, за счет экссудации синовиальной оболочки до 0,64 (0,61:0,66) мм и умеренного утолщения фиброзной оболочки капсулы сустава до 0,1 (0,09:0,11), при этом контур фиброзной оболочки был натянут и не повторял контур шейки бедренной кости.

Длительность дорентгенологической стадии может варьировать от нескольких дней до нескольких месяцев. Если воспалительный процесс не был купирован, то происходила еще более генерализованная

воспалительная реакция в области пораженного сустава, характерная для первой стадии болезни ЛКП (рис. 1). Визуализируются эхопризнаки выраженного синовита: толщина синовиальной оболочки увеличивается до 0,69 (0,68:0,70) мм, фиброзная оболочка имеет выпуклый контур, толщиной до 0,11 (0,10:0,12) мм (рис. 1а). В целом капсула сустава утолщена до 0,8 (0,78:0,82) мм, что превышает уровень возрастной нормы в среднем на 29%. При стандартной установке датчика над областью головки бедренной кости визуализируется головка характерной сферичной

формы, с ровным, непрерывным контуром. Однако при оценке структуры головки в положении конечности с отведением и приведением, а также проведением внутренней и наружной ротацией по латеральному и медиальному краям визуализировались отдельные глыбчатые структуры, увеличение звукопроводимости по латеральному краю (рис. 1б, в), что свидетельствовало о появлении начале дегенеративных изменений в области субхондральной пластинки головки бедренной кости. Единичные глыбки появлялись и в области «зоны роста».

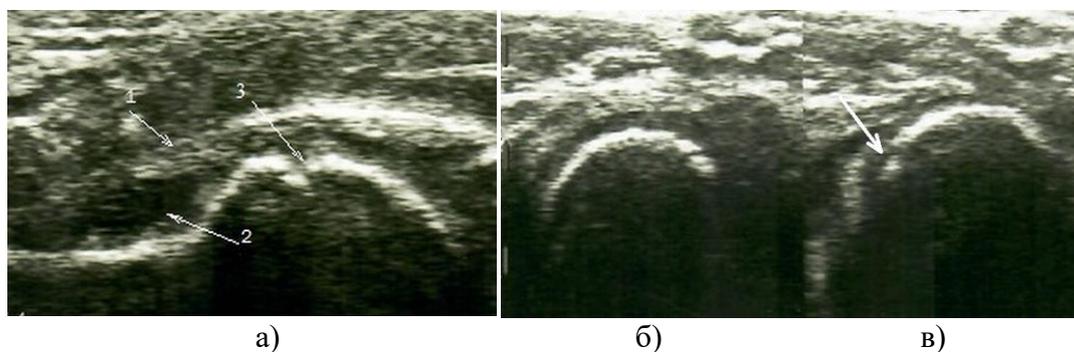


Рис. 1. Сонограммы тазобедренного сустава (Больной З., 6 лет). Болеет 62 дня, жалобы на боли в области левого тазобедренного сустава в покое и при ходьбе, хромоту:

а) сканирование выполнено вдоль шейки бедренной кости. Эхо-признаки синовита: фиброзная оболочка капсулы сустава имеет выпуклый контур (1), синовиальная оболочка капсулы сустава утолщена, гипоэхогенной структуры (2). Толщина капсулы сустава 8,5 мм. М.Пiorsoas деформирована и уменьшена в толщине из-за экссудации синовиальной оболочки. Глыбки в области «зоны роста» (3);

б) сканирование вдоль пупартовой связки, на 1 см ниже. Головка бедренной кости правильной округлой формы, суставные поверхности головки и вертлужной впадины конгруэнтны, контуры их четкие;

в) при проведении функциональных тестов с отведением и ротацией конечности определяются увеличение числа гиперэхогенных включений по контуру латерального края, увеличение глубины проникновения ультразвука (показано стрелками)

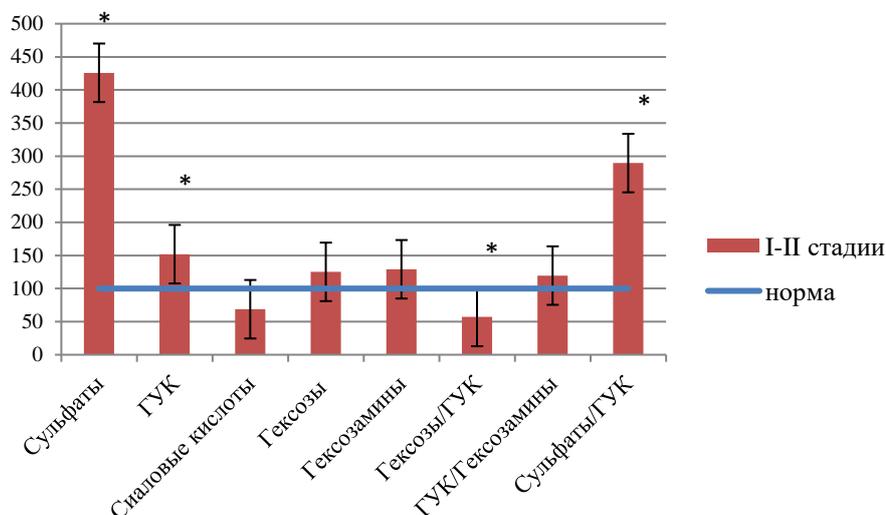
При исследовании сыворотки крови биохимическими методами выявлено повышение концентрации продуктов деградации органического матрикса костной ткани, а также возрастание степени его сульфатирования. Нами выявлены тенденции к изменению отношения минеральных компонентов и усилению выведения кальция и фосфата из организма.

При изучении показателей крови у

пациентов с начальными стадиями патологии мы обнаружили изменения в биохимических маркерах органического матрикса костной ткани (рис. 2). А именно, отмечены статистически значимые различия содержания сульфатов и гексоз, а также ГУК и СК в группах сравнения. Таким образом, у детей с болезнью ЛКП происходит возрастание концентрации сульфатов почти в 4 раза, а концентрации ГУК в 1,5 раза. У детей на

ранней стадии заболевания в сыворотке крови соотношение сульфат/ГУК было

статистически значимо выше (в 2,89 раза), чем в группе здоровых детей.

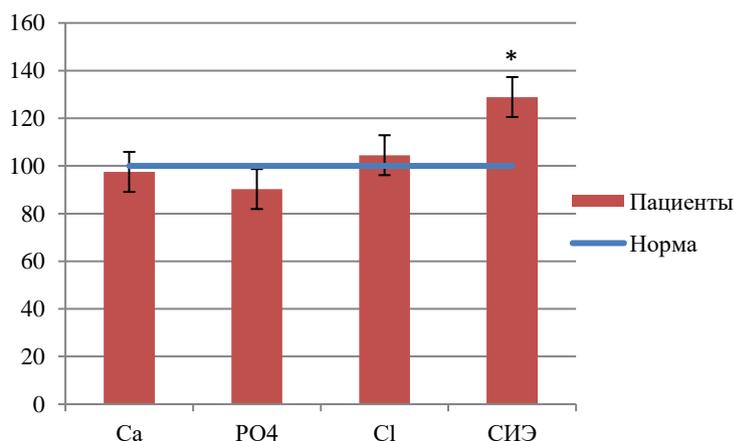


Примечание: * – результаты отличаются от группы здоровых детей с уровнем статистической значимости $p < 0,05$

Рис. 2. Показатели биохимического анализа сыворотки крови детей с болезнью Легга-Кальве-Пертеса

В исследуемой группе больных отмечалось снижение на 30% концентрации сиаловых кислот, а отношения гексозы/ГУК – на 44,5%. Это указывает на изменение соотношения между гликопротеидами и протеогликанами в измененной соединительной ткани. В последних,

вероятно, происходят изменения структур молекул гликозаминогликанов (ГАГ) за счет увеличения содержания сульфатных групп. Это подтверждается возрастанием концентрации сульфатов на фоне менее значительного увеличения концентрации ГУК.



Примечание: подчеркнуты результаты, отличающиеся от группы здоровых детей с уровнем достоверности не менее 95% по критерию U (Вилкоксона-Манна-Уитни)

Рис. 3. Электролиты сыворотки крови у здоровых детей и у детей с ранними и поздними стадиями болезни Легга-Кальве-Пертеса

Рисунок 3 отражает анализ показателей обмена электролитов у детей на ранних стадиях заболевания в сравнении с показателями здоровых сверстников. Согласно полученным нами результатам в группе больных ни один из показателей минерального обмена статистически значимо не отличался от показателей группы контроля.

Изменения соотношения между объемами костной резорбции и костеобразования свидетельствуют о нарушении скелетного гомеостаза и могут быть обнаружены при расчете интегральных показателей минерального обмена, в случае диагностики болезни Пертеса – расчета СИЭ.

Вывод о дегенеративных изменениях в органической части матрикса кости головки бедра можно сделать на основании значительного изменения показателей дебриватов метаболизма протеогликанов и сульфатированных гликозаминогликанов. Поскольку значительных изменений в минеральном составе костной ткани мы не обнаружили, то можно предположить, что рентгенологическая диагностика в этот период будет малоэффективной.

На начальных стадиях патологии возрастание концентрации сульфат-ионов компенсируется достоверным увеличением гексурановых кислот (более чем в 1,5 раза). При развитии заболевания возрастание концентрации минеральной серы не компенсируется ускорением синтеза ГАГ (рис. 3). В то же время происходило статистически значимое возрастание содержания гексоз, при этом показатель отношения гексозы/ГУК увеличился в 1,5 раза относительно нормальных значений. Данные результаты подтверждают проведенные ранее исследования [7,8], в которых наблюдалось возрастание сульфатирования ГАГ в сыворотке крови больных при развитии дегенеративно-дистрофических изменений суставов. Однако мы впервые установили, что при данном заболевании происходит снижение концентрации СК, а содержание гексоз остается на уровне нормальных значений.

Таким образом, на поздних стадиях заболевания патологическая перестройка

органического матрикса окончена, отсутствуют воспалительные явления в соединительной ткани, а происходит активная фаза деминерализации очага поражения.

Несмотря на многолетнее изучение болезни ЛКП, актуальность исследований, посвященных ее диагностике и лечению, не потеряла значения и в наши дни [2-5]. Одной из основных причин неблагоприятного исхода заболевания остается поздняя диагностика. В настоящее время перспективными методами диагностики являются биохимический и ультразвуковой методы исследования [7-10], так как позволяют на самой ранней рентгенологической стадии подробно оценить структурное состояние синовиальной среды сустава.

Раннее выявление заболевания (от одной до нескольких недель) клинически характеризовалось жалобами пациента на утреннюю скованность в области пораженного тазобедренного сустава, боли, хромоту. При УЗИ определялись эхопризнаки умеренного синовита (толщина капсулы сустава была увеличена до 0,73 (0,7;0,77) мм, вследствие обводнения синовиальной оболочки). Деструкция субхондральной пластинки головки бедра на этом сроке заболевания визуализировались при использовании функциональных тестов с приданием конечности положения отведения, приведения, а также внутренней и наружной ротации, при проведении которых определялись отдельные глыбки по латеральному краю. Более длительное течение патологического процесса (от нескольких недель до нескольких месяцев) клинически характеризовалось болями в области тазобедренного сустава в покое и при ходьбе, хромотой. При ультразвуковом сканировании головки бедренной визуализировалась гипертрофия гиалинового хряща и деструктивные изменениями субхондральной пластинки головки бедренной кости, которые также наиболее четко дифференцировались при проведении функциональных проб. Необходимо отметить, что рентгенологически патологических изменений со стороны тазобедренного сустава не было выявлено.

В литературе имеются некоторые исследования по оценке стадий болезни ЛКП с помощью различных методов исследования, в том числе и ультразвуковых и биохимических [7-10]. Для оптимизации диагностики начальных стадий болезни ЛКП мы использовали биохимический и ультразвуковой методы исследования. Сопоставление структурного состояния синовиальной среды сустава со специфическими лабораторными показателями мочи и сыворотки крови позволили не только надежно диагностировать начальные проявления воспалительного процесса, но и назначить индивидуальное лечение для каждого пациента. Деструкция органического матрикса головки бедренной кости изменяла концентрацию продуктов деградации, а трансформации минеральной составляющей костной ткани отражало повышение системного индекса электролитов.

Выводы

Проведенные исследования показали, что использование биохимического и ультразвукового методов исследования позволяют оптимизировать диагностику начальных стадий болезни Легга-Кальве-Пертеса.

Ультразвуковыми критериями начальной стадии болезни Легга-Кальве-Пертеса являются: утолщение суставной капсулы вследствие обводнения синовиальной оболочки; изменения структуры

фиброзной оболочки; гипертрофия гиалинового хряща; визуализация гиперэхогенных глыбчатых образований по медиальному и латеральному краям субхондральной пластинки головки бедра при отведении и внутренней/наружной ротациях нижней конечности.

Перечисленные эхо-признаки сочетались с изменением биохимических показателей сыворотки крови больных. Поражение органического матрикса костной ткани изменяло концентрацию продуктов его деградации, а трансформации минеральной составляющей костной ткани отражали повышение системного индекса электролитов.

Дополнительная информация

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи.

Этика. В исследовании использованы данные людей в соответствии с подписанным информированным согласием.

Финансирование. Бюджет НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – Матвеева Е.Н., Лунова С.Н.

Сбор и обработка материала – Гасанова А.Г., Менщикова Т.И.

Статистическая обработка материала – Гасанова А.Г., Менщикова Т.И.

Написание текста – Матвеева Е.Н., Гасанова А.Г., Менщикова Т.И.

Редактирование – Лунова С.Н.

Литература

1. Ахтямов И., Абакаров А., Белецкий А., и др. Заболевания тазобедренного сустава у детей. Диагностика и хирургическое лечение. Казань; 2008.
2. Рубашкин С.А., Зоткин А.В. Особенности диагностики и лечения болезни Легга-Кальве-Пертеса (случай из практики) // Медицинская визуализация. 2012. №2. С. 121-124.
3. Кужеливский И.И. Болезнь Пертеса: современное состояние проблемы и пути её решения // Сибирский медицинский журнал. 2015. №4. С. 117-121.
4. Барсуков Д.Б., Краснов А.И., Басков В.Е., и др. Корректирующая остеотомия бедра в комплексном лечении детей с болезнью Легга-Кальве-Пертеса // Генный ортопедия. 2017. Т. 23, №1. С. 63-70. doi:10.18019/1028-4427-2017-23-1-63-70
5. Крутикова Н.Ю., Виноградова А.Г. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса // Вопросы современной педиатрии. 2015. Т. 14, №5. С. 548-552. doi:10.15690/vsp.v14i5.1437
6. Кравченко А.И., Агарков А.В. Оптимизация ранней диагностики болезни Пертеса у детей // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2017. Т. 21, №3. С. 233-235.
7. Белова Ю.С. Биологическая роль олигомерного матриксного белка хряща в обменных процессах соединительной ткани // Успехи физиологических наук. 2015. Т. 46, №4. С. 90-96.
8. Тюрин А.В., Давлетшин Р.А. К вопросам патогенеза остеоартрита и дисплазии соединительной ткани // Медицинский вестник Башкортостана. 2013. Т. 8, №4. С. 80-83.
9. Камоско М.М., Познович М.С. Методы лучевой диагностики патологии тазобедренного сустава у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2015. Т. 3, №2. С. 32-41. doi:10.17816/PTORS3232-41
10. Тихоненко Т.И., Выборнов Д.Ю., Гуревич А.И.,

и др. Ультразвуковое исследование тазобедренных суставов в оценке эффективности лечения детей с болезнью Легга-Кальве-Пертеса и коксартритом // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2014. Т. 2, №3. С. 68-75. doi:10.17816/PTORS2368-75

References

1. Akhtyamov I, Abakarov A, Beletskiy A, et al. *Zabolevaniya tazobedrennogo sustava u detey. Diagnostika i khirurgicheskoye lecheniye*. Kazan'; 2008. (In Russ).
2. Rubashkin SA, Zotkin AV. Surgical treatment of Legg-Calve-Perthes disease. *Meditsinskaya Vizualizatsiya*. 2012;(2):121-4. (In Russ).
3. Kuzhelivskiy I.I. Perthes disease: the current state of the problem and ways to solve it. *Sibirskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2015;(4):117-21. (In Russ).
4. Barsukov DB, Krasnov AI, Baskov VE, 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:10.18019/1028-4427-2017-23-1-63-70
5. Krutikova NYu, Vinogradova AG. Legg-Calve-Perthes disease. *Current Pediatrics*. 2015;14(5): 548-52. (In Russ). doi:10.15690/vsp.v14i5.1437
6. Kravchenko AI, Agarkov AV. Approach to early diagnostic of Perthes disease for children. *Vestnik Gigiyeny i Epidemiologii*. 2017;21(3):233-5. (In Russ).
7. Belova YuS. Biological Role of Oligomerny Matriksny of Protein of the Cartilage in Exchange Processes Connecting Tissue. *Uspekhi Fiziologicheskikh Nauk*. 2015;46(4):90-6. (In Russ).
8. Tyurin AV, Davletshin RA. To the questions of osteoarthritis pathogenesis and connective tissue dysplasia. *Meditsinskiy Vestnik Bashkortostana*. 2013; 8(4):80-3. (In Russ).
9. Kamosko MM, Poznovich MS. Radiological diagnosis of hip joint abnormalities in children. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2015;3(2):32-41. (In Russ). doi:10.17816/PTORS3232-41
10. Tikhonenko TI, Vybornov DYu, Gurevich AI, et al. Ultrasonography of the hip joint examination hip joint in the assessment of the effectiveness of treatment in children with Legg-Calve-Perthes disease and hip osteoarthritis. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2014;2(3): 68-75. (In Russ). doi:10.17816/PTORS2368-75

Информация об авторах [Authors Info]

Менщикова Татьяна Ивановна – д.б.н., с.н.с. научной лаборатории клиники нейроортопедии и системных заболеваний скелета, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация.

SPIN: 2820-9120, ORCID ID: 0000-0002-5244-7539.

Tatyana I. Menshchikova – Doctor in Biological Sciences, Senior Researcher Scientific and Clinical Laboratory for Deformity Correction and lengthening of Limbs, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation.

SPIN: 2820-9120, ORCID ID: 0000-0002-5244-7539.

Лунева Светлана Николаевна – д.б.н., проф., зав. лабораторией биохимии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация.

SPIN: 9572-2655, ORCID ID: 0000-0002-0578-1964.

Svetlana N. Luneva – Doctor in Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Biochemistry, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation.

SPIN: 9572-2655, ORCID ID: 0000-0002-0578-1964.

Матвеева Елена Леонидовна – д.б.н., в.н.с. лаборатории биохимии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация.

SPIN: 8195-5618, ORCID ID: 0000-0002-7444-2077.

Elena L. Matveeva – Doctor in Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Biochemistry, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation.

SPIN: 8195-5618, ORCID ID: 0000-0002-7444-2077.

***Гасанова Анна Георгиевна** – к.б.н., м.н.с. лаборатории биохимии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация. E-mail: gasanova.08@mail.ru

SPIN: 4629-2875, ORCID ID: 0000-0001-7734-2808.

Anna G. Gasanova – PhD in Biological Sciences, Junior Researcher of the Laboratory of Biochemistry, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation. E-mail: gasanova.08@mail.ru

SPIN: 4629-2875, ORCID ID: 0000-0001-7734-2808.

Цитировать: Менщикова Т.И., Лунева С.Н., Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г. Оптимизация диагностики ранних стадий болезни Легга-Кальве-Пертеса у детей // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020. Т. 8, №4. С. 574-581. doi:10.23888/HMJ202084574-581

To cite this article: Menshchikova TI, Luneva SN, Matveeva EL, Gasanova AG. Optimization of diagnosis of early stages of Legg-Calve-Perthes disease in children. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2020;8(4):574-81. doi:10.23888/HMJ202084574-581

Поступила / Received: 29.06.2020
Принята в печать / Accepted: 01.12.2020