

УДК 611.728.3–053.2

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИАЛИНОВОГО ХРЯЩА МЫШЦЕЛКОВ БЕДРЕННОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ

Иванцов А.В.

УО «Гродненский государственный медицинский университет», Гродно, Беларусь

*Цель статьи - изучить особенности формирования гиалинового хряща мышцелков бедренной кости у здоровых детей (156 сонограмм) и детей с продольным плоскостопием первой степени (150 сонограмм). Установлены изменения толщины гиалинового хряща с возрастом ребенка, определены варианты симметричности хрящевого комплекса с выделением наиболее стабильного.*

**Ключевые слова:** коленный сустав, УЗИ, дети, хрящ.

### Введение

Диспластические артрозы составляют одну из тяжелейших патогенетических форм суставной патологии, которая описывается под различными диспластическими синдромами: «синдром нарушения равновесия надколенника», «метафизарные дисплазии», «диспластический варусный синдром», «спондилоэпифизарные дисплазии» и другие. Клинический полиморфизм, особенно на ранних стадиях развития наследственно-предрасположенного заболевания, затрудняет своевременную диагностику аномалии строения суставных концов, что в конечном итоге приводит к поздней диагностике патологических изменений и несвоевременной их профилактике. Дегенеративно-дистрофические процессы, происходящие в коленном суставе, поражают в первую очередь, гиалиновый хрящ. Известно, что изменение его толщины при остеоартрозе в подавляющем большинстве случаев неравномерное, в местах наибольшей механической нагрузки – на медиальном мышцелке и нижней отделе мышцелков бедренной кости [1]. Суставной хрящ разрушается в результате локальной динамической перегрузки. Исследования, проведенные М.Ю. Карпинским при моделировании вальгусной деформации бедренной кости, с величиной деформации 10°, свидетельствуют об увеличении на 50% величины напряжений в области латерального мышцелка бедренной кости, увеличением почти в 2 раза величины максимальных напряжений в средней трети бедра [6].

В условиях дисконгруэнтности на участках повышенного контактного давления наступает дезорганизация гиалинового хряща, теряющего свои функциональные возможности переносить давление и растяжение. Формируется очаг деструкции, который в свою очередь становится причиной для перехода реактивного процесса – регенерации – на патологический уровень репаративной регенерации. Разрушение тканей сустава, в первую очередь суставного хряща, возникает достаточно рано, уже в детском и подростковом возрасте. А учитывая то, что воспалительный процесс всегда сопровождается адекватными дистрофическими изменениями, можно сделать вывод о зарождении первых элементов диспластического артроза.

В своих работах по сонографии артропатий и остеопатий дистрофического и травматического генеза Е.М. Ермак [3] показала, что в основе формирования ультразвукового изображения суставного хряща лежат особенности состава и архитектоники межклеточного матрикса, что согласуется с данными ряда авторов по изучению акустических свойств суставного хряща в эксперименте [7, 8]. Гипергидратированное состояние хрящевого матрикса влияет на формирование основных характеристик ультра-

вукового изображения суставного хряща – низкой эхогенности и высокой звукопроводимости [9,10]. Трехмерная организация коллагеновых волокон способствует формированию однородной мелкозернистой гипозоногенной структуры ультразвукового изображения. Ровность и четкость контура суставного хряща обусловлены особенностями архитектоники волокнистого каркаса поверхностного слоя – рельеф поверхности суставного хряща сформирован строго ориентированными, тангенциально расположенными пучками коллагеновых волокон [11].

Диспластические изменения в одном суставе влекут за собой изменения всех суставов единой статико-кинематической цепи нижней конечности, включающей тазобедренный, коленный, голеностопный суставы и суставы стопы [4]. В последние годы регистрируется устойчивое увеличение удельного числа заболеваний и деформаций стоп у детей и подростков. При несвоевременной диагностике и позднем начале профилактических лечебных мероприятий безлежни стоп прогрессируют, принимая необратимый характер. К 12–14 годам они, как правило, не корректируются ортопедическими изделиями, что в перспективе приводит к существенному ограничению социальной активности и инвалидности [5]. Количество разрушений суставов, обусловленных диспластической патологией как первопричиной, значительно превышает количество травматических повреждений.

Преобладание плоскостопия в структуре патологии стоп обуславливает необходимость разработки скрининговых методов исследования вышерасположенных суставов нижней конечности, которые вынуждены брать на себя возрастающую амортизационную нагрузку в результате утраты функции стоп. Профилактическая направленность в здравоохранении требует, чтобы врач-ортопед в поликлинических условиях имел возможность, используя современные способы визуализации, проводить скрининговую диагностическую оценку [2] особенностей строения гиалинового хряща мышцелков бедренной кости у детей с плоскостопием.

Цель исследования - выявление особенностей строения гиалинового хряща мышцелков бедренной кости у здоровых детей и при продольном плоскостопии первой степени, используя возможности ультрасонографического метода исследования.

### Материал и методы

Для нашего исследования были отобраны 306 ультрасонограмм коленных суставов, выполненных на базе травматолого-ортопедического кабинета 2-й детской поликлиники г. Гродно. Критериями для формирования контрольной группы (ультрасонограммы 156 коленных суставов) стали: отсутствие жалоб на

боли и дискомфорт в коленных суставах, отсутствие в анамнезе спортивных нагрузок, травм и заболеваний нижних конечностей. Исследуемую группу составили 150 ультрасонограмм коленных суставов детей с продольным плоскостопием 1 степени (таблица 1).

**Таблица 1** – Распределение исследуемого материала по группам

Тип материала		Возрастные группы			Всего
		5-7 лет	8-12 лет	13-17 лет	
Ультрасонограммы	Контрольная группа	32	60	64	156
	Исследуемая группа	46	54	50	150
Итого		78	114	306	

Исследования гиалинового хряща мыщелков бедренной кости проводились на ультразвуковом аппарате Aloka ECHO CAMERA SSD-630, линейным датчиком 7,5 МГц. Максимальное сгибание нижней конечности в коленном суставе создавало оптимальное ультразвуковое «окно» для визуализации мыщелков бедренной кости и морфометрии гиалинового хряща [1]. Статистическая обработка осуществлялась с использованием пакетов компьютерных программ «Microsoft Excel 2006» и «Statistica 6.0». При определении значимости различий между средними величинами признаков использован параметрический критерий: в случае сравнения двух групп – t-критерий Стьюдента. За минимальную достоверность различий сравниваемых параметров принимался коэффициент  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Ультразвуковое изображение гиалинового хряща дистального эпифиза бедренной кости характеризовалось ровностью и отчетливостью контуров, высокой степенью однородности, гипозохогенностью, отсутствием дополнительных границ раздела сред. Наружный контур гиалинового хряща визуализировался на границе раздела поверхностной зоны и синовиальной жидкости, а внутренний – на границе с акустической тенью, в области которой располагалась не визуализируемая часть трабекулярной кости дистального эпифиза бедренной кости.

Полученные нами данные о толщине гиалинового хряща мыщелков бедренной кости отражены в таблице 2.

**Таблица 2** – Показатели толщины хряща мыщелков бедренной кости ( $M \pm \sigma$ )

Возраст, лет	Мыщелок	Толщина хряща, мм	
		Контроль	Плоскостопие
5-7 лет	Медиальный	5,31±0,46	5,25±0,49
	Латеральный	5,48±0,5	5,3±0,61
8-12 лет	Медиальный	4,43±0,5	4,52±0,5
	Латеральный	4,67±0,48	4,61±0,53
13-17 лет	Медиальный	3,97±0,31	3,86±0,45
	Латеральный	4,28±0,45	3,98±0,51*

*Примечание* – Статистически значимые отличия от контрольной группы \* –  $p < 0,001$

Анализ результатов показал, что в группе здоровых детей во всех возрастах толщина гиалинового хряща латерального мыщелка бедренной кости превалировала над толщиной хряща над медиальным. Данные о толщине гиалинового хряща мыщелков бедренной кости у пациентов с продольным

плоскостопием первой степени показали преобладание толщины гиалинового хряща латерального мыщелка бедренной кости над толщиной гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости.

Оценивая развитие толщины гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости, не удалось выявить статистически достоверных различий во всех возрастных группах как у здоровых детей, так и у пациентов с продольным плоскостопием первой степени. Однако наблюдалось незначительное преобладание толщины гиалинового хряща мыщелков бедренной кости у здоровых детей в возрастных группах 5–7 лет и 13–17 лет над аналогичными значениями у пациентов с продольным плоскостопием первой степени. В возрастной группе 8–12 лет, напротив, констатировано преобладание значений толщины гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости у пациентов с продольным плоскостопием первой степени над аналогичными параметрами у здоровых детей.

В ходе анализа значений толщины гиалинового хряща латерального мыщелка бедренной кости здоровых детей и пациентов с продольным плоскостопием первой степени нами не выявлено статистически достоверных различий в возрастных группах 5–7 лет и 8–12 лет. В возрастном периоде 13–17 лет отмечалось статистически достоверное снижение толщины гиалинового хряща латерального мыщелка бедренной кости ( $p < 0,001$ ) у пациентов с продольным плоскостопием первой степени.

Нами был использован произвольный показатель соотношения толщины гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости к латеральному – индекс симметричности толщины гиалинового хряща. Отношение в пользу гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости ( $>1$ ) характеризовало вальгусный тип приспособления хрящевого комплекса, в пользу латерального ( $<1$ ) – варусный, а равный единице – симметричный тип.

Расчет индекса симметричности толщины хряща мыщелка бедренной кости у здоровых детей 5–7 лет показал преобладание симметричного варианта (79%) хрящевого комплекса над варусным (21%), при отсутствии вальгусного варианта. У пациентов с продольным плоскостопием первой степени в большинстве случаев также наблюдался симметричный вариант (89,5%) хрящевого комплекса, гораздо реже встречались варусный и вальгусный варианты хрящевого комплекса (7,9% и 2,6%, соответственно) (таблица 3).

**Таблица 3** – Индекс симметричности толщины хряща у детей 5–7 лет

Индекс симметричности	Здоровые $n=62$		Плоскостопие $n=76$	
	Число случаев	%	Число случаев	%
Вальгусный ( $>1$ )	0	0	2	2,6
Симметричный ( $=1$ )	49	79	68	89,5
Варусный ( $<1$ )	12	21	6	7,9

В возрастной группе 8–12 лет установлено преобладание симметричного варианта хрящевого комплекса у здоровых детей (73,3%) и у пациентов с продольным плоскостопием первой степени (90,7%) над долей случаев с варусным вариантом. В данной возрастной группе не наблюдалось вальгусного варианта хрящевого комплекса ни у здоровых детей, ни у детей с продольным плоскостопием первой степени (таблица 4).

**Таблица 4** – Индекс симметричности толщины хряща у детей 8–12 лет

Индекс симметричности	Здоровые n=60		Плоскостопие n=54	
	Число случаев	%	Число случаев	%
Вальгусный (>1)	0	0	0	0
Симметричный (=1)	44	73,3	49	90,7
Варусный (<1)	16	26,7	5	9,3

Отсутствие вальгусного варианта хрящевого комплекса определено нами и в 13–17 лет как у здоровых детей, так и у пациентов с продольным плоскостопием первой степени. Так же как и в группе детей 8–12 лет, наблюдалось преобладание симметричного варианта хрящевого комплекса у здоровых детей (68,7%) и у пациентов с продольным плоскостопием первой степени (88%) над долей случаев с варусным вариантом (таблица 5).

**Таблица 5** – Индекс симметричности толщины хряща у детей 13–17 лет

Индекс симметричности	Здоровые n=64		Плоскостопие n=50	
	Число случаев	%	Число случаев	%
Вальгусный (>1)	0	0	0	0
Симметричный (=1)	44	68,7	44	88
Варусный (<1)	20	31,3	6	12

### Литература

- Алешкевич, А.И. Ультразвуковая диагностика остеоартроза коленного сустава / А.И. Алешкевич, А.Н. Михайлов // Достижения медицинской науки Беларуси. – Мн.: ГУ РНМБ., 2007. – Вып. XII. – С. 109–111.
- Гафаров, Х.З. Торсионное развитие коленного сустава в норме и при некоторых заболеваниях / Х.З. Гафаров // Ортопед., травматол. и протезир. – 1984. – № 7. – С. 31–36.
- Ермак, Е.М. Ультразвуковые критерии оценки структуры суставного хряща и субхондральной кости / Е.М. Ермак // Ультразвук. и функц. диагност. – 2005. – № 5. – С. 102–114.
- Киселевский, Ю.М. Введение в артрологию (фундаментальный и прикладной аспекты): монография / Ю.М. Киселевский. – Гродно: ГрГМУ, 2008. – 220 с.
- Лашковский, В.В. Диагностика ортопедической патологии стопы у детей и подростков: учеб.-метод. пособие / В.В. Лашковский. – Минск: Донарит, 2007. – 60 с.
- Определение влияния вальгусной деформации на напряжения в коленном суставе / М.Ю. Карпинский [и др.] // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2008. – № 2. – С. 31–34.
- Batalov, A.Z. Ultrasonographic evaluation of the knee joint cartilage in rheumatoid arthritis patients / A.Z. Batalov, S.I. Kuzmanova, D.P. Penev // Folia. Med. (Plovdiv). – 2000. – Vol. 42, № 4. – P. 23–26.
- Non-contact evaluation for articular cartilage using ultrasound / M Koji [et al.] // JSME Int. J. A. – 2006. – Vol. 49, № 2. – P. 242–249.
- Saarakkala, S. Ultrasonic quantitation of superficial degradation of articular cartilage / S. Saarakkala, J. Toyras, J. Hirvonen // Ultrasound Med. Biol. – 2004. – Vol. 30, № 6. – P. 783–792.
- Senzig, D.A. Ultrasonic attenuation in articular cartilage

### Выводы

1. По нашему мнению, большая толщина хряща в латеральных отделах мыщелка бедренной кости на фоне трансформации нижних конечностей из варусной в физиологически более выгодную – вальгусную установку – носит функционально-приспособительный характер.

2. Нами наблюдалось незначительное преобладание толщины хряща медиального мыщелка бедренной кости у здоровых детей в возрастных группах 5–7 лет и 13–17 лет, а в возрастной группе 8–12 лет, напротив, констатировали преобладание значений толщины медиального мыщелка бедренной кости у пациентов с продольным плоскостопием первой степени.

3. У пациентов с продольным плоскостопием первой степени отмечалось достоверное снижение толщины хряща латерального мыщелка бедренной кости в возрастном периоде 13–17 лет ( $p < 0,001$ ), которое, на наш взгляд, связано с возрастающей компрессией суставных поверхностей.

4. Расчет индекса симметричности толщины хряща мыщелка бедренной кости показал преобладание симметричного варианта как у здоровых детей во всех возрастных группах, так и у пациентов с продольным плоскостопием первой степени. Есть все основания полагать, что данный вариант является более стабильным, обеспечивая адекватную биомеханику в коленном суставе, поскольку даже при возрастающей нагрузке на хрящ при продольном плоскостопии первой степени изменения симметричности не наблюдаются.

### Literature

- Aleshkevich, A.I. Ul'trazvukovaja diagnostika osteoartroza kolennogo sustava / A.I. Aleshkevich, A.N. Mihajlov // Dostizhenija medicinskoj nauki Belarusi. – Mn.: GU RNMB., 2007. – Vyp. XII. – S. 109–111.
- Gafarov, H.Z. Torsionnoe razvitie kolennogo sustava v norme i pri nekotoryh zabojevanijah / H.Z. Gafarov // Ortoped., travmatol. i protezir. – 1984. – № 7. – S. 31–36.
- Ermak, E.M. Ul'trazvukovye kriterii ocenki struktury sustavnogo hrjashha i subhondral'noj kosti / E.M. Ermak // Ul'trazvuk. i funkcn. diagnost. – 2005. – № 5. – S. 102–114.
- Kiselevskij, Ju.M. Vvedenie v artrologiju (fundamental'nyj i prikladnoj aspekty): monografija / Ju.M. Kiselevskij. – Grodno: GrGMU, 2008. – 220 s.
- Lashkovskij, V.V. Diagnostika ortopedicheskoj patologii stopy u detej i podrostkov: ucheb.-metod. posobie / V.V. Lashkovskij. – Minsk: Donarit, 2007. – 60 s.
- Opređenje vlijanija val'gusnoj deformacii na naprjazhenija v kolennom sustave / M.Ju. Karpinskij [i dr.] // Ortopedija, travmatologija i protezirovanie. – 2008. – № 2. – S. 31–34.
- Batalov, A.Z. Ultrasonographic evaluation of the knee joint cartilage in rheumatoid arthritis patients / A.Z. Batalov, S.I. Kuzmanova, D.P. Penev // Folia. Med. (Plovdiv). – 2000. – Vol. 42, № 4. – P. 23–26.
- Non-contact evaluation for articular cartilage using ultrasound / M Koji [et al.] // JSME Int. J. A. – 2006. – Vol. 49, № 2. – P. 242–249.
- Saarakkala, S. Ultrasonic quantitation of superficial degradation of articular cartilage / S. Saarakkala, J. Toyras, J. Hirvonen // Ultrasound Med. Biol. – 2004. – Vol. 30, № 6. – P. 783–792.
- Senzig, D.A. Ultrasonic attenuation in articular cartilage / D.A. Senzig, F.K. Foster, J.E. Olerud //

/ D.A. Senzig, F.K. Foster, J.E. Olerud // J.Acoust. Soc. Am. – 1992. – Vol. 92, № 2. – P. 676–681.

11. Toyras, J. Speed of sound in normal and degenerated bovine articular cartilage / J. Toyras, M.S. Laasanen, S. Saarakkala // Ultrasound Med. Biol. – 2003. – Vol. 29, № 3. – P. 447–454.

J.Acoust. Soc. Am. – 1992. – Vol. 92, № 2. – P. 676–681.

11. Toyras, J. Speed of sound in normal and degenerated bovine articular cartilage / J. Toyras, M.S. Laasanen, S. Saarakkala // Ultrasound Med. Biol. – 2003. – Vol. 29, № 3. – P. 447–454.

## FUNCTIONAL ADAPTATION OF HYALINE CARTILAGE OF FEMORAL CONDYLE IN CHILDREN

*Ivantsov A.U.*

Educational Establishment «Grodno State Medical University», Grodno, Belarus

---

*The purpose of the study was to evaluate peculiarities of formation of hyaline cartilage of femoral condyle in healthy children (156 sonograms) and those with first-degree longitudinal platypodia (150 sonograms). It was detected that thickness of hyaline cartilage changed as a child grew older; variations of symmetry of the cartilage complex were determined with selection of the most stable one.*

**Key words:** *knee joint, usg, children, cartilage.*

---

Адрес для корреспонденции: e-mail: [ivantsov.mail.by@mail.ru](mailto:ivantsov.mail.by@mail.ru)

Поступила 13.01.2014