

А.Е. Стрижков^{1,2}, Р.З. Нуриманов¹, В.Н. Николенко^{1,2}
**ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА АНАТОМИИ СВЯЗОК ТАЗОБЕДРЕННОГО
 СУСТАВА У ПЛОДОВ И НОВОРОЖДЕННЫХ**

¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет
 имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), г. Москва

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
 имени М.В. Ломоносова», г. Москва

Цель работы: выявление особенностей анатомического строения связок тазобедренного сустава у плодов разного возраста и новорожденных детей.

Материал и методы. Исследование проведено на трупах 200 плодов в возрасте от 12- до 38-й недели и 10 новорожденных. Объектом исследования служили капсула и связки тазобедренного сустава. Использовались анатомические методы исследования. Проводилась морфометрия связок.

Результаты: В результате проведенного исследования установлено, что закладка, рост и созревание волокнистого каркаса у разных связок сустава в плодном периоде идут неравномерно. Выявлены периоды с разной скоростью роста связок. У новорожденных связочный аппарат тазобедренного сустава имеет компонентные и структурные отличия от дефинитивного.

Выводы: 1. Связка головки бедренной кости закладывается на 12-14-й неделях из самостоятельного источника. 2. Подвздошно-бедренная связка закладывается на 16-19-й неделях, лобково-бедренная и седалищно-бедренная на 20-23-й неделях из волокнистых структур поверхностного слоя суставной сумки. 3. Рост размеров связок идет неравномерно. Замедление скорости роста связки головки бедренной кости и обеих частей подвздошно-бедренной связки происходит на 29-31-й неделях.

Ключевые слова: тазобедренный сустав, связки, морфометрия, пучки коллагеновых волокон, плоды, анатомия.

A.E. Strizhkov, R.Z. Nurimanov, N.V. Nikolenko
**AGE DYNAMICS IN THE ANATOMY OF THE HIP JOINT LIGAMENTS
 IN FETUSES AND NEWBORNS**

Objective: identification of the features of the anatomical structure of hip joint ligaments in fetuses of different ages and newborns.

Material and methods. The study was carried out on the corpses of 200 fetuses aged from 12 to 38 weeks and 10 newborns. The object of the study was the capsule and the ligaments of the hip joint. Anatomical research methods were used. Ligament morphometry was performed.

Results. As a result of the study, it was found that the anlage, growth and maturation of the fibrous frame in different joint ligaments in the fetal period have an uneven course. The periods of accelerated growth of ligaments, accompanied by changes in their internal structure, were revealed. In newborns, the ligamentous apparatus of the hip joint has component and structural differences from the definitive one.

Conclusions: 1. The ligament of the femoral head is laid at 12-14 weeks from an independent source. 2. The ilio-femoral ligament is laid at 16-19 weeks, the pubic-femoral and ischio-femoral at 20-23 weeks from the fibrous structures of the surface layer of the articular bag. 3. The growth of the size of the ligaments is uneven. The acceleration of the growth of length and width is accompanied by the appearance of bundles of collagen fibers of a new level of organization.

Key words: hip joint, ligaments, morphometry, collagen fiber bundles, fetuses, anatomy.

Современные методы клинической пренатальной диагностики требуют углубленного представления об анатомии органов и систем плода на разных этапах его развития [1]. При этом эксперты указывают, что наряду с описательными характеристиками органов важное значение имеют данные их морфометрии, поскольку они отражают не только локальные возрастные особенности, но и характеризуют динамику развития структур в плодном периоде в целом [2]. Это в полной мере справедливо для опорно-двигательного аппарата, рост травм и заболеваний структурных элементов которого устойчиво сохраняется в последние годы в России и Европейских странах [3,4]. Причем в 30-50% случаев это касается нарушений локомоторной функции, причинно-следственно связанных с суставами нижней конечности [5].

Из всех врожденных патологий опорно-двигательного аппарата в развитых странах самой частой является дисплазия тазобедренных суставов [6]. В связи с этим доклиниче-

ские формы дисплазии у детей, выявляемые инструментальными методами, осложнения в виде дислокации суставных поверхностей являются объектами изучения специалистов разных областей [7,8]. В последнее время улучшено выявление ранней патологии за счет применения малоинвазивных методов исследования тазобедренного сустава в неонатальном периоде, что позволило визуализировать не только кости и хрящи, но и элементы мягкого остова – связки, капсула сустава и др. [9].

В основе этиопатогенеза дисплазии тазобедренного сустава лежит недоразвитие (неразвитие) разных элементов сочленения, прежде всего суставных поверхностей [10]. При этом известно, что развитие структур твердого и мягкого скелета обусловлено биомеханическими условиями и нагрузками, приходящимися на эту опорную часть тела [11,12]. Биомеханические условия нижней конечности у плода отличаются от состояния в постнатальном онтогенезе. Это обусловле-

но, с одной стороны, сгибательным положением всех сегментов скелета, а с другой – возрастающей ротацией нижней конечности на протяжении плодного периода [13].

По данным литературы известно, что в пренатальном периоде развитие элементов опорно-двигательного аппарата происходит неравномерно [14]. Используя технологии системного анализа, обоснована дискретность морфогенеза связочного аппарата крупных суставов нижней конечности. Эта концепция была подробно обоснована для коленного сустава [12].

Однако данные литературы об особенностях развития связочного аппарата тазобедренного сустава в пренатальном онтогенезе скудны и разрозненны.

Цель исследования: выявление особенностей анатомического строения связок тазобедренного сустава у плодов разного возраста и новорожденных детей.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Анатомическое исследование капсулы и связок тазобедренного сустава плодов и новорожденных: подвздошно-бедренной, лобково-бедренной, седалищно-бедренной, головки бедренной кости (далее по тексту связок тазобедренного сустава).

2. Морфометрия связок тазобедренного сустава.

3. Математико-статистический анализ данных морфометрии и построение гипотез.

Материал и методы

Материалом для исследования служили трупы 200 плодов в возрасте от 12- до 38-й недель внутриутробного развития без патологий опорно-двигательного аппарата. Возраст плода определялся расчетным способом по данным его соматометрических параметров [15]. Проводились препарирование и морфометрия связок тазобедренного сустава с использованием бинокулярного микроскопа МБС-9 (с окулярной сеткой) и цифрового измерительного микроскопа BW1008-500X с оригинальным авторским штативом (патент

РФ на полезную модель №181208) [16]. После послойного препарирования области тазобедренного сустава изучались внесуставные связки. Поскольку капсулярные связки в начале плодного периода слабо контрастируют на фоне суставной сумки, в процессе исследования проводилось наполнение полости сустава контрастным веществом (патент РФ на изобретение RU2618201C1) [17]. При морфометрии определяли длину, ширину и толщину связок на протяжении путем измерения проксимальной, средней и дистальных частей. На следующем этапе исследования проводилась артротомия и исследовались внутрисуставные связки. Для коррекции изменений пространственных взаимоотношений внутрисуставных структур после капсулотомии полость сустава предварительно заполнялась жидкими полимерами (патент РФ на изобретение RU2611945C1).

Математико-статистический анализ и проверка гипотез проводились с применением стандартных продуктов MS Excel 2010 и Statistica 8,0.

Результаты и обсуждение

Закладка связок тазобедренного сустава происходит неравномерно. Раньше всех на 12-й неделе внутриутробного развития макроскопически выявляется связка головки бедра. Форма связки у места начала уплощенная, в средней части – эллипсоидная, у места прикрепления на 12-15-й неделях внутриутробного развития – плоская, а на 20-21-й неделях она приобретает округлую форму, сохраняющуюся до рождения. На протяжении плодного периода связка роста относительно равномерна (см. таблицу), а после 28-31-й недели скорость роста длины связки несколько уменьшается. Корреляционный анализ выявил высокую линейную зависимость параметра от возраста плода. Это позволило построить линейные регрессионные модели роста связки головки бедренной кости до 30,6 недели и после (формулы 1, 2). Анализ уравнений показывает, что на 30-31-й неделях внутриутробного развития скорость роста связки уменьшилась на 14%.

Таблица

Длина связок тазобедренного сустава плодов разного возраста, мм

| Возраст, недели | Подвздошно-бедренная связка | | Лобково-бедренная связка | Седалищно-бедренная связка | Связка головки бедра |
|-----------------|-----------------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|
| | латеральная ножка | медиальная ножка | | | |
| 12-15 | - | - | - | - | 0,8±0,1 |
| 16-19 | 3,1±0,2 | 2,8±0,1 | - | - | 2,2±0,2 |
| 20-23 | 8,8±0,7 | 7,5±0,7 | 7,9±0,7 | 7,7±0,6 | 3,7±0,3 |
| 24-27 | 13,7±1,2 | 11,9±1,3 | 10,0±0,9 | 10,2±1,0 | 5,7±0,4 |
| 28-31 | 18,1±2,0 | 16,2±2,1 | 12,1±1,3 | 12,7±1,5 | 6,8±0,7 |
| 32-35 | 20,8±2,1 | 18,3±1,9 | 13,9±1,3 | 14,8±1,5 | 8,6±0,7 |
| Новорожденные | 25,4±2,8 | 23,9±2,5 | 17,5±2,0 | 19,2±1,8 | 10,4±1,1 |

$L_{\text{СГБК}} = 0,39 \cdot T - 4,49$ при $T = [12,0 - 30,6](1)$; $L_{\text{СГБК}} = 0,33 \cdot T - 2,80$ при $T = [30,7 - 40,0](2)$, где $L_{\text{СГБК}}$ – длина связки головки бедренной кости (мм), T – возраст плода (недели) ($p < 0,05$).

Внесуставные капсулярные связки сустава до 16-й недели внутриутробного развития без применения внутрисуставной инъекции красителями макроскопически не определяются. На фоне окрашенного контраста подвздошно-бедренная связка определяется на 14-15-й неделях. Она представляет собой утолщение фиброзной мембраны на вентральной поверхности капсулы сустава. Связка образована двумя частями: медиальной и латеральной ножками [18]. Длина обеих частей связки с возрастом увеличивается неравномерно. На 28-29-й неделях скорость роста подвздошно-бедренной связки статистически значимо снижалась ($p < 0,05$) (см. таблицу). Регрессионный анализ позволил детально изучить степень замедления роста связки (формулы 3,4,5,6).

$$L_{\text{ЛН ПБС}} = 1,25 \times T - 18,39 \text{ при } T = [16,0-29,5](3)$$

$$L_{\text{ЛН ПБС}} = 0,70 \times T - 2,48 \text{ при } T = [29,6-40,0](4)$$

$$L_{\text{МН ПБС}} = 1,12 \times T - 16,60 \text{ при } T = [12,0-30,6](5)$$

$$L_{\text{МН ПБС}} = 0,75 \times T - 6,14 \text{ при } T = [36,7-40,0](6),$$

где $L_{\text{ЛН ПБС}}$, $L_{\text{МН ПБС}}$ – длина латеральной и медиальной ножек подвздошно-бедренной связки (мм), T – возраст плода (недели) ($p < 0,05$).

Из уравнений видно, что до 29-30-й недель латеральная ножка связки растет быстрее медиальной в 1,12 раза. Но на 29-й неделе скорость ее роста уменьшается в 1,79 раза, а медиальная ножка начинает расти в 1,07 раза быстрее.

Седалищно-бедренная и лобково-бедренная связки макроскопически определяются на 18-19-й неделях внутриутробного развития. Седалищно-бедренная связка представляла собой утолщение заднего отдела капсулы сустава, протягивающееся от заднелатерального сегмента края вертлужной впадины до большого вертела. Лобково-бедренная связка имела вид тонких пучков на поверхности капсулы, идущих от лобковой кости до малого вертела бедренной кости. Седалищно-бедренная связка росла в длину статистически значимо быстрее лобково-бедренной ($p < 0,05$). На 28-29-й неделях рост обеих связок замедлялся (см. таблицу), но изменения не были статистически значимы ($p > 0,05$). Корреляционный анализ выявил высокую зависимость размеров связок от возраста плода на протяжении от 20-й недели до новорожденности. Это явилось основанием для построения линейных регрессионных моделей (формула 7, 8).

$$L_{\text{ЛБС}} = 0,51 \times T - 3,15 \text{ при } T = [20,0 - 40,0](7)$$

$$L_{\text{СБС}} = 0,62 \times T - 5,53 \text{ при } T = [20,0 - 40,0](8),$$

где $L_{\text{ЛБС}}$, $L_{\text{СБС}}$ – длина лобково-бедренной и седалищно-бедренной связок (мм), T – возраст плода (недели) ($p < 0,05$).

Анализ уравнений показывает, что константа роста длины седалищно-бедренной связки на протяжении всего плодного периода была в 1,22 раза больше аналогичного параметра лобково-бедренной связки.

Круговая зона тазобедренного сустава в плодном периоде не сформирована как целостное образование. После 28-й недели в толще капсулы на фоне внутрисуставного контрастирования выявляются отдельные, фрагментарно расположенные пучки. На передней поверхности сустава они ориентируются параллельно медиальной ножке лобково-бедренной связки, а на задней «пунктиром» проходят по линии, соединяющей малый вертел и передневерхнюю подвздошную ость.

Таким образом, развитие связок тазобедренного сустава идет неравномерно. Закладка основных связок тазобедренного сустава завершается к 20-21-й неделям. На протяжении плодного периода рост размеров связок идет неравномерно. Быстрее других растет подвздошно-бедренная связка (1,12-1,25 мм/неделя до 30-31-й недели и 70-75 мм/неделя – после). За ней по темпам прироста следуют седалищно-бедренная и лобково-бедренная связки (0,62 и 0,51 мм/неделя соответственно). Медленнее на протяжении плодного периода увеличивается длина связки головки бедренной кости (0,33-0,39 мм/неделя). На 28-29-й неделях скорость роста связок, закладка которых отмечается ранее (связка головки бедренной кости и подвздошно-бедренная связка), уменьшается.

Это согласуется с данными по росту связок коленного сустава в плодном периоде [12,14]. На неравномерный рост связок коленного сустава на протяжении в плодном периоде указывают отдельные сообщения [19,20].

Выводы

1. Связка головки бедренной кости закладывается на 12-14-й неделях из самостоятельного источника.

2. Подвздошно-бедренная связка закладывается на 16-19-й неделях, лобково-бедренная и седалищно-бедренная на 20-23-й неделях из волокнистых структур поверхностного слоя суставной сумки.

3. Рост размеров связок идет неравномерно. Замедление скорости роста связки головки бедренной кости и обеих частей подвздошно-бедренной связки происходит на 29-31-й неделях.

Сведения об авторах статьи:

Стрижков Алексей Евгеньевич – к.м.н., доцент кафедры анатомии человека Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). Адрес: 125009, г. Москва, Моховая улица, 11с10. E. mail: strizhkov@inbox.ru.

Нуриманов Руслан Зиннурович – ассистент кафедры анатомии человека Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). Адрес: 125009, г. Москва, Моховая улица, 11с10. E. mail: ruslan.nurimanov@bk.ru.

Николенко Владимир Николаевич – д.м.н., профессор, завкафедрой анатомии человека Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). Адрес: 125009, г. Москва, Моховая улица, 11с10. E. mail: vn.nikolenko@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железнов, Л.М. Анатомические основы оптимизации ультразвуковых скрининговых исследований в перинатологии / Л.М. Железнов, О.А. Леванова, С.А. Никифорова, С.А. Саренко // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2018. – Т. 7, № 4. – С. 20-26.
2. Железнов, Л.М. Фетометрия и индивидуальная анатомическая изменчивость плода / Л.М. Железнов, О.А. Леванова, С.А. Никифорова // Морфология. – 2018. – Т. 153, №3. – С. 105-105а.
3. Атлас здоровья в Европе. 2-е изд. – ВОЗ, 2008. – С. 88-89.
4. Здравоохранение в России. – 2017: стат. сб. / Росстат. – М., 2017. – 170 с.
5. Кавалерский Г.М. Травматология и ортопедия / Г.М. Кавалерский, А.В. Гаркави, Л.Л. Силин [и др.] – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 640 с.
6. Баиндурашвили, А.Г. Патология тазобедренных суставов в периоде новорожденности / А.Г. Баиндурашвили, И.Ю. Чухраева // Травматология и ортопедия России. – 2011, №1(59). – С. 112-116.
7. Басков В.Е. Клинико-морфологические особенности диспластического маргинального вывиха у детей / В.Е. Басков, А.Е. Балабовко // Актуальные проблемы травматологии и ортопедии: материалы конференции молодых ученых Северо-западного федерального округа. – СПб.: РНИИТО им Р.Р. Вредена, 2007. – С. 191-193.
8. Особенности клинической картины повреждений менисков коленного сустава у детей / Р.А. Гумеров [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2017. – Т. 12, № 5(71). – С. 62-65.
9. Хисаметдинова Г.Р. Возможности ультрасонографии с доплерографией при болезни Пертеса, асептических некрозах головки бедренной кости другого генеза и транзитном синовите тазобедренного сустава у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2015. – 22 с.
10. Современные представления о механизмах развития дисплазии тазобедренных суставов у детей (обзор) / А.В. Сертакова [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – №7(3). – С. 704-710.
11. Николенко В.Н. Морфобиомеханические закономерности и индивидуальная изменчивость конструкции спинного мозга: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Саранск, 1997. – 44 с.
12. Стрижков, А.Е. Морфологический анализ возрастной динамики биомеханических свойств связок коленного сустава плодов человека / А.Е. Стрижков // Сеченовский вестник. – 2017. – №30(4). – С. 25-29.
13. Нуриманов, Р.З. Особенности строения мышц, действующих на тазобедренный сустав, у плода человека / Р.З. Нуриманов, А.Е. Стрижков, В.Н. Николенко // Сеченовский вестник. – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 47-51.
14. Стрижков, А.Е. Системный анализ морфогенеза связочного аппарата суставов нижней конечности в пре- и неонатальном онтогенезе / А.Е. Стрижков, В.Н. Николенко, Р.З. Нуриманов, Р.В. Насыров // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018): труды VI Всероссийской конференции. – Уфа, Ставрополь, 2018. – С. 41-43.
15. Стрижков, А.Е. Математическая модель оценки возраста плода человека по его наружным антропометрическим показателям / А.Е. Стрижков // Российские морфологические ведомости. – 2000. – №1-2. – С. 94-99.
16. Стрижков, А.Е. Устройство для цифровой микроскопии. Патент РФ на полезную модель №181208 / А.Е. Стрижков, Р.З. Нуриманов // Изобретения. Полезные модели // Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). – 2018, №19.
17. Нуриманов, Р.З. Оптимизация доступов для внутрисуставного введения полимеризующихся составов при исследовании суставов нижней конечности плода человека / Р.З. Нуриманов, А.Е. Стрижков // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. – 2020, №1. – С. 53-57.
18. Сапин, М.Р. Анатомия человека: учебник в 2-х т. Т. 1. / М.Р. Сапин, Д.Б. Никитюк, В.Н. Николенко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 704 с.
19. Вагапова, В.Ш. Функциональная морфология элементов коленного сустава [Текст] / В.Ш. Вагапова, Д.Ю. Рыбалко: Гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Башкирский гос. мед. ун-т» Минздрава России. – Уфа: Гилем, 2015. – 351 с.
20. Ахметдинова Э.Х. Фиброархитектоника мест фиксации связок коленного сустава у плодов и новорожденных детей / В.Ш. Вагапова, Э.Х. Ахметдинова // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015 – Т. 10, № 1. – С. 65-68.

REFERENCES

1. Zheleznov, L.M. Anatomicheskie osnovy optimizacii ul'trazvukovykh skringingovykh issledovanij v perinatologii / L.M. Zheleznov, O.A. Levanova, S.A. Nikiforova, S.A. Sarenko // ZHurnal anatomii i gistopatologii. – 2018. – Т. 7, № 4. – С. 20-26. (In Russ.).
2. Zheleznov, L.M. Fetometriya i individual'naya anatomicheskaya izmenchivost' ploda / L.M. Zheleznov, O.A. Levanova, S.A. Nikiforova // Morfologiya. – 2018. – Т. 153, №3. – С. 105-105а. (In Russ.).
3. Atlas zdorov'ya v Evrope. 2-e izd. – VOZ, 2008. – С. 88-89. (In Russ.).
4. Zdravooohranenie v Rossii. – 2017: stat. sb. / Rosstat. – М., 2017. – 170 s. (In Russ.).
5. Kavalerskij G.M. Travmatologiya i ortopediya / G.M. Kavalerskij, A.V. Garkavi, L.L. Silin [i dr.] – М.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2019. – 640 s. (In Russ.).
6. Baindurashvili, A.G. Patologiya tazobedrennykh sustavov v periode novorozhdennosti / A.G. Baindurashvili, I.YU. CHuhraeva // Travmatologiya i ortopediya Rossii. – 2011, №1(59). – С. 112-116. (In Russ.).
7. Baskov V.E. Kliniko-morfologicheskie osobennosti displasticheskogo marginal'nogo vyviha u detej / V.E. Baskov, A.E. Balabovko // Aktual'nye problemy travmatologii i ortopedii: materialy konferencii molodykh uchenykh Severno-zapadnogo federal'nogo okruga. – SPb.: RNIITO im R.R. Vredena, 2007. – С. 191-193. (In Russ.).
8. Osobennosti klinicheskoy kartiny povrezhdenij meniskov kolennogo sustava u detej / R.A. Gumerov [i dr.] // Medicinskij vestnik Bashkortostana. – 2017. – Т. 12, № 5(71). – С. 62-65. (In Russ.).
9. Hisametdinova G.R. Vozmozhnosti ul'trasonografii s dopplerografiej pri bolezni Pertesa, asepticeskikh nekrozah golovki bedrennoj kosti drugogo genезa i tranzitornom sinovite tazobedrennogo sustava u detej: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. – М., 2015. – 22 s. (In Russ.).
10. Sovremennye predstavleniya o mekhanizmah razvitiya displazii tazobedrennykh sustavov u detej (obzor) / A.V. Sertakova [i dr.] // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. – 2011. – №7(3). – С. 704-710. (In Russ.).

11. Nikolenko V.N. Morfobiomekhanicheskie zakonomernosti i individual'naya izmenchivost' konstrukcii spinnogo mozga: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. – Saransk, 1997. – 44 s. (In Russ.).
12. Strizhkov, A.E. Morfologicheskij analiz vozrastnoj dinamiki biomekhanicheskikh svoystv svyazok kolennogo sustava plodov cheloveka / A.E. Strizhkov // Sechenovskij vestnik. – 2017. – №30(4). – S. 25-29. (In Russ.).
13. Nurimanov, R.Z. Osobennosti stroeniya myshc, dejstvuyushchih na tazobedrennyj sustav, u ploda cheloveka / R.Z. Nurimanov, A.E. Strizhkov, V.N. Nikolenko // Sechenovskij vestnik. – 2019. – T. 10, № 1. – S. 47-51. (In Russ.).
14. Strizhkov, A.E. Sistemnyj analiz morfogeneza svyazochnogo apparata sustavov nizhnej konechnosti v pre- i neonatal'nom ontogeneze / A.E. Strizhkov, V.N. Nikolenko, R.Z. Nurimanov, R.V. Nasyrov // Informacionnye tekhnologii intellektual'noj podderzhki prinyatiya reshenij (ITIDS'2018): trudy VI Vserossijskoj konferencii. – Ufa, Stavropol', 2018. – S. 41-43. (In Russ.).
15. Strizhkov, A.E. Matematicheskaya model' ocenki vozrasta ploda cheloveka po ego naruzhnym antropometricheskim pokazatelyam / A.E. Strizhkov // Rossijskie morfologicheskie vedomosti. – 2000. – №1-2. – S. 94-99. (In Russ.).
16. Strizhkov, A.E. Ustrojstvo dlya cifrovoj mikroskopii. Patent RF na poleznuyu model' №181208 / A.E. Strizhkov, R.Z. Nurimanov // Izobreteniya. Poleznye modeli // Oficial'nyj byulleten' Federal'noj sluzhby po intellektual'noj sobstvennosti (Rospatent). – 2018, №19. (In Russ.).
17. Nurimanov, R.Z. Optimizaciya dostupov dlya vnutrisustavnogo vvedeniya polimerizuyushchih sostavov pri issledovanii sustavov nizhnej konechnosti ploda cheloveka / R.Z. Nurimanov, A.E. Strizhkov // Vestnik Bashkirskego gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. – 2020, №1. – S. 53-57. (In Russ.).
18. Sapin, M.R. Anatomiya cheloveka: uchebnik v 2-h t. T. 1. / M.R. Sapin, D.B. Nikityuk, V.N. Nikolenko. – M.: GEOTAR-Media, 2012. – 704 s. (In Russ.).
19. Vagapova, V.Sh. Funkcional'naya morfologiya elementov kolennogo sustava [Tekst] / V.Sh. Vagapova, D.YU. Rybalko: Gos. byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya «Bashkirskeg gos. med. un-t» Minzdrava Rossii. – Ufa: Gilem, 2015. – 351 s. (In Russ.).
20. Ahmetdinova E.H. Fibroarhitektonika mest fiksacii svyazok kolennogo sustava u plodov i novorozhdennyh detej / V.Sh. Vagapova, E.H. Ahmetdinova // Medicinskij vestnik Bashkortostana. – 2015 – T. 10, № 1. – S. 65-68. (In Russ.)