

## АНАТОМИЯ СТРУКТУР КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ ДЕФОРМИРУЮЩЕМ АРТРОЗЕ ПО ДАННЫМ ПРИЖИЗНЕННЫХ И ПОСТВИТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

<sup>1</sup>Семенов А.А., <sup>1,2</sup>Гайворонский И.В., <sup>1</sup>Хоминец В.В., <sup>1</sup>Кудяшев А.Л., <sup>2,3</sup>Гайворонская М.Г.

<sup>1</sup>Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, <sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, <sup>3</sup>Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: semfeodosia82@mail.ru

## THE ANATOMY OF STRUCTURES OF THE KNEE JOINT AT DEFORMING ARTHROSIS ACCORDING TO THE DATA OF VITAL AND POST-VITAL STUDIES

<sup>1</sup>Semenov AA, <sup>1,2</sup>Gaivoronsky IV, <sup>1</sup>Khominets VV, <sup>1</sup>Kudyashev AL, <sup>2,3</sup>Gaivoronskaya MG

<sup>1</sup>Kirov Military Medical Academy, <sup>2</sup>Saint-Petersburg State University, <sup>3</sup>Almazov National Medical Research Centre, Saint-Petersburg, Russian Federation, e-mail: semfeodosia82@mail.ru

### Для цитирования:

Семенов А.А., Гайворонский И.В., Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Гайворонская М.Г. Анатомия структур коленного сустава при деформирующем артрозе по данным прижизненных и поствитаальных исследований// Морфологические ведомости.- 2019.- Том 27.- № 3.- С. 32-38. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.19\(27\).03.32-38](https://doi.org/10.20340/mv-mn.19(27).03.32-38)

### For the citation:

Semenov AA, Gaivoronsky IV, Khominets VV, Kudyashev AL, Gaivoronskaya MG. The anatomy of structures of the knee joint at deforming arthrosis according to the data of vital and post-vital studies. *Morfologicheskie Vedomosti – Morphological Newsletter*. 2019;27(3):32-38. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.19\(27\).03.32-38](https://doi.org/10.20340/mv-mn.19(27).03.32-38)

**Резюме:** В анатомической части работы на 50 не бальзамированных и 50 полимерно-бальзамированных анатомических препаратах коленного сустава взрослого человека изучались дегенеративно-дистрофические изменения костных и вспомогательных элементов коленного сустава при деформирующем артрозе I, III стадии. Объектом клинической части исследования явились пациенты с дегенеративно-дистрофическими изменениями коленного сустава различной степени выраженности, которым проводили рентгенологическое обследование (150 человек), магнитно-резонансную томографию (60 человек), диагностическую артроскопию (35 человек). Для определения стадии гонартроза у пациентов использовалась классификация Н.С. Косинской (1961). Выявленные при изучении анатомических препаратов коленного сустава с I стадией гонартроза дегенеративно-дистрофические изменения присутствовали у всех пациентов с аналогичной выраженностью артроза коленного сустава и были подтверждены результатами их дополнительного обследования. Показано, что для диагностики дегенеративных разрывов менисков и дегенеративных изменений крестообразных связок коленного сустава наиболее информативным методом является магнитно-резонансная томография, а диагностическая артроскопия не обеспечивает исчерпывающую диагностику данных проявлений. Выполненное сопоставление прижизненных и поствитаальных морфологических проявлений гонартроза I стадии, а также анализ эффективности применяемых диагностических методик, убедительно свидетельствует о необходимости выполнения данной категории пациентов рентгеновского исследования и магнитно-резонансной томографии коленного сустава. При выполнении магнитно-резонансной томографии коленного сустава при гонартрозе III стадии обнаружено наличие трабекулярного отека различной выраженности, локализованного преимущественно в субхондральной костной ткани внутренних мышечков большеберцовой и бедренной кости, а также выявлены признаки аваскулярного некроза костной ткани мышечков. Анализ прижизненных диагностических методов, использованных у пациентов с гонартрозом III стадии, и сопоставление их результатов с данными анатомического исследования препаратов коленного сустава с такой же стадией дегенеративно-дистрофического процесса, свидетельствовал о достаточных визуализационных возможностях каждого из представленных методов дополнительного обследования.

**Ключевые слова:** коленный сустав, гонартроз, рентгенография, магнитно-резонансная томография, диагностическая артроскопия

**Summary:** In the anatomical part of the study on 50 non-embalmed and 50 polymer-embalmed anatomical preparations of the knee joint of an adult were studied the degenerative-dystrophic changes in the bone and auxiliary elements of the knee joint with deforming arthrosis of the I and III stage. The objects of the clinical part of the study were patients with degenerative-dystrophic changes in the knee joint of varying severity who underwent x-ray examination (150 people), magnetic resonance imaging (60 people), diagnostic arthroscopy (35 people). For determine the stage of gonarthrosis in patients, the classification of N.S. Kosinskaya (1961) was used. Identified in the study of anatomical preparations of the knee joint with I stage of gonarthrosis degenerative-dystrophic changes were present in all patients with a similar severity of arthrosis of the knee joint and were confirmed by the results of their additional examination. It study is shown that for the diagnosis of degenerative meniscus ruptures and degenerative changes in the cruciate ligaments of the knee joint, the most informative method is magnetic resonance imaging, and diagnostic arthroscopy does not provide an exhaustive diagnosis of these manifestations. The performed comparison of vital and post-vital

morphological manifestations of I stage gonarthrosis, as well as an analysis of the effectiveness of the applied diagnostic techniques convincingly indicates the need for this category of patients to perform x-ray studies and magnetic resonance imaging of the knee joint. When performing magnetic resonance imaging of the knee joint with III stage gonarthrosis trabecular edema of varying severity was found, localized mainly in the subchondral bone tissue of the internal condyles of the tibia and femur, and signs of avascular necrosis of the condyle of the condyle were revealed. The analysis of the intravital diagnostic methods used in patients with III stage gonarthrosis and comparing their results with the data of anatomical studies of knee joint preparations with the same stage of the degenerative-dystrophic process, indicated sufficient visualization capabilities of each from presented methods for additional examination.

**Key words:** *knee joint, gonarthrosis, X-ray graphy, magnetic resonance imaging, diagnostic arthroscopy*

**Введение.** Согласно современным литературным данным, распространенность артроза коленного сустава в мире достигает 10–12% [1, 2]. Сложное анатомическое строение коленного сустава обуславливает большое разнообразие причин болевого синдрома, что создает значительные трудности в их дифференциальной диагностике, и, следовательно, в выборе тактики лечения [3]. Для получения наиболее точного представления о распространенности патологического процесса в коленном суставе, определения его характера и выявления осложнений используются различные методы инструментальной диагностики [4-7]. Известно, что рентгенография в классических прямой передне-задней и боковой проекциях, достаточно информативна для уточнения степени и характера дегенеративного процесса, выраженности изменений костей, образующих коленный сустав. Однако этот вид диагностики не дает представления о состоянии суставного хряща и вспомогательных элементов сустава [8]. Внедрение в клиническую практику ультразвукового исследования, компьютерной и магнитно-резонансной томографии (далее – МРТ), а также диагностической артроскопии позволило значительно облегчить предоперационное обследование и определить оптимальную тактику лечения профильных пациентов [9-13]. Однако работ, основанных на результатах анатомических исследований, в сопоставлении с данными клинических методов исследования проведено не было. В связи с тем, что изложено выше, сравнение прижизненных и пост-витаальных параметров вспомогательных элементов коленного сустава при деформирующем артрозе представляет не только теоретический, но и практический интерес.

**Цель исследования** – объективизация и анализ результатов инструментальных методов прижизненного исследования вспомогательных элементов коленного сустава путем их сопоставления с анатомическими данными, полученными с использованием пост-витаальных методов.

**Материалы и методы исследования.** Исследование состояло из двух частей: анатомической и клинической. Анатомическая часть работы проведена на 50 небальзамированных и 50 полимерно-бальзамированных препаратах коленного сустава из учебного фонда препаратов кафедры нормальной анатомии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. На препаратах определялись дегенеративно-дистрофические изменения костных и вспомогательных элементов коленного сустава разной степени выраженности. Из основных элементов коленного сустава исследовали мышечки бедренной и большеберцовой костей, коллатеральные связки и суставную полость. Из вспомогательных элементов исследовали мениски, надколенник, крестообразные связки, над-надколенниковую синовиальную сумку и крыловидную жировую складку. В качестве методик исследования применяли препарирование, описание морфологических особенностей и морфометрию. Для определения стадии гонартроза использовалась классификация Н.С. Косинской (1961).

Объектом клинической части исследования явились 150 пациентов клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова (74 мужчин и 76 женщин) в возрасте от 22 до 90 лет, находившихся на обследовании и лечении по поводу дегенеративно-дистрофических изменений коленного сустава различной степени выраженности. Для изучения анатомо-клинических корреляций в строении основных и вспомогательных элементов коленного сустава при деформирующем артрозе 150 пациентам проводили рентгенологическое (стандартная рентгенография с функциональной

нагрузкой весом тела в двух проекциях) и 60 пациентам МРТ коленных суставов. Дополнительно, 35 пациентам была выполнена диагностическая санационная артроскопия. Патологические изменения хряща изучали на основании критериев размера, глубины и локализации дефектов. Для этого использовали классификацию R. Outerrbridge (1961), выделяющую четыре степени хондромалиции. Все пациенты были разделены на три группы в зависимости от степени варусного гонартроза (I-III стадия) согласно классификации Н.С. Косинской (1961).

**Результаты исследования и обсуждение.** Выявленные при изучении анатомических препаратов коленного сустава с первой стадией гонартроза дегенеративно-дистрофические изменения присутствовали у 100% пациентов с аналогичной выраженностью артроза коленного сустава у пациентов и были подтверждены результатами их дополнительного обследования. Наиболее распространенный в клинической практике рентгенологический метод обследования позволил выявить лишь незначительное сужение щели коленного сустава и субхондральный склероз, локализовавшийся во внутренних мыщелках большеберцовой и бедренной костей. Дегенеративные изменения хрящевой ткани – хондромалиции I-II стадий по R. Outerrbridge (1961) удалось визуализировать только с использованием современных высокоинформативных диагностических методов и диагностической артроскопии коленного сустава.

Описание изменений, происходящих при данном заболевании, приводятся в таблице 1. Результаты различных методов диагностики гонартроза I стадии представлены на рисунке 1.

**Таблица 1**

**Корреляции результатов прижизненных диагностических методов обследования пациентов с гонартрозом I стадии с результатами анатомического исследования препаратов коленного сустава**

Морфологические изменения, выявленные при анатомическом исследовании	Данные прижизненных методов исследования		
	Рентгенография	МРТ	Артроскопия
Незначительное сужение суставной щели	+	-	-
Легкий субхондральный склероз	+	-	-
Хондромалиция I-II стадии по R. Outerrbridge (1961)	-	+	+
Дегенеративное повреждение менисков 0-I стадии по D. Stoller (1981)	-	+	-
Дегенеративные изменения передней и задней крестообразных связок	-	+	-

Данные проведенного исследования свидетельствуют о том, что для диагностики дегенеративных разрывов менисков и дегенеративных изменений крестообразных связок коленного сустава наиболее информативным методом является МРТ, а диагностическая артроскопия не обеспечивает исчерпывающую диагностику данных проявлений. Это связано с морфологическими особенностями дегенеративных проявлений гонартроза I стадии, характерными для рассматриваемых вспомогательных элементов коленного сустава. В анатомической части работы выявлено, что все дегенеративные изменения менисков, а также передней и задней крестообразных связок локализуются преимущественно внутри данных анатомических образований, что затрудняет их верификацию.

Таким образом, выполненное сопоставление прижизненных и пост-витаальных морфологических проявлений гонартроза I стадии, а также анализ эффективности применяемых диагностических методик, убедительно свидетельствует о необходимости выполнения для данной категории пациентов рентгеновского исследования и МРТ коленного сустава.



**Рис. 1.** Сравнительная характеристика изменений структур коленного сустава при гонартрозе I стадии. Верхний левый - анатомический препарат правого коленного сустава; верхний правый - прижизненная рентгенография коленного сустава; нижний левый - прижизненная МРТ коленного сустава; нижний правый - диагностическая артроскопия коленного сустава

Анализ прижизненных диагностических методов, примененных у пациентов с гонартрозом III стадии и сопоставление их результатов с данными анатомического исследования препаратов коленного сустава с такой же стадией дегенеративно-дистрофического процесса, свидетельствовал о достаточных визуализационных возможностях каждого из представленных методов дополнительного обследования (таблица 2).

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что все выявленные при изучении анатомических препаратов коленного сустава с III стадией гонартроза дегенеративно-дистрофические изменения удалось диагностировать у 100% пациентов с аналогичной выраженностью артроза коленного сустава, что подтверждается результатами их дополнительного обследования. Рентгенография коленного сустава сделала возможным выявление таких признаков, как значительное сужение (отсутствие) суставной щели, выраженный субхондральный склероз, локализованный во внутренних мыщелках большеберцовой и бедренной костей, сочетающийся с локальным остеопорозом наружных

мышцелков, наличие костных кист, а также многочисленных оссификатов, окаймляющих суставные поверхности этих мышцелков.

Таблица 2

**Корреляции результатов прижизненных диагностических методов обследования пациентов с гонартрозом III стадии с результатами анатомического исследования препаратов коленного сустава**

Морфологические изменения, выявленные при анатомическом исследовании	Данные прижизненных методов исследования		
	Рентгенография	МРТ	Артроскопия
Значительное сужение (отсутствие) суставной щели	+	-	-
Выраженный субхондральный склероз	+	+	-
Локальный остеопороз	+	+	-
Наличие костных кист	+	+	-
Остеофиты по краям суставной щели	+	+	
Фронтальная деформация механической оси нижней конечности	+		
Наличие внутрисуставных тел	+	+	+
Хондромалиция III-IV стадии по R. Outerrbridge (1961)	-	+	+
Дегенеративное повреждение менисков II-IIIb стадии по D. Stoller (1982)	-	+	+
Дегенеративные изменения передней и задней крестообразных связок	-	+	+
Признаки трабекулярного отека костной ткани мышцелков	-	+	-

Также при рентгенографии были выявлены свободные внутрисуставные тела. Хондромалиции III-IV стадий по R. Outerrbridge (1961) также были визуализированы при использовании современных высокоинформативных диагностических методов – МРТ и диагностической артроскопии коленного сустава. Дополнительно выполненная 25 пациентам телерентгенография нижних конечностей позволила диагностировать незначительную фронтальную варусную деформацию на стороне поражения. Дегенеративные разрывы менисков и дегенеративные изменения внутренних связок коленного сустава также успешно визуализировались при МРТ и при диагностической артроскопии. Выявлено, что при артрозе коленного сустава III стадии чаще всего диагностировались горизонтальные и косогоризонтальные дегенеративные разрывы менисков II – IIIb стадии по классификации D. Stoller (1982). Особенности анатомии измененных структур коленного сустава при гонартрозе III стадии продемонстрированы на рисунке 2.

Еще одной морфологической особенностью гонартроза III стадии, выявленной при выполнении МРТ коленного сустава, были трабекулярный отек различной выраженности, локализованный преимущественно в субхондральной костной ткани внутреннего мышцелков большеберцовой и бедренной кости, а также признаки аваскулярного некроза костной ткани мышцелков. Их наличие связано с перегрузкой внутренних отделов коленного сустава. Она является следствием смещения механической оси нижней конечности в проекцию внутренних мышцелков бедренной и большеберцовой костей из-за выраженной фронтальной варусной деформации нижней конечности. У пациентов рассматриваемой группы при диагностической артроскопии четко визуализировались дегенеративные изменения передней и задней крестообразных связок в виде их грубого разволокнения, изменения цвета и эластичности, отечности синовиальной оболочки в межмышцелковой ямке бедренной кости.



**Рис. 2.** Сравнительная характеристика изменений структур коленного сустава при гонартрозе III стадии. Верхний левый - анатомический препарат правого коленного сустава; верхний правый - прижизненная рентгенография коленного сустава; нижний левый - прижизненная МРТ коленного сустава; нижний правый - диагностическая артроскопия коленного сустава

В ряде клинических случаев передняя крестообразная связка отсутствовала, что позволило расценивать развившийся гонартроз как отдаленное последствие ее разрыва и обусловленной им хронической рецидивирующей передней нестабильности коленного сустава.

**Заключение.** Таким образом, при I стадии гонартроза по данным рентгенографии можно визуализировать незначительное сужение суставной щели и легкий субхондральный склероз, по данным МРТ – хондромалицию, а также дегенеративные повреждения менисков, передней и задней крестообразных связок. Диагностическая артроскопия из всех морфологических изменений на I стадии гонартроза способна выявить только хондромалицию. При III стадии гонартроза рентгенография помимо вышеперечисленных выше изменений позволяет выявить локальный остеопороз, наличие костных кист, остеофитов, внутрисуставных тел и фронтальную деформацию механической оси нижней конечности, а МРТ наряду с этим также и хондромалицию, дегенеративные изменения менисков и крестообразных связок, а также признаки трабекулярного отека костной ткани мышечков. С помощью артроскопии визуализируются только изменения внутрисуставных

элементов сустава. В связи с вышесказанным следует сделать заключение о том, что МРТ является наиболее информативным методом диагностики при III стадии гонартроза.

**Авторы сообщают об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, выполнении, финансировании и использовании результатов настоящего исследования.**

#### Литература

#### References

1. Kornilov NV, Shapiro KI. Aktual'nye voprosy organizacii travmatologo–ortopedicheskoj pomoshhi naseleniju. *Traumatalogija i ortopedija Rossii*. 2002;2:35–39.
2. Bozic KJ, Cramer B, Albert TJ. Medicare and the orthopaedic surgeon: challenges in providing, financing, and accessing musculoskeletal care for the elderly. *J Bone Joint Surg*. 2010;92:1568–1574.
3. Kerkhof HJ, Bierma-Zeinstra SM, Arden NK et al. Prediction model for knee osteoarthritis incidence, including clinical, genetic and biochemical risk factors. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(12):2116–2221.
4. Bitjugov IA. Diagnostika povrezhdenij meniskov i drugih vnutrisustavnyh povrezhdenij kolennogo sustava. *Ortopedija, travmatologija i protezirovanie*. 1982;2:69–74.
5. Brjuhanov AV, Vasil'ev AJu. Magnitno–rezonansnaja tomografija v osteologii.– Moskva: Medicina, 2006.– 199s.
6. Gabunija RI, Mironova ZS. Komp'juternaja tomografija femoro-patelljarnogo sochlenenija v norme i pri privychnom vyvihe nadkolennika. *Ortopedija, travmatologija i protezirovanie*. 1986;12:20–23.
7. Klimec EI. Ul'trazvukovaja ocenka funkcional'nogo razvoitija parapatelljarnyh i sinovial'nyh sumok u detej i подроствков. *Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika*. 2006;6:51–57.
8. Chan KK, Sit RW, Wu RW. Clinical, radiological and ultrasonographic findings related to knee pain in osteoarthritis. *PLoS One*. 2014;9:43–47.
9. Majka OJu, Bagirova GG, Popova LB. Diagnosticheskie vozmozhnosti ul'trazvukovogo skanirovanija kolennyh sustavov pri osteoartroze. *Terapevticheskij arhiv*. 2005;4:44–50.
10. Kurzanceva OM, Murashkovskij AL, Trofimov AF. Rentgeno-ul'trazvukovaja diagnostika patologii sustavov. *Vizualizacija v klinike*. 2004;24–25:48–51.
11. Makarova MV, Agapitov AV, Junicyna AV. Ul'trazvukovaja sonografija i magnitno-rezonansnaja tomografija v vyjavenii degenerativnyh izmenenij pri rentgenologicheski nulevoj stadii osteoartroza kolennyh sustavov. *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2014;1:100.
12. Abraham AM, Pearce MS, Mann KD. Population prevalence of ultrasound features of osteo-arthritis in the hand, knee and hip at age 63 years: the Newcastle thousand families birth cohort. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:162.
13. Aleo E, Barbieri F, Sconfienza L. Ultrasound versus low-field magnetic resonance imaging in rheumatic diseases: a systematic literature review. *Clin Exp Rheumatol*. 2014;32:91–98.

#### Авторская справка

**Семенов Алексей Анатольевич**, врач-ординатор, старший помощник начальника отдела организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: semfeodosia82@mail.ru

**Гайворонский Иван Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии, Военно-Медицинская академия имени С.М. Кирова; заведующий кафедрой морфологии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru

**Хоминец Владимир Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры военной травматологии и ортопедии, Военно-Медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: khominets\_62@mail.ru

**Кудяшев Алексей Леонидович**, доктор медицинских наук, доцент, заместитель начальника кафедры военной травматологии и ортопедии, Военно-Медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: a.kudyashev@gmail.com

**Гайворонская Мария Георгиевна**, доктор медицинских наук, доцент кафедры морфологии, Санкт-Петербургский государственный университет; профессор лечебного факультета, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: solnushko12@mail.ru