

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Автор:

Е.С.Зиновкина, ассистент

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения практического занятия
по учебной дисциплине
Медицинская визуализация

для студентов 5 курса медико-диагностического факультета, обучающихся
по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

Тема 6: «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования суставов
верхних конечностей».

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКиП
(протокол №7 от 06.02.2026)

Учебная цель:

- формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для решения диагностических задач путем применения методов лучевой диагностики при исследовании суставов;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при исследовании суставов;
- уметь проводить базовую сердечно-легочную реанимацию и иные реанимационные мероприятия в случае возникновения осложнений при применении контрастных веществ

Воспитательная цель:

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- научить соблюдать учебную и трудовую дисциплину, этические и деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

Задачи:

- 1. Углубление знаний по нормальной анатомии крупных суставов верхних конечностей**
Систематизировать представления об анатомическом строении плечевого, локтевого и лучезапястного суставов, включая костные, хрящевые, связочные, сухожильные и мышечные компоненты.
- 2. Лучевая анатомия крупных суставов верхних конечностей**
Освоить особенности визуализации анатомических структур суставов верхних конечностей на рентгенограммах, КТ, МРТ и УЗИ в различных проекциях и режимах сканирования.
- 3. Методы лучевой диагностики крупных суставов верхних конечностей**
Изучить возможности и ограничения основных методов визуализации: рентгенографии, компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и ультразвукового исследования (УЗИ).
- 4. Показания и алгоритмы выбора метода визуализации для конкретных суставов верхних конечностей**
Ознакомиться с клиническими ситуациями, при которых предпочтителен тот или иной метод, и освоить последовательность диагностического подхода при патологиях плечевого, локтевого и лучезапястного суставов.
- 5. Применение контрастных веществ при исследовании суставов верхних конечностей**
Изучить показания, технику выполнения и особенности проведения артрографии (в том числе КТ- и МР-артрографии), включая типы контрастных препаратов, дозировки и возможные осложнения.
- 6. Анализ и постпроцессинговая обработка КТ- и МРТ-изображений**

суставов

Освоить методы реконструкции томографических данных: многопланарные перестроения, 3D-визуализация, а также оценка состояния костей, хрящей, связок, сухожилий и синовиальных структур.

7. Стандартная схема описания рентгенограмм крупных суставов верхних конечностей

Научиться составлять структурированное заключение: оценка суставных поверхностей, ширины суставной щели, костной структуры, наличия остеофитов, разрушений, смещений или кальцинатов.

8. Схема описания КТ-изображений крупных суставов верхних конечностей

Освоить последовательный анализ томограмм: детальная оценка костных структур, суставных поверхностей, параартикулярных тканей, выявление переломов, дегенеративных изменений, опухолевых или воспалительных поражений.

9. Схема описания МРТ-изображений крупных суставов верхних конечностей

Научиться интерпретировать сигнал от хрящей, менископодобных структур (например, суставной губы), связок, сухожилий и синовиальной оболочки, используя различные импульсные последовательности (T1-, T2-взвешенные, PD, STIR и др.).

10. Схема описания УЗ-изображений крупных суставов верхних конечностей

Освоить ультразвуковую семиотику: оценка суставной щели, синовиальной оболочки, выпота, сухожилий, связок и мягких тканей, а также формирование структурированного ультразвукового заключения.

11. Методика УЗ-исследования суставов у детей в различные возрастные периоды

Ознакомиться с особенностями ультразвуковой диагностики суставов верхних конечностей у новорождённых, грудных детей и подростков, включая возрастные анатомические нормы, технику сканирования и дифференциацию физиологических и патологических находок.

В результате проведения учебного занятия студент должен

знать:

- ~ лучевую анатомию и лучевую семиотику заболеваний и методы лучевого исследования суставов;
- ~ принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики и методы лучевого исследования суставов;
- ~ реакции и осложнения при применении контрастных веществ, а также меры по предотвращению и лечению местных/системных реакций и осложнений.

уметь:

- ~ определять показания и противопоказания к лучевому исследованию суставов;
- ~ подготавливать пациента к лучевому исследованию при заболеваниях суставов;

- ~ интерпретировать результаты лучевого исследования суставов, знать
- ~ критерии нормальной лучевой анатомии суставов;
- ~ оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ

владеть:

- ~ навыками выбора метода визуализации при исследовании суставов и при разных заболеваниях;
- ~ навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям при травме и заболеваниях суставов;
- ~ навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при заболеваниях суставов);
- ~ навыками оказания первой помощи при возникновении острых побочных реакций на введение контрастных веществ.

Мотивация для усвоения темы: рейтинговая система оценки знаний

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Комплекты рентгенограмм, электронные средства демонстрации иллюстративного материала (интерактивная доска, телевизор, проектор), ультразвуковые сканеры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

«Анатомия человека»:

- нормальная анатомия суставов
- половые и возрастные особенности суставов

Контрольные вопросы:

1. Лучевые методы исследования костно-суставной системы
2. Рентгеноанатомия крупных суставов верхних конечностей
3. КТ-анатомия крупных суставов верхних конечностей.
4. МРТ-анатомия крупных суставов верхних конечностей.
5. УЗИ-анатомия крупных суставов верхних конечностей.
6. Рентгенография. Схема анализа рентгенограмм.
7. КТ. Схема анализа КТ-изображений.
8. МРТ. Схема анализа МРТ-изображений.
9. УЗИ. Схема анализа УЗИ-изображений.
10. Преимущества и недостатки отдельных методов визуализации.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

1. Лучевая диагностика [Электронный ресурс] : учебник / [Г. Е. Труфанов и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 484 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970462102.html>. – Дата доступа: 01.06.2022.
2. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика: учебное пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

3. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
4. Атлас рентгенограмм по травматологии и ортопедии : для студентов лечеб. (специальность 1-79 01 01 "Лечеб. дело"), педиатр. (специальность 1-79 01 02 "Педиатрия"), мед.-диагност. (специальности 1-79 01 04 "Мед.-диагност. дело", 1-79 01 06 Сестр. дело"), мед.-психол. (специальность 1-79 01 05 "Мед.-психол. дело") фак. / М-во здравоохранения РБ, УО "ГрГМУ", Каф. травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ; А. А. Бритько

[и др.]. – Гродно : ГрГМУ, 2019. – 205 с. : ил., фот.

5. Ростовцев, М. В. Атлас рентгеноанатомии и укладок : руководство для врачей / М. В. Ростовцев, Г. И. Братникова, Е. П. Корнева [и др.] ; под ред. М. В. Ростовцева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.

НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ:

6. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 №213.

7. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультразвука на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37.

8. Закон Республики Беларусь «О здравоохранении»: от 18.06.1993 г. №2435-XII: в редакции Закона Республики Беларусь от 20.06.2008 № 363-3: с изм. и доп.

9. Об утверждении расчетных нормативов времени на выполнение исследований в лучевой диагностике врачами и рентгенолаборантами организаций здравоохранения системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь: Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.04.2007 № 255

10. Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2003 г. № 223: с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.05.2008 № 97.

11. Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137.

ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

12. Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза. Расширенный пакет = Student consultant. Electronic library of medical high school. Extended package [Электронный ресурс] / Издательская группа «ГЭОТАР–Медиа», ООО «ИПУЗ». – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>. – Дата доступа: 01.06.2022. (Включает: «Электронную библиотеку медицинского ВУЗа» ; ГЭОТАР–Медиа. Премиум комплект ; Книги из комплекта «Консультант врача»).

13. Scopus [Electronic resource] / Elsevier. – Mode of access: <https://scopus.com>. – Date of access: 01.06.2022.

14. Springer Medicine and Biomedical and Life science eBooks collections [Electronic resource] / Springer International Publishing AG. – Mode of access: <https://link.springer.com>. – Date of access: 01.06.2022.

15. Springer Medicine Journals collection [Electronic resource] / Springer International Publishing AG/ – Mode of access: <https://link.springer.com>. – Date of

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Содержание учебного материала.

Изучить методы исследования костно-суставной системы

Рентгеноанатомия плечевого сустава, методики рентгенологического исследования. МРТ-анатомия плечевого сустава, методика исследования. Ультразвуковая анатомия плечевого сустава, методика ультразвукового исследования.

Рентгеноанатомия локтевого сустава, методики рентгенологического исследования. МРТ-анатомия локтевого сустава, методика исследования. Ультразвуковая анатомия локтевого сустава, методика ультразвукового исследования.

Рентгеноанатомия лучезапястного сустава и кисти, методики рентгенологического исследования. МРТ-анатомия лучезапястного сустава и кисти, методика исследования. Ультразвуковая анатомия лучезапястного сустава и кисти, методика ультразвукового исследования.

1. Лучевые методы исследования костно-суставной системы.

1.1. Рентгенологические методы исследования.

Рентгенография служит основным методом лучевого исследования костно-суставной системы (КСС) и обычно является первым этапом лучевого обследования после первичного клинического осмотра. Исследование выполняется, как правило, в двух стандартных проекциях — прямой и боковой. Однако для отдельных костей и суставов требуются дополнительные проекции, которые в некоторых случаях становятся основными. Например, аксиальную проекцию применяют для визуализации пяточной кости, надколенника, ключицы и шейки бедра, а косую проекцию — для исследования кисти, стопы и крестцово-подвздошного сочленения.

Специальные рентгенологические методики:

Рентгенография с прямым увеличением — это специализированный метод рентгенологического исследования, который особенно ценен при выявлении травматических повреждений мелких костей, таких как кости запястья, фаланги пальцев, а также в педиатрической практике, где анатомические структуры имеют меньшие размеры и требуют повышенной детализации. Для получения увеличенного изображения в этом методе целенаправленно увеличивают расстояние между исследуемым объектом (телом пациента) и детектором излучения (ранее — рентгеновской плёнкой, сегодня — цифровым детектором) до 25–30 см. В отличие от стандартной рентгенографии, где это расстояние стремятся минимизировать для снижения геометрического размытия, здесь такое увеличение используется с диагностической целью — для повышения пространственного разрешения и лучшей визуализации мелких деталей. Обязательным условием при выполнении рентгенографии с прямым увеличением является использование

малого фокусного пятна рентгеновской трубки, что позволяет минимизировать размытие изображения и сохранить чёткость даже при увеличении. При этом *кожно-фокусное расстояние* (расстояние от фокуса рентгеновской трубки до кожи пациента) либо сохраняют неизменным, либо, в некоторых протоколах, слегка уменьшают — в зависимости от конкретной клинической задачи и используемого оборудования.

Прицеленная рентгенография — это специализированный рентгенологический метод, направленный на получение максимально чёткого и детализированного изображения отдельных участков кости. Он особенно полезен при диагностике трудно выявляемых повреждений, таких как поднадкостничные переломы, авульсионные отрывы (когда фрагмент кости отрывается вместе с прикреплённой связкой или сухожилием), а также при исследовании мелких костных структур — например, сесамовидных костей, мелких отростков или участков с минимальными деструктивными изменениями. Суть метода заключается в применении *коллимированного (узконаправленного) рентгеновского пучка*, который ограничивает облучаемую область только зоной интереса. Это позволяет снизить рассеянное излучение, улучшить контрастность и повысить пространственную чёткость изображения. Одновременно кожно-фокусное расстояние (расстояние от фокуса рентгеновской трубки до поверхности тела пациента) увеличивают на 30–50% по сравнению со стандартной техникой. Увеличение этого расстояния способствует уменьшению геометрического размытия и повышает резкость получаемого изображения.

«Мягкая» рентгенография — это специальный режим рентгенологического исследования, предназначенный для визуализации мягких тканей конечностей. Этот метод особенно полезен при диагностике патологий, плохо различимых на стандартных «жёстких» снимках, таких как опухоли мышечной и жировой тканей, анаэробные инфекции (например, газовая гангрена), а также при поиске неметаллических инородных тел (дерево, пластик, стекло и др.). Для получения оптимального контраста между структурами мягких тканей в этом методе снижают жёсткость (энергию) рентгеновского излучения — обычно на 20–30% по сравнению с параметрами, применяемыми при стандартной рентгенографии костей. Более «мягкое» излучение лучше дифференцирует ткани с близкой плотностью, что позволяет выявлять тонкие патологические изменения: скопление газа в мышцах, отёк, инфильтрацию, кальцинаты или инородные тела, не содержащие металла.

Линейная томография. Линейная томография костно-суставной системы (КСС) применяется в тех случаях, когда стандартные и даже атипичные рентгенографические проекции не позволяют получить чёткое, изолированное изображение интересующей кости или её участка. Основная цель метода — устранение наложения соседних анатомических структур, что особенно важно при детальном изучении патологических изменений. Линейная томография особенно ценна для уточнения характера и локализации патологического процесса: например, при поиске секвестров на фоне выраженного остеосклероза во время обострения хронического остеомиелита, а также при анализе структуры опухолевых очагов, диспластических изменений или других сложных костных поражений, где необходима высокая разрешающая способность в определённой плоскости. Несмотря на свою

диагностическую полезность, линейная томография в настоящее время постепенно вытесняется спиральной компьютерной томографией (КТ)

Фистулография (контрастирование свищевых ходов) — это специализированный рентгенологический метод, применяемый при гнойных поражениях костей и суставов. Основная цель исследования — уточнение локализации и размеров гнойного очага, а также детальная визуализация анатомии свищевого хода: его протяжённости, направления, наличия разветвлений и, что особенно важно, слепых (закрытых) карманов или внутренних свищей, не сообщающихся с кожной поверхностью. Процедура заключается во введении рентгеноконтрастного вещества непосредственно в устье свища под контролем врача. Контраст заполняет полость гнойника и все связанные с ней ходы, после чего выполняется рентгенография. Полученное изображение позволяет оценить истинные границы патологического процесса, спланировать объём хирургического вмешательства и проконтролировать эффективность лечения.

Артрография — это рентгенологический метод исследования, при котором в полость сустава вводят высокоатомное (йодсодержащее) рентгеноконтрастное вещество с целью визуализации внутрисуставных структур и оценки состояния суставной капсулы. *Основная задача артрографии* — выявить нарушения целостности капсулы, которые могут возникать при: травматических повреждениях (например, разрывах капсулы при вывихах или переломах); воспалительных процессах (например, при артритах, когда хроническое воспаление приводит к деструкции капсулы и формированию патологических сообщений). Контраст, заполняя суставную полость, позволяет на рентгенограммах чётко определить: сохранена ли замкнутость суставной полости; не выходит ли контраст за её пределы (что свидетельствует о разрыве или дефекте капсулы); имеются ли внутрисуставные патологические образования (например, тела Бухгольца, менисковые разрывы — особенно при комбинированной артрографии с КТ или МРТ). В настоящее время классическая рентгеновская артрография всё чаще вытесняется ультразвуковым исследованием (УЗИ)

Мультиспиральная компьютерная томография.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) представляет собой высокоинформативный и современный метод лучевой диагностики, особенно ценный в оценке патологий костно-суставной системы. *Она особенно эффективна в следующих клинических ситуациях:*

- уточнение размеров и распространенности костных и мягкотканых опухолей;
- выявление секвестров — особенно в тех случаях, когда их не удаётся визуализировать на стандартных рентгенограммах;
- диагностика при стойком болевом синдроме, не сопровождающемся видимыми изменениями на обычных рентгеновских снимках.

Диагностические возможности МСКТ:

- Получение изображений в любых анатомических плоскостях (аксиальной, сагиттальной, фронтальной и косых), что недоступно при традиционной рентгенографии.
- Создание трёхмерных (3D) реконструкций, позволяющих наглядно

оценить архитектуру костей, характер переломов, деформаций или опухолевых изменений.

- Визуализация тонких структур кости с разрешением, приближающимся к анатомическому распилу — детализация кортикального и трабекулярного слоя, внутренних костных каналов и мелких разрушений.
- Оценка мягких тканей, окружающих кость: мышц, связок, жировой клетчатки, что особенно важно при воспалительных и опухолевых процессах.
- Выявление патологических скоплений: жидкости, гноя, гематом, а также активного кровотечения — особенно при использовании контрастного усиления.
- Верификация очагов разрежения костной ткани, выявленных на рентгенограммах: МСКТ позволяет дифференцировать доброкачественные, злокачественные (включая метастазы) и воспалительные поражения.
- Диагностика ранних проявлений остеонекроза, таких как болезнь Легга–Кальве–Пертеса, болезнь Кёнига, другие остеохондропатии и начальные стадии деформирующего остеоартроза (ДОА).

Особая роль МСКТ в травматологии и экстренной диагностике:

При сочетанной и множественной травме МСКТ является методом выбора:

- она позволяет быстро и одновременно оценить обширные анатомические зоны (грудная клетка, живот, таз, конечности);
- обеспечивает точную информацию о состоянии костей, параоссальных тканей и жизненно важных органов;
- при выполнении контрастного исследования дополнительно визуализирует сосудистое русло, что критически важно при подозрении на повреждение крупных артерий или внутреннее кровотечение.

Благодаря высокой скорости сканирования, минимальной инвазивности и возможности получения объёмных данных, МСКТ считается щадящим и высокоэффективным методом, особенно при сложных диагностических задачах.

1.2. Магнитно-резонансная томография

МРТ является одним из наиболее информативных методов визуализации мягких тканей и костных структур благодаря высокому контрастному разрешению и отсутствию ионизирующего излучения.

Основные диагностические возможности МРТ включают:

-*Детальную визуализацию мышц, сухожилий и связок*, включая выявление микронадрывов, воспалительных изменений (тендинитов, лигаментитов) и дегенеративных процессов.

-*Оценку состояния суставного хряща и менисков*, что особенно важно при диагностике повреждений коленного сустава.

-*Визуализацию околосуставных синовиальных сумок (бурс) и патологически изменённой синовиальной оболочки* — например, при синовите, пигментном villonodularном синовите или ревматоидном артрите.

-*Выявление изменений в губчатом и кортикальном веществе кости, надкостнице и костном мозге*, в том числе отёка костного мозга, очагов ишемии, воспаления или опухолевой инфильтрации, которые часто остаются незаметными на рентгенограммах и даже на КТ.

Основные клинические показания к применению МРТ:

-*Травматические повреждения*: разрывы менисков, передней и задней крестообразных связок коленного сустава, надрывы или полные разрывы сухожилий (например, ахиллова сухожилия, вращательной манжеты плеча), а также наличие выпота (жидкости) в суставной полости.

-*Тяжёлые и сложные переломы*, особенно при подозрении на повреждение окружающих мягких тканей или вовлечение суставных поверхностей.

-*Опухолевые поражения*, включая первичные и метастатические поражения суставных концов костей, а также оценку распространённости процесса в мягкие ткани.

-*Воспалительные и дегенеративные заболевания*: артриты (ревматоидный, псориатический, инфекционный), артрозы, остеохондропатии (например, болезнь Легга–Кальве–Пертеса, болезнь Осгуда–Шлаттера).

-*Врождённые и приобретённые аномалии развития суставов* (дисплазии, аплазии, нарушения формирования суставных поверхностей).

1.3 Ультразвуковое исследование (УЗИ, сонография) в диагностике заболеваний опорно-двигательного аппарата

УЗИ является неинвазивным, доступным и безопасным методом визуализации мягких тканей и суставных структур, особенно ценным благодаря отсутствию лучевой нагрузки и возможности динамического (в движении) наблюдения. **Основные возможности УЗИ включают:**

-*Визуализацию мышц, сухожилий и связок*, в том числе выявление их утолщения, разрывов, воспалительных изменений (тендинитов, энтезопатий) и дегенеративных процессов.

-*Оценку состояния суставного хряща и менисков*, особенно в поверхностно расположенных суставах (например, коленном), где возможна детальная визуализация патологий при высокочастотном сканировании.

-*Выявление анатомических и патологических изменений заворотов суставной капсулы и околосуставных синовиальных сумок (бурс)*, включая их утолщение, скопление жидкости или признаки воспаления.

-*Диагностику патологически изменённой синовиальной оболочки и определение наличия, объёма и характера выпота в полости сустава* — ключевой критерий при артритах и травмах.

-*Визуализацию эпифизарного (росткового) хряща у детей раннего возраста*, который не виден на рентгенограммах, но играет важную роль в оценке роста и развития костей.

-*Оценку степени зрелости и анатомического строения основных компонентов суставов у детей первого года жизни*, в первую очередь — тазобедренного сустава, что делает УЗИ методом выбора при скрининге и диагностике дисплазии тазобедренных суставов.

1.3. Радионуклидный метод

Метод основан на регистрации сцинтилляционным детектором распределения и накопления в костной ткани радиофармацевтического препарата (РФП), вводимого внутривенно.

Интенсивность и скорость включения РФП в костную ткань определяются двумя ключевыми факторами:

- кровотоком в кости;
- интенсивностью костного метаболизма (обменных процессов).

Изменения этих параметров приводят к усилению или ослаблению накопления РФП, что на сцинтиграммах проявляется в виде «горячих» (гиперфиксация) или «холодных» (гипофиксация) очагов.

Гипофиксация РФП (снижение накопления) может наблюдаться при:

- врождённых аномалиях развития скелета;
- нарушениях обмена веществ;
- костных инфарктах и асептическом некрозе кости.

Локальная несимметричная гиперфиксация РФП (повышенное накопление) характерна для:

- переломов (включая стрессовые);
- остеомиелита;
- туберкулёза кости;
- артритов;
- опухолевых поражений (в том числе метастазов).

Показания к проведению сцинтиграфии костей скелета:

- подозрение на метастатическое или первичное злокачественное поражение костей;
- диагностика воспалительных заболеваний костно-суставной системы;
- выявление трудно диагностируемых и стрессовых переломов;
- раннее выявление патологических изменений в суставах, особенно при поражении синовиальной оболочки и сопутствующих изменениях внутрисуставных костных структур.

Рентгеноанатомия костей и суставов.

Кости. Согласно анатомической классификации, кости делятся на четыре основные группы:

- а) трубчатые — короткие (моноэпифизарные) и длинные (биэпифизарные);
- б) губчатые — короткие, длинные и сесамовидные;
- в) плоские — истинные и воздухоносные;
- г) смешанные.

Такое деление основано на соотношении компактного и губчатого вещества, а также на особенностях эмбрионального и постнатального развития костей.

Суставы. На рентгенограмме из анатомических структур сустава визуализируются только суставная щель и суставные поверхности костей. Остальные компоненты — покровный хрящ, суставная капсула, связки (внутрисуставные и внесуставные), мениски — на стандартных рентгеновских снимках не видны. *Ширина суставной щели* на рентгенограмме отражает толщину суставного хряща, покрывающего эпифизы. У детей, особенно в раннем возрасте, эпифизы ещё не полностью окостенели, поэтому суставная щель выглядит шире, чем у взрослых. *Суставные поверхности* должны быть конгруэнтными. При этом замыкательная (субхондральная) пластинка на вогнутой (углублённой) поверхности всегда значительно толще, чем на выпуклом суставном конце кости.

Мягкие ткани. На так называемых «мягких» рентгенограммах мягкие ткани визуализируются чётко:

Кожа и подкожно-жировая клетчатка дают слабоинтенсивную (светлую) тень;

Мышцы представлены более интенсивной, однородной тенью, степень затемнения которой зависит от толщины мышечного массива.

Схема описания рентгенограммы суставов:

1. *Состояние суставных элементов:* обращают внимание на ширину и равномерность суставной щели, степень конгруэнтности суставных поверхностей, толщину замыкательных (субхондральных) пластинок, а также наличие внутрисуставных или параартикулярных патологических образований (например, свободных суставных тел, кальцинатов, опухолевых масс).

2. *Состояние мягких тканей:* оцениваются объём мягких тканей (возможное увеличение или уменьшение), гомогенность рентгеновской тени, а также наличие необычных включений — таких как кальцификаты, газ, инородные тела или патологические уплотнения.

3. *Форма и объём суставных концов костей:* анализируют сохранность нормальной анатомической формы и размеров эпифизов, целостность костной оси, а также выявляют возможные патологические костные выросты — например, остеофиты, экзостозы или другие деформации.

4. *Состояние костной структуры:* определяют наличие изменений плотности костной ткани (остеопороз, остеосклероз) и характер перестройки — трабекулярный, кистозный, деструктивный и др.

5. *Характер контуров кости:* оценивают форму наружного контура кости на предмет деформаций, неровностей, а также наличие и тип периостальной реакции — линейной, слоистой, «игольчатой» и других вариантов.

РЕНТГЕНАНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

Плечевой сустав относится к суставам свободной верхней конечности. Он имеет шаровидную форму и является многоосным, обеспечивая широкий объём движений:

- сгибание и разгибание,
- отведение и приведение,
- супинацию и пронацию (в сочетании с другими суставами верхней конечности, особенно при фиксированном локтевом суставе).

Рентгеноанатомия и анатомическое строение

Плечевой сустав образован двумя суставными поверхностями:

- головкой плечевой кости (*caput humeri*),
- суставной впадиной лопатки (*cavitas glenoidalis scapulae*).

По краю суставной впадины лопатки располагается суставная губа (*labrum glenoidale*) — хрящевое образование, увеличивающее глубину впадины и способствующее стабильности сустава.

Суставная капсула

Капсула плечевого сустава прикрепляется:

- на лопатке — по краю суставного хряща впадины и наружному краю суставной губы;
- на плечевой кости — по линии анатомической шейки.

В стенку капсулы вплетены сухожилия четырёх мышц:

- надостной (*m. supraspinatus*),
- подостной (*m. infraspinatus*),
- малой круглой (*m. teres minor*),
- подлопаточной (*m. subscapularis*).

Эти мышцы формируют так называемую ротаторную (вращательную) манжету, которая, сокращаясь при движениях, оттягивает капсулу и предотвращает её ущемление между суставными поверхностями.

Связочный аппарат

1. Суставно-плечевые связки (*ligg. glenohumeralia*):
 - верхняя, средняя и нижняя;
 - расположены на внутренней поверхности передней части капсулы;
 - соединяют суставную губу лопатки с анатомической шейкой плечевой кости;
 - укрепляют переднюю стенку суставной капсулы.
2. Ключовидно-плечевая связка (*lig. coracohumerale*):
 - мощная связка, идущая от наружного края ключовидного отростка к большому бугорку плечевой кости;
 - ограничивает чрезмерное опускание головки плеча.
3. Ключовидно-акромиальная связка (*lig. coracoacromiale*):
 - натянута между ключовидным отростком и акромионом;
 - вместе с этими костными структурами образует свод плеча, защищающий сустав сверху.

Проксимальный эпифиз плечевой кости — анатомические ориентиры

Верхний (проксимальный) эпифиз плечевой кости включает следующие структуры:

- головка плечевой кости (*caput humeri*);
- анатомическая шейка (*collum anatomicum*) — узкая зона между головкой и бугорками;
- хирургическая шейка (*collum chirurgicum*) — область перехода метаэпифиза в диафиз, частая локализация переломов;
- большой бугорок (*tuberculum majus*) и малый бугорок (*tuberculum minus*);
- гребень большого бугорка (*crista tuberculi majoris*) и гребень малого бугорка (*crista tuberculi minoris*);
- межбугорковая борозда (*sulcus intertubercularis*), в которой проходит сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча.

Методы исследования плечевого сустава

1.Рентгенография — основной метод первичной визуализации. Обязательно выполняется в передне-задней (ПЗ) проекции, а при необходимости — в боковой или дополнительных проекциях (например, «акромиальной», «внутренней/наружной ротации»).

При оценке состояния ротаторно-бицепитального комплекса на рентгенограммах обращают внимание на следующие признаки:

- -склероз и деформация межбугорковой (бицепитальной) борозды,
- -величина акромиально-бугоркового расстояния,
- -пространственная ориентация и степень кривизны акромиального отростка.

Рентгенологические признаки полного разрыва вращательной (ротаторной) манжеты включают:

- верхний подвывих головки плечевой кости,
- прерывистость плечелопаточной дуги (по данным специальных проекций),
- патологическое изменение плечелопаточного угла при попытке пациента отвести руку в сторону,
- поздние дегенеративные изменения:
 - костные разрастания (остеофиты),
 - узурация (истончение и «соединение» кости),
 - псевдокистозные изменения в области большого бугорка, анатомической шейки плеча,
 - изменения в акромиально-бугорковом и акромиально-ключичном сочленениях,
 - признаки чрезкостных (авульсионных) отрывов сухожилий мышц ротаторной манжеты.

2.Ультразвуковая диагностика плечевого сустава.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) плечевого сустава проводится в нескольких стандартных позициях для детальной оценки сухожилий ротаторной манжеты и сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча:

- *Сухожилие длинной головки бицепса:*
визуализируется в двух позициях — продольной и поперечной в передней плоскости.
Обязательно выполняется функциональная проба на нестабильность этого сухожилия под УЗ-контролем (например, при ротации плеча).
- *Сухожилие подлопаточной мышцы:*
оценивается в одной позиции — поперечной в передней плоскости.
- *Сухожилие надостной мышцы:*
изучается в трёх позициях:
 - две поперечные (в передней и латеральной плоскостях),
 - одна продольная в коронарной плоскости.
- *Сухожилие подостной мышцы:*
визуализируется в двух позициях — поперечных в задней и коронарной плоскостях.

При УЗИ оцениваются:

- чёткость и целостность контуров сухожилий ротаторной манжеты;
- наличие гипоэхогенных или анэхогенных зон, соответствующих повреждениям или разрывам;
- наличие или отсутствие «тени разрыва» (эхографического признака полного разрыва) в области прикрепления сухожилия или вдоль его протяжения;
- истончение сухожилий;
- подвижность сухожилий мышц ротаторной манжеты (подлопаточной, надостной, подостной и малой круглой).

3.Магниторезонансная диагностика плечевого сустава.

МРТ плечевого сустава выполняется в трёх основных плоскостях: сагиттальной, коронарной и аксиальной (трансверзальной), с использованием T1-взвешенных (T1W) и T2-взвешенных (T2W) последовательностей. Это позволяет детально оценить как костные, так и мягкие ткани сустава.

В ходе исследования анализируются:

- МР-сигнал сухожилий и мышц плечевого пояса,
- состояние области большого бугорка,
- структура и целостность суставной губы (лабрума).

МРТ позволяет выявить:

- признаки нестабильности сухожилия длинной головки двуглавой мышцы (бицепса),
- повреждения или разрывы сухожильной части длинной головки бицепса,
- теносиновит бицепса (воспаление сухожилия и окружающего синовиального влагалища),
- повреждения сухожилий мышц ротаторной манжеты — надостной, подостной, подлопаточной и малой круглой (частичные или полные разрывы, дегенеративные изменения, истончение, ретракция).

Наиболее частые патологические состояния, выявляемые при МРТ плечевого сустава, включают:

- травматические повреждения: вывихи, переломы костей,
- патологию ротаторной манжеты (надрывы, полные разрывы, тендинопатии),
- повреждения суставной губы (например, тип SLAP-повреждение),
- воспалительные процессы — синовиты, бурситы,
- дегенеративные изменения суставных поверхностей и мягких тканей,
- в редких случаях — сирингомиелию, которая может проявляться атрофией мышц и нарушением иннервации плечевого пояса.

Лучевые критерии нормы структур плечевого сустава

По данным рентгенографии:

1. Ключично-акромиальные суставы расположены приблизительно на одном уровне с обеих сторон.
2. Головки плечевых костей находятся на симметричном уровне.
3. Толщина кортикального слоя ключицы по её верхней поверхности составляет 2–4 мм.
4. Ширина грудино-ключичного сочленения в норме — 3–5 мм.
5. Ширина ключично-акромиального сочленения — 2–4 мм.
6. Угол между осью диафиза плечевой кости и линией анатомической шейки составляет 60–62°.
7. Ширина суставной щели плечевого сустава в норме — 4–6 мм.

По данным КТ и МРТ:

1. Ширина суставной щели плечевого сустава не превышает 6 мм.
2. Ширина ключично-акромиального сочленения составляет менее 10 мм (1 см).
3. В субакромиальной сумке отсутствует патологическая жидкость.
4. Слой субакромиальной жировой клетчатки визуализируется чётко и дифференцируется от окружающих тканей.

5. Угол наклона акромиального отростка лопатки, измеренный в косой сагиттальной плоскости, в норме составляет 10–40°.
6. Поперечный диаметр сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча в среднем равен 4–6 мм.

Каждый сустав обладает своими анатомическими особенностями и характерной, наиболее часто встречающейся патологией. Учесть всё это в рамках одного учебного пособия невозможно. Поэтому при работе с изображениями необходимо постоянно обращаться к специализированной литературе, оригинальным источникам, а также к основам анатомии и рентгеноанатомии. Особенно на начальных этапах обучения все лучевые изображения рекомендуется сопоставлять со схемами и нормативными атласами. Для каждого сустава существуют отдельные клинические и методические руководства, учитывающие специфику его строения и патологии.

На практических занятиях вы получите краткое, но целенаправленное знакомство с крупными суставами верхних и нижних конечностей — их анатомо-функциональными особенностями, а также основными подходами к анализу и диагностике патологических изменений.

РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

Локтевой сустав представляет собой сложное образование, состоящее из трёх коммуникативных между собой сочленений, заключённых в единую суставную капсулу:

- плечелоктевое (между блоком плечевой кости и блоковидной вырезкой локтевой кости),
- плечелучевое (между головкой мыщелка плечевой кости и головкой лучевой кости),
- проксимальное лучелоктевое (между головкой лучевой кости и лучевой вырезкой локтевой кости).

Эти три сустава функционируют как единое целое, обеспечивая сгибание и разгибание, а также супинацию и пронацию предплечья.

Костные структуры

Дистальный эпифиз плечевой кости имеет сложную форму и включает:

- Медиальный надмыщелок — более крупный и крутой,
- Латеральный надмыщелок — более плоский,
- Блок — медиальная суставная поверхность,
- Головка мыщелка — латеральная, шаровидная суставная поверхность.

На передней (ладонной) поверхности дистального метафиза расположена венечная ямка, а на задней — ямка локтевого отростка. Между ними находится тонкая костная перегородка, образующая дно обеих ямок.

Головка лучевой кости — плоская и округлая — сочленяется одновременно с головкой мыщелка плечевой кости и с лучевой вырезкой локтевой кости. От головки отходит шейка, на наружной поверхности которой имеется выраженная бугристость (место прикрепления сухожилия двуглавой мышцы).

Проксимальный конец локтевой кости содержит:

- Блоковидную вырезку, охватывающую блок плечевой кости,
- Венечный отросток — небольшой, расположен спереди от блоковидной вырезки,
- Локтевой отросток — массивный, образует дорсальную часть проксимального эпифиза.

К локтевому отростку прикрепляется трёхглавая мышца плеча; его перелом — одна из частых травм локтевого сустава.

Связки, капсула и хрящ

Все суставные поверхности покрыты гиалиновым суставным хрящом. Сустав окружён общей суставной капсулой и надёжно укреплён связками, а также защищён мощным мышечным каркасом.

Мышечный аппарат

Мышцы, участвующие в движениях локтевого сустава, делятся на четыре группы:

Передняя группа:

- двуглавая мышца плеча,
- плечевая мышца.

Латеральная группа:

- супинатор,
- плечелучевая мышца,
- разгибатели запястья.

Медиальная группа:

- круглый пронатор,
- сгибатели запястья,
- длинная ладонная мышца.

Задняя группа:

- трёхглавая мышца,
- локтевая мышца.

Сосуды и нервы

Плечевая артерия — основной сосуд локтевой области — проходит спереди от плечевой мышцы, медиальнее по отношению к медиальному надмыщелку, и сразу ниже локтевого сустава делится на лучевую и локтевую артерии.

Крупные нервы, проходящие в локтевой области:

- Срединный нерв (n. medianus) — располагается спереди от плечевой мышцы,
- Лучевой нерв (n. radialis) — проходит между плечевой и плечелучевой мышцами,
- Локтевой нерв (n. ulnaris) — идёт позади медиального надмыщелка, в борозде локтевого нерва, расположенной на заднемедиальной поверхности дистального отдела плечевой кости.

Ультразвуковая анатомия локтевого сустава

При ультразвуковом исследовании (УЗИ) локтевого сустава оцениваются следующие структуры:

- полость сустава (суставная щель визуализируется как узкая гипоэхогенная полоса между суставными поверхностями костей. В норме жидкость в полости сустава отсутствует или определяется в минимальном количестве (физиологическая прослойка толщиной до 1–2 мм).,.

- суставная капсула (суставная капсула тонкая, не утолщённая, без признаков воспаления или фиброза).,
- суставной хрящ (покрывает суставные поверхности блока и головки мыщелка плечевой кости, головки лучевой кости и блоковидной вырезки локтевой кости. В норме — гладкий, равномерной толщины, гипоэхогенный, без дефектов, истончений или неровностей).,
- сухожилия мышц (имеют четкие, гомогенные, фибриллярные структуры, гиперэхогенные на УЗИ, нет признаков утолщения, разволокнения, гипоэхогенности, разрывов или пери-тендиозных изменений).
- медиальный и латеральный надмыщелки плечевой кости (костные структуры с чёткими, гладкими контурами),
- локтевой нерв (располагается в борозде локтевого нерва позади медиального надмыщелка. В норме — гомогенный, гипоэхогенный, с чёткой фасцикулярной структурой. Поперечный диаметр в области локтевого канала — до 6–8 мм).

Исследование выполняется из четырёх стандартных доступов: переднего, медиального, латерального, заднего.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) локтевого сустава проводится в коронарной, сагиттальной и аксиальной (трансверзальной) плоскостях. Учитывая блоковидную форму сустава, оптимальное положение конечности для получения качественных изображений в аксиальной и коронарной плоскостях — полное разгибание предплечья.

Синовиальные сумки (бурсы) локтевого сустава делятся на поверхностные и глубокие. Знание их анатомического расположения важно для дифференциальной диагностики с кистами, опухолями и другими патологическими образованиями.

К поверхностным сумкам относятся: медиальная надмыщелковая bursa, латеральная надмыщелковая bursa.

К глубоким — сумка локтевого отростка (olecranon bursa, хотя чаще считается поверхностной, в контексте данной классификации указана как глубокая; уточнение зависит от источника).

Лучевые критерии нормы структур локтевого сустава

- Угол локтевого сустава в положении разгибания составляет в среднем около 162° , с лёгким вальгусным (открытым в лучевую сторону) отклонением; у детей этот угол ближе к 175° .
- Общая толщина кортикального слоя плечевой кости в средней трети диафиза в норме составляет 5–10 мм.
-

РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ЛУЧЕЗАПЯСТНОГО СУСТАВА И КИСТИ

1. Лучезапястный сустав (articulatio radiocarpalis)

Тип сустава: эллипсоидный (двухосный) — позволяет выполнять сгибание/разгибание и отведение/приведение, а также небольшой объём круговых движений.

Суставная впадина формируется двумя структурами:

- *Запястной суставной поверхностью дистального эпифиза лучевой кости* — относительно плоская, немного вогнутая, ориентирована дистально и слегка ладонно.

- *Треугольным фиброзно-хрящевым диском (TFCC — triangular fibrocartilage complex)* — плотное хрящеподобное образование, прикреплённое к основанию *шиловидного отростка локтевой кости*. Диск обеспечивает стабильность сустава и компенсирует несоответствие между головкой локтевой кости и костями запястья.

Суставная головка представлена проксимальными поверхностями трёх костей проксимального ряда запястья:

- *Ладьевидная кость (os scaphoideum)* — самая длинная и латеральная из костей проксимального ряда; её проксимальная поверхность выпуклая.
- *Полулунная кость (os lunatum)* — расположена центрально, имеет полулунную форму, проксимальная поверхность также выпуклая.
- *Трехгранная кость (os triquetrum)* — медиальная, проксимальная поверхность выпуклая, контактирует с треугольным диском.

Важно: Головка локтевой кости *не участвует* непосредственно в образовании лучезапястного сустава благодаря наличию TFCC (Комплекс TFCC - трехсуставная фиброзная хрящевая связка).

Особенности дистального эпифиза лучевой кости:

- У латерального края расположен *шиловидный отросток лучевой кости*, служащий местом прикрепления коллатеральной связки.
- Угол наклона суставной поверхности в сагиттальной плоскости (вентральный наклон) — *в норме 10–15°*.
- В латеральной проекции выявляется *угол ладьевидной кости* (между осью ладьевидной и полулунной костей) — *в норме не более 30–45°*.

2. Межзапястный сустав (articulatio mediocarpalis)

Тип сустава: сложный, комбинированный — обеспечивает тонкую координацию движений между проксимальным и дистальным рядами запястья.

Суставная впадина образована *вогнутыми дистальными поверхностями* костей проксимального ряда: ладьевидной, полулунной и трехгранной.

Суставная головка формируется выпуклыми проксимальными поверхностями костей дистального ряда запястья:

- *Крючковидная кость (os hamatum)*
- *Головчатая (или центральная) кость (os capitatum)*
- *Трапецевидная кость (os trapezoideum)*
- *Трапецевидная кость (os trapezium)*

Этот сустав работает синергично с лучезапястным: при сгибании кисти — сгибание происходит преимущественно в межзапястном суставе, при разгибании — в лучезапястном.

3. Запястно-пястные суставы (articulationes carpometacarpeae)

- Образованы суставными поверхностями дистального ряда запястья и основаниями *пястных костей*.

II–V *запястно-пястные суставы* — *плоские*, малоподвижные. Движения минимальны и служат для амортизации и адаптации кисти к форме удерживаемого предмета.

Запястно-пястный сустав I пальца (большого) — *седловидный (седловидный сустав)*, обеспечивает:

- сгибание/разгибание,
- отведение/приведение,
- *противопоставление (оппозицию)* — ключевое движение для

хватательной функции кисти.

4. Пястно-фаланговые и межфаланговые суставы

- *Пястно-фаланговые суставы (МП-суставы) — мышечкового типа (разновидность эллипсоидного), но в функциональном плане работают как блоковидные. Основное движение — сгибание и разгибание в сагиттальной плоскости. Небольшое отведение/приведение возможно только при разогнутом суставе.*

- *Межфаланговые суставы (проксимальные — ПФС и дистальные — ДФС) — типичные блоковидные суставы. Движения строго в сагиттальной плоскости: сгибание и разгибание. Суставные поверхности проксимальных эпифизов фаланг — умеренно вогнутые, дистальные эпифизы — с выступающими блоками.*

Костная структура: пястные кости и фаланги

Все пястные кости и фаланги относятся к *коротким трубчатым костям*.

- Диафизы — тонкие, с тонким кортикальным слоем.
- Эпифизы — умеренно выражены, суставные поверхности покрыты гиалиновым хрящом.
- У основания I пястной кости (большого пальца) суставная поверхность имеет *седловидную форму*, что морфологически обуславливает её высокую подвижность.

Рентгенологические критерии анатомо-топографических соотношений в суставах кисти

На рентгенограмме в прямой (ладонной) проекции оцениваются:

- *В лучезапястном суставе:*

равномерная ширина рентгенологической суставной щели между суставной поверхностью дистального эпифиза лучевой кости и проксимальными поверхностями ладьевидной и полулунной костей запястья.

- *В межзапястном суставе:*

равномерная ширина суставной щели, а также расположение центра суставной поверхности головчатой (центральной) кости на уровне межкостного промежутка между полулунной и ладьевидной костями.

- *В пястно-фаланговых и межфаланговых суставах:*

сохранена равномерная ширина суставных щелей, без сужений, расширений или смещений.

На рентгенограмме в боковой (латеральной) проекции оцениваются:

- *В лучезапястном суставе:*

— равномерная высота дугообразной суставной щели между дистальным эпифизом лучевой кости и костями проксимального ряда запястья;

— совпадение центров суставных поверхностей лучевой кости и полулунной кости, что свидетельствует о правильном сагиттальном соотношении (при условии, что снимок выполнен в нейтральном, среднем положении кисти).

- *В суставе между головчатой (центральной) и полулунной костями:*

— равномерная ширина суставной щели,

— точное совпадение суставных поверхностей сочленяющихся костей, без ступенчатости или подвывиха.

Лучевые критерии нормы лучезапястного сустава

1. По данным рентгенографии:

- Кистевой угол в прямой (ладонной) проекции составляет 72–95°. Он определяется как угол между линией, соединяющей верхушки шиловидных отростков лучевой и локтевой костей, и линией, продолжающей ось диафиза лучевой кости.
- Кистевой угол в боковой (латеральной) проекции равен 79–94°.
- Ширина суставной щели лучезапястного сустава не превышает 2–2,5 мм.
- Угол наклона суставной поверхности дистального эпифиза лучевой кости в ладонной проекции («лучезапястный угол») составляет около 30°. Он образован перпендикуляром к оси диафиза лучевой кости и линией, соединяющей латеральный и медиальный края её суставной поверхности.
- Ширина межзапястного сустава — 1,5–2 мм.
- Ширина запястно-пястных суставов — 1–2 мм.
- Общая толщина кортикального слоя (оценивается по проксимальной фаланге указательного пальца) составляет 4–5 мм.
- Ширина межфаланговых суставов — 1–2 мм.
- Ладьевидно-полулунный угол (угол между продольными осями ладьевидной и полулунной костей) в норме не превышает 70°.
- Продольная ось, проведённая через дистальный эпифиз лучевой кости, головчатую кость запястья и основание III пястной кости, должна быть выровнена (совпадать) — это свидетельствует о правильной анатомической оси кисти.

2. По данным МРТ:

Угол наклона суставной поверхности лучевой кости:

— в коронарной плоскости — 10–30°,

— в сагиттальной плоскости (вентральный наклон) — 10–15°.

Треугольный фиброзно-хрящевой диск (TFCC) имеет среднюю толщину 16 ± 5 мм (11–21 мм).

Ширина суставной щели в области дистального лучелоктевого сустава — около 3 мм.

Ширина других суставных щелей кисти (лучезапястного, межзапястного, запястно-пястных) — не более 2 мм.

3. Ультразвуковые (УЗИ) критерии нормы лучезапястного сустава и кисти:

1. Суставные структуры

Суставная щель лучезапястного сустава:

— визуализируется как узкая гипоэхогенная полоса между дистальным эпифизом лучевой кости и костями проксимального ряда запястья;

— в норме жидкость в полости сустава отсутствует или определяется в минимальном количестве (до 1–1,5 мм в виде тонкой прослойки).

Суставной хрящ:

— равномерной толщины, гипоэхогенный, с гладкими контурами;

— без дефектов, истончений, неровностей или узурации.

Суставная капсула:

— тонкая, не утолщённая, без признаков фиброза или воспаления.

2. Треугольный фиброзно-хрящевой комплекс (TFCC)

Визуализируется между головкой локтевой кости и суставной поверхностью лучевой кости. В норме — гомогенная, гипоэхогенная структура с чёткими контурами. Отсутствие разрывов, утолщений, гипоэхогенных зон или выпота в

прилежающих областях.

3. Сухожилия

Сгибатели и разгибатели пальцев:

- чёткие, гиперэхогенные, с выраженной фибриллярной структурой;
- свободно скользят в сухожильных влагалищах при динамическом исследовании;
- отсутствие утолщения, гипозохогенности, разволокнения, тендовагинального выпота.

Сухожилия I пальца (длинный и короткий разгибатели, сгибатель):

- отсутствие признаков стенозирующего лигаментита («щёлкающий палец»): утолщения сухожилия или сужения фиброзного канала.

4. Синовиальные сумки и влагалища

Синовиальные влагалища сухожилий в норме не визуализируются или содержат минимальное количество жидкости (<1 мм).

Дорсальные и ладонные сумки (в т.ч. у шиловидных отростков) — не расширены, без содержимого.

5. Нервы

Срединный нерв в карпальном канале:

- диаметр до 9–10 мм² по площади поперечного сечения (у взрослых);
- гомогенная гипозохогенная структура с чёткой фасцикулярной архитектурой;
- отсутствие компрессии, утолщения или изменений формы.

Локтевой нерв в области запястья (канал Гийона):

- не расширен, без признаков компрессии или кист.

Лучевой нерв (поверхностная ветвь):

- проходит поверхностно, не утолщён, без признаков ущемления.

6. Костные контуры

Контур костей (лучевая, локтевая, кости запястья, пястные кости):

- гладкий, без эрозий, остеофитов, периостальных реакций;
- отсутствие костных фрагментов или дефектов.

7. Мягкие ткани

Подкожно-жировая клетчатка и мышцы — гомогенные, без отёка, уплотнений или патологических включений.

Жировые прослойки чётко дифференцируются.