

И.В. Гайворонский^{1,2}, В.В. Хоминец¹,
А.А. Семенов^{1,2}, И.А. Горячева^{1,2}

Морфологическая характеристика вспомогательных элементов коленного сустава в норме и при деформирующем артрозе

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Резюме. Представлены результаты морфологических исследований вспомогательных элементов (надколенник, мениски, крестообразные связки, синовиальные сумки) 60 коленных суставов трупов взрослых людей, 30 из которых были интактными (без признаков деформирующего артроза) и 30 с признаками деформирующего артроза III–IV стадии. Установлено, что вспомогательный аппарат претерпевает существенные изменения при прогрессировании деформирующего артроза. В большей степени дегенеративным изменениям подвержен суставной хрящ надколенника и медиальных мыщелков коленного сустава. Пораженные участки характеризовались истончением суставного хряща или его полным отсутствием, а также наличием остеофитов по краям суставных поверхностей. Проведенные измерения относительной длины, ширины и толщины менисков также подтвердили факт их существенной деформации и дегенерации, преимущественно медиального мениска. Задняя часть тела и задний рог медиального мениска были наиболее подвержены разрушению хрящевой ткани и сопровождались стиранием и разволокнением внутреннего края. Синовиальные оболочки при деформирующем артрозе были утолщены, уплотнены и локально гиперемированы, имели сосочковые разрастания, что свидетельствует о наличии синовита и скоплении жидкости не только в полости сустава, но и в синовиальных сумках, размеры которых были существенно увеличены. Внутрисуставные связки – гиперемированы, отмечались участки разволокнения. Крыловидные складки увеличены, локально гиперемированы, с сосудистым рисунком, по краям визуализируются удлиненные отростки. Выявленные морфологические изменения при прогрессировании деформирующего артроза приводят к трофическим и обменным нарушениям всех структур коленного сустава. Результаты проведенного исследования вспомогательных элементов коленного сустава могут быть использованы в качестве контрольных при диагностике деформирующего артроза.

Ключевые слова: коленный сустав, деформирующий артроз, вспомогательные элементы, надколенник, мениски, крестообразные связки, синовиальные сумки, морфологическая характеристика.

Введение. Сложное строение коленного сустава обуславливает большое разнообразие причин болей при его заболеваниях или травматических повреждениях, что создает сложности в дифференциальной диагностике, а следовательно, и в выборе тактики лечения [1, 4, 5, 11, 15]. При диагностике поражений коленного сустава возникает ряд трудностей, одной из которых является недостаточная информация о строении вспомогательных элементов в норме и его морфологических изменениях при прогрессировании деформирующего артроза [2, 6, 7, 10].

В коленном суставе имеются многочисленные вспомогательные элементы: надколенник, мениски, внутрисуставные связки, синовиальные сумки, крыловидные складки [3]. Морфологическим исследованиям отдельных вспомогательных элементов коленного сустава посвящен ряд работ [8, 9, 12, 14], однако комплексное их изучение при деформирующем артрозе не проводилось.

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что дегенеративные изменения мягкотканых

структур при заболеваниях коленного сустава являются ведущими.

Цель исследования. Изучить морфологическую характеристику коленного сустава в норме и определить ее изменения при деформирующем артрозе.

Материалы и методы. Материалом исследования являлись 60 препаратов коленного сустава, исследованных у трупов взрослого человека. Из них 30 препаратов были интактными, то есть без признаков деформирующего артроза и посттравматических изменений. У остальных 30 препаратов коленного сустава определялись дегенеративно-дистрофические изменения соответствующие III–IV стадии деформирующего артроза [13].

Были изучены форма, внешнее строение и морфометрические характеристики надколенника, менисков, крестообразных связок, синовиальных сумок и крыловидных складок коленного сустава. Измерения вспомогательных элементов проводили с помощью штангенциркуля и миллиметровой линейки. У надколенника измеряли наибольшую длину, ширину и

толщину. Исследование менисков включало измерение их тела и рогов. Границей основания каждого рога являлось продолжение касательной линии внутреннего края мениска. Ширина тела мениска определялась как максимальное расстояние между внутренним и наружным краями, а наибольшая толщина – между верхней и нижней поверхностями в середине тела. Длину рогов определяли как линию, соединяющую вершину рога с серединой его основания. Кроме того, измеряли ширину и толщину основания каждого рога в средней части. Для измерения длины крестообразных связок последние отсекали от места их фиксации, наибольшую толщину измеряли в средней трети. Относительно нижней трети бедренной кости оценивали наибольшую высоту и ширину синовиальной сумки, а также ее контуры. У крыловидных складок оценивали их форму, наличие отростков и цвет.

Результаты и их обсуждение. При исследовании интактных коленных суставов надколенник имел четкие и ровные края, суставную поверхность без признаков хондромалиции. В патологически измененных суставах при деформирующем артрозе выявлены разнообразные деформации краев надколенника, наличие остеофитов по краям суставной поверхности, преимущественно в области верхушки, а также резкого локального истончения суставного хряща в этих местах. Хрящ изменял свой бледно-серый цвет, становился розовым за счет просвечивания сосудов костной ткани. Эти изменения свидетельствуют о значительной хондромалиции и нарастающих признаках деформирующего артроза. Размеры остеофитов медиального отдела составляли 3–4 мм, а глубина деформации суставной поверхности 1,5–2 мм.

Выраженные дегенеративные изменения суставного хряща в медиальной части надколенника наблюдались во всех исследованных коленных суставах с наличием деформирующего артроза, что позволяет сделать заключение о постоянстве данного признака. Можно полагать, что при деформирующем артрозе существенно увеличивается напряжение четырехглавой мышцы бедра, натяжение связки надколенника, которое приводит к смещению надколенника и усилению его трения.

При оценке суставных поверхностей мыщелков бедренной кости в коленных суставах с признаками деформирующего артроза также отмечалось обширное локальное истончение суставного хряща, а местами и его полное отсутствие. Размеры пораженных участков достигали 2–3 см. В местах истончения хряща визуализируются сосуды, пораженная суставная поверхность приобретает розовый цвет. Таким изменениям подвергаются преимущественно медиальный мыщелок и надколенниковая поверхность бедренной кости. В области латерального мыщелка хрящ сохранял бледно-серый цвет, но его толщина становилась неравномерной. По краям мыщелков наблюдаются остеофитные разрастания, достигающие у медиального мыщелка 3–6 мм (рис. 1).

Морфологическая оценка менисков интактных коленных суставов показала, что они имеют четкие ровные контуры и однородную структуру суставного хряща. В большинстве случаев размеры задних рогов менисков превышают размеры передних рогов. Препарат интактного коленного сустава представлен на рисунке 2 а.

При деформирующем артрозе происходит увеличение ширины и уменьшение наибольшей толщины менисков как в области тела, так и рогов. Причем, наиболее резкие изменения приходятся на конечную стадию деформирующего артроза, и в большей степени затрагивают медиальный мениск (таблица). В задней части тела и в заднем роге медиального мениска в большинстве случаев отмечаются дегенеративно-некротические изменения, сопровождающиеся деформацией и локальными разрушениями хрящевой ткани. Определяются разволокнения в передних и задних его отделах, выпячивания в суставную полость, зубчатость краев и атрофия (стирание) внутреннего края (рис. 2 б). Структура латерального мениска становится неоднородной, с наличием мелких включений круглой или овальной формы, контуры неровные. По-видимому, это обусловлено выраженным хроническим воспалительным процессом внутри сустава, с последующими склеротическими и дегенеративными изменениями и появлением соединительнотканых перемычек.

Крестообразные связки в интактном коленном суставе имели ровные контуры и однородную структуру. Средняя длина передней крестообразной связки составила 48 ± 5 мм, толщина $7,8 \pm 0,4$ мм, задней крестообразной связки – 40 ± 4 и $7,3 \pm 0,4$ мм соответственно. При деформирующем артрозе II–III стадии, проявляющемся сужением суставной щели, расширением периферических отделов полости сустава, истончением гиалинового хряща и наличием остеофитов, наблюдалось утолщение и разрыхление крестообразных связок. Средняя длина крестообразных связок при деформирующем артрозе III–IV стадии уменьшилась, а толщина увеличилась. Так, средняя длина передней крестообразной связки при деформирующем артрозе составила 40 ± 5 мм, толщина $9,8 \pm 0,3$ мм, задней крестообразной связки – 39 ± 4 и $9,2 \pm 0,4$ мм соответственно. При прогрессировании деформирующего артроза наблюдалось разволокнение крестообразных связок.

По-видимому, выявленные структурные изменения крестообразных связок коленного сустава при деформирующем артрозе обусловлены нарушением их трофики, а следовательно и прочности соединительнотканых волокон.

Синовиальная оболочка, выстилающая полость в интактном коленном суставе имеет равномерную бледно-розовую окраску. Свободной жидкости в полости сустава не определяется. Синовиальные сумки также не содержат свободной жидкости, хорошо увлажнены, стенки без дополнительных карманов и выпячиваний.

Изучение размеров наднадколенниковой сумки,

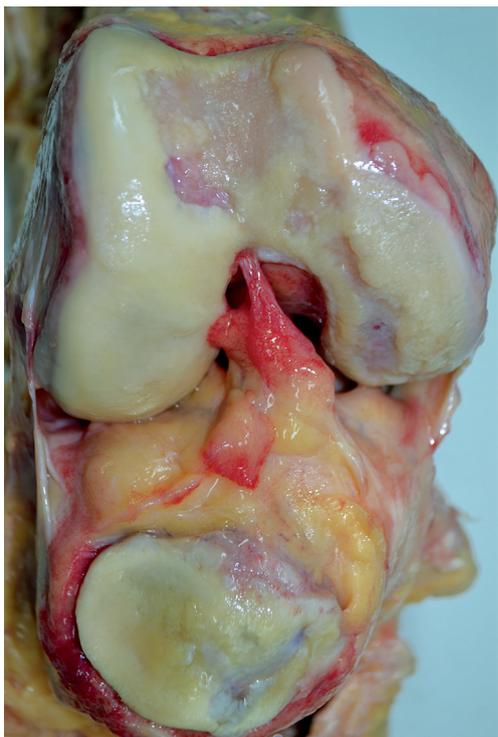


Рис. 1. Локальное разрушение суставного хряща надколенника, медиального мыщелка и надколенниковой поверхности бедренной кости, образование краевых остеофитов на суставных поверхностях, гиперемия и разрыхление крыловидных складок и разрастание у них краевых отростков

относительно костных размеров нижней трети бедренной кости показало, что в интактном коленном суставе средняя ее длина составляет $6,5 \pm 1,5$ см, а средняя ширина $5,3 \pm 1,2$ см. При деформирующем артрозе эти размеры существенно увеличивались: длина $10,5 \pm 2,5$ см, ширина $8,5 \pm 2,0$ см. Аналогичные изменения наблюдались и в других синовиальных сумках.

При III–IV стадии артроза синовиальные оболочки утолщены и уплотнены, на них появляются крупные сосочковые разрастания. В полости сустава и в синовиальных сумках отмечается скопление синовиальной жидкости геморрагического характера. Количество геморрагического содержимого варьирует от 1 до 5 мл. В большинстве наблюдений определяются изменения размеров и формы наднадколенниковой сумки (многокамерность, извилистость краев, образование карманов, локальное замещение жировой тканью). Можно полагать, что причинами этих изменений являются возникающее трение суставных поверхностей, раздавливание участков синовиальной оболочки, раздражение, вызванное наличием внутрисуставного детрита (некротизированные хрящевые клетки, отторгшиеся от хрящевой ткани и попавшие в полость сустава). Локально наблюдается гипертрофия синовиальных



Рис. 2. Внешний вид крестообразных связок и менисков вскрытого коленного сустава: а – интактный сустав, имеющий ровные контуры связок и менисков; б – деформирующий артроз IV стадии, характеризующийся деформацией и раздавливанием мениска, преимущественно его заднего рога, разволокнением связок. Фото с макропрепаратов



Рис. 3. Геморрагическая инфильтрация стенок наднадколенниковой сумки, скопление геморрагического содержимого, увеличение объема сумки, расширение ее отверстия и истончение стенок, образование отростков в составе жировой складки и синовиальной оболочки. Деформирующий артроз IV стадии. Фото с макропрепарата

Морфометрические характеристики менисков коленного сустава в норме и при деформирующем артрозе III–IV стадии, мм ($\bar{X} \pm m$)

Исследуемый параметр	Интактный коленный сустав	Деформирующий артроз
Относительная длина тела медиального мениска	24,1±1,3	28,2±1,2*
Толщина тела медиального мениска в средней части	1,6±0,3	0,7±0,3*
Ширина тела медиального мениска в средней части	8,3±0,6	4,4±0,5*
Относительная длина тела латерального мениска	21,5±1,2	24,3±1,2*
Толщина тела латерального мениска в средней части	2,0±0,3	1,6±0,3*
Ширина тела латерального мениска в средней части	9,8±0,6	9,2±0,9
Относительная длина переднего рога медиального мениска	22,5±1,3	25,7±1,2*
Толщина переднего рога медиального мениска в средней части	1,9±0,7	0,7±0,02*
Ширина переднего рога медиального мениска в средней части	8,4±0,6	4,2±0,3*
Относительная длина заднего рога медиального мениска	23,4±1,3	26,7±1,1*
Толщина заднего рога медиального мениска в средней части	1,7±0,4	0,5±0,02*
Ширина заднего рога медиального мениска в средней части	9,2±0,8	6,4±0,7*
Относительная длина переднего рога латерального мениска	20,1±1,1	22,2±1,3*
Толщина переднего рога латерального мениска в средней части	2,1±0,7	1,8±0,3
Ширина переднего рога латерального мениска в средней части	9,8±0,9	8,9±0,6
Относительная длина заднего рога латерального мениска	20,4±1,2	21,7±1,2*
Толщина заднего рога латерального мениска в средней части	2,1±0,3	1,4±0,2*
Ширина заднего рога латерального мениска в средней части	10,1±0,6	8,2±0,4*

Примечание: * – различия относительно показателей в норме, $p < 0,05$.

ворсинок, разрастание соединительной ткани, появление в них жировых скоплений. Иногда соединительная ткань ворсинок подвергается метаплазии, образуются островки хрящевой и даже костной ткани. Складки синовиальной оболочки увеличиваются в размерах, иногда приобретают древовидный характер. В их строме также наблюдается развитие жировой ткани, хряща и кости. Отдельные сосочки могут отшнуровываться и превращаться в свободные внутрисуставные тела (рис. 3).

При деформирующем артрозе крыловидные складки увеличиваются в размерах, становятся более рыхлыми, жировая ткань их местами приобретает ярко красную окраску за счет диапедезных кровоизлияний, по бокам образуются отростки. Длина отростков достигает 1–2 см, они гиперемированы и имеют заостренную, треугольную форму.

Выявленные морфологические изменения вспомогательных элементов приводят к нарушению образования и всасывания синовиальной жидкости, а следовательно к нарушению трофики суставного хряща и обменных процессов всех элементов сустава.

Заключение. Вспомогательный аппарат интактного коленного сустава и при деформирующем артрозе III–IV стадии при заболеваниях обменно-дистрофического характера претерпевает выраженные изменения всех его элементов – надколенника, менисков, крестообразных связок и синовиальных сумок. Полученные результаты ставят вопросы о необходимости дальнейших прицельных многоуровневых исследований каждого вспомогательного элемента коленного сустава как в норме, так и при деформирующем артрозе.

Литература

1. Байборodin, С.И. Морфологические и морфометрические исследования фибробластов с генетически обусловленными дефектами обмена / С.И. Байборodin, А.Ю. Керкис // Цитология. – 1984. – Т. 18, № 6. – С. 403–406.
2. Бакамок, О.И. Первичный остеоартроз: роль локальных иммунологических реакций, пути коррекции / О.И. Бакамок // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1997. – № 1. – С. 24–26.
3. Балабанова, Р. М. Ревматические болезни / Р.М. Балабанов // М. – 1997. – С. 257–291.
4. Балуша, Г. Механизм хондрорегенераторного процесса при алло- и аутомотаичной пластике дефектов суставной поверхности в коленном суставе / Г. Балуша // Актуальные проблемы патофизиологии: межгор. конф. молодых ученых. – СПб. – 2002. – С. 18–19.
5. Беневоленская, Л.И. Диагностические критерии остеоартроза / Л.И. Беневоленская, Л.И. Алексеева // Современные проблемы ревматологии: тез. докл. I съезда ревматологов России. – Оренбург. – 1993. – С. 191–192.
6. Вельская, О.Б. Морфология синовиальной оболочки и хряща при остеоартрозе: автореферат дис. канд. мед. наук / О.Б. Вельская – М. – 1984. – С. 21–22.
7. Гайворонский, И.В. Вариантная анатомия и морфометрическая характеристика мышечков большеберцовой кости взрослого человека / И.В. Гайворонский, В.В. Хоминец, А.А. Семенов // Морфологические науки и клиническая медицина: мат. Всеросс. научн.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения доцента Бриллиантовой Анны Николаевны. – 2015. – С. 44–47.
8. Гайворонский, И.В. Возможности сонографических исследований вспомогательных элементов интактного коленного сустава / И.В. Гайворонский, В.В. Хоминец, А.А. Семенов // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2017. – № 4. – С. 103–107.
9. Дуляпин, В.А. Морфологические изменения суставных тканей и синовиальной жидкости при ревматоидном артрите и де-

- формирующем артрозе / В.А. Дуляпин // Архив патологии. – 1974. – № 2. – С. 39–44.
10. Ежов, Ю.И. Пленум правления Всерос. науч. общества травматологов-ортопедов: материалы / Ю.И. Ежов. – Екатеринбург. – 1992. – С. 74–75.
11. Зайдман, А.М. Структура и функция хряща / А.М. Зайдман // Ортопедия, травматология. – 1983. – № 10. – С. 10–15.
12. Зайдман, А.М. Строение и функция суставного хряща / А.М. Зайдман // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. – 1978. – № 4. – С. 57–62.
13. Котельников, Г.П. Остеоартроз / Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев // Руководство. – 2009. – С. 54–57.
14. Семенов, А.А. Сонографические морфометрические характеристики некоторых вспомогательных элементов коленного сустава взрослого человека в различные возрастные периоды / А.А. Семенов [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2017. – № 3 (59). – С. 72–76.
15. Gardner, D.L. The nature and causes of osteoarthritis / D.L. Gardner // BritMed. J. – 1983. – Vol. 286. – P. 418–424.

I.V. Gaivoronskiy, V.V. Hominets, A.A. Semenov, I.A. Goryacheva

Morphological characteristics of the auxiliary elements of the knee joint in normal and deforming arthrosis

Abstract. The results of morphological studies of auxiliary elements (patella, meniscus, cruciate ligament, synovial bags) of 60 knee joints of adult corpses, 30 of which were intact (without signs of deforming arthrosis) and 30 with signs of deforming arthrosis of stages III–IV are presented. It is established that the auxiliary apparatus undergoes significant changes in the progression of deforming arthrosis. In a greater degree degenerative changes prone articular cartilage of the patella and medial condyles of the knee joint. The affected areas were characterized by thinning of the articular cartilage or its complete absence, as well as the presence of osteophytes along the edges of the articular surfaces. The measurements of the relative length, width, and thickness of the meniscus also confirmed the fact of their substantial deformation and degeneration, mainly of the medial meniscus. The posterior part of the body and the horn of the medial meniscus were most susceptible to the destruction of the cartilaginous tissue and were accompanied by the erasure and disintegration of the inner margin. Synovial membranes with deforming arthrosis were thickened, compacted and locally hyperemic, had papillary growths, which indicates the presence of synovitis and fluid accumulation not only in the joint cavity but also in synovial bags, the sizes of which were significantly increased. Intra-articular ligaments are hyperemic, and fragments are noted. Pterygoid folds are enlarged, locally hyperemic, with a vascular pattern, elongated processes are visualized along the edges. Identified morphological changes in the progression of deforming arthrosis lead to trophic and metabolic disturbances of all structures of the knee joint. The results of the study of the auxiliary elements of the knee joint can be used as a control in the diagnosis of deforming arthrosis.

Key words: knee joint, deforming arthrosis, auxiliary elements, patella, menisci, cruciate ligaments, synovial bags, morphological characteristics.

Контактный телефон: 8-981-856-46-13; e-mail: vmeda-nio@mail.ru