

УДК 611.728.3

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Ю.М. Киселевский, к.м.н., доцент; А.В. Иванцов

Кафедра анатомии человека

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

На основании данных обзора научной литературы, а также собственных наблюдений авторы статьи предлагают рассматривать строение самого уникального сустава человеческого тела в виде так называемых структурно-функциональных комплексов-блоков: капсульно-связочный комплекс, мениско-связочный комплекс, комплекс крестообразных связок, надколенниково-бедренный и бедренно-большеберцовый комплексы. В статье приводятся особенности строения каждого из комплексов, указывается на их функциональное и генетическое единство.

Ключевые слова: функциональная анатомия, коленный сустав

Based on the literature data review and on the personal observations the authors of the article suggest considering the structure of the most unique joint of the human body as consisting of co-called structural and functional blocks: capsular ligament complex, meniscus ligament complex, complex of ligamenta cruciata genus, patello-femoral complex, and femoral-tibial complex. The article describes the structure characteristics of every complex, their functional and genetic unity being emphasized.

Key words: functional anatomy, knee joint

*Светлой памяти
Елены Петровны Аниськовой*

Ни одному из известных соединений опорно-двигательного аппарата человека медицинская научная общественность не уделяла столько внимания. Ни одному из суставов не посвящено столько научных статей, монографий, диссертационных исследований. Среди них вопросы эмбрионального развития коленного сустава и его структурных компонентов [2, 8, 12, 15, 22, 23, 37, 39], биомеханическая характеристика элементов соединения [25, 26, 30, 38, 42], различные аспекты возрастной анатомии [3, 5, 11, 19, 20, 21], изучение строения сустава при помощи методов медицинской визуализации [6, 9, 10, 32, 33] и многие другие научные исследования и направления. Однако и до настоящего времени коленный сустав остается самым загадочным и изучаемым суставом человеческого тела.

Достаточно полно в литературных источниках освещены вопросы функционального назначения отдельных анатомических структур коленного сустава. Наряду с этим встречаются практически лишь единичные публикации, в которых представлена более-менее полная и целостная комплексная характеристика составляющих элементов указанного соединения с позиций их функционального единства. В связи с вышеизложенным, на основании анализа литературы и собственных наблюдений, в данной статье мы позволили себе высказать ряд суждений об организации коленного сустава, как достаточно сложного и уникального анатомического образования. Коленный сустав представляется нам как совокупность взаимосвязанных друг с другом структурно-функциональных комплексов-блоков, включающий капсульно-связочный, мениско-связочный, крестообразный, бедренно-надколенниковый и бедренно-большеберцовый комплексы.

Коленный сустав сформирован дистальным эпифизом бедренной кости, проксимальным эпифизом большеберцовой кости и надколенником. Дистальный эпифиз бедренной кости утолщен и образует два округлых эллипсовидной формы мыщелка, на каждом из которых имеется суставная поверхность. Проксимальный эпифиз большеберцовой кости также представлен двумя мыщелками: латеральный – округлой формы с плосковыпуклой суставной поверхностью, медиальный – овальной формы и имеет плосковогнутую суставную поверхность. В связи с этим коленный сустав по форме классифицируют как мыщелковый (или эллипсовидный). По нашему мнению (и это сочетается с правилами геометрической анатомии), мыщелки бедренной кости, равно как и мыщелки большеберцовой, по форме представляют собой эллипсоидные цилиндры. При этом цилиндры мыщелков большеберцовой кости поставлены вертикально на свое основание, а цилиндры мыщелков бедренной кости накладываются на них своими выпуклыми боковыми поверхностями. Существует множество различных мнений относительно величины мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Считается, что у взрослых людей медиальный мыщелок бедренной кости по размерам больше латерального. Напротив, латеральный мыщелок большеберцовой кости по величине превосходит медиальный. У новорожденных детей такое соотношение размеров мыщелков диаметрально противоположное [3]. Тем не менее, нормальное развитие коленного сустава предполагает, что увеличение мыщелка одной кости компенсируется уменьшением такого же мыщелка другой кости. Само собой разумеется, что при нарушении данного развития любая структурная диспропорция не может не отразиться на функции коленного сустава, его биомеханике, включающей такие движения, как качение, скольжение и вращение. Кроме того, нужно учитывать тот момент, что в развитии суставного ре-

льефа имеют место два взаимосвязанных процесса: нарастание кривизны суставных поверхностей и уплощение их [2]. Более искривленные суставные поверхности формируются в тех отделах сустава, где объем движений больше (динамический отдел) – мышелки бедренной кости. В отделах сустава, испытывающих наибольшую нагрузку (опора), суставные поверхности более плоские (статический отдел) – мышелки большеберцовой кости. Такое функциональное подразделение бедренно-большеберцового комплекса можно назвать градацией по горизонтали. С другой стороны (функциональная градация по вертикали), в результате того, что мышелки бедренной кости имеют различный радиус кривизны, а суставные площадки мышелков большеберцовой кости – различную уплощенность, принято обоснованно считать латеральный отдел сустава более динамическим (лабильным), а медиальный отдел – преимущественно опорным (стабильным).

Из вышеизложенного можно судить о том, что суставные поверхности бедренной и большеберцовой костей неконгруэнтны. Для устранения указанного несоответствия суставных поверхностей в полости коленного сустава между мышелками бедренной и большеберцовой костей располагаются хрящевые внутрисуставные полудиски или мениски, анатомическое строение которых достаточно подробно описано в литературе [1, 43, 45]. Назначение обоих менисков, кроме вышеприведенного, проявляется в улучшении распределения массы тела, в обеспечении более равномерной смазки суставных структур синовиальной жидкостью, в поглощении ударов и толчков при движении и т.п. Мениски могут функционировать синхронно или асинхронно. При сгибании в коленном суставе мениски смещаются назад, а при разгибании вперед. Латеральный мениск функционально связан с суставной поверхностью мышелка бедренной кости и смещается вместе с ней. Он всегда подвижнее медиального, амплитуда его движений больше, несмотря на существующие структуры, ограничивающие эти движения. По мнению Langa (цит. по Анисковой Е.П., 1985), сгибание и разгибание происходят в верхних отделах сустава, т.е. между мышелками бедренной кости и менисками, а вращение – в нижних между менисками и мышелками большеберцовой кости. Однако в своих исследованиях автор не учитывал функцию связочного аппарата менисков, особенно, мениско-бедренных связок, которые перераспределяют функцию менисков сустава. Исследования, проведенные Е.П. Анисковой (1985), доказывают, что в латеральном отделе сустава движения происходят на нижнем этаже, т.е. мышелок бедренной кости и мениск являются функционально одной частью, а мышелок большеберцовой кости – другой. В медиальном отделе сустава движения осуществляются на верхнем этаже, т.е. мышелок бедренной кости скользит по поверхности мениска, объединенного функционально с суставной поверхностью мышелка большеберцовой кости.

Установлено, что при различных движениях в коленном суставе медиальный и латеральный ме-

ниски выполняют каждый свою функцию, которая обусловлена их формой и фиксацией. Мениски коленного сустава человека характеризуются различными вариантами формы, которые на протяжении жизни не изменяются [16, 17, 18, 21]. Медиальный мениск серповидной формы, менее подвижен и более постоянен (стабилен). Латеральный мениск более лабилен и изменчив по форме: округлый, поперечно или продольно овальный, почти замкнутое кольцо и другие формы. По нашему мнению, чем больше степень изогнутости мениска (мениск по форме приближается к кольцу), тем менее он стабилен и более подвижен. При движениях в коленном суставе верхняя (вогнутая) сторона менисков приспосабливается к рельефу суставных поверхностей мышелков бедренной кости, а нижняя (плоская) – скользит по суставной поверхности мышелков большеберцовой кости [14, 25]. Таким образом, движение менисков происходит с непрерывным моделированием их на мышелках бедренной кости (адаптация). Указанная адаптация менисков к суставным поверхностям напрямую зависит не только от формы менисков, но и от развития их фиксирующего связочного аппарата. Мениски вместе со своими связками, по мнению Г.С. Абелянца (цит. по Анисковой Е.П., 1985), составляют единый функциональный комплекс коленного сустава. Фиксация менисков осуществляется посредством связок их рогов (переднего и заднего) к большеберцовой и бедренной костям, к комплексу крестообразных связок, а также к капсуле коленного сустава [21, 22]. При этом медиальный мениск более надежно фиксирован к капсуле сустава и, кроме того, своими собственными мениско-берцовыми связками прикрепляется к большеберцовой кости. Радиус кривизны медиального мениска больше, он уже латерального, точки фиксации, не считая капсулы, расположены только на большеберцовой кости, поэтому движения мениска становятся более ограниченными. Латеральный мениск также прикрепляется при помощи одноименных связок на большеберцовой кости. Кроме того, из-за его недостаточно прочной фиксации к капсуле сустава, а отсюда большая подвижность, задний рог латерального мениска дополнительно фиксируется к бедренной кости посредством передней и задней мениско-бедренных связок [4, 14, 31, 41, 44]. Развитие мениско-бедренных связок обусловлено появлением вращательных движений в коленном суставе. Однако у человека ротация в колене происходит реже и с меньшей амплитудой, поэтому указанные связки становятся менее необходимыми и зачастую отсутствуют. Функционально эти связки укрепляют заднюю крестообразную связку, что необходимо в связи с сильным разгибанием, возникающим при вертикальном положении тела (при прямохождении). Мениско-бедренные связки являются составным элементом латерального мениска, обеспечивая приспособление последнего к меняющемуся рельефу латерального мышелка бедренной кости при движениях в коленном суставе. Мениск сдавливается мышелком бедренной кости, связки тянут его задний рог назад. Это изменяет форму мениска: он удлиняется

в сагиттальном направлении, увеличивается радиус его кривизны, что способствует адаптации суставной поверхности мыщелка бедренной кости к верхней поверхности мениска.

Отдельно хочется сказать об еще одной связке менисков, которая, располагаясь поперечно, соединяет их передние рога. Поперечная связка колена характерна только для человека и появилась в связи с прямохождением. Связка натягивается при асинхронном движении менисков, а также при сгибании коленного сустава. Она предотвращает расхождение передних рогов менисков в противоположные стороны и обеспечивает устойчивую позицию менисков соответственно мыщелкам бедренной и большеберцовой костей в различные фазы движения в суставе [2]. Эта связка непостоянна и присутствует, по данным разных авторов, в 26-65% случаев [2, 3, 14]. По нашему мнению, на наличие и степень развития указанной связки оказывает преимущественное влияние изменчивость формы латерального мениска. При отсутствии поперечной связки колена и изменении точек фиксации связок задних и передних рогов обоих менисков, увеличивается амплитуда движений менисков, как при сгибании, так и при разгибании в коленном суставе.

Кроме собственных связок менисков, в полости коленного сустава располагаются крестообразные связки. Развитию, строению и функциональным возможностям крестообразных связок уделяли внимание многие исследователи [15, 27, 28, 30, 34, 45]. Передняя крестообразная связка начинается на внутренней поверхности латерального мыщелка бедренной кости в межмыщелковой ямке. От места своего начала связка направляется кпереди и заканчивается в переднем межмыщелковом поле большеберцовой кости. Задняя крестообразная связка начинается от внутренней поверхности медиального мыщелка и межмыщелковой ямки бедренной кости и заканчивается в заднем межмыщелковом поле большеберцовой кости. Крестообразные связки имеют различную топографию. Передняя крестообразная связка располагается более горизонтально, в то время как задняя занимает, преимущественно, вертикальное положение. Передняя и задняя части одной и той же крестообразной связки могут иметь различную функцию при сгибании и разгибании в коленном суставе [2]. При разгибании и положении замкнутой ротации волокна передней части задней крестообразной связки ослаблены, а в задней части туго натянуты. В этом положении волокна задней части передней крестообразной связки туго натянуты, а волокна передней части ослаблены. При сгибании передние волокна задней крестообразной связки натянуты, а задние – ослаблены. В передней крестообразной связке передние волокна ослаблены, в то время как задние натянуты. Таким образом, передняя крестообразная связка предотвращает смещение кзади мыщелков бедренной кости при сгибании, а задняя предотвращает смещение их кпереди при разгибании в коленном суставе. Кроме этого, крестообразные связки являются проводниками кровеносных сосудов к дистальному эпи-

физу бедренной кости и к проксимальному эпифизу большеберцовой кости.

В образовании передней стенки коленного сустава участвует надколенник, который с одноименной поверхностью мыщелков бедренной кости и при содействии собственной связки надколенника формирует бедренно-надколенниковое сочленение [5, 7, 13, 29, 35]. Надколенник защищает крестообразные связки и передние рога менисков. Кроме того, надколенник является точкой опоры четырехглавой мышцы бедра и, благодаря ее сокращению, давит на мыщелки бедренной кости как при сгибании, так и при разгибании [26]. Увеличение в размерах надколенника увеличивает площадь прикрепления сухожилия четырехглавой мышцы бедра, тем самым увеличивая силу ее сокращения. Для определения адекватной биомеханики бедренно-надколенникового сочленения нужно учитывать соотношение высоты (длины) надколенника с длиной его собственной связки [13, 36]. Если связка длинная – говорят о высоком стоянии надколенника (*patella alta*) и, наоборот, если она короткая, то имеет место низкое расположение данной сесамовидной кости (*patella profunda*). Кроме того, в плане прогнозирования такой достаточно частой патологии, как вывих надколенника, важно знать анатомическое состояние его суставных фасеток, а также угол блока мыщелков бедренной кости (т.н. угол их схождения) [40].

Из наружных связок коленного сустава, помимо собственной связки надколенника, следует отметить коллатеральные связки [23, 24, 39], которые играют огромную роль в стабилизации коленного сустава. Они препятствуют боковому смещению бедренной и большеберцовой костей, ограничивая наружную ротацию последней [38]. Коллатеральная большеберцовая связка, являясь значительным утолщением капсулы, имеет вид широкой пластинки, состоящей из двух частей – передней (более массивной) и задней. Передняя часть этой связки натягивается при максимальном сгибании, а задняя часть – при максимальном разгибании в коленном суставе. Малоберцовая огибающая связка, контурирующаяся в виде плоского тяжа, также состоит из двух пучков – глубокого и поверхностного. При максимальном разгибании натягивается глубокая часть связки, а максимальное сгибание ограничивает ее поверхностная часть.

Заключение и выводы

Таким образом, коленный сустав представляет собой совокупность взаимосвязанных структурно-функциональных комплексов. Так, мениско-связочный комплекс, включающий оба мениска и их связочный аппарат, взаимодействует с мыщелками бедренной и большеберцовой костей так называемого бедренно-большеберцового комплекса. Комплекс крестообразных связок функционально связан с теми же мыщелками бедренной и большеберцовой костей, а также со связками менисков. Капсульно-связочный комплекс стабилизирует бедренно-большеберцовое и бедренно-надколенниковое сочленения (или комплексы), а также фиксирует мениски. Надколенниково-бедренный ком-

плекс, благодаря собственной связке надколенника, включен в капсульно-связочный комплекс и, кроме того, взаимодействует с бедренной и большеберцовой костями.

Коленный сустав по своему развитию и строению занимает промежуточное положение в статико-кинематической цепи суставной системы нижней конечности. Указанная позиция определенным образом накладывает отпечаток на структурно-функциональные особенности изучаемого соединения. Вышесказанное следует понимать так: все анатомические образования коленного сустава генетически целостны, и объединены во взаимосвязанные друг с другом комплексы, функционально направленные на выполнение сложных взаимодействий в исследуемой суставной цепи - опоры (стабильности или статики) и движения (лабильности или кинематики).

Литература

1. Аниськова, Е.П. Функциональная анатомия менисков коленного сустава / Е.П. Аниськова // Морфология органов и систем: сб. науч. тр. - Минск, 1990. - С. 102-105.
2. Аниськова, Е.П. Строение коленного сустава в эмбриогенезе человека и млекопитающих в норме и в эксперименте: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / Е.П. Аниськова. - Ярославль, 1986. - 17 с.
3. Ахундова А.А. Средние и крайние формы индивидуальной изменчивости элементов коленного сустава и кровоснабжение их у новорожденных: автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.А. Ахундова. - Алма-Ата, 1962. - 25 с.
4. Вагапова, В.Ш. Связочный аппарат менисков коленного сустава человека в пренатальном онтогенезе / В.Ш. Вагапова, О.В. Самоходова, Д.Ю. Рыбалко // Морфологические ведомости. - 2006. - № 1-2. - С. 40-42.
5. Гибадуллина, Ф.Б. Морфология надколенника и его фиксирующего аппарата у людей в зрелом, пожилом и старческом возрастах: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / Ф.Б. Гибадуллина. - Уфа, 2004. - 27 с.
6. Ибрагимов, А. К анатомии коленного сустава плодов и новорожденных (анатомо-рентгенологическое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. Ибрагимов. - Самарканд, 1970. - 19 с.
7. Иманова, В.Р. Особенности строения собственной связки надколенника у плодов человека / В.Р. Иманова // Морфология. - 2004. - № 4. - С. 53.
8. Иманова, В.Р. Особенности развития надколенника у плодов / В.Р. Иманова, В.Ш. Вагапова // Морфология. - 2006. - Т. 129, № 4. - С. 56.
9. Киселевский, Ю.М. Анатомия коленного сустава в свете некоторых клинико-инструментальных методов исследования / Ю.М. Киселевский // Физическое воспитание и современные проблемы сохранения и формирования здоровья молодежи: совм. научн. изд-е, посвящ. 15 лет-ю фак-та физич. кул-ры и 10 лет-ю каф. спорт. мед-ны и леч. физ-ры УО «Гродненский гос. ун-т им. Я. Купальскаго». - Гродно, 2003. - С. 125-126.
10. Киселевский, Ю.М. Современные клинико-инструментальные методы исследования в возрастной анатомии коленного сустава человека / Ю.М. Киселевский, А.В. Иванцов // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. - 2006. - Т. 5, № 2. - С. 92.
11. Киселевский, Ю.М. Особенности анатомического строения коленного сустава новорожденных детей / Ю.М. Киселевский, А.В. Иванцов // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. - 2006. - №4. - С. 126-129.
12. Котти, Е.П. Развитие формы коленного сустава человека: дисс. канд. мед. наук / Е.П. Котти. - Донбасс, 1958. - 16 с.
13. Лабунский Ю.В. К анатомии надколенника и его собственной связки / Ю.В. Лабунский // Тр. Саратовского мед. ин-та. - Саратов, 1978. - Т. 99. - С. 27-31.
14. Лабунский, Ю.В. К вопросу о мениско-бедренных связках коленного сустава / Ю.В. Лабунский // В кн.: «Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза». - Ярославль, 1981. - С. 87-95.
15. Эмбриональное развитие крестообразного комплекса коленного сустава человека: I. закладка и первичная дифференцировка / А.Н. Макаров [и др.] // Вестник травм. и ортоп. - 2001. - №1. - С. 57-61.
16. Нефедов, В.И. Варианты анатомического строения менисков коленного сустава: дисс. канд. мед. наук / В.И. Нефедов - Хабаровск, 1945. - 15 с.
17. Образцов, Г.Д. К типовой анатомии менисков коленного сустава / Г.Д. Образцов // Вестн. хир. и погр. обл. - 1929. - Т. XVII, кн. 51. - С. 126-128.
18. Орлов, Г.А. О хирургической анатомии менисков коленного сустава / Г.А. Орлов // Ортоп. и травм. - 1946. - Кн. 3. - С. 26-31.
19. Понятовский, Ю.В. Изменения структурных элементов коленного сустава у людей различного возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / Ю.В. Понятовский - Киев, 1982. - 23 с.
20. Ратишвили, Г.И. Развитие коленного сустава у человека после рождения: дисс. канд. мед. наук / Г.И. Ратишвили - Тбилиси, 1954. - 30 с.
21. Рыбалко, Д.Ю. Строение менисков коленного сустава человека и их фиксирующего аппарата в зрелом, пожилом и старческом возрастах: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / Д.Ю. Рыбалко - Уфа, 2006. - 22 с.
22. Самоходова, О.В. Развитие менисков коленного сустава и их фиксирующего аппарата в пренатальном онтогенезе: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02 / О.В. Самоходова. - Уфа, 2004. - 23 с.
23. Источники морфогенеза связок коленного сустава / А.Е. Стрижков [и др.] // Морфология. - 2004. - №4. - С. 117-118.
24. Стрижков, А.Е. Морфофункциональные особенности капсульно-связочного аппарата коленного сустава в перинатальном онтогенезе / А.Е. Стрижков, В.Ш. Вагапова, М.В. Чурилов // Морфология. - 2000. - Т. 117, № 3. - С. 116.
25. Тихонов, В.М. Подвижность менисков в общем механизме движения коленного сустава / В.М. Тихонов // Ортоп. и травм. - 1936. - № 5. - С. 47-50.
26. Andrich, J. The biomechanics of patello-femoral stability / J. Andrich // J. Knee Surg. - 2004. - Vol. 17, № 1. - P. 35-39.
27. Arnoczky, S.P. The cruciate ligaments. The enigma of the human knee joint / S.P. Arnoczky // J. Small. Anim. Pract. - 1988. - Vol. 29, № 2. - P. 71-90.
28. Cizek, B. Morphology of the cruciate ligaments of the knee joint / B. Cizek, Y. Kiselevsky // Acta clinica. - 2001. - Vol. 1, N 4. - P. 278-283.
29. Dahhan, P. The femoro-patellar joint / P. Dahhan, G. Delepine, D. Larde // Anat. Clin. - 1981. - Vol. 3, №1. - P. 23-39.
30. Fuss, F.K. Anatomy of the cruciate ligaments and their function in extension and flexion of the human knee joint / F.K. Fuss // Amer. J. Anat. - 1989. - Vol. 184, № 2. - P. 165-176.
31. Heller, L. The menisco-femoral ligaments of the human knee / L. Heller, J. Langman // J. Bone jt. Surg. - 1964. - Vol. 46-B, № 2. - P. 307-313.
32. Kiselevski, J. Anatomia stawu kolanowego noworodkow w badaniu rezonansu magnetycznego / J. Kiselevski, D. Bojko // Streszcz. I Kong. Pol. Tow. Traum. Sport. - Warszawa, 2003. - S. 46.
33. Kiselevski, J. The capabilities of arthroscopy in the analysis of a newborn's kneejoint anatomy / J. Kiselevski, B. Cizek // Folia Morphol. - 2001. - Vol. 60, № 2. - S. 135.
34. Kiselevsky Y., Cizek B. Phylogenetic, ontogenetic development and function of the cruciate ligaments of the knee / Y. Kiselevski, B. Cizek // Acta clinica. - 2001. - Vol. 1, N 4. - P. 275-277.
35. Anatomy of the human patello-femoral joint articular cartilage: surface curvature analysis / S.D. Kwak [et al.] // J. Orthop. Res. - 1997. - Vol. 15, N 3. - P. 468-472.
36. Anthropometry of the patella and its ligament in the human being / J. Lewandowski [et al.] // Medical Science. - 1998. - Vol. 4, № 2. - P. 79-81.
37. Leutert, G. Zur praenatalen Entwicklung der Menisci / G. Leutert, L. Schwalbe, M. Schwalbe // Anat. Anz. - 1986. - Bd. 160, Ergaenzungs., Teil 1. - S. 207-208.
38. Ludolph, E. Anatomie und Biomechanik des Kapsel Bandapparates am Kniegelenk / E. Ludolph, G. Hierholzer // Unfallchirurgie. - 1980. - Bd. 6, № 2. - S. 79-85.
39. Development of the human knee joint ligaments / J.A. Mñrida-Velasco [et al.] // Anat. Rec. - 1997. - Vol. 248, № 2. - P. 259-268.
40. Moller, B.N. Patellar height and patello-femoral congruence / B.N. Moller, B. Krebs, A.G. Jurik // Arch. orthop traum. Surg. - 1986. - Vol. 104, № 6. - P. 380-381.
41. The meniscomfemoral ligaments of the knee / A.R. Poynton [et al.] // J. Bone & Joint Surgery - 1997. - Vol. 79, N 2. - P. 327-330.
42. Putz R. Anatomy and biomechanics of the knee joint / R. Putz // Radiologie. - 1995. - Vol. 35, N 2. - P. 77-86.
43. Shahabpour, M. Menisci: 4th Ann. Congr. Europ. Soc. Skeletal Radiol / M. Shahabpour, M. De Maeseneer, M. Osteaux // Eur. Radiol. - 1998. - Vol. 8, №7. - P. 1286.
44. Yamamoto, M. Anatomical study on the menisco-femoral ligaments of the knee / M. Yamamoto, K. Hironata // Kobe j. Med. Lei. - 1991. - Vol. 37, № 4-5. - P. 209-226.
45. Zhang Ji-jian, Guo Guang-jin, Qiu Quan-guang, Zhang Tian-fei, Zuo Yan-fang. Секционная анатомия менисков и крестообразных связок / Di-san junyi daxue xuebao // Acta acad. med. mil. tertiae. - 2004. - Vol. 26, №4. - P. 320-323.

Поступила 06.04.07