



## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ГИПОТИРЕОЗА

Эшонкулова Б.Д.  
Миршарапов У.М.  
Ибрахимов Ш.Ф.

Ташкентский педиатрический медицинский институт;  
Ташкентская медицинская академия  
<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.10088079>

### ARTICLE INFO

Received: 03<sup>rd</sup> November 2023

Accepted: 08<sup>th</sup> November 2023

Online: 09<sup>th</sup> November 2023

### KEY WORDS

Экспериментальный,  
субхондральный,  
тиреотропин, метафиз,  
хондроцит, гипотиреоз,  
трийодтиронин, тироксин,  
синовialный, коленный  
сустав, морфологический,  
костно-мышечный,  
сухожилие, деформация.

### ABSTRACT

*Снижение активности щитовидной железы, а точнее наличие тиреоидного гармонинга в низкой концентрации крови приводят к тому, что обмен веществ в организме выходит из-под контроля, вследствие чего в какой-то степени развиваются патологические изменения. Его гипофункция возникает в связи с несколькими факторами: травмами железа, опухолевыми и кистозными заболеваниями, нейросолями гипоталамической системы, дефектами развития железа, ошибками хирургического вмешательства, длительным применением тиреостатиков и др. Ситуация с гипотиреозом является одной из самых распространенных среди населения, дефицит йода является для нашей страны в числе региональных. В данной статье описываются морфологические и морфометрические изменения элементов коленного сустава в раннем онтогенезе в поколении матерей, вызванных экспериментальным гипотериозом в период беременности. Модель экспериментального гипотериоза и результаты исследования рано выявлять морфофункциональные изменения элементов коленного сустава у поколений, родившихся от этого заболевания.*

**Актуальность.** Во всем мире заболевания щитовидной железы занимают одно из ведущих мест в патологии эндокринных органов. Необходимость изучения тонких механизмов патогенеза этого заболевания, которое сопровождается нарушением всех видов обмена веществ, объясняется тем, что заместительная терапия, которая применяется при лечении гипотиреоза, не в полной мере обеспечивает необходимый баланс гормонов щитовидной железы.

Гипотиреоз напрямую влияет на деятельность практически всех органов и систем. В прикладной медицине известны случаи отсоединения суставов от кости, в местах их



фиксации, но это не может быть связано с развитием остеопороза из-за функциональной перегрузки опорно-двигательного аппарата.

На наш взгляд, весь комплекс тканей костно-хрящевых суставов реагирует на воздействие условий нагрузки набором реакций как пластического, так и резорбционного характера, и в местах крепления суставов изменяются тканевые соотношения. Однако адекватность такого ответа осуществляется внутри кости как органа, так и всего организма в целом, а также зависит не только от потенциальных филогенетических возможностей параартикулярной системы тканевого комплекса, но и от других факторов: условий нагрузки, метаболических изменений на фоне гормонального дисбаланса, а также от возрастных особенностей [3,5, 6, 8].

В то же время исследования функциональной анатомии костно-мышечной системы свободной части стопы не установили достаточно четкой взаимосвязи между анатомическими, морфометрическими, гистологическими и биомеханическими особенностями коленного сустава, которые определяют избирательность деформаций костно-мышечной системы и их сложность [4, 7].

Недостаточность данных о морфофункциональных свойствах костно-мышечной системы свободной части стопы приводит к серьезным недостаткам и ошибкам в профилактике и лечении травм и деформаций в этой области. Таким образом, решение этих вопросов является не только научным, но и практическим значимой проблемой.

Несмотря на существующие данные о фундаментальных изменениях в этом направлении, многие аспекты этой проблемы еще не раскрыты полностью. Таким образом, данные о функциональной анатомии опорно-двигательной системы и адгезивных процессов коленного сустава являются очень малоизученными и противоречивыми, кроме этого, отсутствуют данные о изменении микроморфологии связок и их структур, а также биомеханических механизмах, лежащих в основе высокой адаптивной пластичности сустава. Комплекс элементов коленного сустава изучен не полностью.

Однако оценивание указанных морфологических характеристик этой системы в области крупных суставов может быть важным при определении локализации ее наименьшей стабильности, риска травмы в различные возрастные периоды, биомеханики травмы, что имеет большое значение для раскрытия природы десмопатий, энтезопатий и тендинитов различного генеза.

Все вышесказанное позволяет нам сделать вывод, что данная проблема плохо изучена, которая связана с деформацией и повреждением конечностей и отсутствием их морфофункционального обоснования.

**Цель исследования.** Изучить морфологическое формирование коленного сустава, минеральный обмен и структурно-функциональное состояние опорно-двигательного аппарата в зависимости от снижения функциональной активности щитовидной железы.

**Материалы и методы.** При проведении эксперимента, были полностью соблюдены правила нормативных актов по осуществлению экспериментов на животных согласно "Всемирной конвенции о защите позвоночных животных" (1997), на основании которых крыс помещали в специальные металлические клетки в условиях вивария, не более чем по 5 животных в каждой. Эксперименты проводились в весенне-

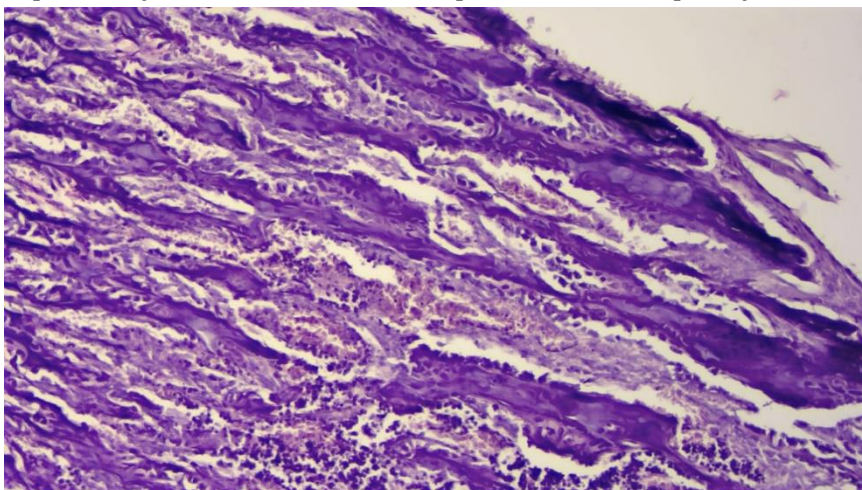
осенний период. Кормление каждого животного осуществлялось в рамках установленного нормативного рациона кормления. Половозрелых крыс с установленной беренменностью с 16-го по 18-й день беременности содержали в отдельной клетке. Для морфологических исследований животных декапитировали под хлороформно-эфирным наркозом.

Образцы размером 4-5 мм были отделены от связок, а кусочки размером 5-8 мм были отделены от костно-сухожильных соединений. Материал фиксировали в 5%-ном растворе нейтрального формалина. Образцы декальцинированных соединений костной ткани обрабатывали в течение 36 часов в 5%-ном растворе азотной кислоты с последующим добавлением 5%-ного раствора куаста (carnua). В течение суток образцы костно-сухожильных суставов промывали в проточной воде и обезвоживали в спиртах высокой концентрации: 50, 70, 96, 100% и заливали в воскопарафин. В универсальном микротоме из парафиновых блоков были сделаны надрезы толщиной 8-10 микрон. Разрезы окрашивались ксилолом, гематоксилином, эозином и Ван-гизоном. Морфометрию структур проводили под микроскопом МБИ-15.

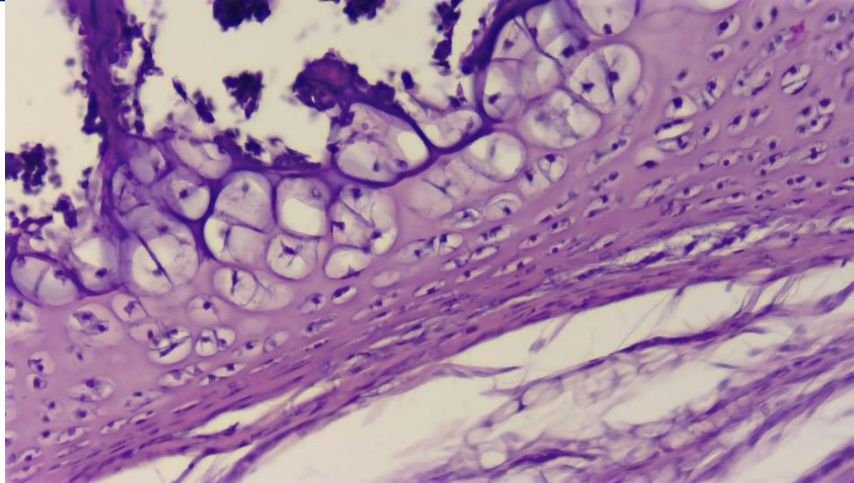
Для гистологического исследования были выделены элементы коленного сустава животных. Образцы костной ткани фиксировали в 10%-ном растворе формалина, а затем в парафине. Готовили гистологический срез толщиной 10 мкм и окрашивали гистохимической реакцией Шика гематоксилин-эозином, Ван Гизоном, Массоном, пикрофоксином.

**Результаты исследований.** Экспериментальные материалы из элементов коленного сустава крыс контрольной группы, у которых был вызван экспериментальный гипотиреоз, были подвергнуты морфологическому исследованию.

Мы идентифицировали два типа соединительной ткани у крыс: плотную соединительную ткань правильной формы (рис. 1); которые расположены в местах соединения фиброзно-суставных швов и их прохождения через суставные углы (рис. 2).



**Рисунок 1.** Сумка коленного сустава представляет собой плотно сформированную соединительную ткань. Окраска Ван-Гизоном. 10.10.



**Рисунок 2. Фиброзная соединительная ткань связки сустава. Окраска Гематоксилином и эозином. 10.**

Распределение клеточных элементов в сухожильной ткани уникально. Доминирующими популяциями клеток являются фибробласты, а их представители локализованы в толще коллагеновых волокон и в рыхлой соединительной ткани эндоперитенонумия (рис. 3). Из них количественно преобладают фиброциты, они характеризуются удлинённой формой ядра и обеднённой цитоплазмой

Экспериментальные материалы из элементов коленного сустава крыс контрольной группы, у которых был вызван экспериментальный гипотиреоз, были подвергнуты морфологическому исследованию.

Гистологическое исследование, проведенное у всех животных контрольной группы, выявило суставную сумку, состоящую из волокнистой соединительной ткани. Синовиальная оболочка - волокнистая, на некоторых участках имеются короткие сосочки. Коллагеновые волокна состоят из плотно прилегающих кволокон.

Коленный сустав образован на поверхности хондроцитами, расположенными перпендикулярно столбцам. Глубже новообразованной хрящевой ткани залегают продольные гнезда, в то время как на поверхностных частях видна молодая ткань хрящей с базофильными ядрами. Коленный сустав окружен капсулой с плотной соединительной тканью.

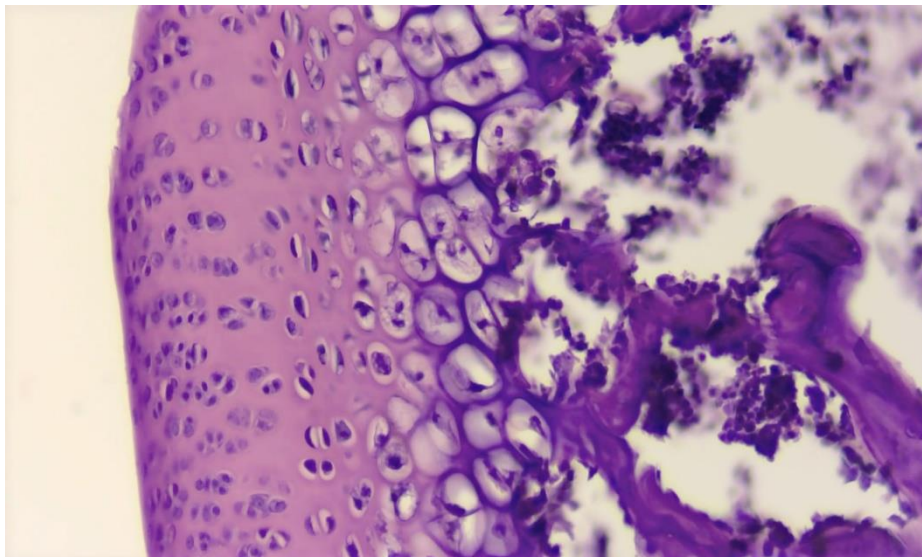
В области метафизики определяется зона хорошо окрашенных клеточных элементов. По краям расположены остеобласты и формирующиеся новые костные столбики. Незначительная базофилия основного вещества хрящевой ткани обнаружена в гиалиновом хряще коленного сустава.

Их длинная ось направлена вдоль коллагеновых волокон. В то же время также было выявлено наличие молодых клеток: молодых и зрелых фибробластов, округло-овального ядра и большого объема цитоплазмы. Эти клетки, как правило, локализуются на поверхностных слоях сухожильных тканей и располагаются группами, которые расположены в виде цепочек. Гликоген обнаруживается в глубоких слоях ткани, которые, по-видимому, являются исходным продуктом при синтезе хондроитинсульфата, что зависит от интенсивности обменного процесса в этих зонах.

Обнаружение мукополисахаридов в наиболее глубоких зонах объясняется тем фактом, что диффузия питательных веществ происходит главным образом в этих зонах.

Высокое содержание компонентов непосредственно вблизи клетки указывает на синтез мукополисахаридов в хондроцитах. Расположение обнаруженных веществ соответствует главным образом распределению мукополисахаридов в коленном суставе, сухожилиях суставной ямки, а также в костной ткани.

У экспериментальных животных патоморфологические изменения элементов коленного сустава при гипотиреозе показали неполное развитие коллагеновых волокон фиброзной капсулы и гомогенизацию этих волокон. Среди волокнистых структур важное значение имеет формирование суставной щели, который был узким. Синовиальная оболочка сосочкообразная, выявляются истонченные и выпуклые участки коллагеновых волокон. Коленный сустав состоит из хорошо неокрашенных хондроцитов, гомогенизированной неполной недоразвитой ткани канальцев. В хрящевых клетках наблюдается гипохромия ядра, а в некоторых областях – отмечаются признаки некробиоза и некрозирования. Видны области прикрепления волокнистых структур коленного сустава с разреженной волокнистой тканью (рис. 3).



**Рисунок 3- Деструктивная трансформация эпифизарного хряща. Окраска гематоксилин-эозином. 10.10.**

Четко выявляются дегенеративно-дистрофические изменения коленного сустава. Большая часть цитоплазмы хондроцитов гиалинового хряща сильно вакуолизирована, хорошо выявляются некробиоз и некроз хондроцитов. В метафизарной зоне выявляются новообразованные отдельные костные столбы и полости, заполненные жировым костным мозгом. Следовательно, описание обнаруженных изменений указывает на развитие дисплазии в области коленного сустава.

Гистохимические тесты показали, что при гипотиреозе наблюдается значительное ослабление реакции метахромазии в субхондральной зоне коленного сустава и гиалиновом хряще суставной ямки, и в то же время здесь наблюдается небольшое увеличение ШИК-положительных веществ.

Изменения в синовиальной оболочке характеризуются диффузным обнаружением мукоидных веществ как в подлежащем веществе, так и в цитоплазме фибробластов. Это проявляется в виде выраженной ШИК-реакции в фиброзном слое капсулы, а также зернистых включений в покровных клетках.



Значительное ослабление всех реакций на кислые мукополисахариды в субхондральном слое коленного сустава указывает на глубокие физико-химические изменения во всех отделах суставов.

**Заключение.** Интерпретация морфологических, гистохимических, лабораторных данных, полученных в ходе исследования, позволила установить концепцию влияния гипотиреоза как фактора риска развития деформаций коленных суставов.

Гистологические и гистохимические изменения, обнаруженные в элементах коленного сустава, могут свидетельствовать о серьезных нарушениях в формировании этих компонентов сустава и провоцировать развитие дисплазии. Следовательно, изменения в компонентах коленного сустава более негативно выражены при гипотиреозе, что может привести к неполному развитию сустава.

Коленный сустав был морфологически изучен немногими исследователями. В то же время данные о состоянии хрящевой ткани коленного сустава имеет важное значение с точки зрения ее способности к трансформации и регенерации после выпрямления коленного сустава.

## References:

1. Ахполова В.О., Брин В.Б., Цаллаева Р.Т. Влияние экспериментальной гипо и гиперкальциемии на содержание кальция, свинца и цинка в бедренных костях крыс с кратковременной свинцовой и цинковой интоксикацией // медицинский вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 11. № 3. С. 370-373.
2. Нифонтов К.Р. Структурно-функциональные изменения коленного сустава у крыс при экспериментальном артрите. //Международный вестник ветеринарии. 2013. № 1. С. 23-26
3. Брин В.Б., Меликова Э.Р., Ахполова В.О. Влияние молебденовой и свинцовой интоксикации на обмен кальция у крыс в условиях экспериментальной гипо-и гиперкальциемии //Кубанский научный медицинский вестник. 2016. № 3 (158). С. 28-33
4. Нурбулатова Л.Г., Вагапова В. Ш. Крововеносное микроциркуляторное русло стенок синовиальных сумок коленного сустава. // Медицинский вестник Башкортостана. 2010. Т. 5. № 5. С. 117-120.
5. Гиршин С.Г., Лазишвили Г.Д. Коленный сустав (повреждения и болевые синдромы). - М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2007. - 352 с. 2.
6. Былинская Д.С., Щипакин М.В., Зеленевский Н.И., Прусаков А.В., Вирунен С.В., Васильев Д.В. Морфология связочного аппарата коленного сустава телят айрширской породы. //Иппология и ветеринария. 2017. № 4 (26). С. 40-44.
7. Вагапова В.Ш., Рыбалко Д.Ю. Общий взгляд на функциональную морфологию коленного сустава (вместо заключения). // В книге: Функциональную морфологию элементов коленного сустава Вагапова В.Ш., Рыбалко Д.Ю. Уфа, 2015. С. 241-263.
8. Вагапова В.Ш., Рыбалко Д.Ю. Функциональная морфология элементов коленного сустава. Уфа, 2015.
9. Захватов А.Н., тарасова Т.В., Захаркин И.А., Чекмаева А.А. Гистоморфометрические изменения хряща и синовиальной оболочки коленного сустава при формировании



экспериментального посттравматического остеоартроза // Морфология. 2019. Т. 155. № 1. С. 54-59.

10. Кабалык М.А., Коваленко Т.С., Осипов А.Л., Фадиев М.Ф. Морфологические обоснования применения методов текстурного анализа изображений субхондральной кости при остеоартрите. // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 98.