

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУСТАВНОГО ХРЯЩА У ЛЮДЕЙ ЗРЕЛОГО И ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

¹Ахмедов Ш.М., ²Ефимов А.П., ¹Акрамова М.Ю., ¹Дехканов К.А.,

¹Ташкентский педиатрический медицинский институт,

²Институт биомеханики, г. Нижний Новгород.

✓ Резюме

Изучены суставной хрящ коленного сустава (суставной хрящ дистальной части бедренной кости и проксимальной части большеберцовой кости) с применением современных морфологических методов (цитокариометрия, морфометрия - 6 слоев суставного хряща) с возрастом.

Результаты исследований показывает, что суставной хрящ с возрастом изменяется (слоистость суставного хряща нарушается, слои сглаживаются, поверхностный слой суставного хряща истончается, зона колонны (5-слой) уменьшается - сжимается, клетки часто набухшие и светлые, особенно в пожилом возрасте).

Гистологические и гистохимические показатели суставного хряща коленного сустава тоже подтверждают возрастные изменения хряща морфометрических данных, что в целом предполагающиеся об артрозе коленного сустава в целом, особенно в пожилых возрасте.

Ключевые слова: суставной хрящ, суставной хрящ бедренной и большеберцовой кости, морфометрия, цито-кариометрия, цитоплазмально-ядерное отношение (ЦЯО), объем клеток, полиморфизм, гипертрофированные клетки.

ОДАМДА ЕТУК ВА КЕКСАЛИК ДАВРЛАРИДА БЎҒИМ ТОҒАЙИНИНГ МОРФОЛОГИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

¹Ахмедов Ш.М., ²Ефимов А.П., ¹Акрамова М.Ю., ¹Дехканов Қ.А.,

¹Тошкент педиатрия тиббиёт институти, ²Биомеханика институти,
Нижний Новгород ш.

✓ Резюме

Бўғим тоғайини (сон суяги ва катта болдир суяги бўғим тоғайлари) замонавий морфологик усуллар орқали тоғай қаватлар морфометрияси, цито-кариометрия ёшга боғлиқ кўрсаткичлари ўрганилди.

Изланиш натижалари шуни кўрсатадики, тиззи бўғими тоғайи ёш катталашган сари ўзгариб боради, айниқса кексалик даврларида (71-74 ёш) бўғим тоғайининг 6 қаватли тузилиши ўзгариши, қаватлар юққалашади, юзаки қават (биринчи ҳужайрасиз қават) юққалашиб, ҳаттоки бўғим юзаси баъзан йиртилгандек - ажрала бошлайди.

Гистологик ўрганишлар ҳам тиззи бўғими тоғайидаги юққоридаги ўзгаришларни тасдиқлайди, қаватларда шишган ва оппоқ ҳужайралар кўпая бошлайди, бўғим тоғайи ёшларга нисбатан юққалашади, кексалардаги бу ўзгаришлар модда алмашинуви бузилганидан, ҳаттоки артроз жараёнларини эслатгандай бўлади.

Калит сўзлар: бўғим тоғайи, сон суяги ва катта болдир суяги бўғим тоғайи, морфометрия, цито-кариометрия, цитоплазма ва ядро нисбати (ЦЯО), ҳужайра ҳажми, полиморфизм (ҳар хил шакли ҳужайралар), катталашган (шишган) ҳужайралар.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ARTICULAR CARTILAGE IN MATURE AND ELDERLY PEOPLE

¹Akhmedov Sh. M., ²Efimov A. P., ¹Akramova M. Yu., ¹Dekhkanov K. A.,

¹Tashkent Pediatric medical Institute, ²Institute of biomechanics,
Nizhny Novgorod.

✓ Resume

The articular cartilage of the knee joint (articular cartilage of the distal part of the femur and the proximal part of the tibia) was studied using modern morphological methods (cyto-karyometry, morphometry - 6 layers of articular cartilage) with a different aged group of people.

The research results show that the articular cartilage changes with age (the layering of the day cartilage is disrupted, the layers are smoothed, the surface layer of the articular cartilage becomes thinner, the column zone (5-layer) decreases - shrinks, the cells are often swollen and light, especially in old age).

Histological and histochemical indicators of the articular cartilage of the knee joint also confirm the age-related changes in the cartilage of the morphometric data, which are generally assumed about arthrosis of the knee joint as a whole, especially in old age.

Keywords: articular cartilage, the articular cartilage of the femur and tibia, morphometry, cyto-karyometry, cytoplasmic-nuclear ratio (CNR), cell volume, polymorphism, hypertrophied cells.

Изучение закономерностей формирования хрящевых элементов (суставных хрящей) коленного сустава у человека в связи с возрастом и интенсивностью функции необходимо не только в целях выявления общих и частных закономерностей в онтогенезе, но и вследствие широкого распространения патологических процессов дегенеративно-дистрофического характера (деформирующий артроз, гипоплазии, дисплазии, вывих и др.).

Строение и функции суставных хрящей в норме и патологии изучались морфологами, патофизиологами и клиницистами [1,2,3,15,16,17,18].

Однако, проведенные исследования недостаточно раскрывают механизм возрастной перестройки хрящевых тканей, не позволяют выявить конкретные причины развития патологических процессов. Большинство работ посвящено отдельным аспектам жизнедеятельности хрящевых тканей. Комплексных морфофункциональных исследований, направленных на раскрытие качественных и количественных закономерностей роста и развития хрящевых элементов сустава, крайне недостаточно. Мало изучены механизмы формообразования суставных хрящей и менисков с возрастом и интенсивностью функции. Отсутствие данных о качественно-количественной взаимосвязи функциональных нагрузок с особенностями строения и химизма ткани затрудняет раскрытие механизмов и путей воздействия на морфофункциональные свойства хрящевой ткани с профилактическими и лечебными целями. Решение этих задач актуально и в связи с тем, что по причине урбанизации жизни и роста гипокинезии в современных условиях значительно увеличилось число деформирующих заболеваний суставов нижних конечностей человека [1,4,5,13,14]. Успешное лечение патологических процессов коленного сустава невозможно без знания его нормального развития [6,7,8,9,10,11,12].

Все это побудило нас заняться изучением закономерностей формирования хрящевых элементов коленного сустава у людей зрелого и пожилого возраста с применением современных морфологических методов.

Цель исследования. Изучить закономерности морфологических изменений хрящевых элементов (суставного хряща бедренной кости) коленного сустава у людей зрелого и пожилого возраста.

1. Изучить морфологическую картину суставного хряща бедренной кости у людей зрелого и пожилого возраста.

2. Выявить количественные закономерности динамики морфологических показателей суставного хряща.

3. Провести сравнительный анализ морфологических особенностей функционального различных участков суставных хрящей коленного сустава.

Материал и методы

Морфологические характеристики изучены методами морфометрии, цито- и кариометрии, гистологии, гистохимии.

Наряду с качественными описаниями, в работе применены и количественные (органометрия, морфометрия, цито- кариометрия) методы исследования

возрастной динамики хрящевых элементов коленного сустава, тем более что послышное изучение суставного хряща в доступной нам литературе не обнаружено, это позволило возрастную (в зрелом и пожилом возрасте) динамику выразить через количественные морфологические закономерности. С другой стороны, выявление количественных закономерностей межклеточного взаимодействия позволяет по-новому взглянуть на процесс дифференцирования, роста и возрастного изменения суставного хряща коленного сустава, количественно оценить степень влияния как возраста на показатели хрящей, так и интенсивности нагрузок. Также изучены цитоплазматно-ядерные отношения клеток для оценки обменной их активности у людей зрелого и пожилого возраста.

На тканевом и клеточном уровне материал изучался гистологическими и гистохимическими методами: окраска срезов гематоксилин-эозином, по ван-Гизону, орсеином-световым зеленым, толудиловым синим, ШИК-реакция и по Хейлу. Применялись также количественные методы, как морфометрия тканевых элементов по Г.Г.Автандилову, 1973 - цито- и кариометрия.

На срезах, окрашенных гематоксилин-эозином, производили цито- и кариометрию, на основе чего определялись расчетные величины, такие как объем цитоплазмы, объем клеток, объем ядра и цитоплазматно-ядерные отношения.

Волокнистые структуры изучали на срезах, окрашенных по методу ван-Гизона, пикрофусином, световым зеленым или орсеин-световым зеленым.

Для количественного определения динамики формирования суставного хряща коленного сустава на гистологических срезах производили морфометрию содержания основного вещества, количества клеточных элементов, количества волокон и площади поперечного сечения кровеносных сосудов. Морфометрию осуществляли с помощью стандартной окулярной сетки на микроскопе "Биолам Р-7" при увеличении в 420 раз. Согласно рекомендации Г.Г.Автандилова (1973), производили подсчет узлов окулярной сетки, проецирующийся на вышеуказанные тканевые элементы. В пределах одного и того же поля зрения одновременно подсчитывалась площадь, занятая основным веществом, клетками, волокнами и сосудами (на одном препарате бралось 20 полей).

Гистохимическими методами изучались составные части основного вещества и клеток, нейтральные и кислые мукополисахариды (гликозаминогликаны).

Результат и обсуждения

Возрастной период 36-60 лет - зрелый возраст. Суставной хрящ дистального эпифиза бедра и проксимального эпифиза большеберцовой кости в этом возрасте имеют гомогенное основное вещество, которое окрашено гематоксилином, (базофильно с очагами эозинофилии). Обращает на себя внимание то, что количество клеточных элементов в суставном хряще в этом возрастном периоде резко уменьшается, особенно это заметно в поверхностном (2-ом) слое и в (5-ой слое) зоне колонок, где встречается много пустых ячеек с бесклеточным содержимым или с распадающимся клеточным детритом.

Бесклеточная зона (1-й слой) по всей морфологии как в предыдущем возрасте, т.е. она имеет вид

прослойки и мелко глыбчатую шероховатую поверхность. Эти глыбки слегка окрашены эозином, в сторону просвета суставной щели видны отросчатые, короткие волокна.

Второй поверхностный слой имеет структуру плотного фиброзного слоя, волокна гомогенно сливаются, и этот слой почти не содержит клеточных элементов. Последние здесь встречаются очень редко. Можно заметить, что волокна коллагена в этом слое также направлены вдоль суставной поверхности, а отдельные клеточные элементы, лежащие в глубине старого поверхностного слоя, расположены в виде изогнутых пар. Клетки эти имеют овальные, округлые и полигональные ядра, плотно упакованные в ячейках. Цитоплазма умеренная.

Глубже поверхностного слоя лежит (3-й слой) переходная зона, также имеющая резкое по сравнению с предыдущими возрастными периодами, уменьшение числа клеток, видимо, за счет гибели клеток, поскольку часто встречаются пустые ячейки с погибающими клетками. Оставшиеся клетки ориентированы преимущественно в разных направлениях, имеют в основном округлую, овальную форму. Изогенных групп здесь меньше, чем в предыдущих возрастных группах. Основное вещество плотное, преобладает эозинофилия.

В зоне изогнутых групп (4-слой) клетки лежат по 2-3 в одной ячейке. Отличительной особенностью их является то, что цитоплазма более выражена.

Зона колонок (5-слой) в этом возрасте имеет плотное основное вещество с преобладающей эозинофилией. Цепочки клеток расположены между колонками основного вещества. Она отличается тем, что большинство их находится в стадии деструкции. По сравнению с предыдущим возрастным объемом ядер кажется меньше, они плотнее, хроматин в ядрах не просматривается. Создается впечатление, что в данном слое клетки находятся в неблагоприятных условиях, потому что они все в какой-то мере деформированы. Таких классических округлых изогнутых групп клеток, как в предыдущих возрастных периодах встретить не удается. Даже в одной ячейке клетки разного размера. Такой полиморфизм ядер и клеточных элементов, возросшее число распадающихся клеток, уменьшение объема ядра, отличают данный слой в этом возрасте.

В зоне гипертрофированных клеток (6-слой) основное вещество, как и раньше закономерно становится более эозинофильным, число клеток значительно уменьшено, а среди клеток имеется множество погибающих с лизирующимися ядрами. Сохранившиеся клетки лежат по 3-5 штук в одной изогнутой группе. Последние имеют разный размер, что является характерным для данного возраста. Ядра клеток в этом слое также уменьшены: клетки округлые, цитоплазма их увеличена в объеме, границы клеток достаточно четкие, полиморфизм ядер также характерен для этого 6-го слоя. Клетки в одной ячейке имеют разные размеры, т.е. в этом наблюдаются некоторые признаки дегенеративных изменений.

Зона кальцификации (7-слой) в этом возрасте резко, интенсивно базофильна. В хряще здесь имеются клетки округлой формы, а ближе к костной ткани лежат клетки с мелкими ядрами, с узкой цитоплазмой. Данная зона имеет форму изогнутой кривой и обычно охватывает базофильным материалом цепоч-

ки клеток; основное вещество между ними остается эозинофильным.

Подытоживая морфологическую картину суставного хряща коленного сустава, можно отметить, что в зрелом возрастном периоде имеются значительные дегенеративные изменения клеточного материала. Уменьшение их числа происходит, в основном, во втором и пятом слоях.

По мере увеличения возраста (36-60 лет) структура суставного хряща становится менее четкой, ячеистое строение также становится размытым и появляются признаки снижения синтеза гликозаминогликанов, уменьшается число метакромного материала в цитоплазме клеток.

В зрелом возрастном периоде (36-60 лет) динамика Хейл-положительных структур близка к динамике метакроматической реакции и здесь тоже Хейл-положительное вещество выявляется интенсивнее в зоне давления.

Зрелый возрастной период (реакция ШИК) отличается с появлением бедно окрашенных островков основного вещества суставного хряща, особенно это выражено в периферической зоне вокруг клеток как в глубоких, так и в поверхностных слоях.

Таким образом, как показывают исследования ШИК-реакции в суставном хряще с возрастом, падает в основном вещество и цитоплазма клеток.

Очевидно, уменьшение данной реакции отражает снижение метаболических процессов с возрастом.

Возрастной период 61-74 года - пожилой возраст. Суставной хрящ коленного сустава в этом возрасте становится тоньше. Изучение гистологических срезов показывает, что в данном возрастном периоде имеются достаточно заметные морфологические различия хряща по сравнению с предыдущим возрастом. Отличительным признаком является отсутствие бесклеточной зоны на срезах хряща овальные со светлой цитоплазмой клетки лежат весьма поверхностно и над ними имеется тонкий слой волокнистого хряща с коллагеновыми волокнами. Эти светлые клетки так близко подходят к суставной поверхности, что на участках расположения этих клеток образуются разрывы. По всей вероятности, при стирании суставной поверхности клетки поверхностного слоя - обнажаются. Эти светлые клетки поверхностного слоя лежат на коллагеновых волокнах; имеются "разрывы" поверхностной зоны суставного хряща. В поверхностной зоне и под ней весьма часто наблюдаются клетки-тени.

Коллагеновые волокна этого слоя характеризуются неоднородностью окраски. Одни участки зоны более эозинофильные, другие приобретают слабую базофилию. Неравномерная окраска волокон на протяжении поверхностного слоя тоже является характерным признаком пожилого возраста.

Наряду с истончением бесклеточной зоны и второго поверхностного слоя наблюдается множество пустых лакун. Сохранившиеся клетки переходной зоны имеют светлую цитоплазму: базофилия исчезает. Форма клеток преимущественно округлая, клетки светлые с уменьшенным ядром, окрашенным гематоксилином. Основное вещество слабо базофильно, участками наблюдается слабая эозинофилия, т.е. это - гетерохромность основного вещества, что также является характерным признаком данного возраста.

В зоне изогнутых групп клетки также характеризуются светлой цитоплазмой. Ядра клеток значитель-

но меньшего размера, окрашены интенсивно базофильно.

Такая же закономерность наблюдается в клеточных элементах зоны колонок. Здесь тоже наблюдается отсутствие или довольно слабая базофилия цитоплазмы, наличие большого числа пустых лакун надо полагать, что происходит усиленный распад клеток за счет лизиса ядер. Основное вещество неравномерно окрашено.

Кроме того, слабую элективность имеет основное вещество зоны гипертрофированных клеток (6-й слой). Клетки этого слоя отличаются более крупными размерами, по сравнению с другими слоями, по вокруг них на границах этих клеток имеется резкая эозинофилия. Ряд клеток с "распадающимся" содержанием - детритом.

Зона кальцификации тоже менее базофильна по сравнению с предыдущими возрастами.

Далее, в возрастном периоде 61-75 лет (пожилом возрасте) основное вещество теряет гамма-метахромию, становится ортохромным. В клеточных элементах уменьшается число метахромных гранул, лишь в глубоких слоях (5-6-х слоях) сохраняется альфа и бетта метахромиа основного вещества. Поверхностный слой окрашивается ортохромно, волокна и основное вещество имеют голубой цвет, метахромиа здесь проявляется лишь вокруг клеток переходного слоя. В некоторых участках основное вещество в данном возрастном периоде имеет гетерохромию, т.е. встречаются участки альфа и бетта метахромии (окрашенные неравномерно), границы ячеек размытые, клеточные элементы также содержат значительно меньшее количество метахроматического материала внутри и вокруг клетки. Имеются клетки, совершенно свободные от метахроматического материала внутри и в окружении. Здесь наблюдается увеличение числа крупных клеток, с гомогенной метахромией цитоплазмы; вокруг клеток нет характерного усиления метахромии. Таким образом, создается впечатление, и 74 годам секреция резко падает, о чем говорит отсутствие их в основном веществе. Видимо это накопление привело к увеличению цитоплазмы клеток, эксцентричному выталкиванию ядер (таких фигур очень много). Повидимому гликозаминогликаны являются гидрофильными, втягивают в себя много воды, вследствие чего происходит их отек клеток. Возможно, это является возрастным приспособительным механизмом, т.е. уменьшение гистологических свойств основного вещества приводит к увеличению сдвигания хрящевых элементов, хрящевые клетки, накапливая метахроматический материал - гликозаминогликаны внутри цитоплазмы и солируя в них воду, приобретают дополнительную гидростатическую устойчивость, т.е. уменьшение упругости основного вещества приводит к компенсаторному увеличению жесткости клеточных элементов и устойчивости их к давлению. По своей вероятности, таким же образом происходит возрастная адаптация (иррациональная адаптация), следовательно, синтез гликозаминогликанов идет (т.е. внутри клетки имеется), а вокруг клетки их нет, это же приводит к нежелательным явлениям, но, видимо, эта адаптация тоже имеет свою причину в позиции клеточного обмена и сохранения клеточных элементов как бы для поддержания жизнедеятельности, а не для поддержания функциональных свойств всего суставного хряща. Вот это явление кле-

точных элементов (на уровне клетки) при снижении адаптивности всех тканей суставного хряща к нагрузкам является иррациональным типом адаптации.

Накапливание гликозаминогликанов внутри клеток и отсутствие их в основном веществе приводит также к уменьшению синовиальной жидкости, которая служит смазкой суставных поверхностей, увеличивает трение. Следовательно, накапливание гликозаминогликанов внутри клетки также является адаптацией на клеточном уровне, но не дает адаптационного эффекта на уровне ткани и на уровне органа (коленный сустав), т.е. в коленном суставе в целом уменьшаются как амортизационные свойства с возрастом, так и увеличивается трение в суставе. Следовательно, возрастные изменения, обнаруженные нами раньше (увеличения ЦЯО, объема клеток, внутрисуставного трения) нельзя рассматривать, как только одностороннее - негативные отрицательные явления; они являются следствием более глубокого процесса клеточной адаптации, когда последняя становится направленной только на сохранение самих клеток, а не на обеспечение функции суставного хряща как ткани и коленного сустава, как органа в целом. Это и есть адаптация низких структур, направленных на сохранение самих себя на уровне клеток, которая ведет к нежелательным явлениям с возрастом - к старческому снижению функциональных показателей коленного сустава, что оказывается потом на адаптивности всего сустава и организма в целом. Потому что снижение функциональной активности сустава приводит к ухудшению двигательных свойств.

Отмеченные выше качества более выражены в суставном хряще бедренной кости, чем в суставном хряще большеберцовой кости, участвующих в образовании коленного сустава.

В пожилом возрасте не только встречаются разволокнения суставной поверхности хряща, истончение слоев, появления крупных светлых участков основного вещества.

После 61 года интенсивность ШИК-реакции в основном веществе суставного хряща уменьшается.

В глубоких слоях сохраняется, хотя и в малом количестве, ШИК-позитивный материал, а в поверхностных слоях эта реакция снижена до минимального.

Выводы

1. Подытоживая морфологическую картину суставного хряща коленного сустава, можно отметить, что в зрелом возрастном периоде имеются значительные дегенеративные изменения клеточного материала. Уменьшение их числа происходит, в основном, во втором и пятом слоях.

2. По мере увеличения возраста (36-60 лет) структура суставного хряща становится менее четкой, ячеистое строение также становится размытым и появляются признаки снижения синтеза гликозаминогликанов, уменьшается число метахромного материала в цитоплазме клеток.

3. В пожилом возрасте не только встречаются разволокнения суставной поверхности, хряща, истончение слоев, появления крупных светлых участков основного вещества.

4. Суставной хрящ в пожилом возрасте характеризуется уменьшением количества клеток в поле зре-

ния (от 6 до I), их набуханием, разрыхлением, отслоением, разрывом поверхностных слоев тангенциальных волокон, наличием очаговых уплотнений, увеличением внутрисуставного трения суставного хряща. Все это ведет к деформации свободной поверхности суставного хряща в пожилом возрасте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ахмедов Ш.М. "Динамика морфологических изменений хрящевых элементов коленного сустава человека в возрастном и функциональном аспектах", /Автореферат, диссертации на соиск.уч.степени доктора мед.наук, Новосибирск 1990 г., Стр. 1-36.
2. Храпко И.М. и др. Определение коэффициента упругости эластической хрящевой ткани научное издание / И.М.Храпко, С.А.Храпко // Журнал ушных, носовых и горловых хвороб. - Киев, 2014 -3- С/ 32-34/ Библиогр: 11 назв.
3. Чернышева Т.В. и др. Возможности ультразвукового исследования в оценке состояния хряща в коленных суставах у больных остеоартрозом научное издание //Т.В.Чернышева. В.И.Климентьева. К.В. Корочина// Ультразвуковая и функциональная диагностика - М, 2015- N6 - с 189.
4. Ступина Т.А. и др. Изменения синовиальной оболочки и суставного хряща коленного сустава при удлинении голени автострактором с повышенным суточным теплом научное издание // Т.А.Ступина. М.М.Шудло. Н.А.Шудло// Морфология -СП 6, 2013 -Том 143 N3 - С66 - 70 - Библиогр 12 назв.
5. Корочина А.А. и др. Морфологическая характеристика суставного хряща у пубертатных и взрослых крыс научное издание // К.В.Корочина В.С.Полякова И.Э.Корочина Т.В.Чернышева// морфология - СПб, 2016 - Том 149 N3M2016- С 111
6. Мельников А.А. и др. Особенности организации хондроцитов коленного сустава при двигательных нагрузках научное издание // А.А.Мельников // Морфология - СПб, 2016 - Том 149 N3M2016- С 136
7. Абдураимов А.С. и др. Вопросы физической реабилитации спортсменов в послеоперационном периоде при сочетанных повреждениях мениска и суставного хряща научное издание / О.Н.Абдураимов, А.А.Усманходжаева // Терапевтический вестник Узбекистана- Ташкент 2014- N4ТВУ014- С 180-181
8. Богатов В.Б. и др. Перестройка суставного хряща при замещении его дефекта биокompatитным материалом научное издание / В.Б.Богатов П. В. Зейналов (и др.) //Морфология - СПб, 2015 - Том 147 N1M2015 - С 63-69 - Библиогр 22 назв
9. Матвеева Е.Л. и др. Состояние синовиальной среды с дегенеративно-дистрофическими изменениями коленного сустава, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей научное издание /Е.Л.Матвеева, А.Г.Гасанова, О.К.Чегуров// Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н.Приорова- М, 2016- N4 -С 40-43- Библиогр 17 назв.
10. Полякова В.С. и др. Структурно функциональная характеристика синовиальной оболочки коленного сустава в зрелом периоде онтогенеза человека научное издание / В.С.Полякова, Т.Г.Кожанова, Е.Е.Мхитарян // Морфология СПб, 2012 -Т.141 N3 - С 127-128 (Шифр МО/2013/3)
11. Зубаров А.Р. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата взрослых и детей / Видар-М. 2006, -136 с
12. Кожанова Т.Г. и др. Морфологические особенности синовиальной мембраны коленного сустава человека в зрелом возрасте научное издание / Т.Г.Кожанова. В.С.Полякова. Е.Е.Мхитарян К.Н.Мещеряков// Морфология - СПб 2013- том 144 N5- С 50-53 - библиогр 14 назв
13. Delgado-Eneiso I. Paz-Garcia J. Rodriguez-Hernandez A, Madrigal-Perez VM, Cabrera-Licona A, Garcia - Rivera A, Soriano-Hernandez AD, Cortes-Bazan JI, Galvan-Salazar HR, Valtierra-Alvarez J, Guzman-Esquivel J, rodriguez-Sanchez IP, Martinez-Fierro ML, Paz-Michel B.A. promising novel formulation for articular cartilage regeneration: Preclinical evaluation of a treatment that produces SOX9 overexpression in human synovial fluid cells. //Mol Med rep. 2018 Mar; 17 (3): 3503-3510/ doi: 10/3892/mmr. 2017.8336. Epub 2017 Dec 20. PubMed PMID: 29286152; PubMed Central pmCID: PMCID: pMc5802147.
14. Carballo C.B. Coelho T.R.P. De Holanda Alonso R.C., Faria J.CO., Alves T, Monte S.M. Ventura Matioszek G.M., Moura-Neto V., Brito J.M. Osteoarthritis Sinovial Fluid and TGF - BI Induce Interleukin-18 in Articular Chondrocytes. Cartilage. 2018 Aug. 27: 1947603518796149. Doi: 10.1177/1947603518796149. (Epub ahead of print) PubMed PMID:30146893.
15. Liu T.H. Cheng SS. You H.L., Lee M.S. Lee G.B. Bacterial detection and identification from human synovial fluids on an integrated microfluidic system. Analyst. 2019 Feb 11;144 (4); 1210-1222. Doi: 10.1039/c8an01764f. PubMed PMID:
16. Chetkina E.V., Pul A.R. (Type II collagen fragment capacity to induce collagen cleavage and hypertrophy of articular chondrocyte) Vestn Ross akad Med Nauk 2008: (5); 15-21, Russian. PubMed PMID; 18589731)
17. Stupina T.A., Makushin V.D., Stepanov M.A. Experimental morphological study of the effects of subchondral tunnelization and bone marrow stimulation on articular cartilage regeneration. Bull Exp Biol Med 2012 Jun; 153 (2): 298-93. English Russian. PubMed PMID: 22816104
18. Novikov V.E., Novikova A.V. (Biogenic stobolism in articular cartilage) Eksp Klin Farmakol. 2011: 74(4):31-5. Review Russian PubMed PMID 21678657

Поступила 09.11. 2020