

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА В ТРАВМАТОЛОГИИ

Под редакцией А.В. Зубарева

Практическое руководство 2003

Практическое руководство "Ультразвуковая диагностика в травматологии" подготовлено на кафедре лучевой диагностики Учебно-научного центра Медицинского центра Управления делами Президента РФ. Рассмотрены современные диагностические возможности ультразвукового метода исследования при различных патологических состояниях костно-мышечной системы. Книга знакомит врачей с анатомией костно-мышечной системы при УЗИ и магнитно-резонансной томографии. Описана основная ультразвуковая семиотика повреждений и заболеваний основных суставов человека, показаны диагностические возможности новых ультразвуковых технологий при исследовании костно-мышечной системы.

Важной частью новой книги является сопоставление результатов ультразвукового исследования, магнитно-резонансной томографии и артроскопии при исследовании различных суставов.

Книга включает 7 глав и 466 иллюстраций. Для врачей лучевых диагностов, специалистов по ультразвуковой диагностике, рентгенологов, травматологов, хирургов, терапевтов и педиатров.

Оглавление

Введение.

Глава 1

Общие принципы ультразвукового исследования костно-мышечной системы

1. Оборудование и методики сканирования

2. Ультразвуковое исследование структур, составляющих костно-мышечную систему: методика исследования, анатомия, эхокартина при патологии.

2.1 Кожа, подкожно-жировая клетчатка

2.2 Мышцы

2.3 Сухожилия

2.4 Связки

2.5 Нервы

2.6 Суставные сумки

2.7 Суставы

2.8 Кость и периост.

Глава 2

Ультразвуковое исследование плечевого сустава

1. Анатомия плечевого сустава

2. Методика ультразвукового исследования

3. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний плечевого сустава

Глава 3

Ультразвуковое исследование локтевого сустава

1. Анатомия локтевого сустава

2. Методика ультразвукового исследования

3. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний локтевого сустава

Глава 4

Ультразвуковое исследование лучезапястного сустава и суставов кисти.

1. Анатомия лучезапястного сустава и кисти

2. Методика ультразвукового исследования

3. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний лучезапястного сустава и суставов кисти

Глава 5

Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава.

1. Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава у взрослых.

1.1 Анатомия тазобедренного сустава.

1.2 Методика ультразвукового исследования.

1.3 Ультразвуковая диагностика заболеваний тазобедренной области

1.4 Ультразвуковая диагностика околоуставной патологии

2. Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава у детей

2.1 Анатомия тазобедренного сустава новорожденного

2.2 Методика ультразвукового исследования

Глава 6

Ультразвуковое исследование коленного сустава

1. Анатомия коленного сустава

2. Методика ультразвукового исследования

3. Ультразвуковая диагностика заболеваний и повреждений коленного сустава

Глава 7

Ультразвуковое исследование голеностопного сустава

1. Анатомия голеностопного сустава

2. Методика ультразвукового исследования

3. Ультразвуковая диагностика повреждений голеностопного сустава

Список литературы

Введение

Сегодня для диагностики травматических повреждений костно-мышечной системы в большинстве медицинских учреждений первым инструментальным методом диагностики является рентгеновское исследование. Однако, вместе с традиционным рентгенологическим исследованием, все шире стали применяться такие высокоинформативные методы исследования, как ультразвуковое исследование (УЗИ), многосрезовая компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ). Без всякого сомнения, магнитно-резонансная томография является одним из самых эффективных методов исследования мягких тканей, костей и суставов, особенно их внутренних структур, обеспечивая практически всю полноту диагностической информации. Но высокая стоимость МР-исследования, относительно малое число магнитно-резонансных томографов, а иногда и наличие противопоказаний к проведению этого исследования, не позволяют считать МРТ методом выбора при поиске повреждений костно-мышечной системы.

Благодаря новым высокоинформативным ультразвуковым приборам, в которых используются все достижения современных компьютерных технологий, ультразвуковое исследование становится самым подходящим методом для быстрой, доступной и информативной диагностики изменений как в мягких тканях, так и в самих суставах.

С помощью нового поколения широкополосных, высокочастотных датчиков с высокой плотностью элементов обеспечивается высочайшее точечное разрешение на диагностических изображениях соединительной ткани. Стало возможным достоверно отобразить структуру коллагеновых волокон, которые являются базовой основой мышц, связок и сухожилий. Получаемые сегодня с помощью ультразвука диагностические изображения связок, сухожилий, хрящевой ткани и мышц сопоставимы с анатомическими препаратами.

С другой стороны, современные доплеровские методики обеспечивают возможность оценки сосудистой реакции в зоне обнаруженных изменений и позволяют вести мониторинг лечения. Все это и объясняет повышенный интерес к ультразвуковому исследованию костно-мышечной системы, который наблюдается в последнее время среди травматологов и лучевых диагностов.

В данном руководстве систематизирован и обобщен многолетний опыт применения современных ультразвуковых методик исследования костно-мышечной системы в учреждениях Медицинского центра УД Президента РФ.

При изложении материала мы посчитали необходимым больше внимания уделить не только диагностическим возможностям ультразвукового метода, но и сопоставить данные УЗИ с результатами МР-томографии, артроскопии и данными оперативного вмешательства. Это несколько расширило рамки только одной ультразвуковой диагностики. У врачей самых разных специальностей появилась возможность лучше познакомиться с таким высокоинформативным методом исследования костно-мышечной системы как МРТ, сопоставить разные инструментальные методы и определить какой из них является наиболее подходящим для конкретной клинической ситуации.

Без дружеской поддержки, советов и конкретной помощи со стороны руководства Медицинского центра издание этой книги было бы невозможным.

Выражаем благодарность руководителю Медицинского центра Управления Делами Президента РФ, академику РАН и РАМН Сергею Павловичу Миронову за предоставленную возможность выполнить данный труд, помощь и ценные советы. Благодарим главных врачей ЦКБ и ОБП, а также коллективы отделений травматологии и лучевой диагностики данных учреждений за сотрудничество и дружеское отношение.

Глава 1

Общие принципы ультразвукового исследования костно-мышечной системы

Ультразвуковое исследование костно-мышечной системы отличается простотой выполнения, отсутствием противопоказаний, относительной доступностью аппаратуры, высокой информативностью в отражении мелких деталей связок, сухожилий и мягких тканей, способностью метода выявлять и контролировать ход лечения воспалительных изменений. Всё вышеперечисленное, несомненно, обеспечивает ультразвуковому исследованию приоритет при выборе среди других инструментальных методов исследования суставов и мягких тканей, даже несмотря на такие серьезные аргументы против УЗИ, как оператор-зависимость процедуры и невозможность визуализации самой костной ткани.

Основные принципы ультразвукового исследования костно-мышечной системы включают в себя:

- обязательное использование высокочастотных датчиков и проведение полипозиционного исследования с применением не только двух перпендикулярных проекций, но и различных косых срезов;
- оценка функциональных тестов во время сканирования;
- включение методик ультразвуковой ангиографии (цветового доплеровского картирования, энергетического картирования, трехмерной реконструкции сосудов).

Все это вместе и должно предопределить успех при проведении ультразвукового исследования костно-мышечной системы. Безусловно, необходимы знания ультразвуковой анатомии исследуемой области и наиболее типичные проявления патологических изменений. Следует помнить также о возможностях и пределах современной ультразвуковой диагностической аппаратуры.

1. Оборудование и методики сканирования

Ультразвуковое исследование мягких тканей и суставов должно выполняться с помощью высокочастотного линейного датчика, работающего в диапазоне 7-12 МГц. Применение датчика с рабочей частотой 5 МГц следует ограничить только исследованием бедренного сустава и исследованием суставов у очень полных пациентов. Важно выбрать правильные программы (presets) исследования для различных суставов. Многие ультразвуковые приборы уже сегодня содержат набор стандартных программ для исследования различных отделов костно-мышечной системы. Современные ультразвуковые аппараты оснащены большим количеством дополнительных режимов сканирования, которые позволяют значительно расширить диагностические возможности обычного серо-шкального сканирования. Чрезвычайно полезными мы считаем такие режимы сканирования, как режим нативной

или тканевой гармоникой, композитное сканирование, режим ультразвуковой ангиографии, режим панорамного сканирования и режим трехмерной реконструкции. Так, сканирование в режиме нативной гармоникой позволяет получить более контрастное, чем при обычном серо-шкальном сканировании, изображение нежных гипоехогенных структур, отражающих зоны разрывов связки или мениска. Режим панорамного сканирования позволяет получить расширенное изображение сразу нескольких структур, например, структур, образующих сустав, и отобразить их пространственное расположение и соответствие. Трехмерная реконструкция обеспечивает получение не только волюметрической информации, но и дает возможность получать многоплоскостные срезы исследуемых структур, в том числе и фронтальные.

Принципиально новым является применение высокочастотных широкополосных ультразвуковых датчиков, которые обеспечивают возможность визуализации различных по эхогенности и глубине залегания структур. Эти датчики значительно повысили разрешающую способность в ближних к датчику зонах с одновременным повышением проникающей способности ультразвукового луча. В них используется узкий ультразвуковой луч, работающий в высокочастотном диапазоне. Узкий луч способствует значительному повышению латеральной разрешающей способности в зоне ультразвукового фокуса, а внедрение мощных компьютеров и дигитализация процесса обеспечили одновременное действие нескольких передающих и принимающих фокальных зон, охватывающих все поле интереса, при сохранении адекватной частоты кадров.

Возможности ультразвукового сканирования существенно расширились в связи с внедрением в практику новых ультразвуковых технологий, таких как различные методики ультразвуковой ангиографии, которые позволили визуализировать патологический кровоток в зоне опухолевых и воспалительных изменений в сочетании с трехмерной реконструкцией, которая дает достаточно хорошее изображение как крупных, так и мелких сосудов даже без дополнительного контрастного усиления. Трехмерная реконструкция сосудов при ультразвуковом исследовании уже хорошо зарекомендовала себя как достаточно объективный метод оценки характера васкуляризации в образованиях, а также как метод мониторинга сосудистой реакции при различных патологических состояниях.

2. Ультразвуковое исследование структур костно-мышечной системы: методика исследования, анатомия, эхокартина при патологии.

2.1 КОЖА, ПОДКОЖНО-ЖИРОВАЯ КЛЕТЧАТКА

Дифференцировка эпидермиса и дермы невозможна при ультразвуковом исследовании. Поэтому они объединены общим понятием кожа.

Методика исследования.

Исследование кожи следует проводить ВЧ-датчиками (15-20 МГц).

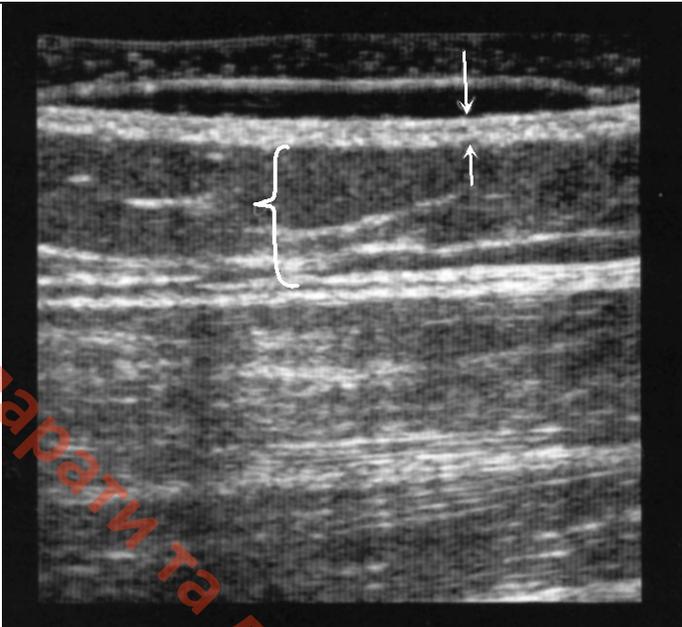


Рис.1 Изображение кожи и подкожно-жировой клетчатки. Кожа обозначена стрелками. Подкожно-жировая клетчатка обозначена фигурной стрелкой.

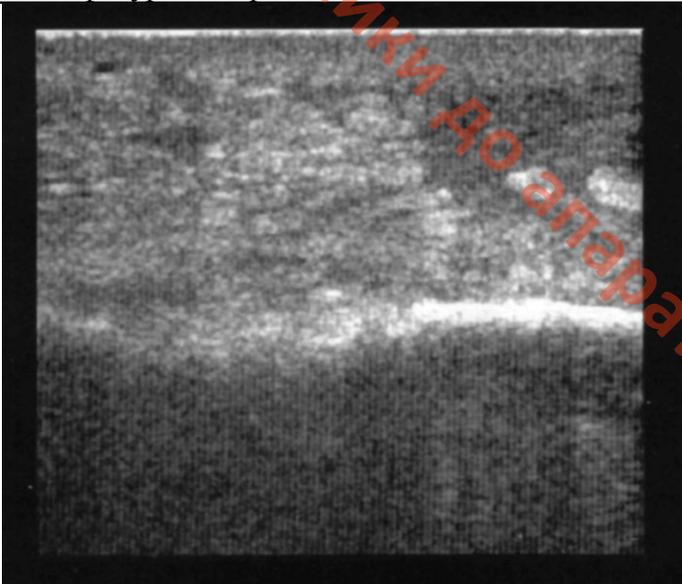


Рис.2 Отек подкожно-жировой клетчатки. Лимфостаз.

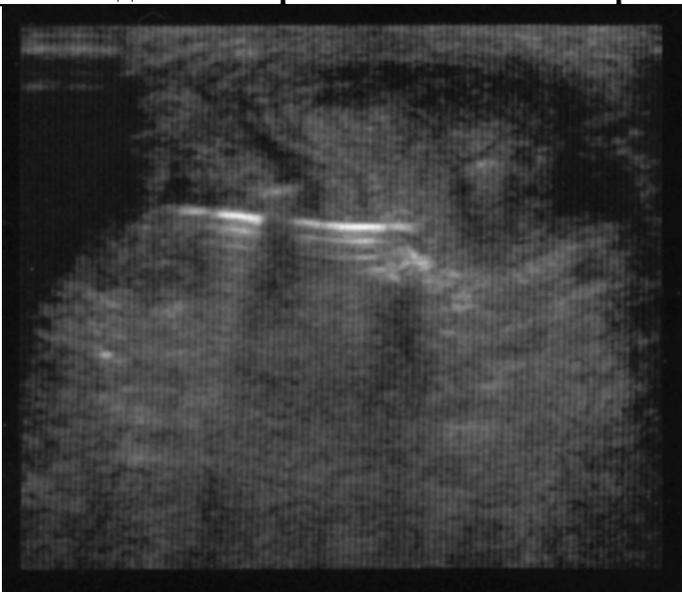


Рис.3 Металлическое инородное тело с дистальным эффектом реверберации. Абсцесс.

Эхокартина в норме.

Кожа выглядит как гиперэхогенный гомогенный пласт.

Толщина кожи варьирует в зависимости от локализации, она больше у мужчин, чем у женщин.

Подкожно-жировой слой, как правило, выглядит гипоэхогенным с чередующимися гиперэхогенными тонкими волокнами, отражающими соединительнотканые прослойки (Рис.1). Эхогенность и толщина подкожно-жировой клетчатки также переменны.

Патология кожи и подкожно-жировой клетчатки.

Отек. При отеке подкожно-жировая клетчатка утолщена, эхогенность ее повышена.

При возникновении отека соединительно-тканые фиброзные перемычки выглядят гипоэхогенными, тогда как жировые прослойки - гиперэхогенными. Отек обычно наблюдается при целлюлите, венозной недостаточности, лимфэдеме (Рис.2).

Инородные тела. Инородные тела выглядят как структуры повышенной эхогенности, окруженные гипоэхогенным ободком. Гипоэхогенный ободок, возникающий вокруг инородного тела, является следствием воспалительной реакции.

Деревянные и пластиковые предметы выглядят как гиперэхогенные структуры с эффектом дистальной акустической тени.

Металлические и стеклянные предметы дают эффект реверберации по типу "хвоста кометы" (Рис.3).

Липомы. Липомы могут выглядеть как образования в толще подкожно-жировой клетчатки. Эхогенность их может быть от гипер- до гипоэхогенной. Они могут быть ограничены и заключены в тонкую капсулу или быть диффузными без четкой капсулы (Рис.4а,б).

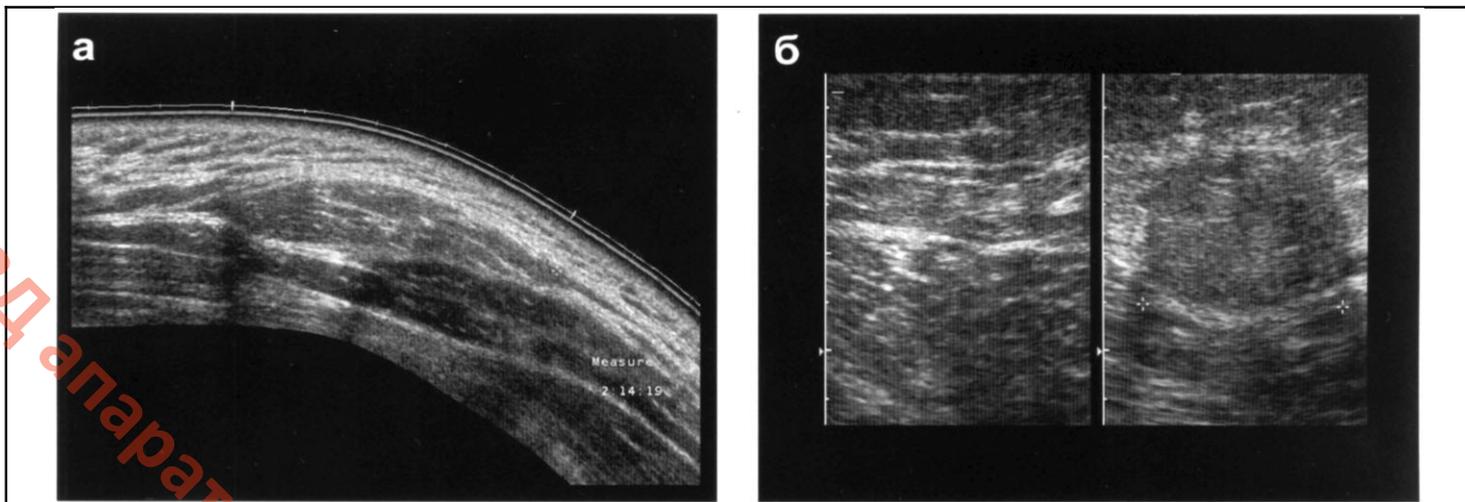


Рис.4а,б

а - липома спины: образование веретеновидной формы, средней эхогенности, локализующееся в подкожно-жировой клетчатке.

б - постинъекционная липома левой ягодичной области: сопоставление симметричных отделов ягодичной области справа и слева.

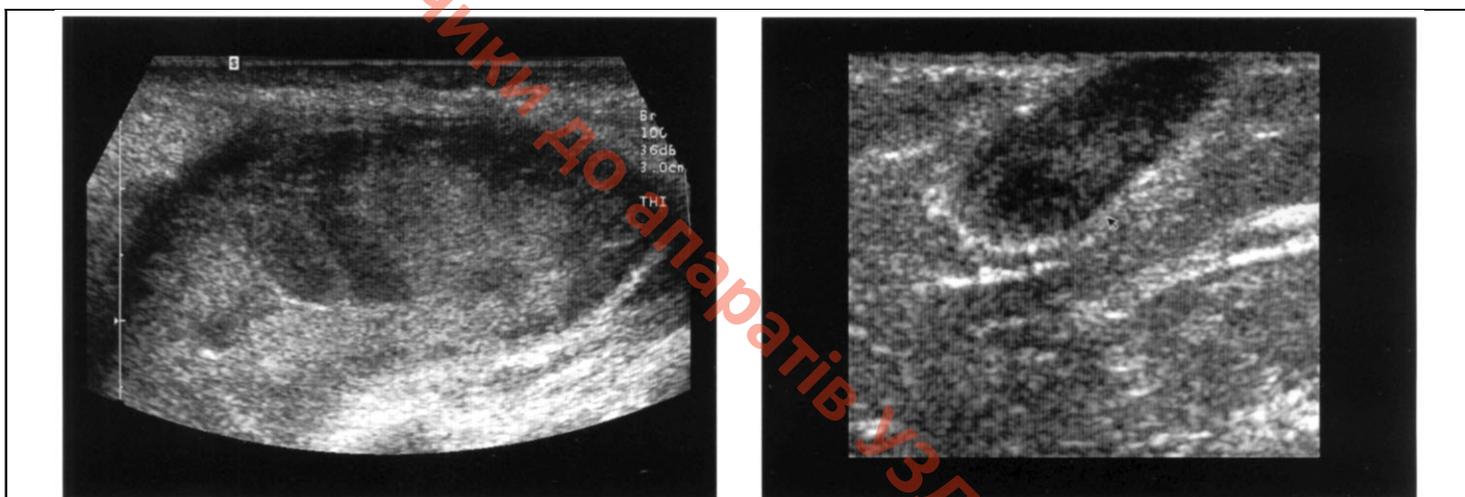


Рис.5 Внутримышечная гематома в стадии организации.

Рис.6

На эхотомограмме хорошо дифференцируется полуовальная структура с основанием в глубоких слоях подкожно-жировой клетчатки и верхушкой выступающей на поверхность кожи, эхогенность образования снижена. **Невус.**

Гематомы. Гематомы выглядят как анэхогенные или гипоэхогенные жидкость содержащие структуры (Рис.5). Образуются в результате травмы. В зависимости от давности может изменяться внутренняя структура гематом.

Невусы. На поверхности кожи имеется пигментированная "головка" невуса. Однако, основание невуса расположено глубоко в толще подкожно-жировой клетчатки. Как правило, невусы имеют овальную форму, четкие контуры, отграничены от окружающих тканей с помощью тонкой капсулы. Эхогенность их низкая. Имеется дистальный эффект усиления эхосигнала (Рис.6).

Фибромы и фибролипомы. Фибромы выглядят как гипоэхогенные овальной формы образования в толще подкожно-жировой клетчатки. Как правило, выявляется капсула, ограничивающая образование (Рис.7а). Пальпаторно фибромы имеют хрящевую плотность, ограниченно подвижны. Иногда, удается визуализировать единичный сосуд на периферии образования (Рис.7б).

Осификаты. Гиперэхогенные включения в толще кожи и подкожно-жировой клетчатки могут образовываться после травмы, вследствие отложения солей кальция в рубце, при диффузных системных заболеваниях кожи (склеродермии) (Рис.8а). Иногда, образуются самостоятельно, по типу сесамовидных костей. Часто сесамовидные кости выявляются кпереди от надколенника (Рис.8б).

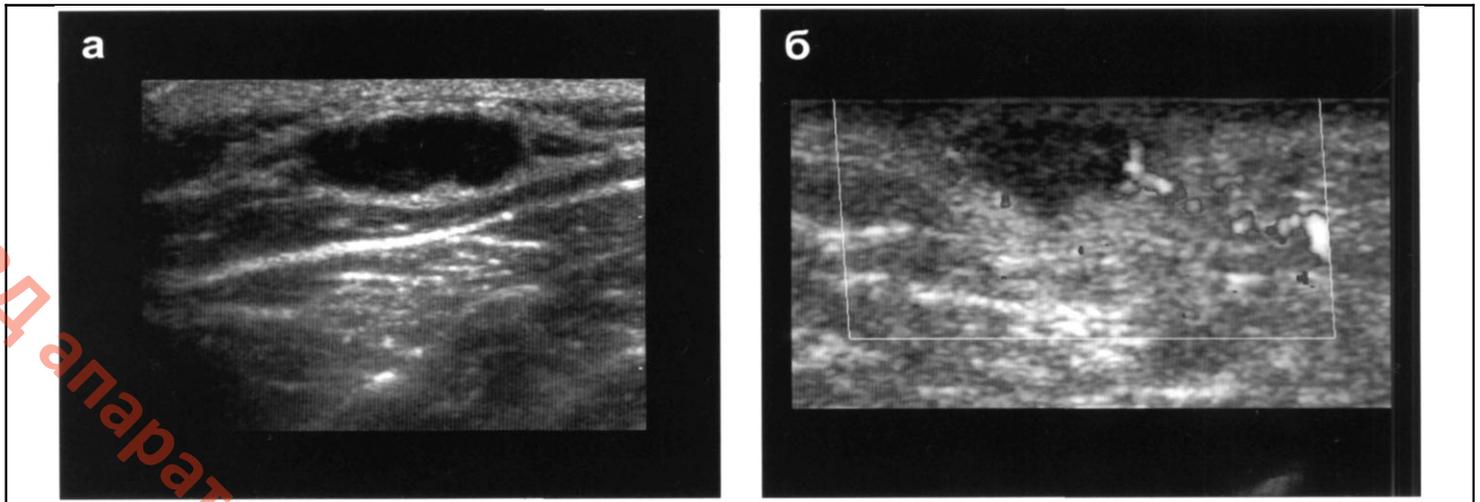


Рис.7 а,б

а - фиброма задней поверхности голени (В-режим): в подкожно-жировой клетчатке определяется овальное образование пониженной эхогенности с четкими контурами.

б - фиброма бедра (режим ЭК): хорошо дифференцируется подходящий к небольшому овальному образованию питающий его сосуд.

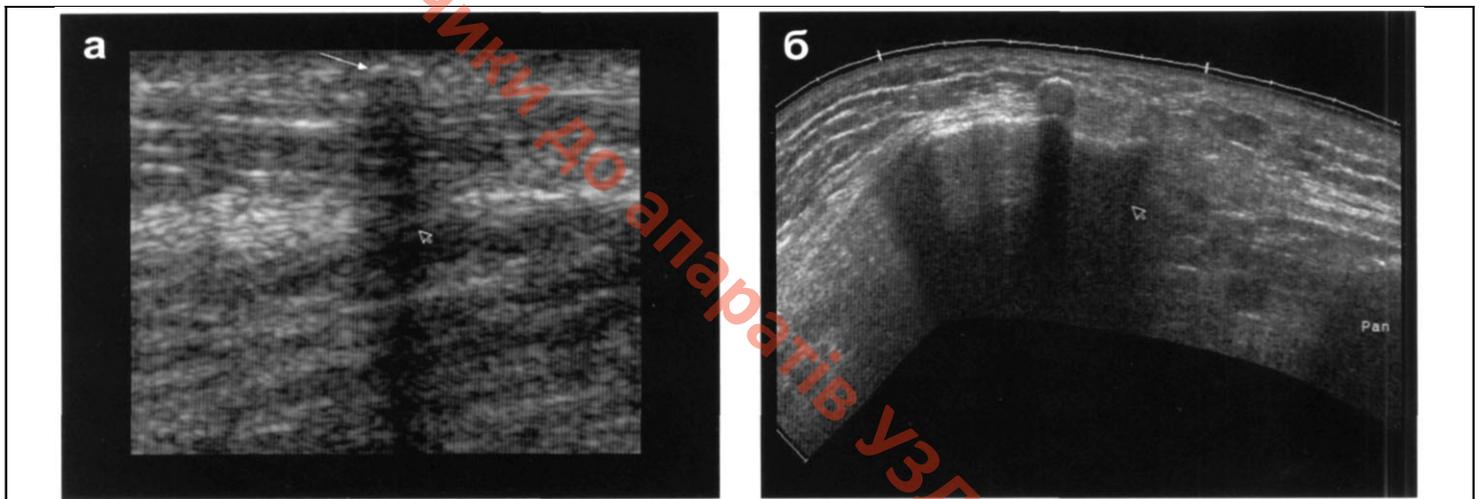


Рис.8а,б

а - кальцинат с дистальной акустической тенью в толще кожи передней поверхности голени (стрелка).

б - режим панорамного сканирования: в препателлярной подкожно-жировой клетчатке видна небольшая **сесамовидная кость**.

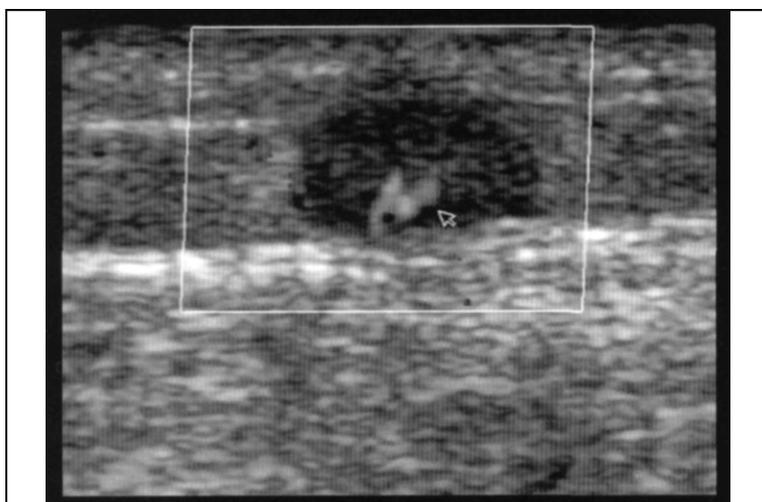


Рис.9 Ангиома боковой поверхности бедра:

в режиме ЭК по периферии и в центре округлого гипоехогенного образования определяются сосуды.

Ангиомы. Это сосудистые образования, состоящие из различных структурных элементов (гемангиомы, фибролипоангиомы, ангиомиолипомы, липангиомы и др.). Основная характеристика - это наличие сосудов в основании образования ([Рис.9](#)).

2.2 МЫШЦЫ

Около 30% всей спортивной травмы приходится на патологию мышечной ткани. Ультразвуковое исследование является ведущим в диагностике патологии мышечной ткани, превосходящим по разрешению магнитно-резонансную томографию. К тому же, возможность динамического исследования в реальном времени позволяет выявлять невидимую при статическом исследовании патологию.

Методика исследования.

Мышцы имеют протяженную длину. Самая длинная мышца может быть более 50 см в длину. Ретракция проксимального конца разорванной мышцы может быть более 10 см. Поэтому, для оценки мышечной ткани оптимально использовать режим панорамного сканирования, который позволяет оценить мышцу на всем протяжении и провести более точные измерения. Частота 5-7,5 МГц оптимальна для исследования практически всех групп мышц, но для мелких поверхностных мышц рекомендуется применять более высокие частоты - 12-15 МГц. Методика исследования мышц предусматривает поиск наиболее болезненного участка, которому, как правило, соответствует место повреждения. Важно исследовать области прикрепления мышцы, место сухожильно-мышечного перехода и мышечную функцию во время сокращения и расслабления. Начинать исследование необходимо с продольного сканирования вдоль длинной оси мышцы. Патологический участок следует оценить во время изометрического сокращения и расслабления в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях, сравнив с контрлатеральной стороной.

Эхокартина в норме.

Отдельные мышечные волокна покрыты эндомизием, пронизанным обильной сетью капилляров и нервных волокон. Эти мышечные волокна группируются в мышечные пучки, окруженные перимизием, состоящим из соединительной и жировой тканей, сосудов и нервов. Мышечные волокна заключены в плотную соединительно-тканную оболочку, называемую эпимизий. Внутренняя структура мышечной ткани зависит от функции мышцы. Если мышечные волокна расположены вдоль длинной оси мышцы, то такие мышцы предназначены для легких движений на большое расстояние. Если мышечные волокна (одноперистые, дву-перистые и циркумперистые) расположены под углом к длинной оси, то эти мышцы предназначены для поднятия тяжестей на короткое расстояние ([Рис. 10а,б,в](#)).

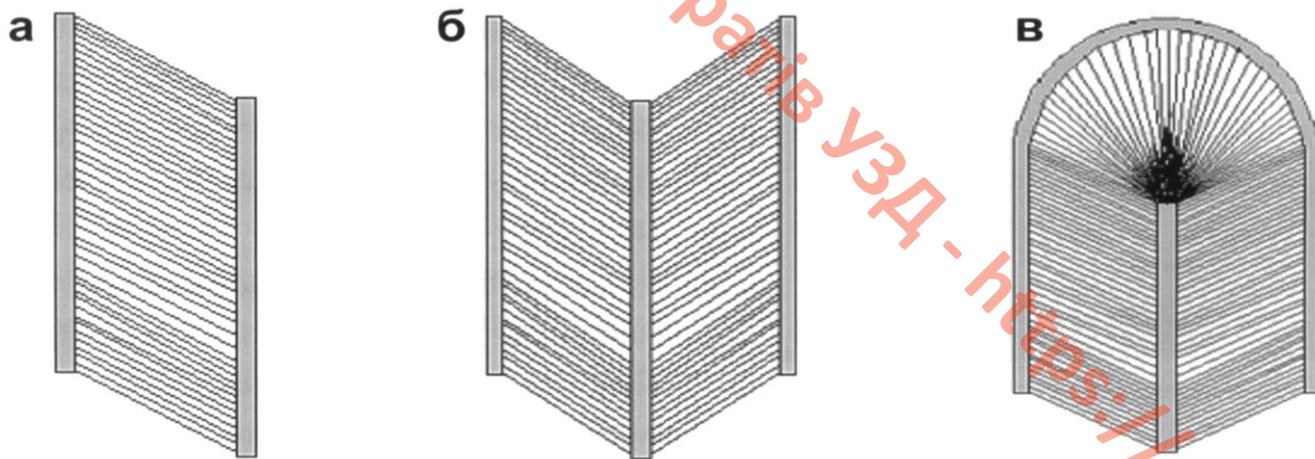


Рис.10а,б,в

а - одноперистые; б - двуперистые; в - циркумперистые.

Каждая мышца имеет брюшко и два сухожилия. Может быть более одного брюшка, например, у прямой мышцы живота.

Может быть несколько исходных прикреплений у мышц, соединяющихся в одно брюшко, например, у двуглавой и трехглавой мышц плеча, у четырехглавой мышцы бедра. Прикрепление мышцы к кости происходит посредством сухожилий и фибринозно-костных сочленений.

Перистая структура мышц лучше всего видна при продольном сканировании. Мышцы выглядят как гомогенные гипоэхогенные пучки, разделенные множеством параллельно идущих гиперэхогенных соединительно-тканых прослоек (перимизий) по типу "пера". Эти прослойки постепенно переходят в сухожильную часть мышцы.

При поперечном сканировании мышцы выглядят как гипоэхогенные структуры с мелкоточечными включениями по типу "звездного неба".

Режим тканевой гармоник более четко прорабатывает фиброзные прослойки в мышечной ткани и делает ультразвуковое изображение мышечной ткани более пестрым ([Рис.11а,б](#)).

Режим панорамного сканирования обеспечивает визуализацию на всем протяжении мышцы, ее переход в сухожилие и место прикрепления к кости ([Рис.11в](#)).

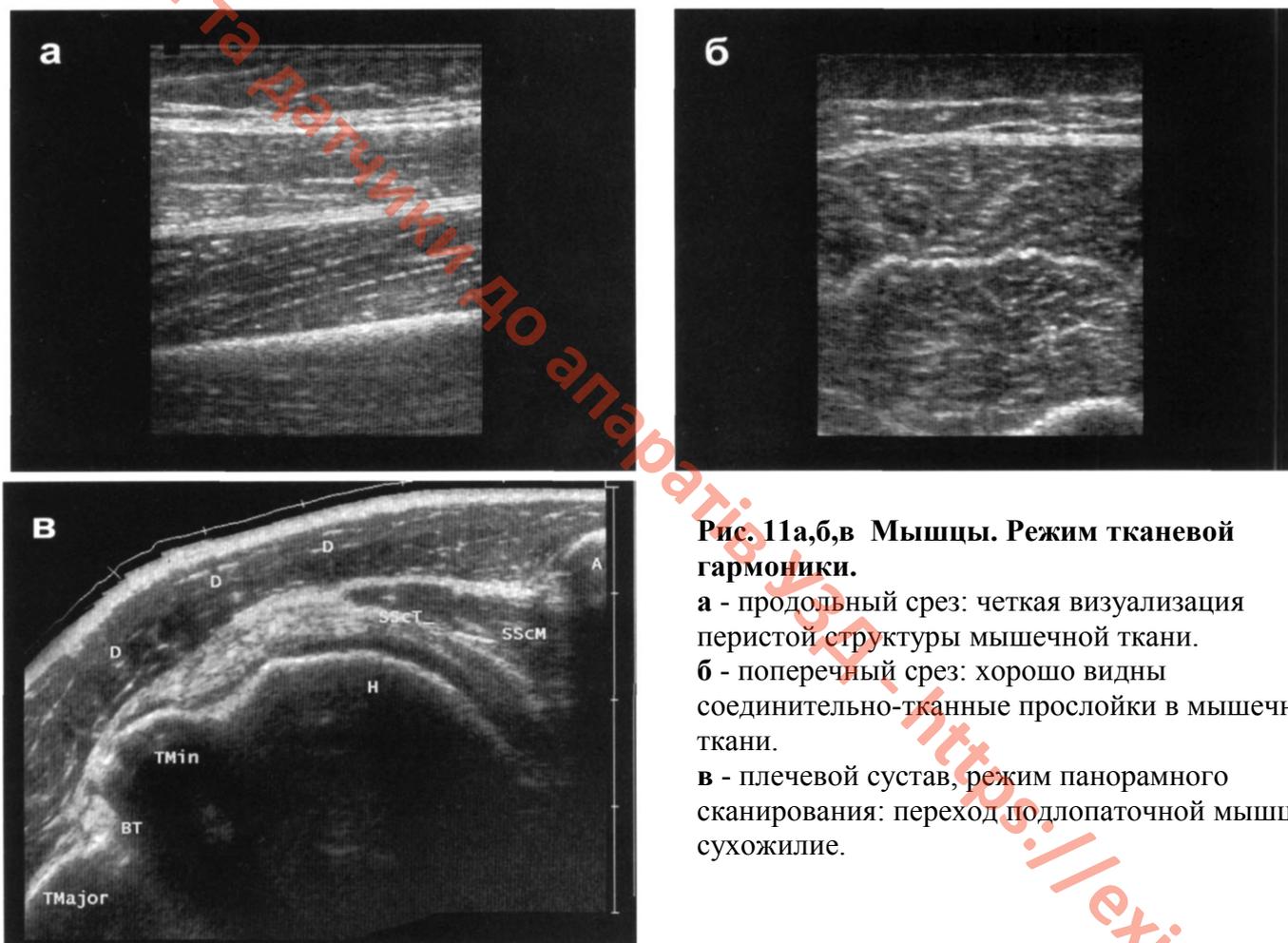


Рис. 11а,б,в Мышцы. Режим тканевой гармоник.

а - продольный срез: четкая визуализация перистой структуры мышечной ткани.

б - поперечный срез: хорошо видны соединительно-тканые прослойки в мышечной ткани.

в - плечевой сустав, режим панорамного сканирования: переход подлопаточной мышцы в сухожилие.



Рис.12 МР-томограмма мышц плеча и верхней части спины.

T2-взвешенное изображение.

Мышечная ткань всегда имеет меньшую эхогенность, чем подкожно-жировая клетчатка или сухожилия. При сокращении толщина мышцы увеличивается, ход волокон незначительно изменяется и эхогенность мышцы снижается.

На МР-томограммах неизменная мышечная ткань имеет среднюю интенсивность сигнала на всех стандартных импульсных последовательностях.

На T1-взвешенных изображениях структура мышечной ткани неоднородная за счет прослоек жировой ткани, тогда как на T2-взвешенных изображениях мышечная ткань однородной структуры средней интенсивности, без гиперинтенсивных прослоек жировой ткани (Рис.12).

Патология мышечной ткани.

Травма мышц в результате сдавления, удара (контузии). В результате внешней компрессии мышечной ткани о кость возникает контузия мышц. При продольном сканировании участок повреждения выглядит как полость с неровными контурами и эхогенным содержимым (Рис.13). Заживление происходит медленно, с формированием грубой рубцовой ткани и значительной потерей функции мышцы впоследствии. Примерно у 20% пациентов с этим видом травмы возникает оссифицирующий миозит.

Растяжение. Первая стадия повреждения мышц - перерастяжение. Обычно при растяжении повреждается менее 5% всех волокон поперечного сечения мышцы (Рис.14). Клинически пациент не может точно указать болевую точку, жалуясь на боль в мышце при сокращении. При поперечном сканировании на сонограммах визуализируются микроразрывы, которые выглядят как множественные кистозные участки.

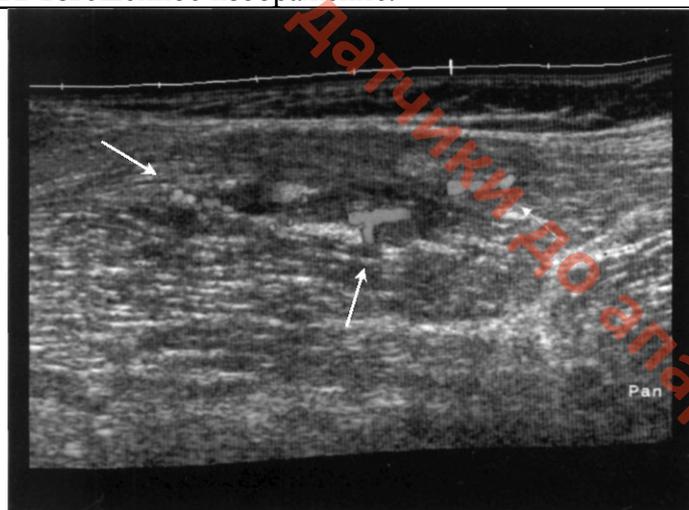


Рис.13 Контузия четырехглавой мышцы бедра

(цветовое панорамное сканирование): зоны повреждения обозначены стрелками.

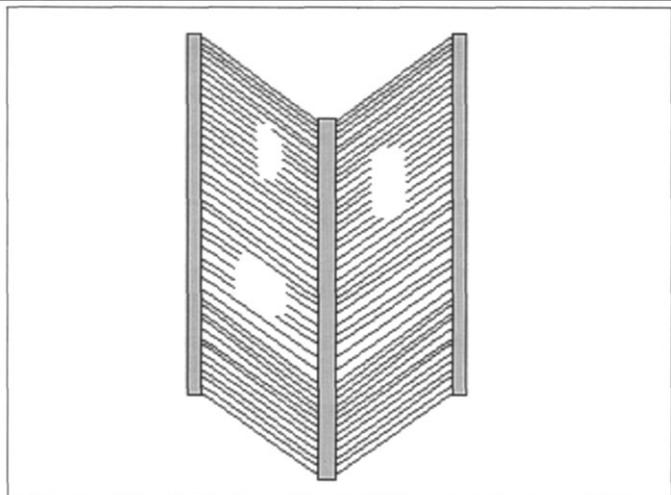


Рис.14 Схематическое изображение растяжения мышцы.

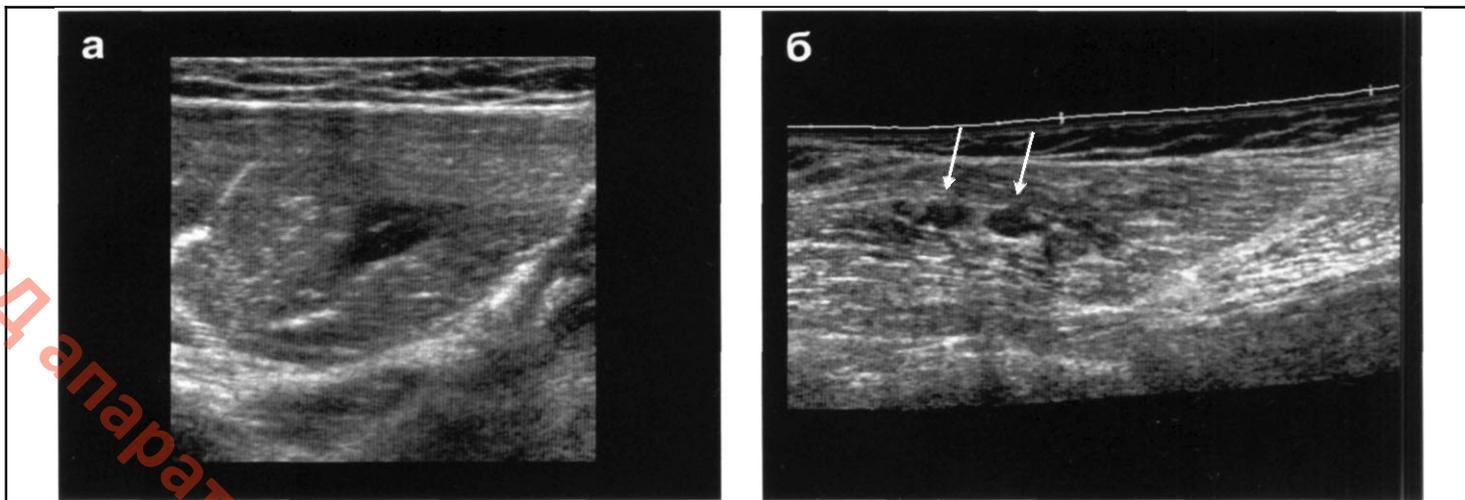


Рис.15а,б

а - растяжение двуглавой мышцы бедра (В-режим): гипоэхогенный участок в структуре мышечной ткани.

б - растяжение четырехглавой мышцы бедра (панорамное сканирование): зоны повреждения обозначены стрелками.

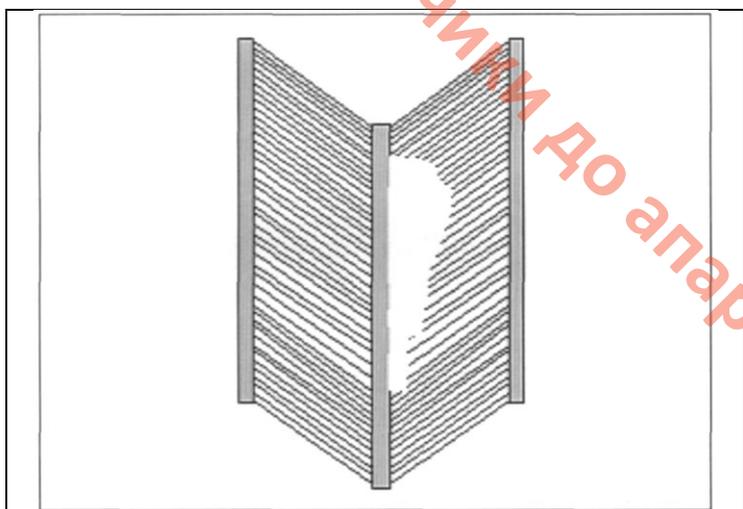


Рис.16 Схематическое изображение частичного разрыва мышцы.

При продольном сканировании микроразрывы имеют вытянутую форму (Рис. 15а,б). На МР-томограммах на T2-взвешенных изображениях это проявляется утолщением мышцы и повышением интенсивности сигнала за счет перифасциального отека. Лечение заключается в ограничении движения и обезболивании.

Частичный разрыв. Частичный разрыв также возникает в результате перерастяжения. При этом повреждается более 5% мышечной ткани, но не на всем протяжении (Рис.16).

Функция мышцы полностью отсутствует на момент повреждения и возвращается частично спустя некоторое время. В отличие от растяжения пациент четко указывает болезненную точку, где, как правило, имеется припухлость. При ультразвуковом исследовании четко выявляется нарушение целостности мышечных волокон в месте наибольшей болезненности. Поврежденный участок мышечной ткани замещается гипоэхогенной гематомой. В месте разрыва исчезает типичный волокнистый рисунок (Рис. 17а). При надавливании датчиком можно визуализировать флотирующие разорванные концы мышечных волокон. Сокращение мышцы позволяет дифференцировать поврежденную мышцу от экзогенной гематомы (в позднюю стадию). При исследовании в динамике в месте разрыва появляется гиперэхогенная грануляционная ткань и регенерирующие мышечные волокна. На T2-взвешенных изображениях это проявляется утолщением мышцы и повышением интенсивности сигнала за счет отека, кровоизлияния, перифасциального отека или кровоизлияния (Рис.17б). Иногда виден дефект мышечной ткани в виде гиперинтенсивной полосы. При значительных разрывах может потребоваться хирургическое восстановление целостности мышечных волокон.

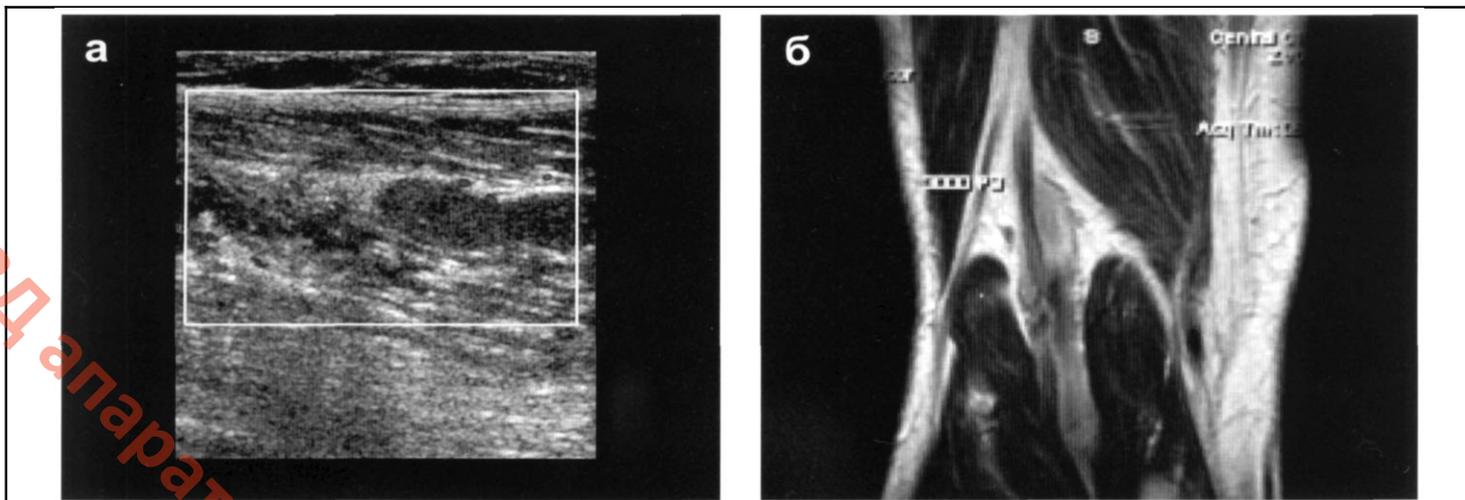


Рис.17а,б Частичный разрыв икроножной мышцы.

а - эхотомограмма (режим ЭК): нарушение перистой структуры мышечной ткани с образованием гематомы в виде гипоэхогенных полостей.

б - МР-томограмма: зона повышенной интенсивности в структуре мышечной ткани отражает отек, кровоизлияние и гематому.

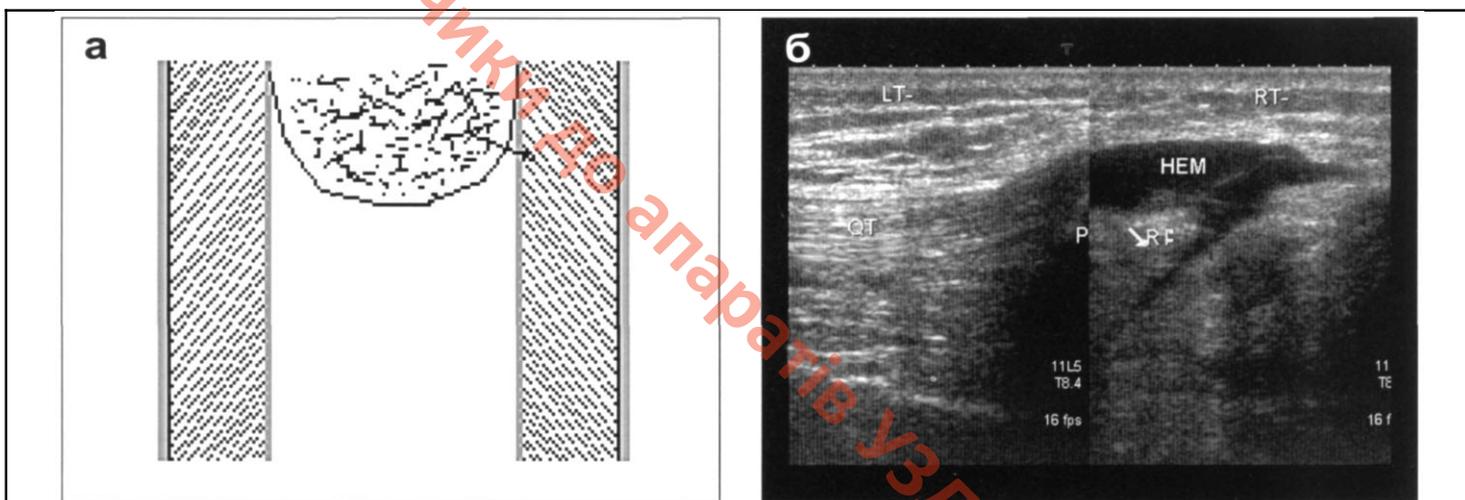
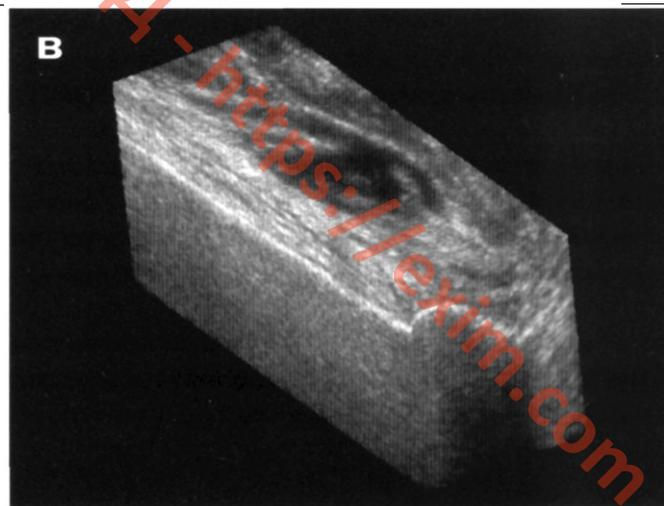


Рис.18а,б,в

а - схематическое изображение полного разрыва мышцы с ретракцией проксимального конца мышечных волокон.

б - полный разрыв прямой мышцы четырехглавой мышцы бедра в области сухожильно-мышечного перехода с образованием гематомы и ретракцией проксимального конца (продольное сканирование, сопоставление с контрлатеральной стороной).

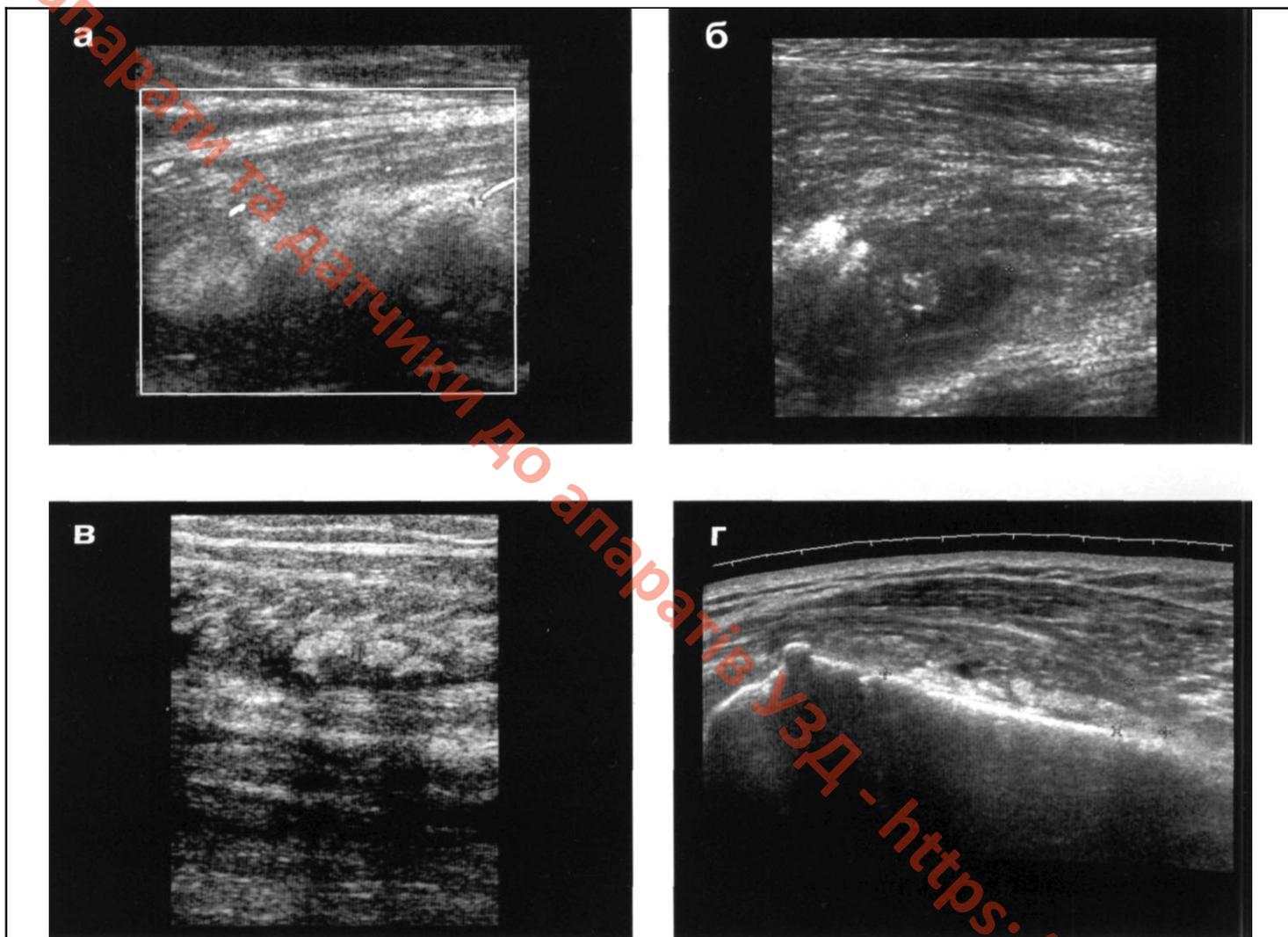
в - полный разрыв прямой мышцы с образованием гематомы и ретракцией проксимального конца (эхо-томограмма получена в режиме трехмерной волюметрической реконструкции).



Полный разрыв. Полный разрыв мышц встречается реже, чем частичные разрывы. Разрывы мышц возникают в месте перехода мышцы в сухожилие (Рис. 18а). По клинике полные разрывы схожи с частичными. Отмечается полная потеря функции мышцы. Разорванный проксимальный конец мышцы сокращается и может быть пропальпирован. При полном разрыве отмечается полное отсутствие мышечных волокон, особенно заметное при сравнении с контрлатеральной стороной (Рис.18б).

Мышца сокращается и на ее месте образуется гематома. При поперечном сканировании сокращенная экзогенная мышца окружена гипэхогенным ободком. На фронтальных срезах при построении трехмерной реконструкции патологической зоны можно визуализировать разрыв на всем протяжении ([Рис.18в](#)). Лечение заключается в хирургическом восстановлении целостности мышцы.

Заживление разрывов мышц. Заживление разрывов мышц может занять от 3 до 16 месяцев, пропорционально степени разрыва. Мышцы имеют хорошую способность к регенерации. Большие разрывы мышц сопровождаются как регенерацией, так и образованием рубцовой ткани. Задача терапии заключается в поддержании процесса регенерации и подавлении формирования рубца, который снижает регенерацию. Роль ультразвукового исследования заключается в измерении разрыва и расхождения мышечных волокон, а также определении стадии разрыва ([Рис.19а,б,в,г](#)).



[Рис.19а,б, в,г](#)

а - регенерация мышечных волокон: повышение эхогенности мышечной ткани в зоне разрыва срединной мышцы четырехглавой мышцы бедра (продольное сканирование, через 2 недели после травмы).

б - регенерация мышечных волокон: восстановление перистой структуры мышечных волокон, уменьшение размеров гематомы (продольное сканирование, через 1 месяц после травмы).

в - звездчатый рубец после контузии мышцы,

г - линейный рубец после разрыва икроножной мышцы (режим панорамного сканирования).

Начальные изменения заключаются в повышении эхогенности мышечной ткани в области разорванных концов, а также в увеличении размеров данной зоны, что легко проследить эхографически (Рис. 19а). В дальнейшем все больше проявляется перистая мышечная структура с сокращением размеров гематомы (Рис. 19б). Ультразвуковой мониторинг восстановления мышечной структуры очень важен. С его помощью можно контролировать сроки начала физической активности. Раннее восстановление физической активности приводит к повторным травмам. Более длительное ограничение подвижности ведет к избыточному рубцеванию. В задачи ультразвукового исследования также входит оценка рубцовой ткани в месте разрыва. При травмах мышц в результате контузии рубец имеет звездчатую или неправильную форму (Рис. 19в), тогда как при разрывах в результате перерастяжения - линейную (Рис. 19г). Риск повторных травм повышается при значительных размерах фиброзной ткани, которая эхографически выглядит как локальная зона повышенной эхогенности в структуре мышечной ткани. Сила мышцы снижается пропорционально размерам рубцовой ткани. Одним из осложнений после разрыва мышц является формирование мышечных кист. Лечение состоит в иссечении кист.

Гематома. В острой стадии эхогенность гематомы сопоставима с эхогенностью мышцы (Рис. 20а). Через 3 дня эхогенность гематомы снижается. Вследствие лизиса поздние гематомы выглядят почти анэхогенными с наличием нитей фибрина (Рис. 20 б,в).

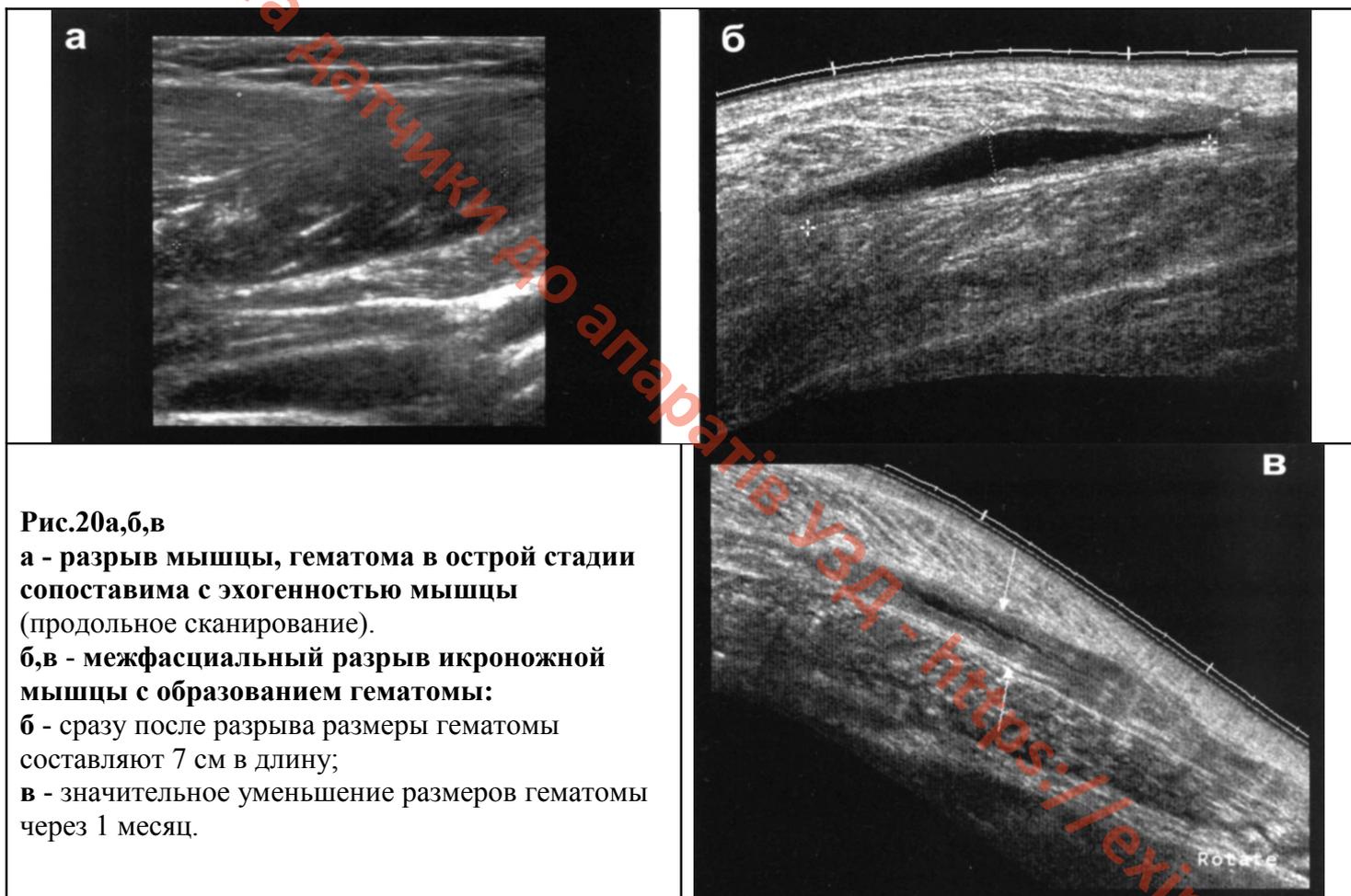


Рис.20а,б,в

а - разрыв мышцы, гематома в острой стадии сопоставима с эхогенностью мышцы (продольное сканирование).

б,в - межфасциальный разрыв икроножной мышцы с образованием гематомы:

б - сразу после разрыва размеры гематомы составляют 7 см в длину;

в - значительное уменьшение размеров гематомы через 1 месяц.

Иногда при неблагоприятном течении может развиваться абсцесс, который характеризуется наличием гипоэхогенного участка с гиперэхогенными включениями и выраженным перифокальным кровотоком.

На МР-томограммах интенсивность сигнала от гематомы зависит от ее давности. Интенсивность сигнала гематомы меняется: от гиперинтенсивной в первые сутки на гипоинтенсивную - во вторые; возвращается опять к гиперинтенсивной к концу первой недели и держится до трех недель; затем через месяц опять становится гипоинтенсивной. Такие изменения возникают за счет превращения гемоглобина в оксигемоглобин, затем в деоксигемоглобин, метгемоглобин и гемосидерин с ферритином. Острая гематома (1-4 дня) имеет сигнал средней и низкой интенсивности на T1 и T2-взвешенных изображениях. Подострые гематомы (4-7 дней) гиперинтенсивны на T1 - взвешенных изображениях, как и жир. Поэтому, используя программы сканирования с подавлением жира, можно легко дифференцировать жир от крови.

Следует помнить, что за счет подкраивания гематомы может наблюдаться неоднородность интенсивности сигнала. На T2-взвешенных изображениях подострые гематомы гипоинтенсивны. В застарелых гематомах (14-21 день), из-за конвертации железа из метгемоглобина в гемосидерин и ферритин, стенки имеют низкую интенсивность на T1 и T2-взвешенных изображениях и выглядят на МР-томограммах как гипоинтенсивное "хало" вокруг гематомы.



Рис.21 Оссифицирующий миозит: массивная кальцинация мышечной ткани через 1 год после разрыва средней головки четырехглавой мышцы бедра (поперечное сканирование).

Оссифицирующий миозит. В 60-75% может быть посттравматическим, постинфарктным, идиопатическим или развиваться в результате нейрогенных расстройств.

Наиболее частая локализация - локтевая область, бедро, ягодицы ([Рис.21](#)).

Оссифицирующий миозит - частая находка у спортсменов контактных видов спорта. В подавляющем большинстве случаев он обусловлен ударом мышцы.

На МР-томограммах картина зависит от сроков давности заболевания. Рентгенографически выглядит как кальцинированная зона в области диафиза рядом с кортикальной зоной. Иногда данные образования приходится дифференцировать с опухолями.

Врожденный оссифицирующий миозит характеризуется симметричной двусторонней оссификацией мышечной ткани. При дерматомиозитах и склеродермии также могут отмечаться участки оссификации мышечной ткани.

Миозит. Это воспаление мышечной ткани, которое может возникнуть в результате травмы, инфекции или системного заболевания. При вирусных инфекциях миозит проявляется миалгиями. Воспаленная мышца резко болезненна, увеличена в размерах, плотная на ощупь. Мышечные волокна становятся гиперэхогенным и в сравнении с контрлатеральной стороной. Фиброзные прослойки, растянутые воспалительным экссудатом, становятся гипоэхогенными ([Рис.22а,б](#)). При УЗ-ангиографии отмечается усиление васкуляризации воспаленной мышцы. Перифокально может отмечаться лимфаденопатия. В дальнейшем может образоваться абсцесс - тогда процесс носит название пиогенный миозит. Типичная картина: полость в центре мышечной ткани с наличием неоднородного содержимого. Клинические признаки: боль, лихорадка, лейкоцитоз, повышение СОЭ.

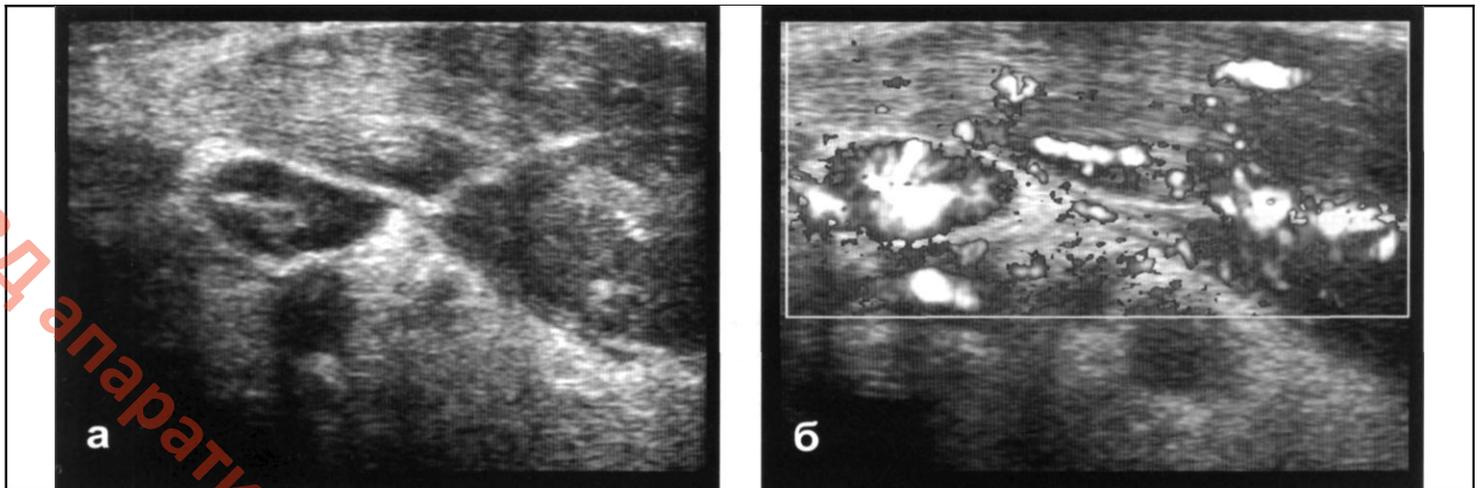


Рис.22а,б Миозит грудино-ключично-сосцевидной мышцы.

а - В-режим (продольное сканирование): пораженная мышца увеличена в объеме, отечна; рядом видны реактивно увеличенные лимфатические узлы.

б - режим ЭК: гипervasкуляризация мышечной ткани и усиление сосудистого рисунка в ЛУ.

Атрофия мышцы. Мышечная атрофия возникает в результате множества причин. Хроническое нарушение функции сустава, денервация, миопатия - наиболее частые причины, приводящие к атрофии. Проявляется в уменьшении объема мышечной ткани, при сравнении с контрлатеральной стороной. При УЗИ повышение эхогенности происходит за счет жировой инфильтрации. На МР-томограммах жировая инфильтрация мышечной ткани также хорошо видна на T1-взвешенных изображениях.

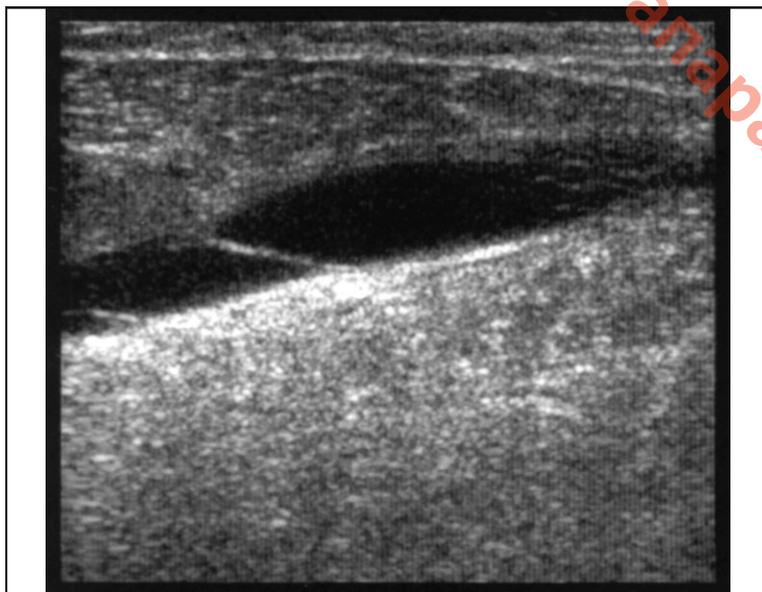


Рис.23 Мышечно-апоневротическое повреждение между икроножной и камбаловидной мышцами с образованием гематомы.

Разрывы мышечной фасции. При перерастяжении возникают разрывы мышечной фасции. Для некоторых мышечных групп такой тип повреждений очень специфичен. Например, мышечно-апо-невротические повреждения между икроножной и камбаловидной мышцами, камбаловидной и мышцей длинного сгибателя большого пальца стопы. Зона разрыва заполняется линейной гематомой вдоль апоневроза (Рис.23). Характерным УЗИ-признаком считается нарушение ориентации фибро-жировых прослоек при продольном сканировании. Данный вид разрывов очень часто сопровождается венозным тромбозом.

Грыжи мышц. Фасциальные дефекты проявляются в виде локальных выпячиваний мышечной ткани. Хроническое ущемление мышцы чаще всего приводит к образованию грыж, реже встречаются посттравматические и послеоперационные грыжи. При УЗ-исследовании можно выявить фасциальный дефект и грыжевое выпячивание мышцы (Рис.24 а,б). Часто такие грыжи выявляются в месте прободения мышцы сосудисто-нервным пучком. Например, по наружной поверхности нижней части коленного сустава в месте выхода поверхностного малоберцового нерва.

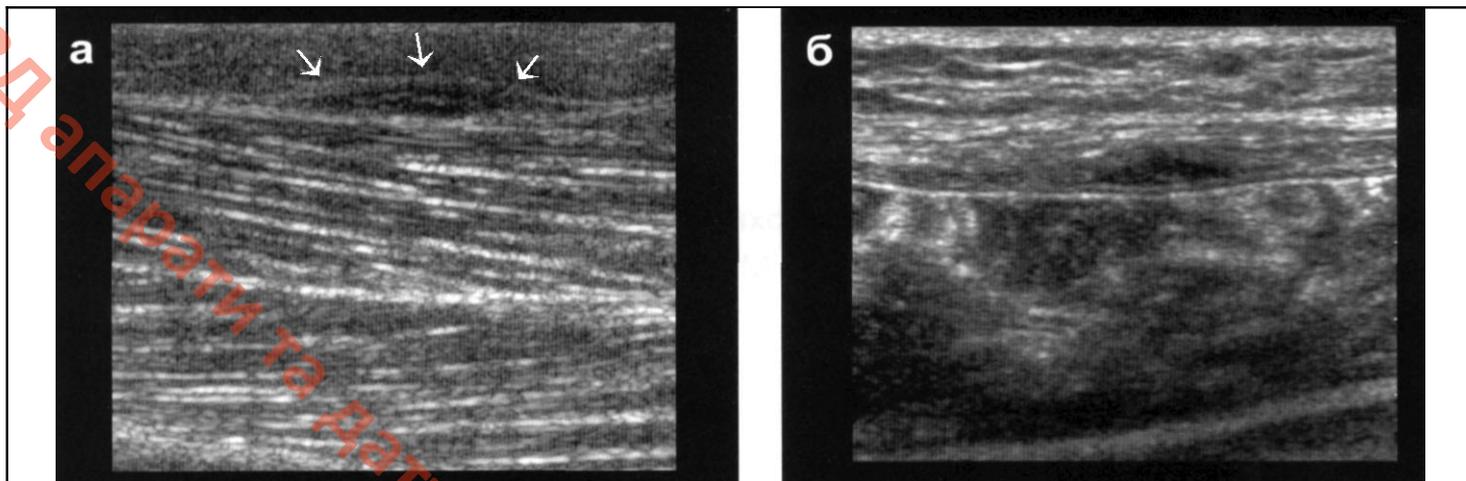


Рис.24 а,б

а - локальный фасциальный дефект икроножной мышцы. **Грыжевое выпячивание** обозначено стрелками (продольное сканирование).

б - локальный фасциальный дефект камбаловидной мышцы в результате **контузии мышцы** (продольное сканирование).

Могут выявляться грыжи белой линии живота, паховые, бедренные. Давление датчика на кожу при исследовании грыж должно быть минимальным.

Утолщения мышечных фасций. Утолщение мышечной фасции может также влиять на мышечную функцию. "Расколота голень" - заболевание, при котором возникает боль в мышцах передней области голени после чрезмерной физической нагрузки.

"Колено бегуна". Синдром трения, возникающий в илиотибиальном тракте, является еще одной патологией фасциальных влагалищ, так называемое "колени бегуна". Клинически сопровождается болью в латеральном отделе коленного сустава в месте прохождения волокон илиотибиального тракта через латеральный мыщелок бедра. Бег с препятствиями или по пересеченной местности приводит к развитию данного синдрома. Проявляется в утолщении волокон фасции илиотибиального тракта, снижении их эхогенности сразу после бега. В спокойном состоянии данные проявления могут стихать.

Разрывы подошвенной фасции. Бегуны на длинные дистанции, марафонцы часто страдают от болей в ступнях. Пяточная боль возникает при фасциите, при котором нередко находят пяточные шпоры. Фасция утолщается в месте прикрепления к пяточному бугру.

Данный процесс, как правило, двусторонний, поэтому сравнение с контрлатеральной стороной не дает результата. Разрывы появляются в средней части фасции и выглядят как гипоэхогенный дефект. Необходимо дифференцировать разрывы от подошвенного фиброматоза.

Последний выглядит как веретеновидной формы утолщение фасции с сохранением волокнистой структуры. Плантарный фиброматоз может возникать у пациентов с контрактурой Дюпюитрена, болезнью Пейрони, поверхностным фиброматозом.

2.3 СУХОЖИЛИЯ

Ультразвуковой метод конкурирует с МРТ в диагностике патологии сухожилий. Основным преимуществом УЗИ является: высокое пространственное разрешение при сканировании мягкотканых структур и возможность динамического исследования в реальном времени.

Методика исследования.

Выбор частоты 7,5 МГц линейного датчика оптимален для исследования практически всех сухожилий. Для поверхностных сухожилий рекомендуется применять более высокие частоты - 12-15 МГц. Начинать исследование необходимо с идентификации костной структуры — области прикрепления сухожилия. Для поиска мелких сухожилий исследование можно начинать с поперечных срезов. Изображения сухожилий получают как в поперечном, так и в продольном срезе. Для сопоставления результатов необходимо исследовать и контрлатеральную сторону. Некоторое изменение угла сканирования может привести к изменению эхогенности сканируемого сухожилия за счет возникающего эффекта анизотропии, поэтому важно, чтобы исследуемое сухожилие находилось под углом 90 градусов к УЗ-лучу. Режим панорамного сканирования обеспечивает визуализацию сухожилия на всем протяжении (Рис.25).

Эхокартина в норме.

Сухожилия состоят из длинных коллагеновых волокон. Вокруг некоторых сухожилий имеется синовиальная оболочка. Между сухожилием и оболочкой содержится небольшое количество синовиальной жидкости, облегчающей скольжение сухожилия в синовиальном влагалище. Такие сухожилия встречаются в особо подвижных суставах (кость, запястье, лодыжка). Наличие такой оболочки дает возможность провести хорошую ультразвуковую оценку сухожилия. Например, при исследовании плеча хорошо дифференцируется сухожилие длинной головки двуглавой мышцы, которое окружено синовиальной оболочкой. Сухожилия без синовиальной оболочки труднее исследовать с помощью ультразвукового метода. Они окружены соединительной тканью - паратеноном и в месте своего прикрепления всегда формируют сухожильные сумки (бурсы). С помощью УЗ-метода возможны исследования крупных сухожилий: ахиллова, подошвенного, проксимального икроножного и полуперепончатого. Тогда как более мелкие сухожилия трудны для УЗИ. При продольном ультразвуковом сканировании сухожилия выглядят как линейные фибриллярные, чередующиеся между собой, гипер-и гипозоногенные структуры. Режим тканевой гармонии более четко прорисовывает контуры и волокнистую структуру сухожилий. Сухожилия, имеющие синовиальную оболочку, окружены гипозоногенным "халом", которое в норме всегда содержит небольшое количество жидкости (Рис.26). Сухожилия, не имеющие синовиальной оболочки, окружены гиперэхоногенной соединительной тканью, формирующей околосухожильное пространство.

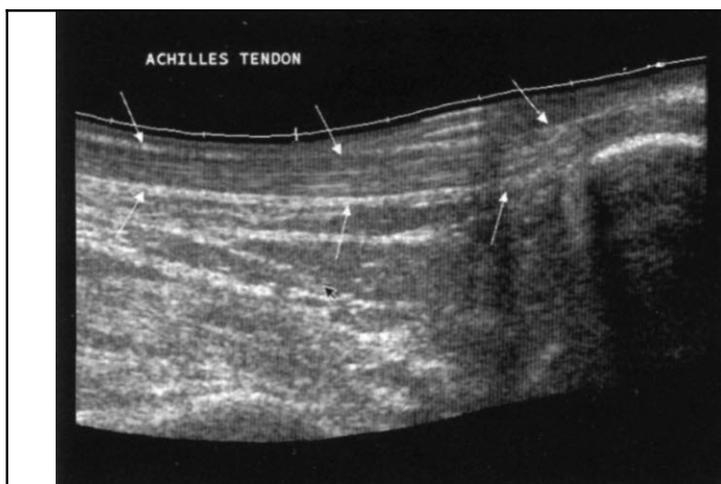


Рис.25 Режим панорамного сканирования ахиллова сухожилия (стрелки), не имеющего синовиальную оболочку (продольное сканирование).

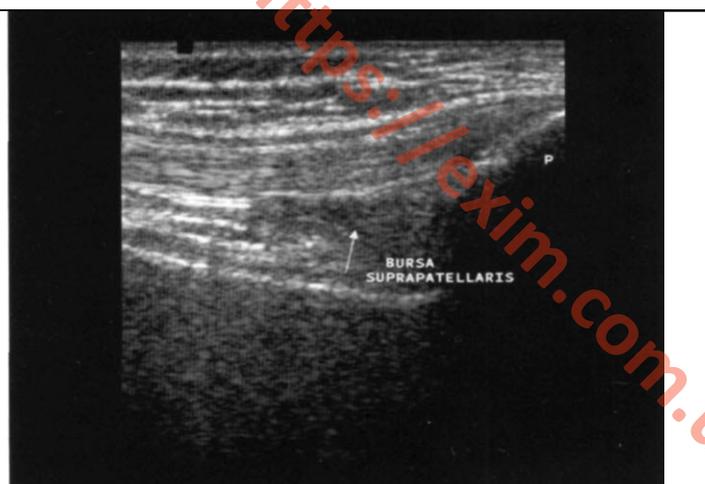


Рис.26 Сухожилие четырехглавой мышцы бедра (стрелка) с наличием синовиальной оболочки (продольное сканирование).

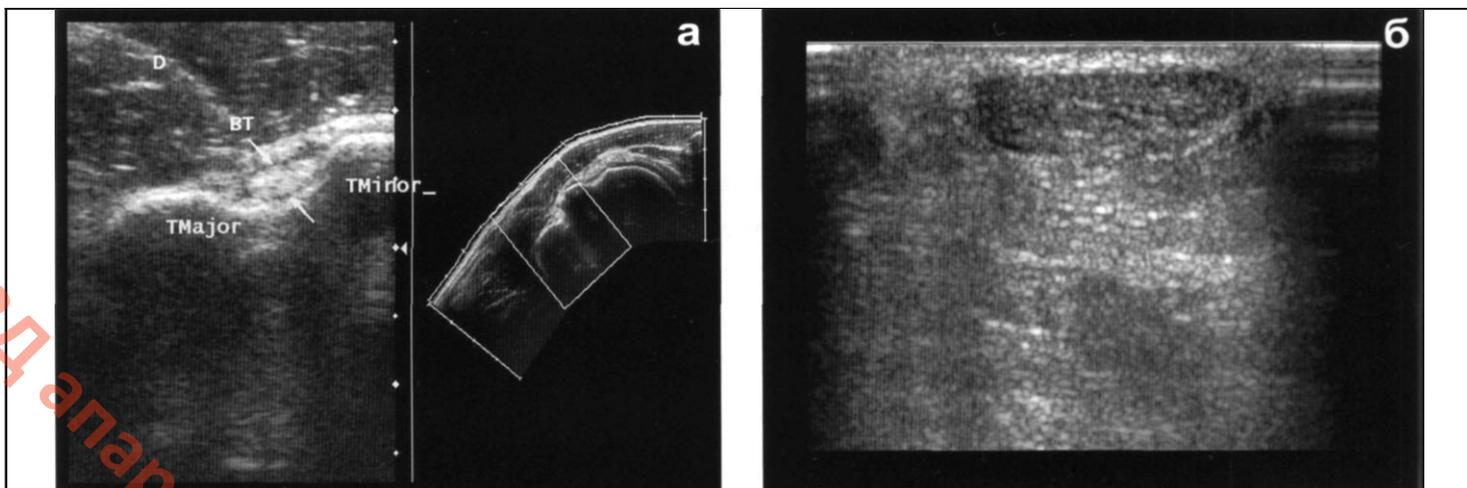


Рис.27 а,б Различная форма поперечных срезов сухожилий.
 а - сухожилия длинной головки бицепса, б - ахиллово сухожилие.

Ход волокон сухожилия в области прикрепления не всегда перпендикулярен УЗ-лучу и поэтому, из-за возникающего эффекта анизотропии, эта зона выглядит гипозоногенной. При поперечном сканировании некоторые сухожилия имеют округлую форму, например, сухожилие длинной головки бицепса или овальную - ахиллово сухожилие (Рис.27 а,б), а также квадратную - подошвенное сухожилие. На МР-томограммах сухожилия в T1- и T2-взвешенных изображениях имеют низкую интенсивность.

Патология сухожилий.

Растяжения или разрывы чаще возникают в месте перехода сухожилия в мышцу или в месте прикрепления сухожилия к кости.

Растяжение. При растяжении отсутствует нарушение целостности волокон сухожилия. Однако, в месте растяжения сухожилие может быть утолщено за счет отека. При пальпации определяется локальная болезненность, при пассивном натяжении - резкая боль. Дискомфорт при движениях в суставе. Нередко, в ответ на растяжение возникает мышечный спазм. Лечение заключается в ограничении подвижности и нагрузки, в ряде случаев - иммобилизация; применяются обезболивающие, миорелаксанты и противовоспалительные средства.

Частичный разрыв сухожилий. При частичных разрывах отмечается неполное нарушение целостности волокон сухожилия со значительной потерей функции соответствующей мышцы. Эхографическая картина зависит от типа сухожилия и наличия или отсутствия синовиальной оболочки.

Сухожилия, имеющие синовиальную оболочку. Наиболее часто повреждается сухожилие длинной головки бицепса. Предрасполагающими факторами являются тендиниты ротаторной манжеты и воспаления сухожилия длинной головки бицепса. В месте разрыва наблюдается частичное нарушение фибриллярной структуры сухожилия с образованием анэхогенного дефекта - синовиального выпота вокруг поврежденного сухожилия (Рис.28).

Сухожилия без синовиальной оболочки. Частичный разрыв сухожилий, не имеющих синовиальную оболочку, приводит к локальному утолщению сухожилия с нарушением контуров сухожилия и фибриллярной структуры в месте дефекта. Место разрыва заполняется жидкостью или жировой тканью (Рис.29, Рис.30 а,б). Подход к лечению - дифференцированный, в зависимости от типа сухожилия, степени его значимости и активности. Рекомендуется длительная иммобилизация.

Полный разрыв сухожилий. Полный разрыв сухожилия сопровождается полной потерей функции соответствующей мышцы и полным нарушением целостности волокон с ретракцией проксимальной части, что проявляется локальным выбуханием на поверхности и западением в месте разрыва. Лечение заключается в срочном восстановлении целостности сухожилия.

Сухожилия, имеющие синовиальную оболочку. При полном разрыве нарушается фибриллярная структура сухожилия, в месте разрыва полностью отсутствуют сухожильные волокна. Сухожильное влагалище в месте разрыва заполняется гипозоногенной синовиальной жидкостью и кровью, которые в дистальных отделах окружают сокращенные волокна разорванного сухожилия (Рис.31).

Сухожилия без синовиальной оболочки. Разорванные концы сухожилий, не имеющих синовиальной оболочки, сокращаются, полностью нарушается их фибриллярная структура, дефект заполняется кровью при разрыве ротаторной манжеты или жировой тканью при разрыве ахиллова сухожилия (Рис.32, Рис.33).

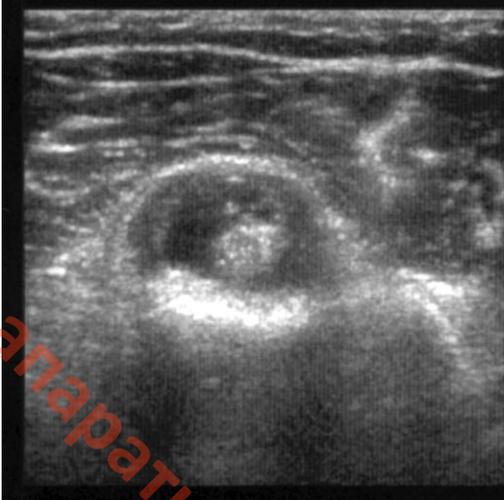


Рис.28 Частичный разрыв сухожилия длинной головки бицепса (поперечное сканирование).



Рис.29 Разрыв сухожилия надостной мышцы: гематома в области прикрепления волокон сухожилия к бугристости плечевой кости.

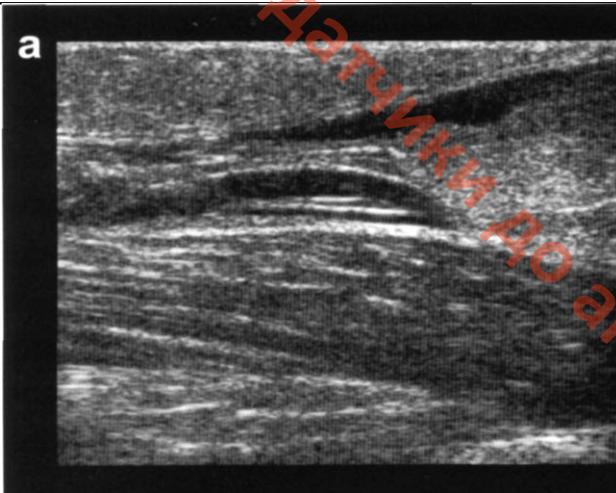


Рис.30 а,б Частичный разрыв ахиллова сухожилия: разволокнение и нарушение целостности волокон сухожилия, видны сохраненные волокна, окруженные гематомой.
а - продольное сканирование, б - поперечное сканирование.

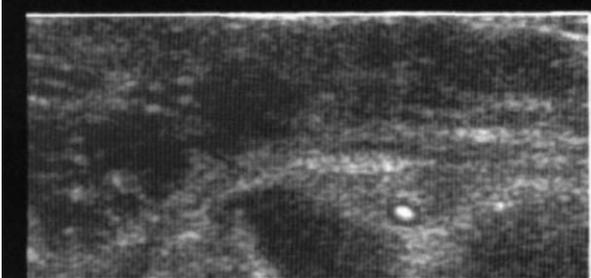


Рис.31 Полный разрыв ахиллова сухожилия с ретракцией разорванных концов, частичным заполнением дефекта гематомой и жировой тканью

(эхотомограмма получена в режиме трехмерной волюметрической реконструкции).

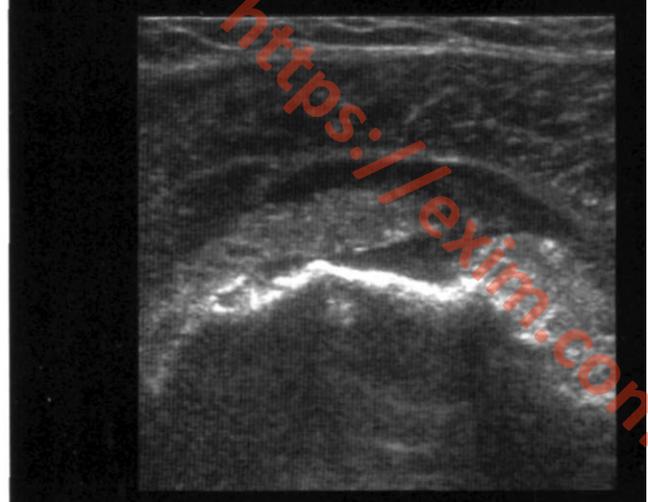


Рис.32 Полный разрыв ротаторной манжеты плеча с сокращением волокон сухожилий, образованием гематомы в субакромиально-субдельтовидной сумке.

Лечение заключается в срочном восстановлении целостности сухожилия, до развития спазма и укорочения сухожильно-мышечной части. После хирургической коррекции проводится иммобилизация. Наиболее типичным и частым повреждением считаются разрывы сухожилий ротаторной манжетки и ахиллова сухожилия.

Острый тендинит и теносиновит.

Сухожилия, имеющие синовиальную оболочку. Сухожилия, имеющие синовиальную оболочку, могут утолщаться, но экзогенность их не изменяется. Тендинит сопровождается, как правило, теносиновитом - увеличением количества синовиальной жидкости, окружающей сухожилие. Жидкость в сухожильном влагалище лучше выявляется на поперечных срезах, так как сдавление сухожилия при продольном сканировании может сместить синовиальную жидкость в боковые отделы ([Рис.34](#)). В режиме энергетического картирования по ходу волокон воспаленного сухожилия отмечается увеличение количества сосудов. Ультразвуковое исследование помогает визуализации сухожилия при инъекции кортикостероидов в синовиальное влагалище.

Сухожилия без синовиальной оболочки. Сухожилия без синовиальной оболочки при остром тендините выглядят утолщенными, экзогенность их снижается фокально или диффузно. Контуры могут быть нечеткими. Эхоструктура неоднородная, с наличием мелких гипоэхогенных участков, симулирующих микроразрывы. Кровоток по ходу волокон сухожилия в острой фазе резко усиливается ([Рис.35](#)). Тендиниты в месте прикрепления сухожилий к кости - одна из самых частых патологий. К наиболее типичным относят: "теннисный локоть" ([Рис.36](#)), "колено прыгуна", "локоть гольфиста". Соответственно поражаются: сухожилие лучевого разгибателя запястья, сухожилие надколенника, сухожилия сгибателей запястья.

Хронический тендинит.

Сухожилия, имеющие синовиальную оболочку. При хроническом тендините, как правило, отмечается утолщение синовиальной оболочки, которая может быть как гипо-, так и гиперэхогенной. В сухожильном влагалище может быть небольшое количество жидкости ([Рис.37](#)).

Сухожилия без синовиальной оболочки. Сухожилия без синовиальной оболочки представляются утолщенными, как правило неоднородной эхоструктуры. В месте прикрепления сухожилия могут появляться кальцинаты, которые также встречаются и по ходу волокон сухожилия. Кальцификаты чаще возникают в сухожилиях ротаторной манжетки, сухожилии надколенника, ахилловом сухожилии ([Рис.38](#)).

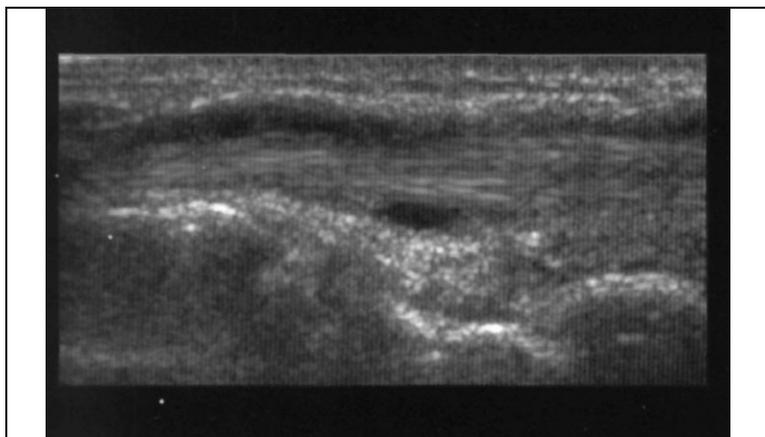


Рис.34 Теносиновит сухожилия разгибателя второго пальца кисти:
жидкость в синовиальном влагалище (продольное сканирование).

Кальцифицирующий тендинит.

Метаболические и системные заболевания могут индуцировать развитие кальцифицирующего тендинита. Чаще он возникает в сухожилиях верхней конечности. Эхографически отмечается появление мелких гиперэхогенных точечных включений по ходу волокон сухожилия, которое также может выглядеть утолщенным ([Рис.39](#), [Рис.40](#)).

Сублюксация сухожилия.

Сублюксация сухожилия длинной головки бицепса - редкая находка, несложна для диагностики при УЗ-исследовании.

Отсутствие сухожилия в межбугорковой борозде легко выявляется при поперечном

сканировании в нейтральном положении плеча. Сухожилие смещается под сухожилие подлопаточной мышцы ([Рис.41](#)). Сублюксация сопровождается чаще всего разрывы ротаторной манжетки. Наилучшим образом данная патология проявляется при исследовании из положения для оценки сухожилия подлопаточной мышцы (см. [Главу 2](#)). Сублюксация малоберцовых сухожилий чаще всего связана с хронической травмой лодыжки у атлетов, футболистов, гимнастов, танцоров. Пассивное сгибание стопы и поворот ее кнутри провоцируют сублюксацию сухожилий. Как правило, это связано с надрывом или разрывов удерживателя латеральной группы малоберцовых сухожилий.



Рис.35 Тендинит ахиллова сухожилия
(сканирование в режиме направленного динамического потока): гиперваскуляризация волокон сухожилия.

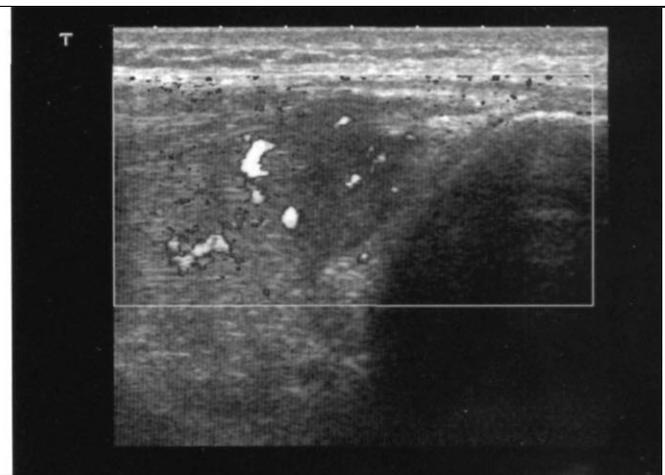


Рис.36 Тендинит сухожилий разгибателей предплечья в области латерального надмыщелка
(сканирование в режиме ЭК): гиперваскуляризация в зоне воспалительных изменений.



Рис.37 Хронический тендинит сухожилия двуглавой мышцы плеча
(поперечное сканирование в режиме ЭК): помимо утолщенной синовиальной оболочки и неоднородной структуры сухожилия определяется усиленная васкуляризация.

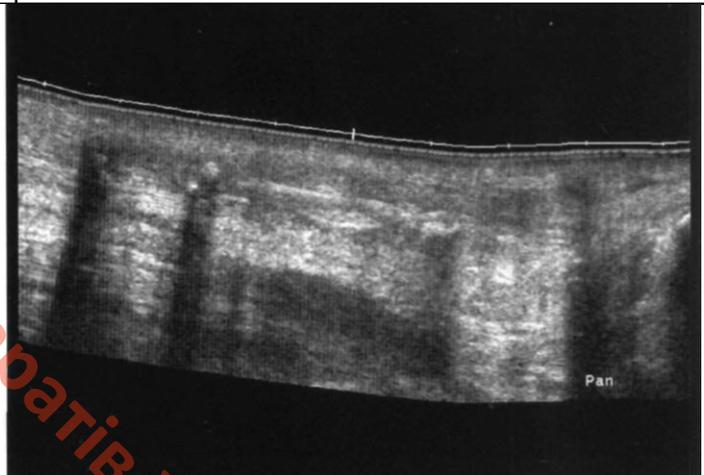


Рис.38 Хронический тендинит ахиллова сухожилия
(режим панорамного сканирования): ахиллово сухожилие резко утолщено, неоднородной структуры, сниженной эхогенности.

Кисты ганглиев.

Одна из частых патологий синовиальной оболочки сухожилий - грыжеподобное выпухание за счет дефекта в фиброзной оболочке сухожилия. В большинстве случаев встречаются ганглии на кистях. Образовавшийся ганглий на сухожилии заполняется жидкостью, продуцирующейся синовиальной оболочкой. За счет этого ганглии могут увеличиваться в объеме. Характерным ультразвуковым признаком ганглия является непосредственная связь с сухожилием. Ганглии имеют овальную или округлую форму, заключены в капсулу. Содержимое может иметь различную консистенцию в зависимости от давности заболевания ([Рис.42](#)). Лечение заключается в иссечении ганглиев.



Рис.39 Кальцифицирующий тендинит ахиллова сухожилия:
гиперэхогенные включения в области прикрепления сухожилия к пяточному бугру.

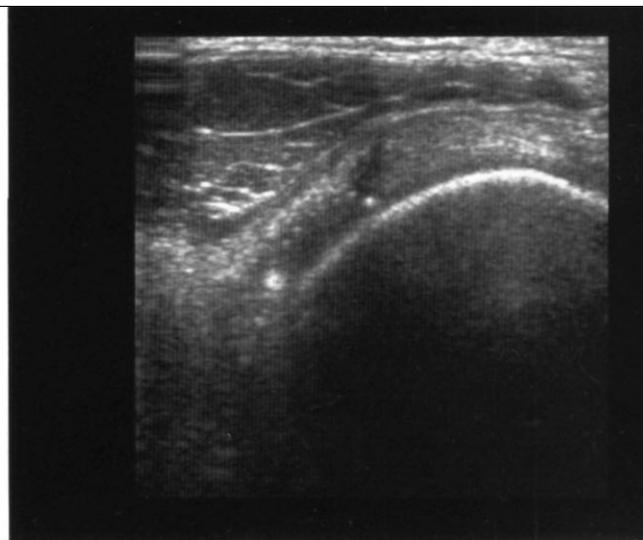


Рис.40 Кальцифицирующий тендинит сухожилия надостной мышцы ротаторной манжеты плеча.

2.4 СВЯЗКИ

Связки — это фибриллярные структуры, соединяющие две костные структуры между собой. Существуют два типа связок: внутрисуставные и внесуставные. Это различие определяет дифференцированный подход к их исследованию. Так как ультразвуковое исследование внутрисуставных связок затруднено из-за костных структур, для их оценки используют метод МРТ. Ультразвуковое же исследование более информативно для оценки состояния внесуставных связок.



Рис.41 Сублюксация сухожилия двуглавой мышцы плеча в результате разрыва ротатора:
смещение сухожилия под сухожилие подлопаточной мышцы.

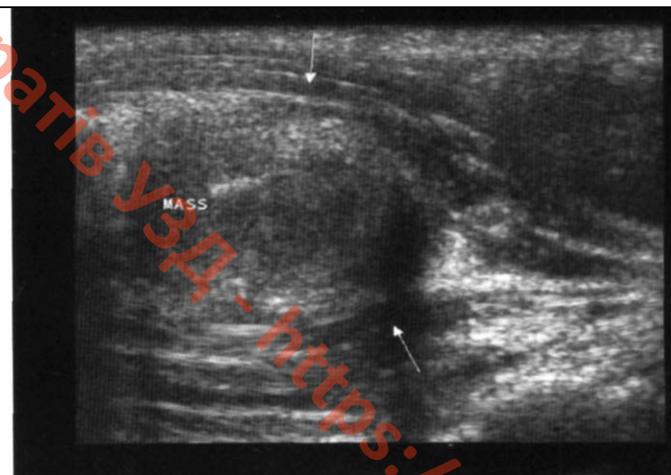


Рис.42 Киста ганглия сухожилия кисти (режим тканевой гармоники).

Методика исследования.

Ультразвуковое исследование связок следует начинать с идентификации двух костных структур, к которым прикрепляется связка. Соединив их воображаемой линией, датчик устанавливается на продольной оси связки. Чтобы избежать эффекта анизотропии, исследуемая связка должна быть перпендикулярна УЗ-лучу. Здесь, так же как и для сухожилий, используются линейные датчики с частотой 7,5-15 МГц.

Эхокартина в норме.

По эхоструктуре связки схожи с сухожилиями. Внесуставные связки выглядят как гиперэхогенные фибриллярные структуры. Они состоят из коллагеновой ткани и соединяют одну кость с другой, например внутренняя боковая связка коленного сустава или собственная связка надколенника (Рис.43, Рис.44). Однако, некоторые из них, например наружная боковая связка коленного сустава,

гипоэхогенны за счет дополнительных волокон, идущих в другом направлении (Рис.45). Внутрисуставные связки, например, крестообразные связки коленного сустава, визуализируются как гипоэхогенные структуры, так как их ход не перпендикулярен ультразвуковому лучу (Рис.46).

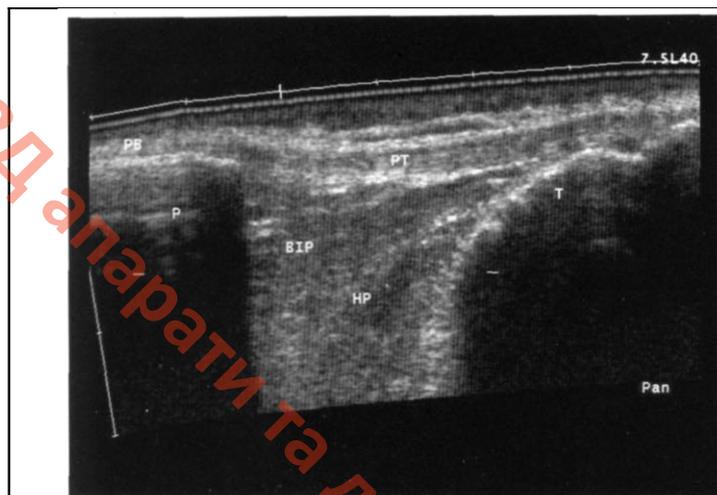


Рис.43 Собственная связка надколенника (режим панорамного сканирования):
Т- большеберцовая кость, РТ- собственная связка надколенника, ВПР -поднадколенниковая сумка, НР - жировая подушка Хоффа, Р - надколенник, РВ - препателлярная сумка.

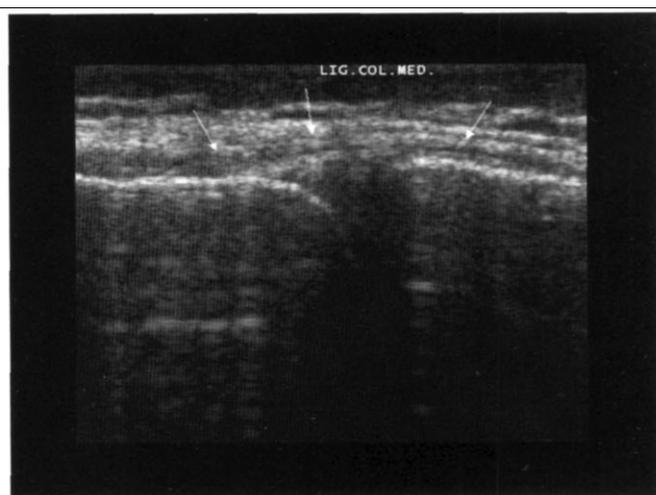


Рис.44 Внутренняя боковая связка коленного сустава (стрелки).



Рис.45 Наружная боковая связка (стрелки):
FLC -латеральный мыщелок бедра, Т - большеберцовая кость, F - малоберцовая кость, РТ - подколенное сухожилие.

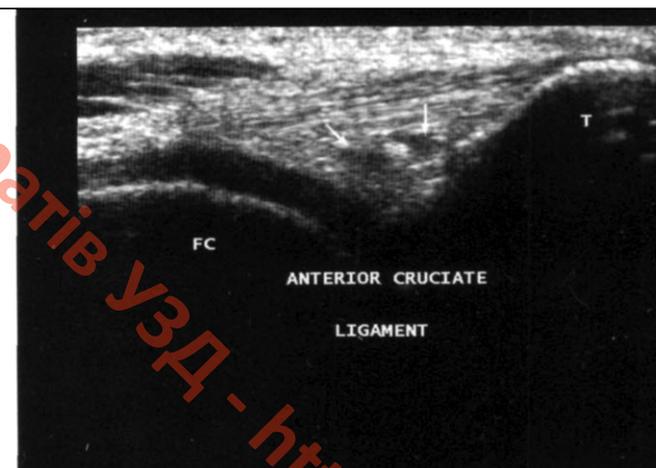


Рис.46 Передняя (задняя) крестообразная связка (стрелки):
виден эффект анизотропии, FC - мыщелок бедренной кости, Т - большеберцовая кость.

При поперечном сканировании связки часто бывают трудно различимы от окружающих тканей, поэтому их сканируют параллельно их длинной оси. На МР-томограммах связки в T1- и T2-взвешенных изображениях имеют низкую интенсивность.

Патология связок.

Растяжения и разрывы. Растяжения и разрывы связок возникают при форсированном превышении объема движения в суставе. Наиболее часто повреждаются связки коленного сустава. Степень повреждения связок может быть различной: от растяжения, неполного разрыва до полного разрыва с отрывом костного фрагмента. При растяжениях целостность связки может быть сохранена, однако в месте растяжения может наблюдаться утолщение за счет отека (Рис.47). Могут быть внутрисуставные и частичные краевые разрывы волокон связки как в месте ее прикрепления к кости, так и в ее центральной части (Рис.48, Рис.49). При этом функция связки может быть частично сохранена.

Лечение при внутрисуставных разрывах симптоматическое с ограничением активных движений в суставе. При неполных краевых разрывах необходима иммобилизация на период 2-3 недели и ограничение нагрузок на сустав на протяжении 4 месяцев. При значительных повреждениях возникают

полные разрывы связок с полной утратой функции связки. В месте разрыва появляется гематома и отек окружающих тканей ([Рис.50](#)). При отсутствии восстановительного лечения зона разрыва волокон замещается рубцом, что ведет к нестабильности в суставе, развитию дегенеративных изменений и повторным травмам. Лечение заключается в репозиции волокон разорванной связки. Таким образом, важно не только поставить диагноз разрыва связки, но и определить ее степень, так как это влияет на выбор тактики лечения.



Рис.47 Растяжение внутренней боковой связки коленного сустава
(режим панорамного сканирования).

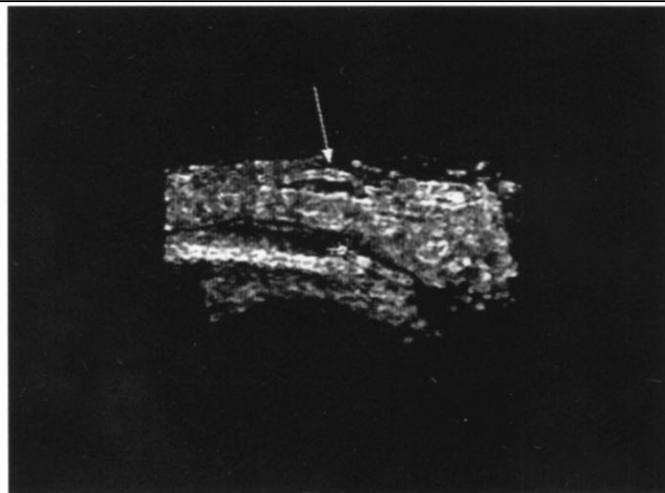


Рис.48 Внутрисвязочный разрыв наружной боковой связки коленного сустава (стрелка):
эхотомограмма получена в режиме трехмерной волюметрической реконструкции.

"Колено прыгуна". Локальный тендинит часто встречается при постоянной нагрузке у прыгунов, бегунов на длинные дистанции, волейболистов и баскетболистов. Он получил название "колено прыгуна" и "перевернутое колено прыгуна". При этом связка утолщается либо в области ее прикрепления к надколеннику, либо в области прикрепления к большеберцовой кости соответственно ([Рис.51](#)). Повреждение связки сочетается с выпотом в области поднадколенной сумки.

На фоне хронического тендинита легко возникают разрывы связки. При полном разрыве исчезает фибриллярная структура связки, на ее месте возникает гематома, а также выпот в поднадколенную сумку. При частичном разрыве фибриллярная структура связки частично сохранена. При хроническом тендините в месте прикрепления связки к кости появляются кальцификаты, участки фиброза ([Рис.52](#)).

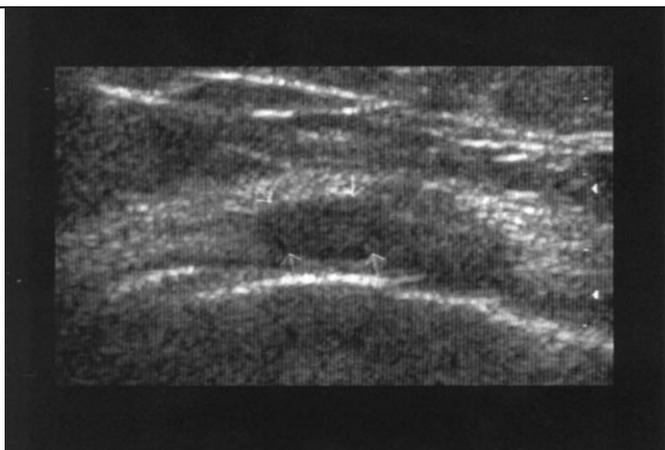


Рис.49 Краевой частичный разрыв внутренней боковой связки коленного сустава (стрелки).



Рис.50 Полный разрыв внутренней боковой связки коленного сустава (стрелки).

Болезнь Осгуд-Шляттера. Это разновидность хондропатий, поражающих собственную связку надколенника и бугристость большеберцовой кости. Она возникает в результате повторных микротравм. При этом заболевании у пациента возникают спонтанные боли, усиливающиеся при сгибании коленного сустава. Дистальная часть собственной связки надколенника утолщается и в ней определяются гипэхогенные участки с фрагментами передней бугристости большеберцовой кости. УЗ-

признаки те же, что и при воспалении связки, но при данной патологии имеются костные включения в связке (Рис.53).



Рис.51 Тендинит собственной связки надколенника ("Колено прыгуна"): связка резко утолщена, эхогенность ее снижена.

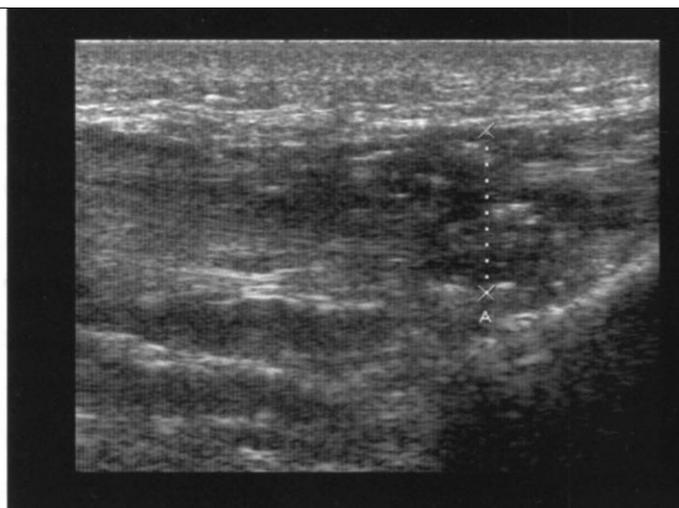


Рис.52 Хронический тендинит собственной связки надколенника: связка утолщена, структура неоднородная с наличием гиперэхогенных включений.

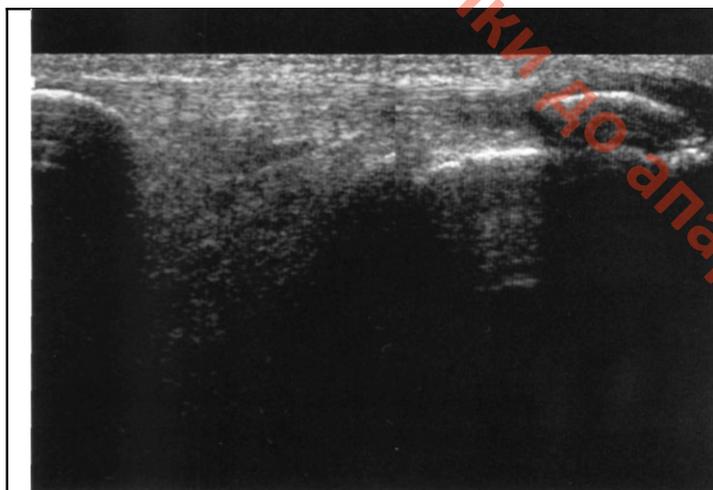


Рис.53 Болезнь Осгуд-Шляттера: кальцинация собственной связки надколенника в области прикрепления к бугристости большеберцовой кости.

2.5 НЕРВЫ

Появление новых высокочастотных матричных и широкополостных датчиков, новых технологий обработки УЗ-сигнала (тканевая гармоника, компаунд сканирование) обеспечило УЗИ приоритет при исследовании периферических нервов. Принято соотносить ход нерва с его проекцией на кожу.

Методика исследования.

Для более точной диагностики патологии нервов необходимо изучить неврологическую симптоматику, провести соответствующие пробы и тесты. Важно осведомиться о наличии боли, гиперестезии, слабости в определенных группах мышц или их усталости, нарушении функции, атрофии мышц, нарушении кожной чувствительности.

Для исследования, как правило, используются датчики с частотой 3-5 (седалищный нерв) и 7-15 Мгц. При исследовании лучше наносить на поверхность датчика большое количество геля, при этом можно фиксировать мизинцем край датчика, тем самым сохраняя прослойку геля и обеспечивая минимальное давление на исследуемую область (Рис.54а).

Знание точного хода нервов значительно помогает их поиску. Начинать сканирование нерва необходимо с его топографического поиска. Тогда для нахождения соответствующего отдела повреждения будет затрачено минимальное количество времени.

Медиальный нерв в области запястья располагается позади длинного ладонного сухожилия, сразу за удерживателем сухожилий сгибателей пальцев. Таким образом, в процессе сканирования, даже при потере визуализации нерва, можно всегда вернуться к его топографической исходной поисковой точке.

Вначале получают поперечный срез нерва при его небольшом увеличении, а затем, анализируя структуру нерва при продольном срезе, изображение увеличивают.

Энергетическое доплеровское картирование используют не только для оценки васкуляризации опухолей периферических нервов, но также и при поиске мелких ветвей нервов, которые всегда сопровождаются артерией. Некоторые патологические процессы выявляются только при проведении динамических функциональных проб. Например, локтевой нерв может смещаться из локтевой ямки медиально к надмышелку только при сгибании в локтевом суставе.

Или медиальный нерв, который может уменьшать свое смещение во фронтальной плоскости внутри карпального туннеля при сгибании и разгибании пальцев. Это, кстати, служит первым симптомом карпального туннельного синдрома. Можно также обнаружить остеофит, повреждающий нерв, при движениях в суставе.



Эхокартина в норме.

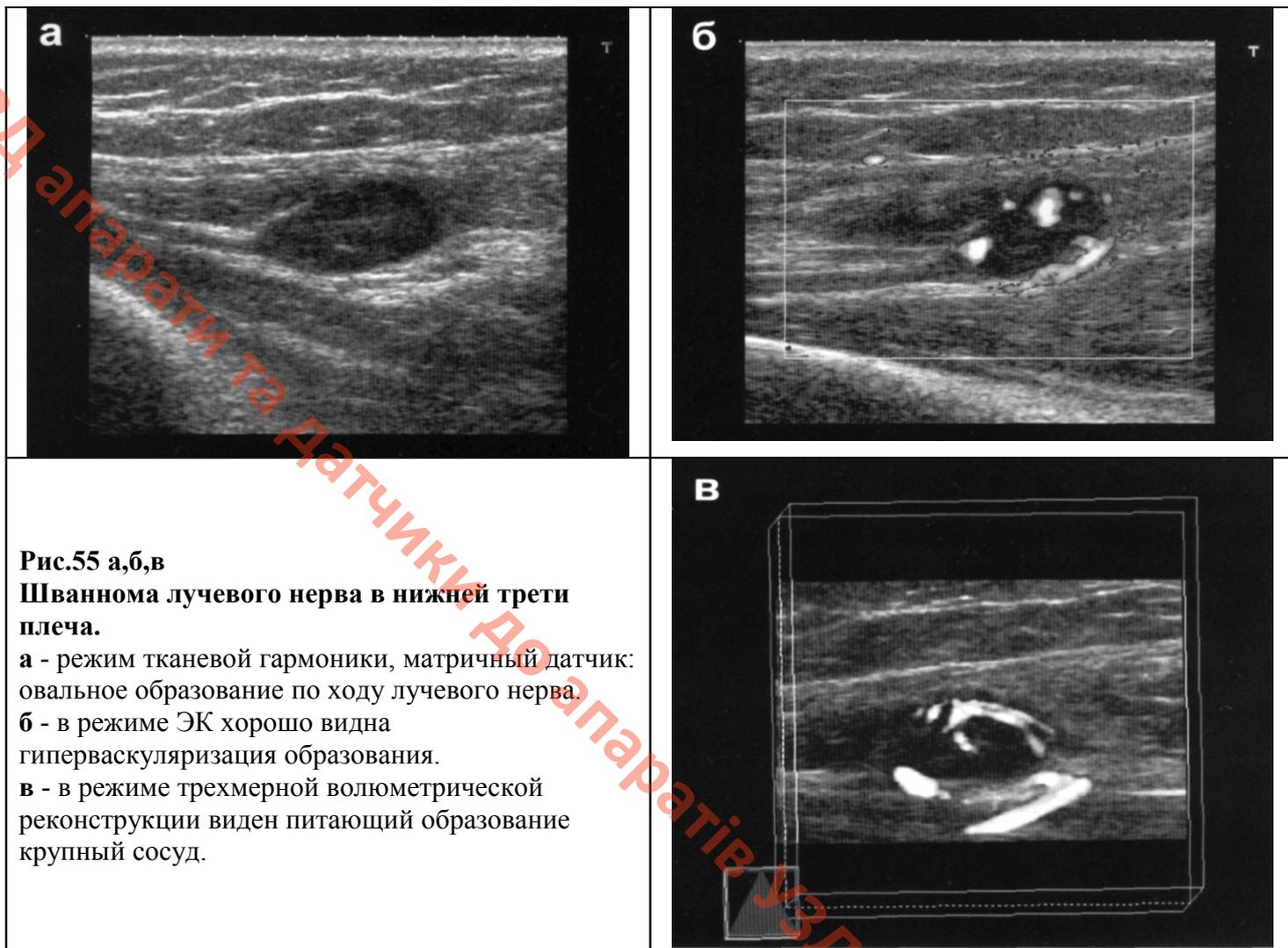
Необходимо измерить поперечный и передне-задний размеры нерва, оценить форму его поперечного среза, контуры, эхоструктуру. Сравнивают с дистальным или проксимальным отделом или контрлатеральной стороной. При поперечном срезе они приобретают зернистую структуру по типу "соли и перца", заключенных в гиперэхогенную оболочку (Рис.54б). При продольном сканировании по длинной оси нервы имеют вид тонких гиперэхогенных фибриллярных структур, ограниченных сверху и снизу гиперэхогенной линией. Нерв состоит из множества нервных волокон, заключенных в оболочку. В отличие от сухожилий и связок нервы имеют более редкие и толстые волокна. Они в меньшей степени подвержены анизотропии, меньше смещаются при движении конечности (Рис.54в).

Патология нервов.

Опухоли. Существуют две наиболее часто встречающиеся опухоли периферических нервов: шваннома и нейрофиброма. Они развиваются из оболочек нервов.

Нейрофиброма - это пролиферация клеток, похожих на клетки Шванна. Растет изнутри нерва, среди нервных волокон, делая резекцию опухоли без пересечения нерва невозможной. Шваннома также растет из клеток Шванна, но в отличие от нейрофибромы смещает нерв к периферии в процессе роста,

что обеспечивает возможность резекции опухоли без пересечения нерва. Эти опухоли, как правило, имеют вид гипоэхогенного с четкими контурами веретенообразного утолщения по ходу нервного ствола с усилением УЗ-сигнала позади опухоли. При УЗ-ангиографии Шванномы довольно васкулярны (Рис.55 а,б,в).



Травма. Существуют острые и хронические травмы нервов. Острая возникает в результате растяжения или разрыва нервных волокон при травмах мышц или переломах костей. Разрыв нерва проявляется в нарушении целостности его волокон, утолщении его концов. В результате травмы на дистальных концах образуются невромы, которые являются не истинными опухолями, а утолщением вследствие регенерации нервных волокон.

Сдавление (туннельный синдром). Типичными проявлениями сдавления нерва являются его деформация в месте компрессии, утолщение проксимальнее сдавления и, иногда, формирование невромы. В дистальном отделе наблюдается атрофия нерва.

При сдавлении ширина нерва увеличивается. Компрессия нерва в костном или фиброзном туннеле называется туннельным синдромом (Рис.56). Остеофиты, бурситы, синовиальные кисты, ганглии могут приводить к ущемлению нервов. Ишемия может приводить к утолщению нерва, как, например, в случае мортоновской невромы.

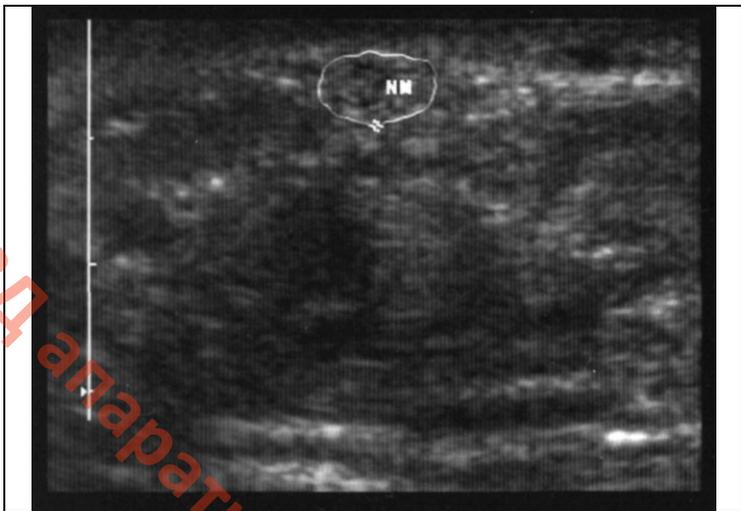


Рис.56 Карпальный туннельный синдром:
увеличение площади медиального нерва.

Мортоновская неврома. Это псевдоопухоль - опухолевидное утолщение межпальцевых нервов на стопе типично между 3 и 4 пальцами, где межпальцевой нерв включает в свой состав волокна медиальных и латеральных подошвенных нервов.

Часто диагноз устанавливается клинически, при возникновении локальной подошвенной боли. Отсутствие утолщения по ходу межпальцевого нерва не исключает диагноз.

2.6 СУСТАВНЫЕ СУМКИ

Суставная сумка — это мешок, содержащий синовиальную жидкость. Чаще они располагаются в месте прикрепления сухожилий, под сухожилием над костью. Суставные сумки подразделяются на коммуницирующие с полостью сустава и некоммуницирующие. Чаще всего встречаются некоммуницирующие. Также суставные сумки можно подразделить на поверхностные (подкожные) и глубокие.

Методика исследования.

Выбор датчика зависит от типа исследуемой суставной сумки. Для поверхностных лучше использовать датчик с частотой 10-15 МГц и большое количество геля. Для глубоких - от 3 до 7,5 МГц, в зависимости от конституции пациента. Сравнение с контрлатеральной стороной помогает в оценке количества синовиальной жидкости внутри сумки. Самая большая сумка - субакромиально-субдельтовидная, располагающаяся глубоко под дельтовидной мышцей. Некоторые из суставных сумок непосредственно связаны с полостью сустава, такие как супрапателлярная сумка или поверхностно залегающая надколенниковая сумка или сумка локтевого отростка. Типы сумок и их локализации приведены в [таблице 1](#).

Таблица 1 Локализация и типы суставных сумок

№	Тип сумки	Локализация	Название сумки
1	Подкожные	Локоть	Сумка локтевого отростка
		Тазобедренная	Подкожная сумка большого вертела
		Колено	Препателлярная, подкожная поднадколенниковая, подкожная сумка бугристости большеберцовой кости
		Лодыжка	Подкожная сумка ахиллова сухожилия
		Стопа	Плюсневая сумка первого пальца
2	Глубокие	Плечо	Субакромиальная, субдельтовидная, подлопаточная (в 50% случаев могут иметь связь с суставом)
		Тазобедренная	Внутренняя запирательная, подвздошно-поясничная (может иметь связь с суставом), глубокая вертельная
		Колено	Сумка подвздошно-большеберцового тракта, малоберцовая сумка боковой связки, большеберцовая сумка боковой связки, субфасциальная препателлярная, глубокая поднадколенниковая, подколенная сумка (может иметь связь с суставом), икроножно-полуперепончатая (может иметь связь с суставом), супрапателлярная (может иметь связь с суставом)
		Лодыжка	Позадияточная сумка

Эхокартина в норме.

В норме полость суставной сумки выглядит как тонкая гипоэхогенная полоса около 1-2 мм толщиной, окруженная гиперэхогенными линиями - стенками сумки. В норме в супрапателлярной бурсе содержится около 3-5мл жидкости. Сдавливая латеральные отделы сумки к центру можно улучшить визуализацию сумки ([Рис.57 а,б](#)).

Патология суставных сумок.

Бурсит - это воспалительная реакция в суставной сумке. Степень воспалительной реакции может быть от минимальной, в виде синовита, до абсцедирования. Эхокартина зависит от наличия или отсутствия связи суставной сумки с полостью сустава. Лечение заключается в ограничении движений в суставе. Иногда в суставную сумку вводят анестетики и кортикостероиды для снижения воспалительной реакции синовиальной оболочки.

Патология суставных сумок, некоммуницирующих с полостью сустава.

Острый посттравматический бурсит. Механизм развития бурсита - повторяющаяся травма. Возникает как защитная реакция при частой травматизации сустава. При остром бурсите объем суставной сумки увеличивается, появляется анэхогенное содержимое. Стенки сумки тонкие, что является определяющим признаком при дифференцировании с хроническим бурситом. Наиболее типичными локализациями острого бурсита являются: препателлярная сумка, глубокая поднадколенниковая сумка, позадипяточная сумка ахиллова сухожилия, сумка локтевого отростка, подкожная сумка большого вертела бедренной кости ([Рис.58](#) - [Рис.61](#)).

Хронический посттравматический бурсит. Развивается при постоянных повышенных нагрузках на определенную анатомическую область. При хроническом бурсите, в отличие от острого, стенки сумки толстые. Содержимое может быть анэхогенным, гипо- или гиперэхогенным с наличием фиброзных перегородок ([Рис.62](#), [Рис.63](#)). Гиперэхогенные кальцификаты могут выявляться на фоне содержимого сумки ([Рис.64](#)). У женщин очень часто развивается хронический бурсит плюсневой сумки 1 пальца, который обусловлен ношением слишком тесной обуви.

Геморрагический бурсит. Причины возникновения различны: от простой травмы, разрыва прилежащего сухожилия, перелома костей до повышенной кровоточивости и нарушения системы гемостаза. При этом суставная сумка увеличена в размерах больше, чем при простом остром бурсите, возникшем в результате избыточной нагрузки. В остром периоде эхоструктура содержимого сумки однородная за счет мелкодисперстной взвеси, в дальнейшем - становится неоднородной, из-за наличия эхогенных сгустков, нитей фибрина и анэхогенной жидкости ([Рис.65](#)).

Патология суставных сумок, коммуницирующих с полостью сустава.

Выпот в суставной сумке и внутрисуставная патология. Связь суставной сумки с полостью сустава развивается постепенно и часто отмечается после 50 лет. Например, бурсит подвздошно-поясничной сумки при асептическом некрозе головки бедра или появление кист Бейкера (икроножно-полуперепончатого бурсита) у легкоатлетов. Связь субакромиальной бursы с плечевым суставом появляется только при разрывах ротаторной манжеты.

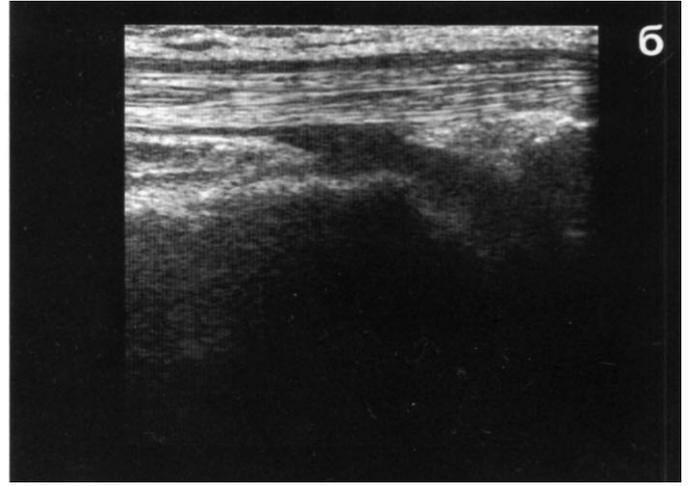


Рис.57 а,б Супрапателлярная сумка.

а - без латерального сдавления сумка слабо заметна (обозначена стрелкой, Р - надколенник).

б - после латерального сдавления: улучшение визуализации сумки за счет жидкостного содержимого в норме.

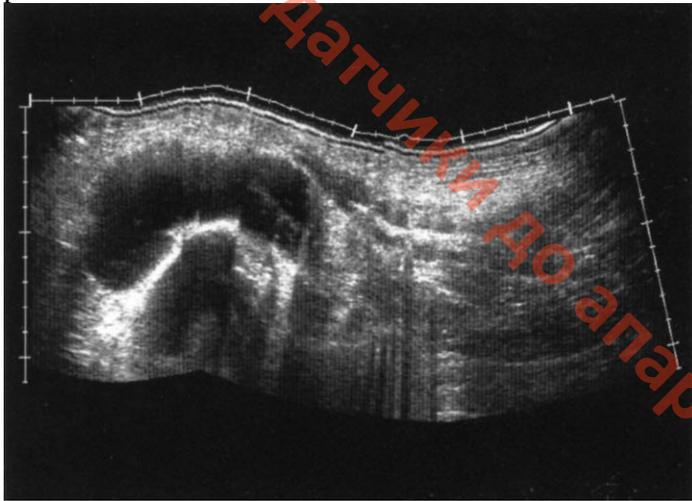


Рис.58 Подвздошно-поясничный бурсит
(режим панорамного сканирования).

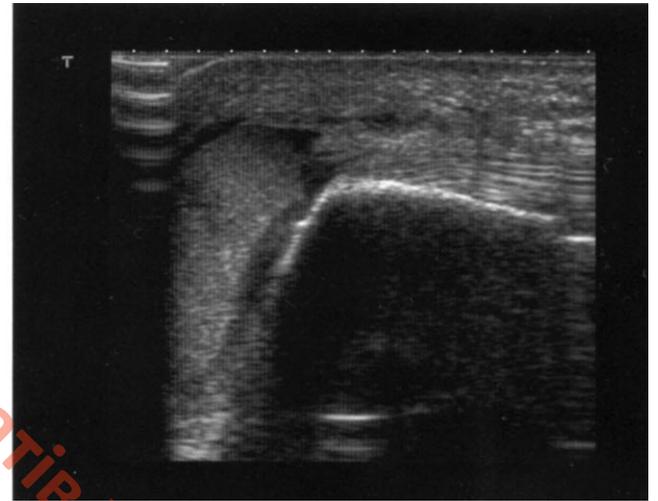


Рис.59 Бурсит локтевого отростка.

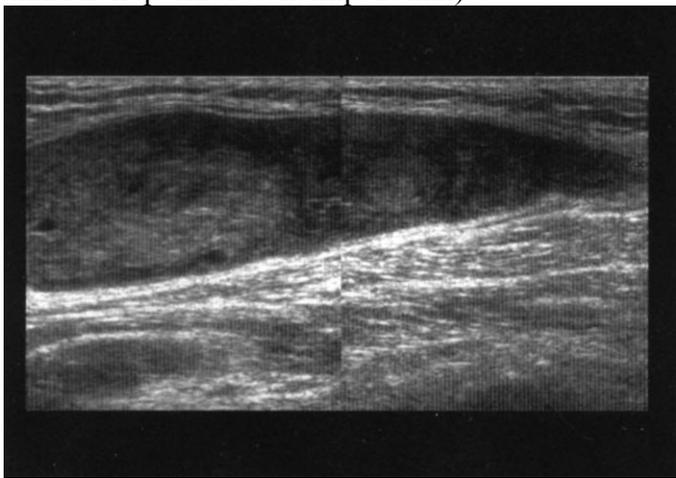


Рис.60 Препателлярный бурсит.



Рис.61 Позадипяточный бурсит.

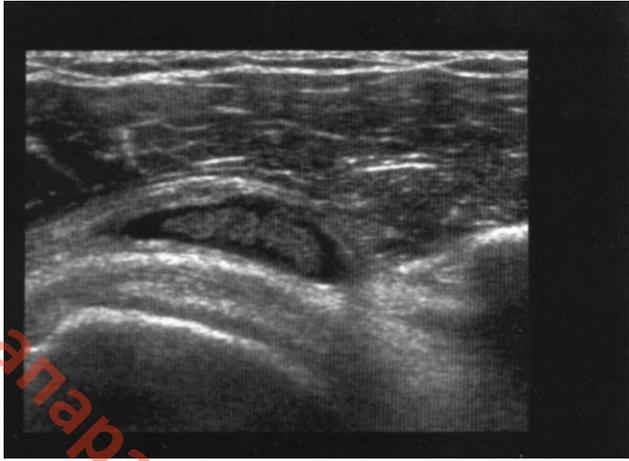


Рис.62 Субдельтовидный бурсит.



Рис.63 Киста Бейкера:

в режиме панорамного сканирования стенки кисты толстые, содержимое сумки неоднородное.

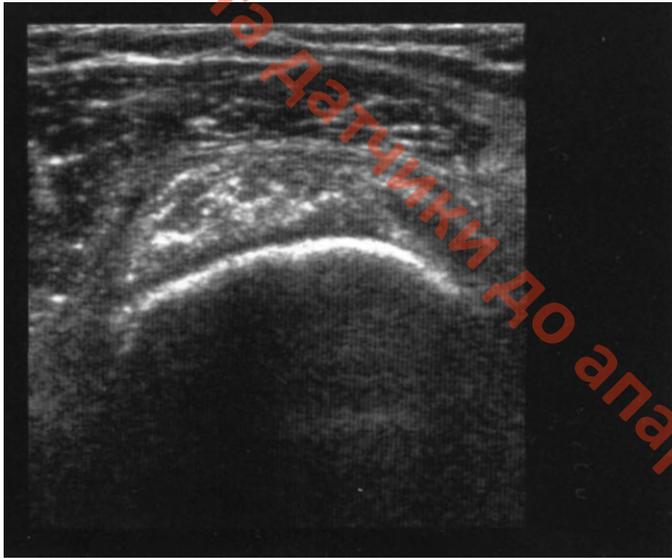


Рис.64 Известковый бурсит субдельтовидной сумки.



Рис.65 Геморрагический бурсит при разрыве ротатора.

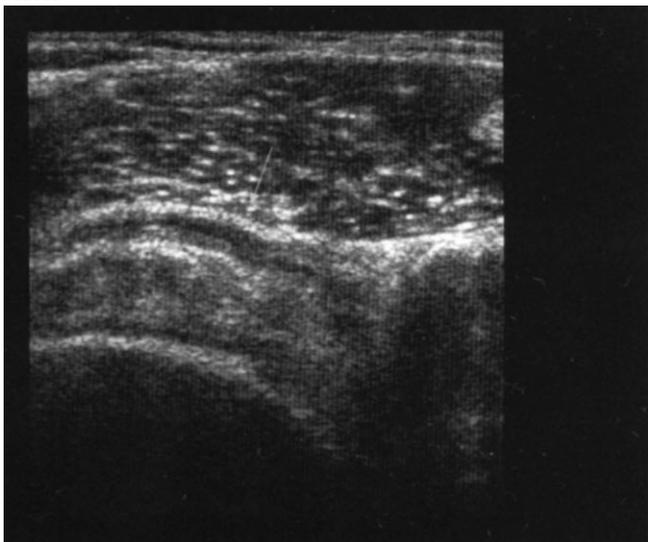


Рис.66 Импинджмент синдром:
жидкость в субдельтовидной бурсе.



Рис.67 Киста Бейкера.

Определяется связь с полостью сустава посредством узкого канала.

Появление жидкости в субакромиальной сумке может служить ранним признаком импинджмент синдрома (Рис.66).

При ультразвуковом исследовании можно выявить связь сумки с суставом посредством узкого канала, например, при кистах Бейкера у медиального края подколенной ямки (Рис.67).

Увеличение суставных сумок в размерах может быть проявлением целого ряда патологических состояний и заболеваний суставов: рассекающего остеохондрита, остеонекроза, остеоартрита, дефектов хрящевой пластинки, повреждения менисков, внутрисуставного тела ("суставная мышшь"). При всех этих заболеваниях жидкость в сумке анэхогенная. Разрывы встречаются при ревматоидном бурсите.

2.7 СУСТАВЫ

Сустав — это сложный орган, состоящий из капсулы, синовиальной оболочки, хряща и кости. Кроме того, для стабилизации сустава имеются связки, сухожилия и мышцы. Не все суставы одинаковы по структуре.

Выделяют 3 основных типа суставов: хрящевые, волокнистые и волокнисто-хрящевые. Типичным примером хрящевых суставов, в которых капсула выстлана синовиальной оболочкой и движения происходят посредством скольжения гиалиновых хрящей, являются тазобедренный, коленный, плечевой, локтевой и другие. К волокнисто-хрящевым суставам относится лобковый симфиз. Патологические изменения чаще всего касаются хрящевых суставов.

Современное ультразвуковое исследование - эффективный метод выявления патологии суставов, применяющийся на первом этапе диагностики. УЗИ применяется для поиска как внутрисуставной, так и околосуставной патологии. Довольно часто изменения суставов, выявленные при УЗИ, нуждаются в подтверждении при МР-томографии, артроскопии или артрографии.

Методика исследования.

Выбор датчика зависит от исследуемого сустава. Для поверхностных лучше использовать датчик с частотой 7-12 МГц, для глубоких - от 3 до 7,5 МГц, в зависимости от конституции пациента.

Сравнение с контрлатеральной стороной помогает в оценке структурных изменений. Следует помнить, что движения в суставе, например, разгибание и ротация, увеличивают зону обзора.

Эхокартина в норме.

Контуры костных структур выглядят как гиперэхогенные линии с дистальной акустической тенью. Гиалиновый хрящ, располагающийся на артикулирующей поверхности суставов, состоит из коллагена, гликозаминогликанов, гликопротеинов и эластина.

При ультразвуковом исследовании у молодых людей всегда выглядит как гипо- или анэхогенная линейная полосовидная структура на поверхности сустава (Рис.68).

Толщину гиалинового хряща легко измерить при наличии небольшого количества синовиальной жидкости в полости сустава. Эхогенность хряща увеличивается с возрастом, а также при развитии хондрокальциноза. На рентгенограммах гиалиновый хрящ не виден, т.к. он прозрачен для рентгеновских лучей.

В настоящее время МР-томография - основной способ изучения гиалинового хряща. МР-томограммы, полученные с помощью градиентных последовательностей, обеспечивают практически анатомическую информацию о хряще.

При ультразвуковом исследовании суставной хрящ выглядит гиперэхогенным из-за большого количества различно ориентированных коллагеновых волокон. Типичным примером гиперэхогенного суставного хряща служат мениски (Рис.69).

Синовиальная оболочка выстилает суставы. Она участвует в продукции синовиальной жидкости, которая обеспечивает питание гиалиновому хрящу. Нормальная синовиальная оболочка трудно различима на обычных МР-томограммах, хотя ее можно увидеть на T2-взвешенных изображениях при использовании методики FLASH с контрастным усилением. Богатое содержание железа в синовиальной оболочке проявляется укорочением сигнала при всех последовательностях.

Патология суставов.

Выпот в полости сустава (синовит). Характеризуется утолщением и отеком синовиальной оболочки. Первым признаком воспаления синовиальной оболочки является увеличение продукции синовиальной жидкости - суставной выпот. Выпот в полости сустава может наблюдаться при различных заболеваниях костно-мышечной системы: дегенеративных, травматических, воспалительных, опухолевых. Характер содержимого может быть установлен только после аспирации

жидкости. При ультразвуковом исследовании жидкость в полости сустава различна по эхогенности. Так, при обычном синовите жидкость анэхогенная, при гемартрозе и липогемартрозе - неоднородная, гипоехогенная, с эхогенными включениями (сгустки крови, дольки жира) (Рис.70).

МРТ является методом для выявления синовита. Воспалительные изменения характеризуются утолщением оболочки и повышенным содержанием воды. Поэтому синовиальная оболочка выглядит как утолщенная гиперинтенсивная ткань на T2 взвешенных изображениях или на изображениях, полученных при последовательности STIR.



Рис.68 Коленный сустав:
гипоехогенный гиалиновый хрящ (Н) и суставной хрящ - гиперэхогенный треугольной формы мениск (М)



Рис.69 Задний рог внутреннего мениска
коленного сустава.

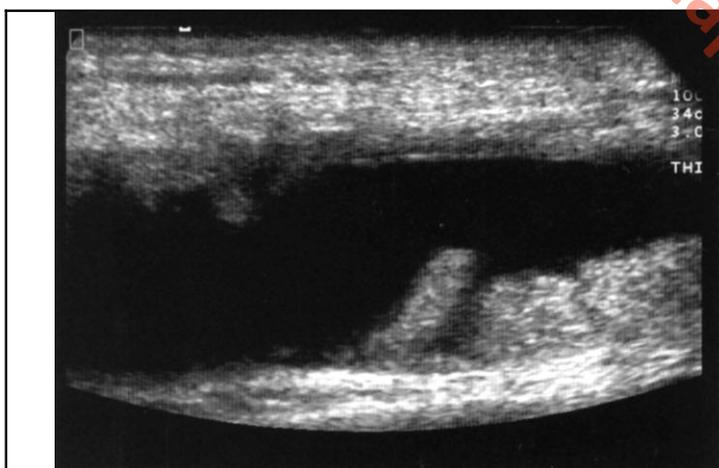


Рис.70 Хронический супрапателлярный синовит:
видны причудливые разрастания синовиальной оболочки, эхогенный выпот в сумке.

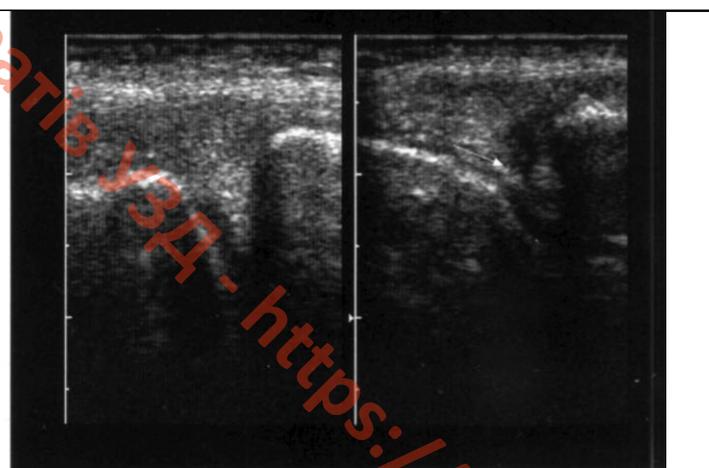


Рис.71 Трансхондральный разрыв переднего рога внутреннего мениска хорошо виден в режиме тканевой гармоники на эхотомограмме справа.
Передний рог внутреннего мениска на контрлатеральной стороне не изменен.

Септический артрит. Характеризуется присутствием в полости сустава неоднородной жидкости, которая иногда делится на отдельные уровни. Отмечается также гипертрофия синовиальной оболочки. Этот признак возникает при ревматоидном артрите, воспалительном артрите, синовиальном хондроматозе и других заболеваниях. Неоценимую помощь ультразвуковое исследование оказывает при мониторинге лечения септических артритов.

Травматические повреждения менисков. Наиболее часто приходится сталкиваться с повреждениями менисков коленного сустава. При ультразвуковом исследовании линия разрыва мениска выглядит как гипоэхогенная полоса на фоне гиперэхогенного мениска (Рис.71). Режим тканевой гармоники улучшает визуализацию разрывов менисков за счет лучшей проработки

эхоструктур. При трехмерной волнометрической реконструкции возможно получение сопоставимых с артроскопическими изображениями повреждений менисков ([Рис.72 а,б](#)).

Изменения гиалинового хряща могут проявляться в трех видах: истончение, утолщение и обызвествление.

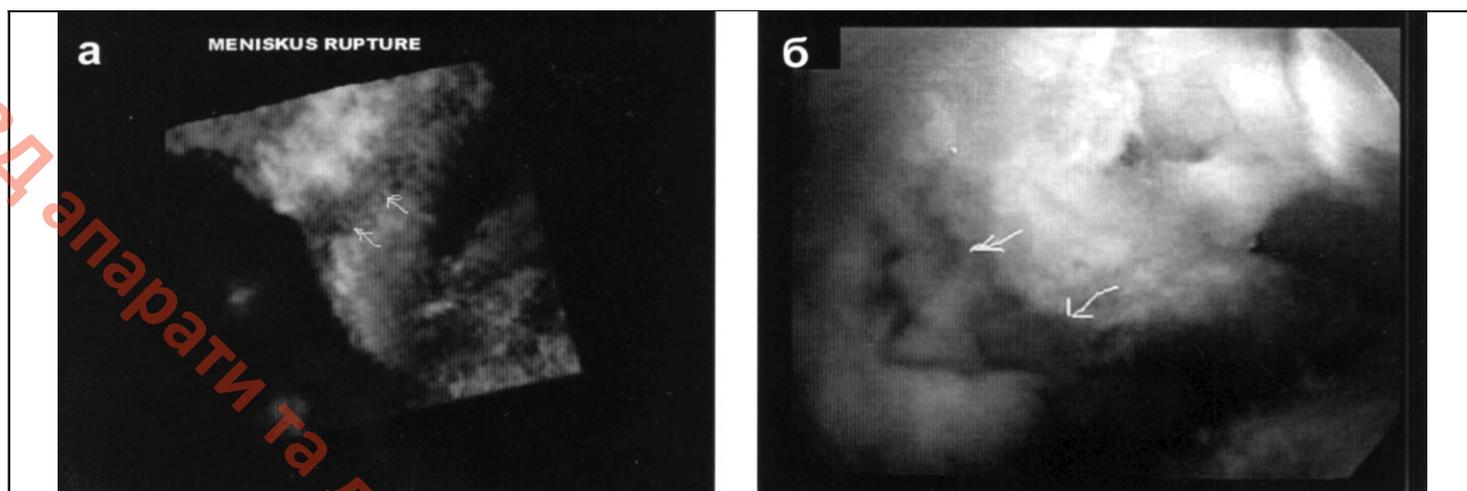


Рис.72 а,б Трансхондральный разрыв мениска коленного сустава.

а - режим поверхностной реконструкции при трехмерной эхографии (место разрыва обозначено стрелками).

б - диагностическая артроскопия, подтверждающая вид и место разрыва.

Дегенеративные изменения менисков. Часто наблюдается у пожилых пациентов. Мениск может иметь неоднородную структуру, пониженную эхогенность, выбухать над суставной поверхностью. На артроскопии данные изменения проявляются неоднородным выбуханием поверхности мениска с мукоидной дегенерацией ([Рис.73а,б](#)).

Утолщение гиалинового хряща вследствие отека, является наиболее ранним признаком патологических изменений в суставе. Позднее поверхность хряща становится неровной и появляется истончение хряща. Сравнение толщины хряща с контрлатеральной стороной помогает в выявлении этих ранних изменений.

Истончение гиалинового хряща. В норме у пожилых людей гиалиновый хрящ истончается. Аналогичный процесс происходит при воспалительном синовите, септическом артрите. Дегенеративные изменения гиалинового хряща могут быть выявлены при ультразвуковом исследовании в виде его локального истончения или изъязвления. Изменения гиалинового хряща сопровождаются также и изменениями костной ткани, суставная поверхность которой становится неровной ([Рис.74](#), [Рис.75](#)).

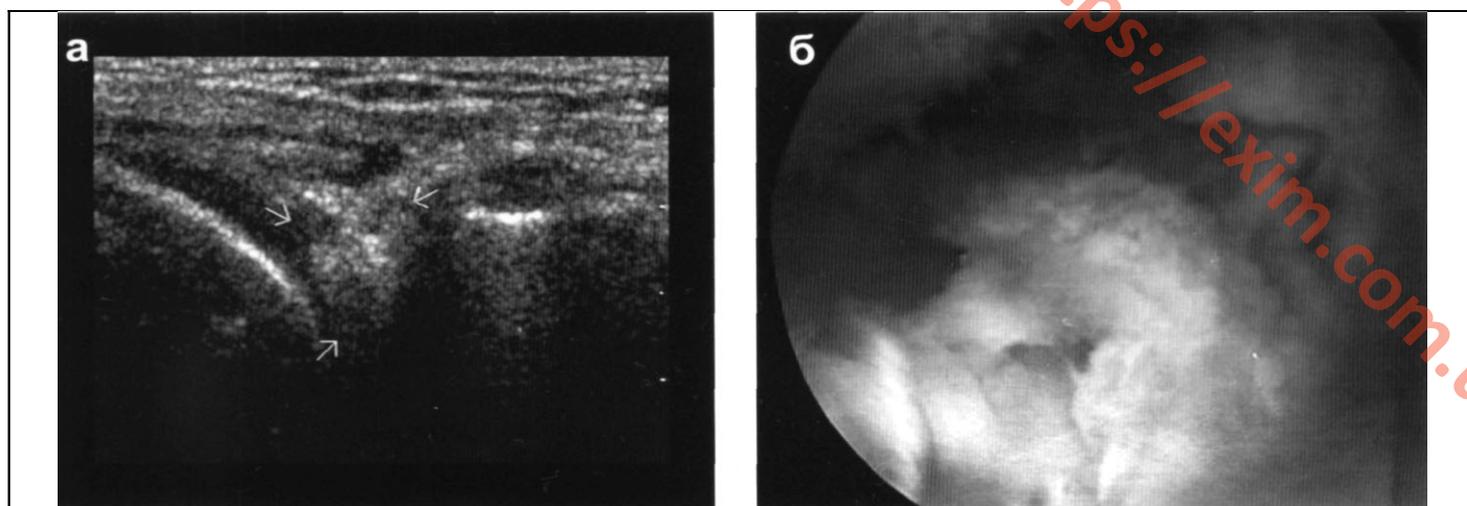


Рис.73 а,б Дегенеративные изменения внутреннего мениска.

а - В-режим (мениск обозначен стрелками).

б - диагностическая артроскопия, подтверждающая дегенеративные изменения мениска.

Суставная мышь. Довольно часто встречающиеся различные включения в полости сустава или в синовиальной оболочке. Размеры могут варьировать от небольших включений до крупных ([Рис.76](#), [Рис.77](#)).

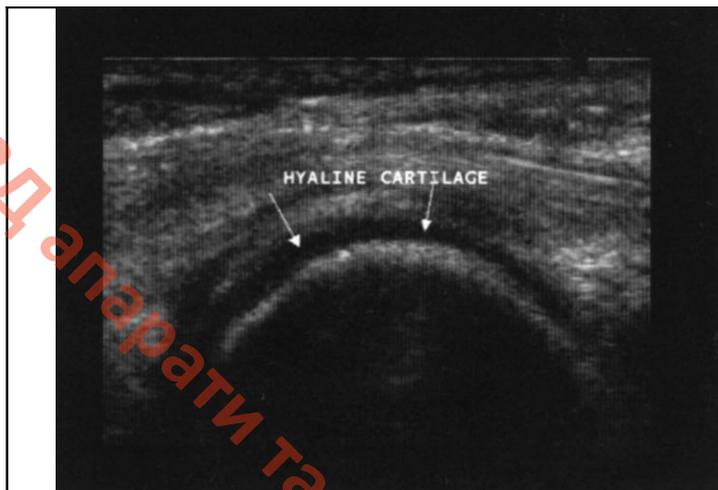


Рис.74 Гиалиновый хрящ и ровный контур кости коленного сустава в норме.

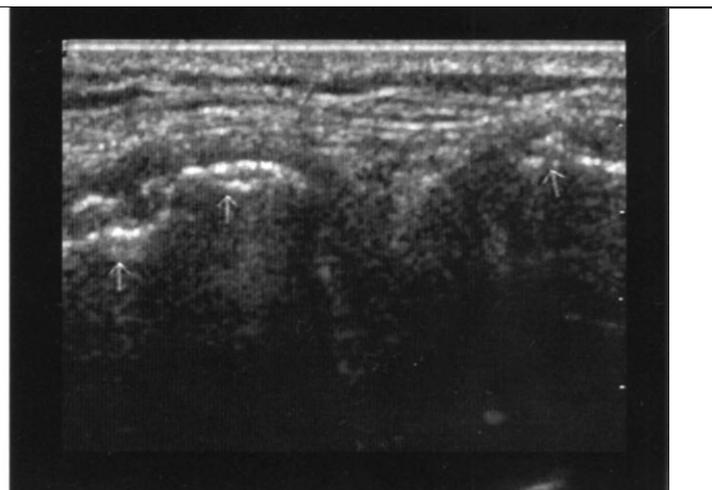


Рис.75 Деформирующий артроз коленного сустава: видны неровность контуров кости, краевые костные разрастания, истончение гиалинового хряща.



Рис.76 Суставная мышь в проекции внутреннего мениска коленного сустава (стрелка).

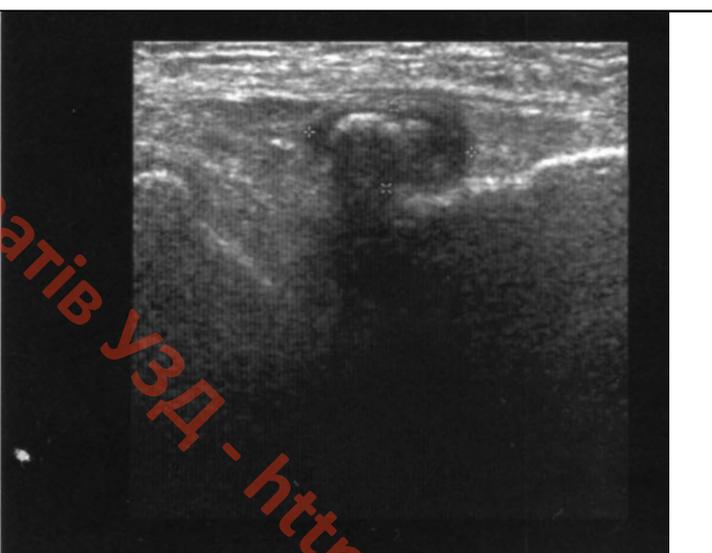


Рис.77 Суставная мышь крупных размеров в проекции наружного мениска коленного сустава (маркеры).

Кисты менисков. Возникают в результате постоянной травматизации менисков. Выглядят в виде анэхогенного округлого образования в толще мениска. Чаще наблюдаются кисты наружного мениска. Позади кисты возникает эффект дистального усиления эхосигнала, что способствует лучшей визуализации верхушки мениска ([Рис.78](#)).

Остеофиты. Остеофиты первоначально появляются по краям сустава на границе гиалинового хряща и кортикального слоя кости. Они представляют собой хрящевые разрастания (хондрофиты), которые со временем подвергаются энхондральной оссификации и обнаруживаются на рентгеновских снимках как остеофиты. Мелкие краевые остеофиты являются обычной находкой у пожилых людей, так как являются механизмом стабилизации сустава. Крупные остеофиты рассматриваются как часть процесса остеоартрита ([Рис.79](#)).

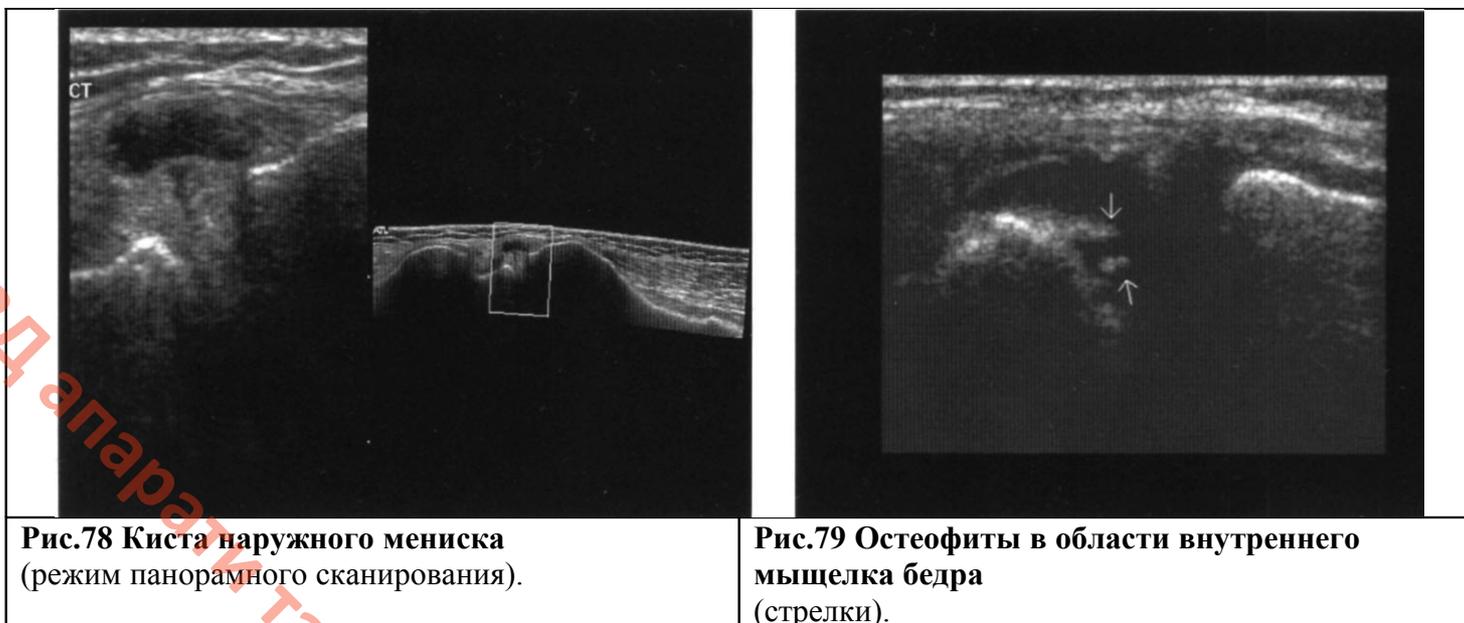


Рис.78 Киста наружного мениска
(режим панорамного сканирования).

Рис.79 Остеофиты в области внутреннего мыщелка бедра
(стрелки).

Деформирующий артроз. Это дегенеративно-дистрофическое поражение сустава с нарушением формы сочленяющихся концов костей, сочленяющихся поверхностей, нарушением высоты и формы рентгенологической суставной щели. Гиподинамия, ожирение, гипоксия приводят к возникновению повышенной нагрузки на сустав и, как следствие, способствуют развитию деформирующего артроза. Первоначально, вследствие динамической нагрузки и раздражения, поражается суставной хрящ: он утолщается. Далее наступает дезорганизация и истончение гиалинового хряща, компенсаторно по краям появляются костно-хрящевые разрастания. Параллельно происходят изменения в костной ткани эпифиза, изменяется форма суставных концов сочленяющихся костей. Значительные изменения претерпевают суставная капсула, связки, синовиальная мембрана. Суставная капсула утолщается для стабилизации сустава. В синовиальной мембране образуются синовиальные выросты, иногда хрящевой плотности, которые отшнуровываясь, образуют внутрисуставные тела. Внутрисуставные связки утолщаются, разрыхляются, могут некротизироваться, срастаться с капсулой. Количество синовиальной жидкости на ранних стадиях увеличивается для повышения скольжения в суставе, а затем уменьшается, усугубляя дистрофический процесс. Постепенно развивается фиброз в виде внутрисуставных сращений, уплотнения параартикулярных тканей, что резко ограничивает подвижность в суставе.

Подагра. Заболевание, обусловленное нарушениями пуринового обмена, приводящее к повышению уровня мочевой кислоты в крови и отложению уратов в тканях. Наиболее яркие проявления подагры — острый артрит, который характеризуется внезапностью появления, локализацией в области плюснефаланговых суставов первых пальцев, ярко выраженной клиникой и быстрым наступлением ремиссии. Обострение острого артрита провоцируют: травма, алкоголь, жирная пища, психоэмоциональная нагрузка, применение мочегонных и др. Длительное течение подагры характеризуется развитием грануляционной ткани в виде паннуса, вызывающего деструкцию суставного хряща, субхондрального отдела кости и, в редких случаях, анкилоз сустава. При ультразвуковом исследовании вокруг сустава отмечается появление гипозоногенной зоны, окруженной фиброзной капсулой. При УЗ-ангиографии в стадии обострения отмечается выраженная васкуляризация тканей (Рис.80 а, б).

В субхондральном отделе кости, где откладываются ураты, происходят вторичные изменения по типу микропереломов с образованием фиброзных и костных мозолей, развитием кист и остеосклероза. Значительно реже наблюдается внесуставная локализация: дерматит, теносиновит, бурсит, миозит. При переходе в хроническую стадию у больных постоянно возникают воспаления одного или нескольких суставов. В области пораженного сустава откладываются тофусы, в результате околоуставные ткани утолщаются, нарушается подвижность в суставе. Тофусы могут быть размерами от 2-3 мм до 2-3 см, в виде узловатых образований, располагающихся близко к поверхности кожи. При ультразвуковом исследовании они выглядят как округлые или овальные гипозоногенные образования различных размеров в толще кожи и подкожной клетчатки (Рис.81 а,б). В связи с остеолитом наблюдается грубая деформация суставов. Поражение суставов асимметричное.

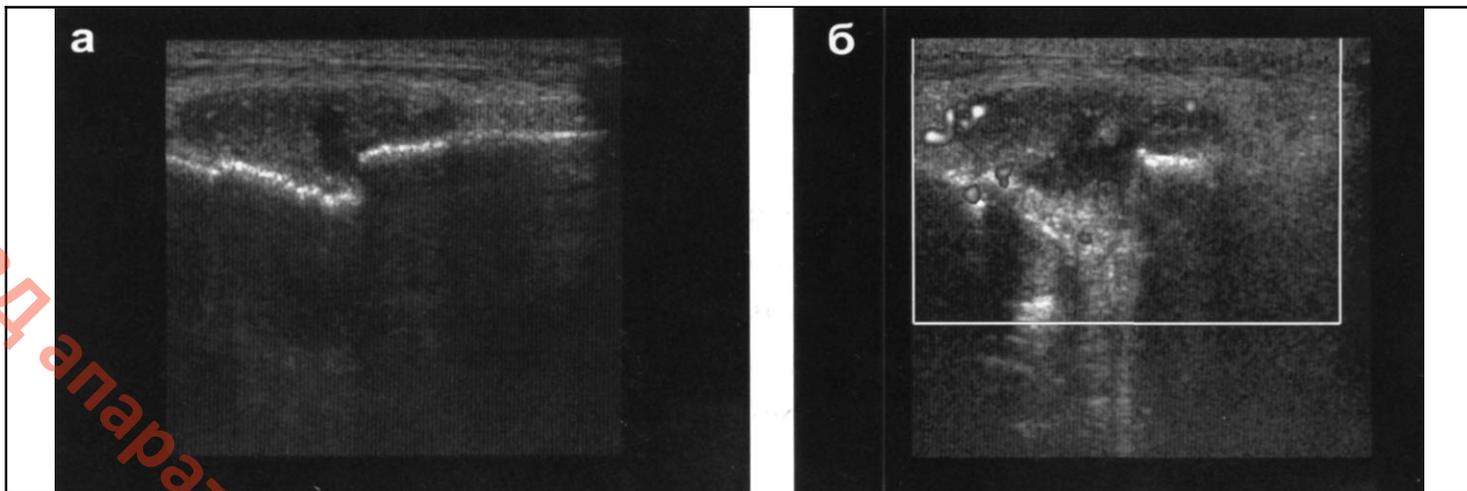


Рис.80 а,б Подагрический артрит плюснефалангового сустава первого пальца стопы.
а - В-режим: гипоэхогенная зона, вокруг сустава, покрытая гиперэхогенной фиброзной капсулой.
б - режим ЭК: воспалительный кровоток.

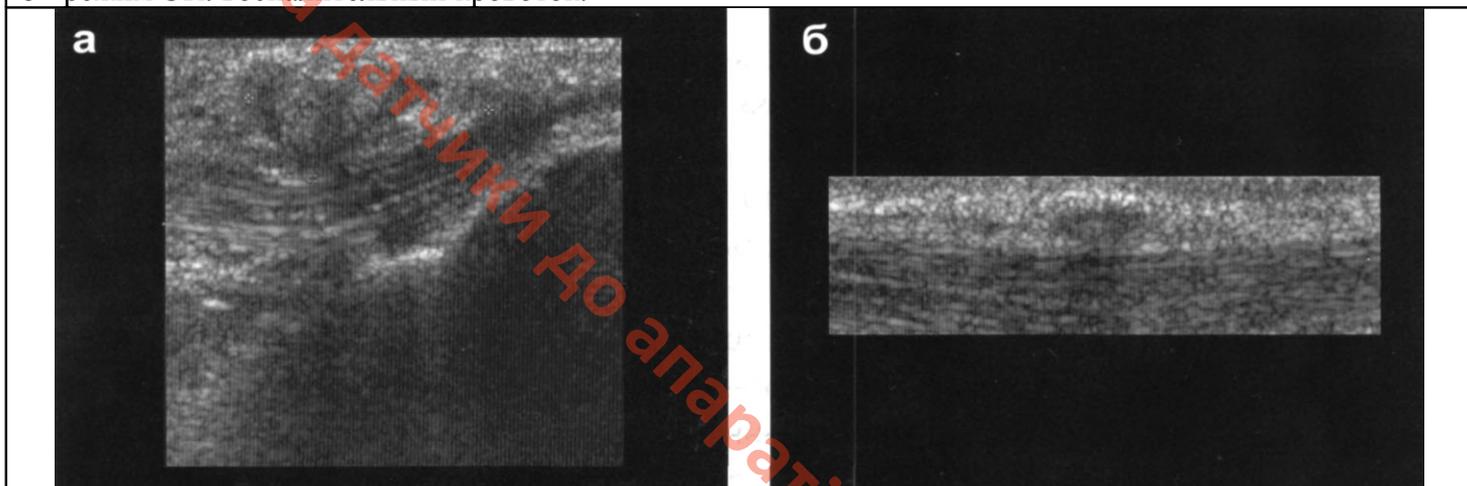


Рис.81 а,б Подагрический тофус.
а - в толще подкожной клетчатки кпереди от ахиллова сухожилия (В-режим).
б - медиальной поверхности голени.

2.8 КОСТЬ И ПЕРИОСТ

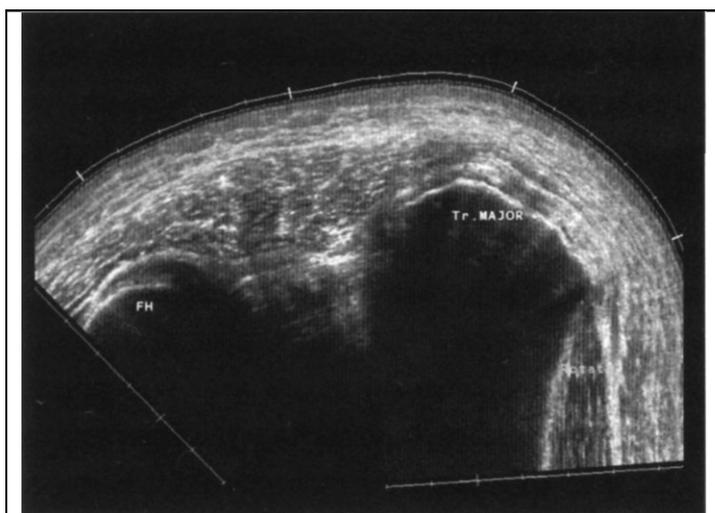


Рис.82 Контуры головки бедренной кости и большого бугра (панорамное сканирование).

Исследование костной структуры с помощью ультразвукового метода невозможно. Однако, ультразвуковой метод может использоваться для оценки поверхности кости и кортикального слоя. Прицельное исследование костной поверхности проводится при ревматоидном артрите, травме, различных инфекциях. Краевые эрозии и синовиальные изъязвления наилучшим образом выявляются при ультразвуковом исследовании.

Методика исследования.

Продольное и поперечное сканирование следует проводить перпендикулярно поверхности кости. Режим тканевой гармоник помогает более четкой визуализации контуров костных структур, выявлению костных фрагментов, выступов и впадин. Режим панорамного сканирования позволяет получить отображение костных структур

на большом протяжении. Данные изображения легче интерпретировать клиницистам, можно получать сопоставимые с МРТ срезы и, кроме того, имеется возможность одновременной оценки мышц и сухожилий ([Рис.82](#)).

Эхокартина в норме.

Костные структуры отражают ультразвуковой луч, поэтому получает отображение только поверхность кости, которая выглядит как яркая гиперэхогенная линия. Визуализация периоста возможна лишь при его патологических изменениях.

Патология кости и периоста.

Переломы. Небольшие переломы или трещины также могут быть выявлены при ультразвуковом исследовании. Зона перелома выглядит как прерывистость контуров костной поверхности ([Рис.83](#)). При УЗ-ангиографии в зоне образующейся костной ткани видна гипervasкуляризация. С помощью ультразвука можно вести мониторинг консолидации переломов. Через 2 недели после перелома образуется грануляционная ткань с обильной сосудистой реакцией. Затем на этом месте образуется фиброзная ткань с гиперэхогенными участками. Размеры гиперэхогенной зоны постепенно увеличиваются, усиливается акустическая тень ([Рис.84](#)). Отсутствие гипervasкуляризации в зоне перелома, гипоехогенная ткань в зоне перелома, жидкость - признаки плохого сращения перелома. Это может привести к образованию ложного сустава.

Дегенеративные изменения. Дегенеративные изменения характеризуются изменениями костной ткани. При этом суставная поверхность кости становится неровной, из-за появления на ней краевых костных разрастаний ([Рис.85](#)).

Ложные суставы. Образуются после неправильно сросшихся переломов кости. Ложные суставы бедра наблюдаются после остеосинтеза закрытых переломов диафиза бедра, если операция осложнилась нагноением, остеомиелитом, если были удалены или секвестрированы костные отломки, в результате чего образовался костный дефект. Они выглядят как прерывистость контура по ходу кости с

наличием неровности контуров и дистальной акустической тени ([рис.86 а,б](#)).

Эрозии при остеомиелите. При остеомиелите жидкостное содержимое может выявляться в области периоста в виде гипоехогенной полоски на кортикальной поверхности кости. При хроническом остеомиелите реакция со стороны периоста определяется как утолщение периостальной пластины.

Протезы. Ультразвуковое исследование после протезирования металлическими конструкциями является ведущим в выявлении периартикулярных осложнений ([Рис.87](#), [Рис.88](#)) в связи с тем, что проведение МРТ у большей части этих пациентов невозможно.



Рис.83 Перелом плечевой кости:
дефект костной ткани, нарушающий гиперэхогенный слой кости, обозначен стрелкой.



Рис.84 Срастание перелома плечевой кости:
в режиме ЭК хорошо видна гиперваскуляризация в зоне регенерации.

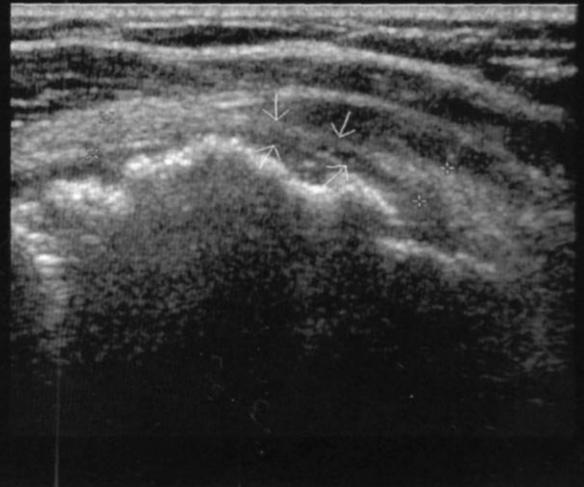


Рис.85 Деформирующий артроз плечевого сустава:
видны неровность контуров головки плечевой кости, краевые костные разрастания, истончение гиалинового хряща, истончение и частичный разрыв ротаторной манжеты (стрелки).

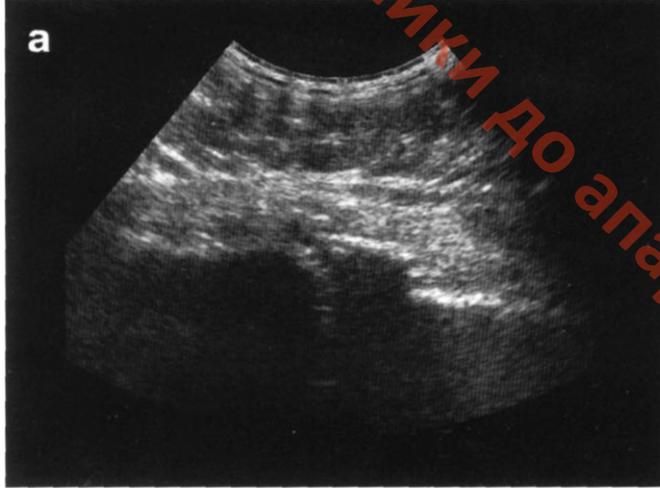


Рис.86 а,б Ложный сустав в верхней трети бедра после перелома.
а - ультразвуковая картина формирующегося ложного сустава.
б - рентгеновская картина формирующегося ложного сустава.

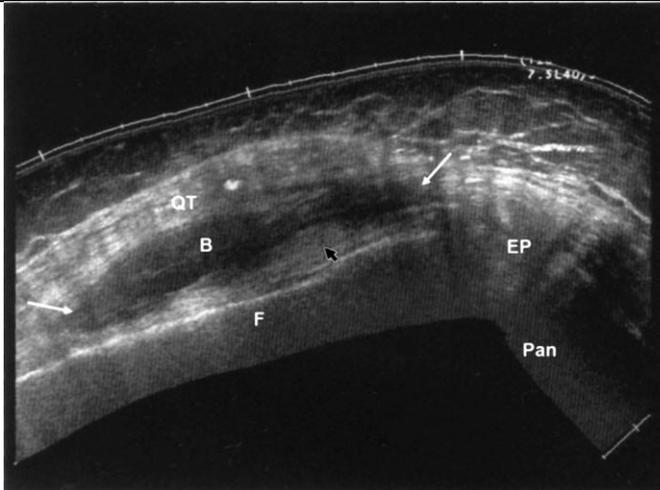


Рис.87 Протез коленного сустава
(жидкость в верхнем завороте (В) - стрелки, QT - сухожилие четырехглавой мышцы бедра, F - бедренная кость).

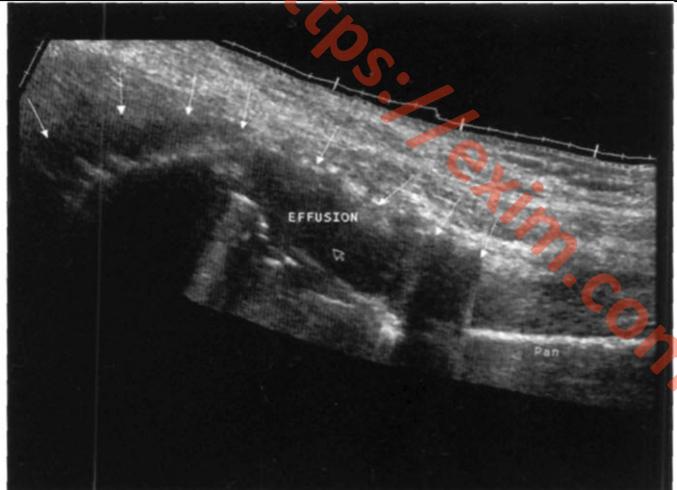


Рис.88 Протез тазобедренного сустава:
выпот в полости сустава с растяжением псевдокапсулы (режим панорамного сканирования).

К острым осложнениям после протезирования относят возникновение гематом. Основные осложнения — возникающие в отдаленном периоде протезирования - это инфицирование и расшатывание сустава. При ультразвуковом исследовании специфическим признаком инфицирования считается появление жидкости вокруг искусственного сустава (Рис.87). Другим признаком можно считать растяжение псевдокапсулы сустава (Рис.88).

Опухоли. Рентгенография, КТ, МРТ и сцинтиграфия костей скелета - методики, широко применяющиеся для диагностики и стадирования опухолей костной и хрящевой ткани. Рентгенография применяется для первичного предсказания гистологической формы опухоли (костеобразующая, хрящеобразующая и др.). В свою очередь КТ наиболее часто используется для диагностики опухолей, неопределяемых при рентгенографии. МРТ является методом выбора при стадировании сарком, лимфом и доброкачественных образований, характеризующихся быстрым ростом. При некоторых доброкачественных образованиях, сопровождающихся отеком мягких тканей, таких, например, как остеобластома, остеодная остеома, хондробластома и эозинофильная гранулома, из-за сложности картины оценка изменений затруднена. Поэтому данные МРТ желательно дополнить ультразвуковым исследованием. Для опухолевого поражения различных структур костно-мышечной системы характерно наличие мягкотканного компонента, который хорошо виден на УЗИ как дополнительное образование "плюс ткань"; определяются также нарушение целостности структуры кости и присутствие большого количества дополнительных опухолевых сосудов.

Остеогенная саркома. Остеогенная саркома является одной из наиболее злокачественных первичных опухолей костей. Частота этой опухоли среди первичных опухолей скелета достигает 85%. Заболеванию чаще подвержены лица детского и молодого возраста. Клинически проявляется болями, которые возрастают по мере роста опухоли. Быстро нарастает ограничение подвижности в суставе. Преимущественно поражаются метафизарные отделы длинных трубчатых костей (в основном бедренной и большеберцовой). Рентгенологически опухоль проявляется наличием "kozyрька" на границе наружного дефекта кортикального слоя кости и внекостного компонента опухоли в виде остеофита. Симптом "игольчатых спикул" характеризует распространение опухоли за пределы кости. При ультразвуковом исследовании опухоль проявляется локальным утолщением кости с нарушением кортикального слоя и наличием гиперэхогенных включений в центральных отделах опухоли с выраженным дистальным акустическим эффектом. По периферии образования обычно выявляются деформированные опухолевые сосуды (Рис.89 а,б).

Хондросаркома. Частота хондросарком среди первичных злокачественных опухолей костей составляет до 16% и занимает по частоте второе место после остеосаркомы. Заболевают чаще в возрасте 40-50 лет. Наиболее частой локализацией являются кости таза, ребра, грудина, лопатка, проксимальный отдел бедренной кости. Клинически проявляется умеренными болями при значительных размерах опухоли. Отличаются медленным ростом. Рентгенологически трудны для диагностики на ранних стадиях, позднее выявляются вследствие обызвествления в центральных отделах опухоли.

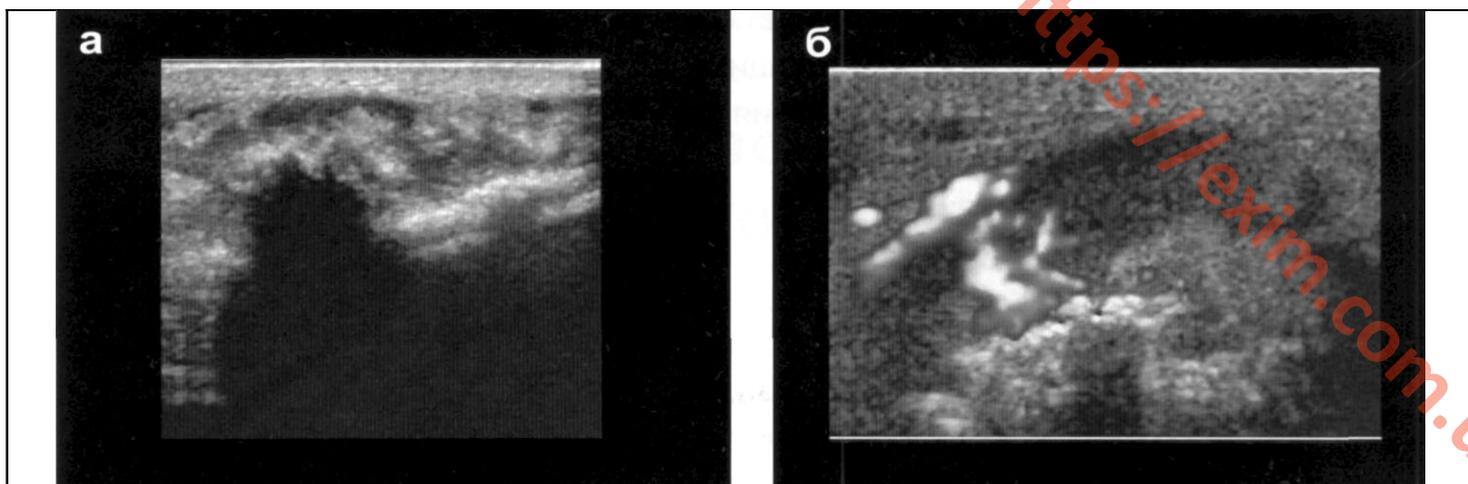


Рис.89 а,б Остеогенная саркома бедра.

а - В-режим: локальное утолщение кости с нарушением кортикального слоя и наличием гиперэхогенных включений в центральных отделах опухоли с выраженным дистальным акустическим эффектом,

б - в режиме ЭК по периферии образования выявляются деформированные опухолевые сосуды.

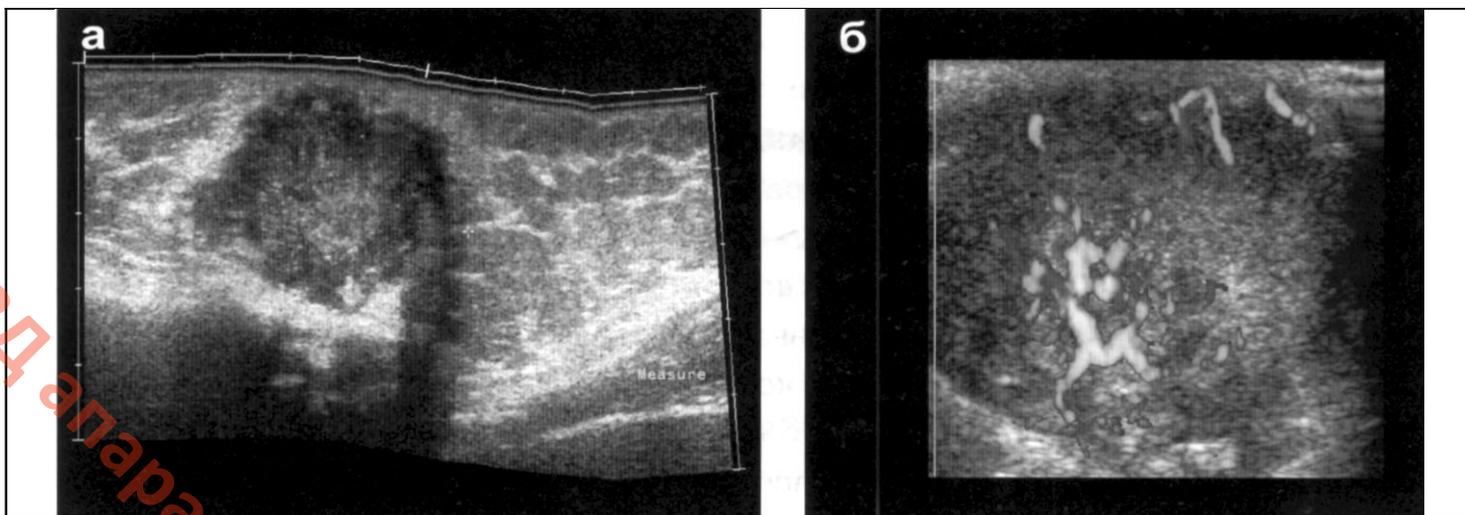


Рис.90 а,б Хондросаркома мечевидного отростка грудины.

а - в режиме панорамного сканирования хорошо видны неоднородная структура, пониженная эхогенность и неровные наружные контуры опухоли.

б - в режиме ЭК хорошо видны опухолевые сосуды.

При ультразвуковом исследовании определяется как крупное образование с бугристыми контурами, пониженной эхогенности, с микрокальцинатами в центральных отделах и питающими деформированными опухолевыми сосудами (Рис.90 а,б). Лечение хондросарком хирургическое.

Фибросаркома. Частота фибросарком составляет до 6%. Возраст больных колеблется от 20 до 40 лет. Почти четверть всех опухолей локализуется в дистальном метафизе бедренной кости, реже - в проксимальном отделе большеберцовой кости.

Клинически проявляется малоинтенсивными непостоянными болями. Как правило, опухоль болезненна при пальпации, несмещается по отношению к кости, бугристая. Рентгенологически характеризуется наличием эксцентрично расположенного очага с нечеткими контурами, отсутствием зоны склероза и известковых отложений. Иногда имеется периостальная реакция. Ультразвуковые характеристики схожи с хондросаркомой.

Вследствие большой протяженности опухоли, для более точной оценки ее локализации и взаимосвязи с подлежащими структурами рекомендуется использовать режим панорамного сканирования (рис.91 а,б).

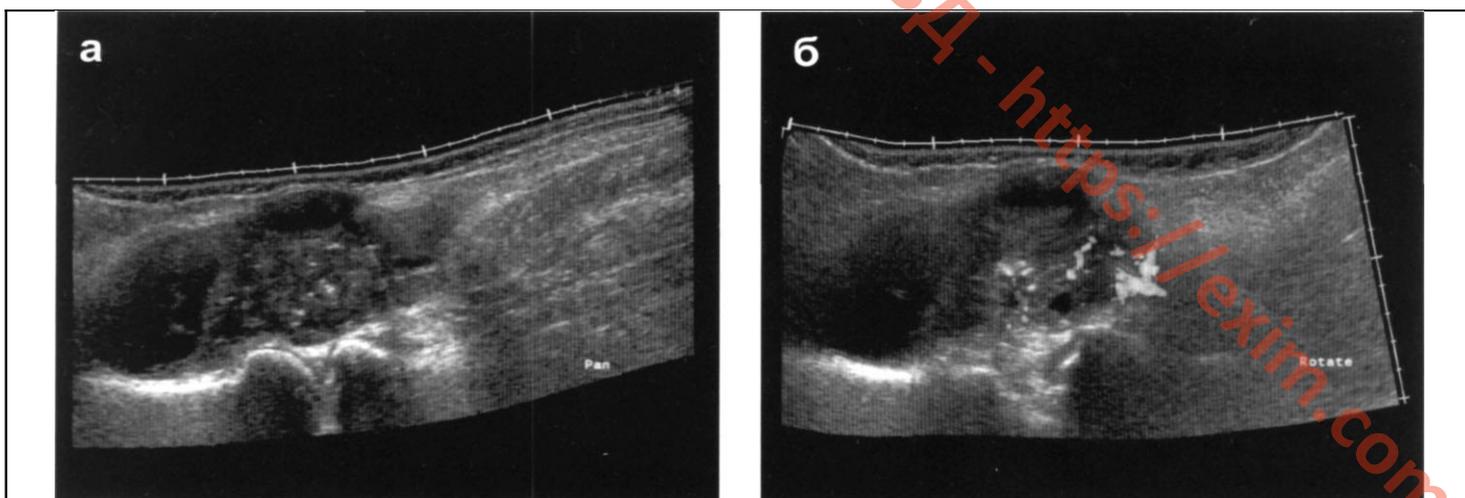


Рис.91 а,б Фибросаркома подколенной области.

а - режим панорамного сканирования позволяет на всей протяженности визуализировать опухоль.

б - в режиме ЭК хорошо видны деформированные опухолевые сосуды.

В отличие от злокачественных у доброкачественных опухолей присутствуют четкие, достаточно ровные контуры, сохранность кортикального слоя кости и организованный характер сосудов. К наиболее типичным доброкачественным опухолям относят остеоому, остеоидную остеоому, остеобластому, хондрому, хондробластому, хондромиксоидную фиброму, остеобластокластому, десмоидную фиброму и др.

Глава 2

Ультразвуковое исследование плечевого сустава

В большинстве медицинских учреждений рентгеновское исследование плечевого сустава, по-прежнему, остается обязательным в алгоритме исследования пациентов с патологией плеча. Общеизвестно, что рентгеновское исследование высокоинформативно при поиске травматических повреждений костных структур. Однако, из-за невысокой информативности рентгеновского метода в отображении мягкотканых изменений, очень часто при наличии соответствующей аппаратуры пациенты направляются сразу на МР-томографию плечевого сустава, так как этот метод позволяет оценить состояния как мягкотканых, так и костных структур. Вместе с тем, большой опыт использования ультразвукового метода при исследовании костно-мышечной системы показал, что плечевой сустав является одним из наиболее удобных и подходящих суставов для высокоинформативного ультразвукового исследования. Это объясняется тем, что большинство патологических симптомов в этом суставе связано с изменениями в его мягких тканях, которые отлично отображаются при ультразвуковом исследовании.

Широкое распространение ультразвуковых сканеров, простота проведения процедуры и относительно небольшая стоимость исследования заставляют сегодня травматологов все чаще отправлять пациентов сразу на УЗИ плечевого сустава. К тому же, информативность УЗИ плечевого сустава сопоставима с информативностью МРТ, а в ряде случаев превосходит последнюю (например, при исследовании ротаторной манжеты). Алгоритм лучевого исследования при травматическом поражении плечевого сустава определяется конкретной клинической ситуацией. Так, при подозрении на перелом костных структур следует первоначально произвести рентгеновское исследование, при подозрении на разрывы мышц и сухожилий - УЗИ, а при подозрении на внутрисуставную патологию - МРТ.

1. Анатомия плечевого сустава

Плечевой сустав образован головкой плечевой кости и суставной впадиной лопатки. Плечо формируется и фиксируется за счет четырех мышц и их сухожилий: надостной, подостной, подлопаточной и круглой малой мышцы (Рис. 1 а,б, Рис.2а,б,в). Сухожилия этих мышц формируют ротаторную манжету. Надостная мышца располагается выше других мышц, образующих ротаторную манжету. Она начинается в надостной ямке лопатки, затем проходит под акромиальным отростком и крепится к переднему краю большой бугристости плечевой кости. Функция данной мышцы - отведение плеча кпереди и кнаружи. Подостная мышца начинается в подостной ямке лопатки, проходит более латерально и также крепится к большой бугристости плечевой кости, кзади и ниже надостной мышцы.

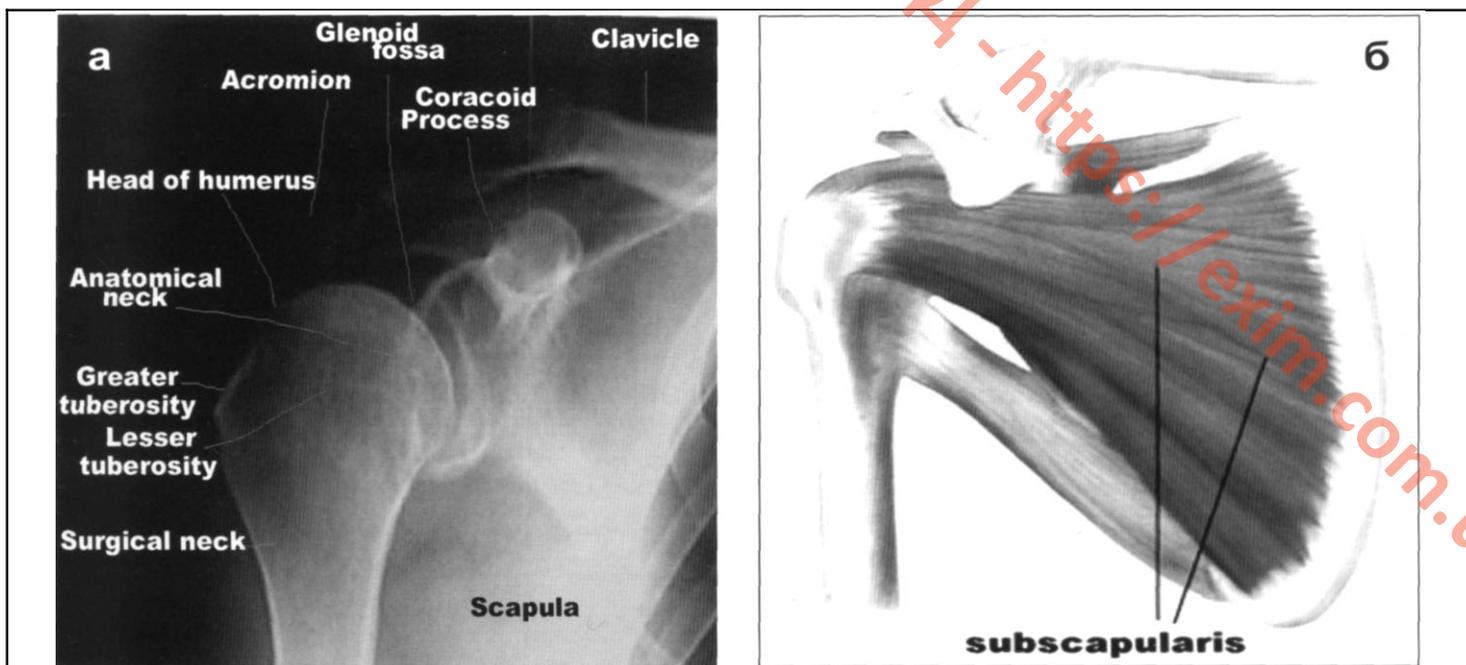


Рис.1а,б

а - плечевой сустав. Рентгеновский снимок. Основные костные ориентиры обозначены на снимке.

б - схематическое изображение мышц и сухожилий, составляющих ротаторную манжетку плечевого сустава. Вид спереди и вид сзади.

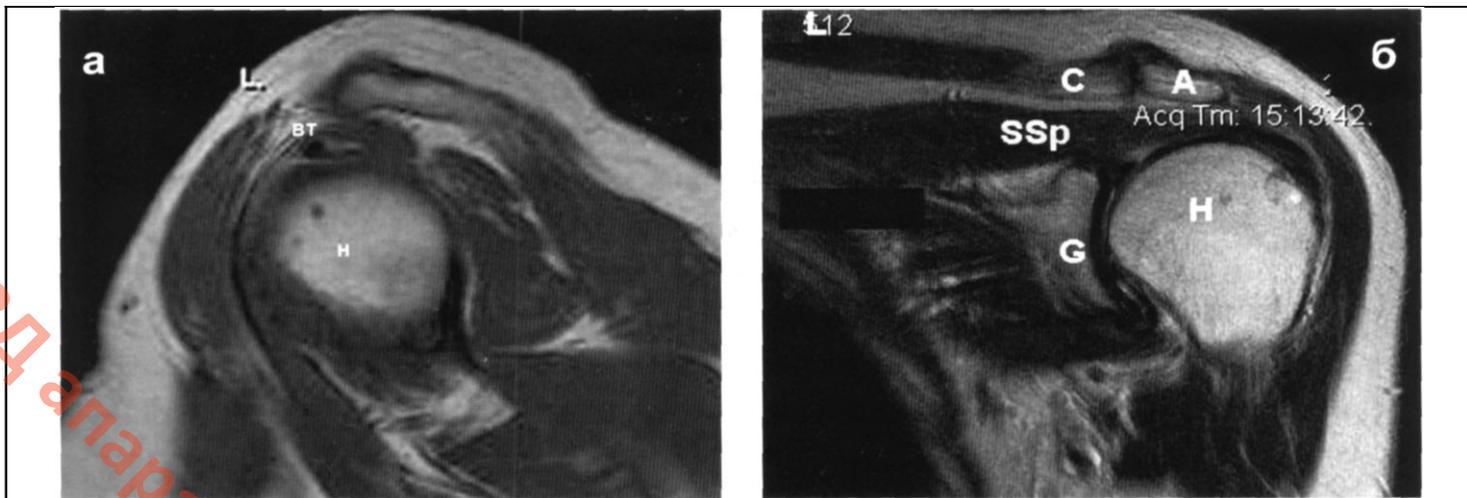
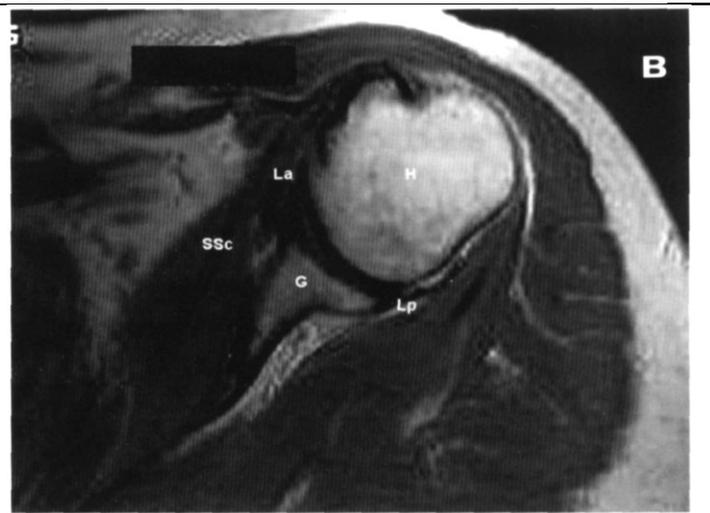


Рис.2 а,б,в МР-томограммы плечевого сустава.

а - аксиальный срез: **Н** - головка плечевой кости, **Вt** - сухожилие бицепса.

б - сагиттальный срез: **С** - клювовидный отросток лопатки, **А** - акромиальный конец ключицы, **SSp** - сухожилие надостной мышцы, **Н** - головка плечевой кости, **Г** - суставная впадина лопатки.

в - корональный срез: **Н** - головка плечевой кости, **Г** - суставная впадина лопатки, **SSc** - подлопаточная мышца, **La** - передняя суставная губа, **Lp** - задняя суставная губа.



Круглая малая мышца начинается от латерального края лопатки и крепится к большой бугристости плечевой кости позади и книзу от подостной мышцы. Подостная и малая круглая мышцы ротируют плечо кнаружи. Эти три мышцы, формирующие ротаторную манжету, объединяют свои волокна в единое сухожилие, которое уже затем фиксируется к большой бугристости.

Подлопаточная мышца - самая передняя из четырех мышц. Она начинается из медиальной части лопатки, затем пересекает передний отдел лопаточно-плечевого сочленения и крепится к малой бугристости плечевой кости. Чрезвычайно важным объектом при исследовании плеча является сухожилие длинной головки бицепса. Это сухожилие начинается из верхне-суставного бугорка и задне-верхней части суставной губы. Оно проходит спереди над головкой плечевой кости между надостной и подлопаточной мышцами, чтобы войти в соответствующую бороздку для сухожилия бицепса. Сухожилие бицепса, таким образом, медиально граничит с малой бугристостью и латерально с большой бугристостью плечевой кости. Синовиальная оболочка сухожилия бицепса имеет протяженность до 3 см книзу от бороздки бицепса. Сухожилие бицепса и ротаторная манжета отделены от дельтовидной мышцы поддельтовидно-акромиальной сумкой.

В норме сообщения между поддельтовидной сумкой и лопаточно-плечевым суставом нет. Эта сумка располагается кпереди и сверху над сухожилием бицепса, между дельтовидной и подостной мышцами.

Лучевой нерв - самая крупная ветвь плечевого сплетения. Он формируется из различных комбинаций корешков C5-T1 и иннервирует двигательные пучки трицепса, плечелучевую мышцу, плечевую, лучевой разгибатель запястья. Лучевой нерв обеспечивает чувствительность задней поверхности кожи в дистальных 2/3 плеча, задней поверхности предплечья и задней поверхности 1, 2, 3 пальцев и, частично, 4 с латеральной стороны. Лучевой нерв выходит из заднего отдела плечевого сплетения и следует вдоль трицепса. Вначале он следует между клювовидно-плечевой и круглой мышцами и далее между медиальной и латеральной брюшками трицепса. Глубокая плечевая артерия сопровождает лучевой нерв по его ходу. В средней трети плеча нерв следует вокруг задней поверхности плечевой кости по выступающей линии дельтовидной мышцы. Нерв фиксирован к плечевой кости, где он пенетрирует мышечную перегородку в дистальном отделе плеча, обуславливая наиболее частое повреждение нерва при переломах плечевой кости ниже средней и дистальной части.

2. Методика ультразвукового исследования.

При выполнении ультразвукового исследования плечевого сустава следует придерживаться определенной последовательности и стремиться получить определенные стандартные позиции (срезы). Исследование плечевого сустава лучше проводить с использованием вращающегося стула. Пациент сидит перед врачом, положив согнутые под углом 90 градусов в локтевом суставе руки на свои колени.

Исследование начинают с оценки состояния сухожилия длинной головки бицепса, для чего получают его поперечный и продольный срезы.

Сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча хорошо определяется как в поперечной, так и в продольной плоскостях. При поперечном сканировании визуализируется сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча в виде гиперэхогенного круга или эллипса, которые располагаются в небольшом углублении - межбугорковой борозде. Сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча окружено синовиальной оболочкой. В норме здесь может присутствовать небольшое количество жидкости (Рис.3а,б).

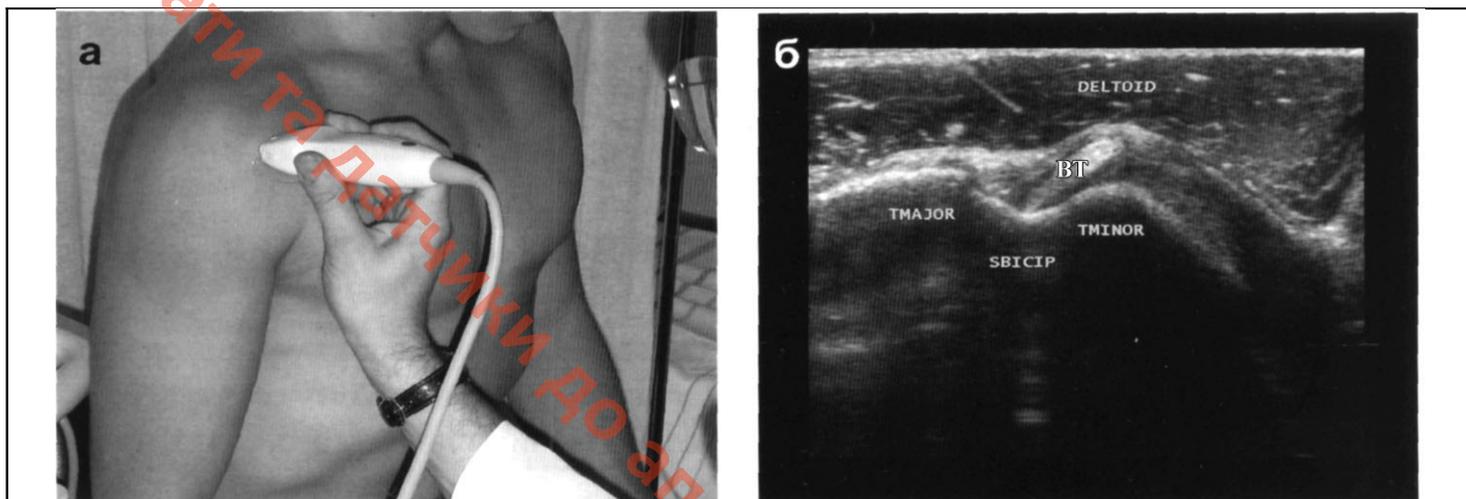


Рис.3а,б Позиция (а) для оценки сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча при поперечном сканировании (б):

сухожилие бицепса (BT), дельтовидная мышца (Deltoid), малая бугристость (TMinor), межбугорковая борозда (SBicip), большая бугристость (TMajor).

Затем датчик ротируют и оценивают сухожилие в продольной плоскости до уровня сухожильно-мышечного перехода. При продольном сканировании четко различаются гиперэхогенные волокна сухожилия бицепса (Рис.4а,б).

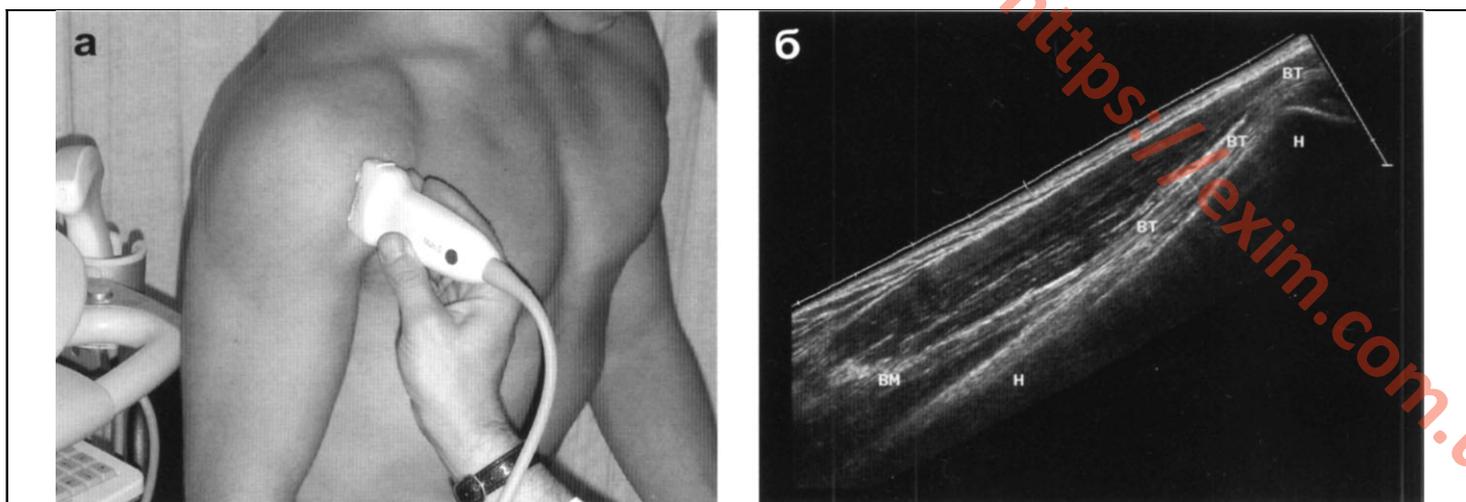


Рис.4а,б Позиция (а) для оценки сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча при продольном сканировании (б):

виден переход сухожилия в мышцу, сухожилие двуглавой мышцы плеча (BT), двуглавая мышца плеча (BM), плечевая кость (H).

Следующая обязательная позиция - это позиция для оценки ротаторной манжеты, в которой начинают исследование сухожилия подлопаточной мышцы. При этом нужно попросить пациента

отвести руку в позицию наружной ротации (Рис.5а). Костными ориентирами для визуализации сухожилия подлопаточной мышцы служат клювовидный отросток лопатки и головка плечевой кости. При перемещении датчика кнаружи определяется сухожилие подлопаточной мышцы, которое прилегает к малой бугристости плечевой кости (Рис.5б). Пассивное внутреннее и внешнее вращения улучшают видимость этого сухожилия.

Следующая позиция - это позиция для оценки сухожилия надостной мышцы. Для этого просят пациента завести исследуемую руку за спину. Датчик устанавливается продольно ходу волокон сухожилия надостной мышцы (Рис.6а).

Сухожилие надостной мышцы при продольном сканировании будет выглядеть в виде клюва попугая (Рис.6б). Ротируя датчик на 90 градусов визуализируют гиперэхогенные волокна сухожилия надостной мышцы в поперечной плоскости (Рис.7а). При этом над гиперэхогенным контуром головки плечевой кости будет хорошо виден гипоэхогенный гиалиновый хрящ (Рис.7б). На эхограммах в этой позиции можно оценить также состояние субдельтовидной сумки. Она определяется в виде тонкой гипоэхогенной структуры, расположенной под дельтовидной мышцей. В норме жидкость в ней отсутствует. Ближе к клювовидному отростку лопатки располагается субакромиальная сумка (Рис.8).

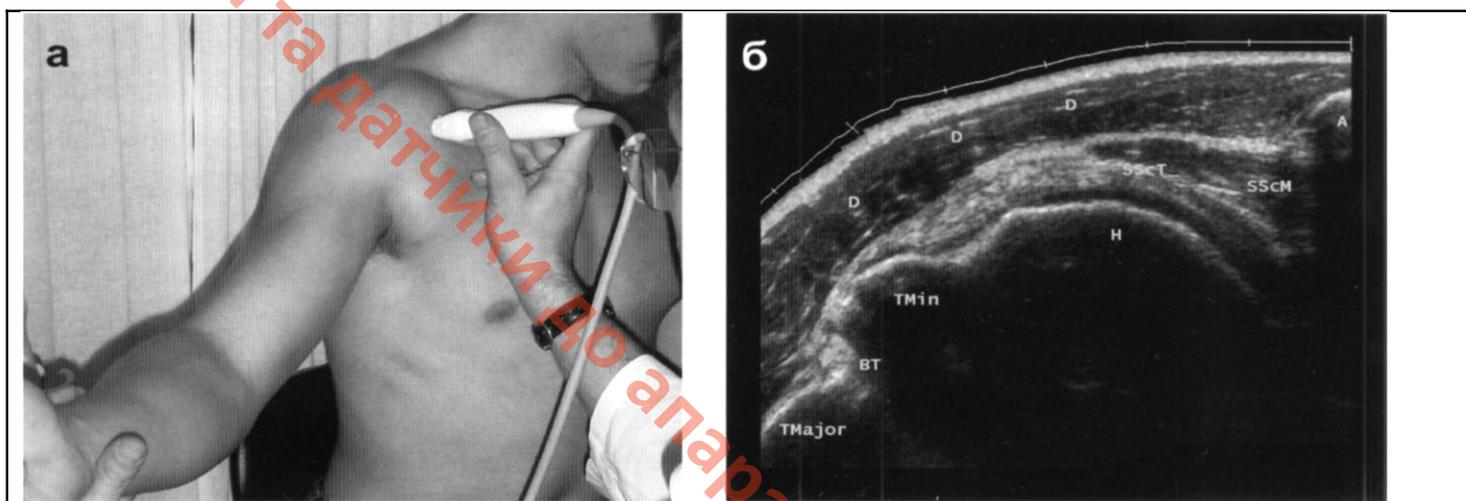


Рис.5а,б Позиция (а) для оценки сухожилия подлопаточной мышцы при продольном сканировании (б):

дельтовидная мышца (D), головка плечевой кости (H), сухожилие подлопаточной мышцы (SSCT), подлопаточная мышца (SScM), сухожилие бицепса (BT), малая бугристость (TMinor), большая бугристость (TMajor), акромион (A).

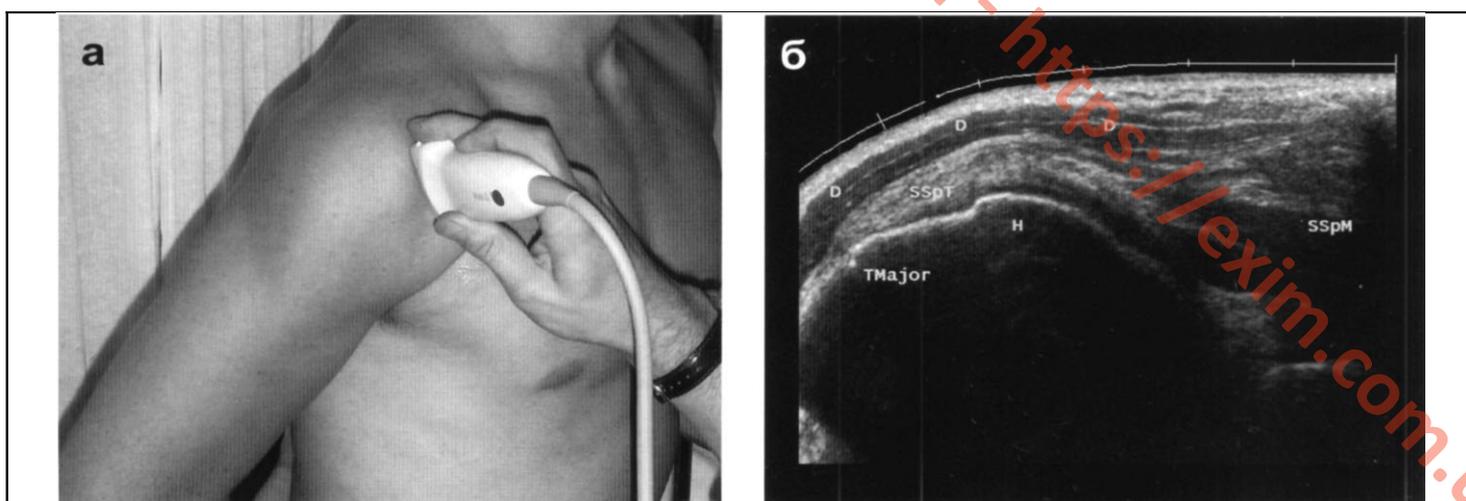


Рис.6а,б Позиция (а) для оценки сухожилия надостной мышцы при продольном сканировании (б):

дельтовидная мышца (D), головка плечевой кости (H), сухожилие надостной мышцы (SSpT), большая бугристость (TMajor), надостная мышца (SSpM).

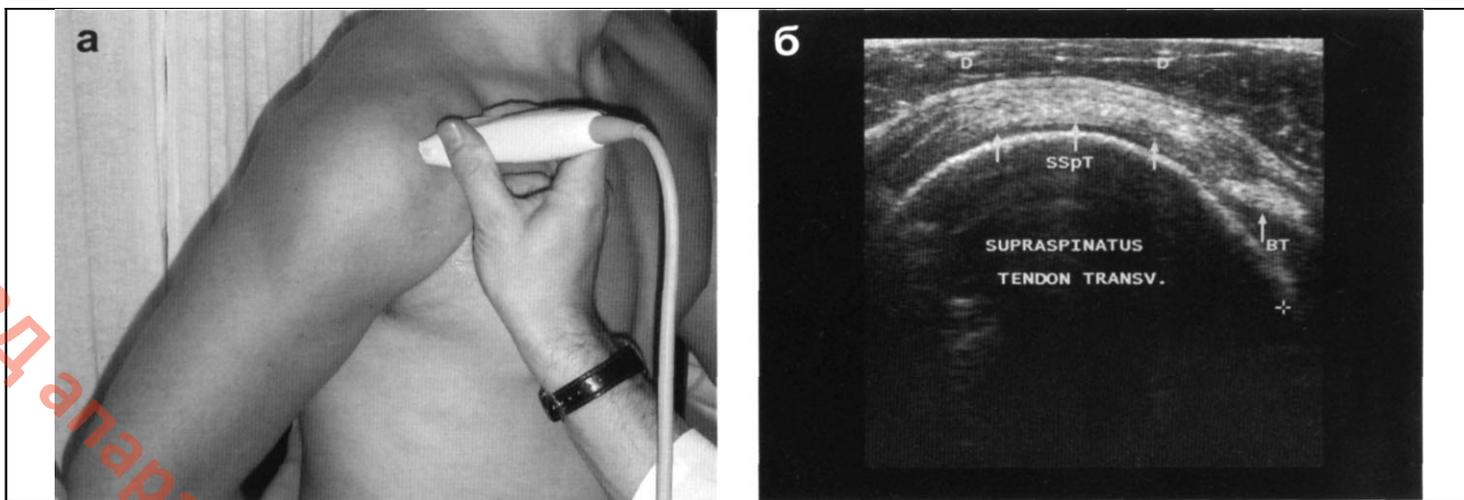


Рис.7а,б Позиция (а) для оценки сухожилия надостной мышцы при поперечном сканировании (б):

дельтовидная мышца (D), сухожилие надостной мышцы (SSpT), сухожилие бицепса (BT).



Рис.8 Субакромиальная и субдельтовидная сумки:

субакромиальная сумка (SacB) - стрелка, субдельтовидная сумка (SDB) - обозначена стрелками, сухожилие подлопаточной мышцы (SSc), акромион (A).

Смещая датчик медиально, можно исследовать передний отдел (передняя суставная губа) плече-лопаточного сочленения. В норме плече-лопаточное сочленение выглядит в виде гиперэхогенного треугольника с вершиной, обращенной в полость сустава (Рис.9а,б).

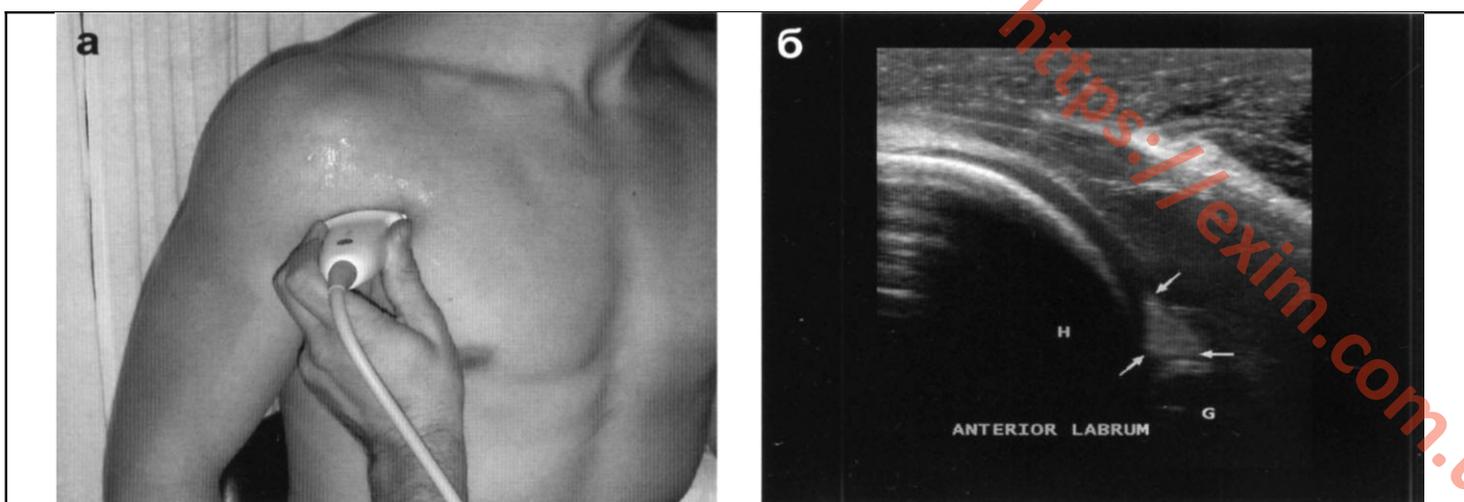


Рис.9а,б Позиция (а) для оценки передней суставной губы.

Передняя суставная губа плече-лопаточного сочленения (б, обозначена стрелками): головка плечевой кости (H), суставная капсула лопатки (G).

При поперечном сканировании по передне-латеральной поверхности лопатки исследуются задний отдел (задняя суставная губа), лопаточно-плечевое сочленение, круглая малая мышца и сухожилие подостной мышцы.

При этом пациента просят привести исследуемую руку к туловищу кпереди. В такой позиции можно визуализировать заднюю суставную губу плечевого сустава в виде гиперэхогенного треугольника (Рис. 10а).

Перемещая датчик кверху, визуализируется сухожилие подостной мышцы, получают поперечные и продольные срезы данного сухожилия (Рис.10б).

Для оценки задней суставной губы датчик смещают медиально и ниже - до уровня края лопатки (Рис.11а).

Задняя суставная губа имеет вид гиперэхогенного треугольника, обращенного в полость сустава вершиной (Рис.11б).

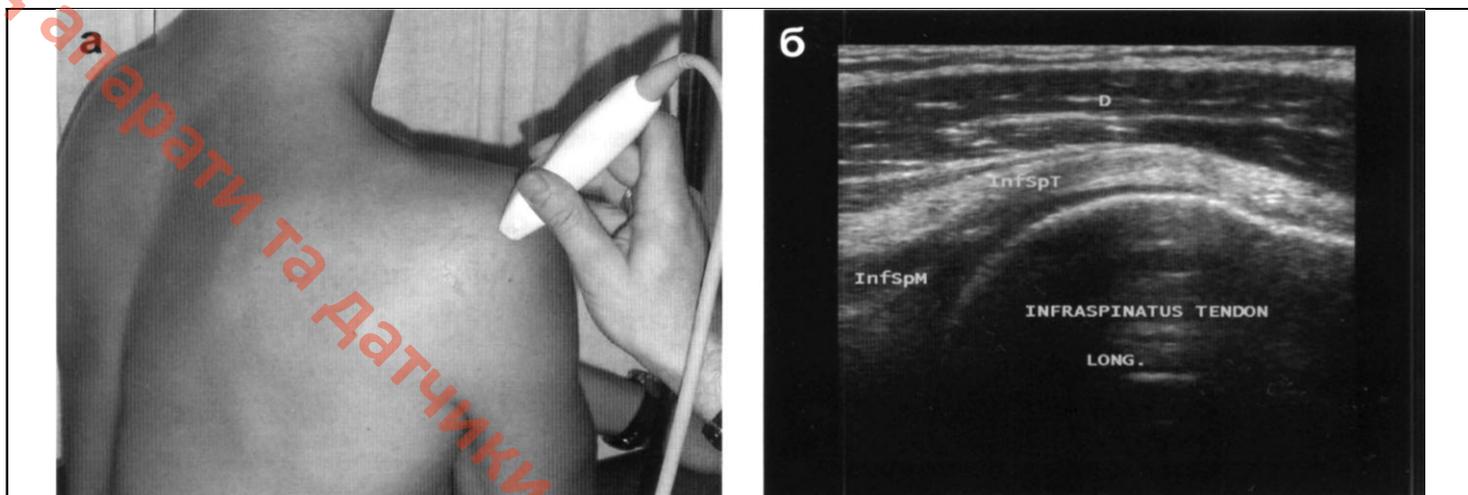


Рис.10а,б Позиция (а) для оценки сухожилия подостной мышцы при продольном сканировании: дельтовидная мышца (D), сухожилие подостной мышцы (InfSpT), подостная мышца (InfSpM).

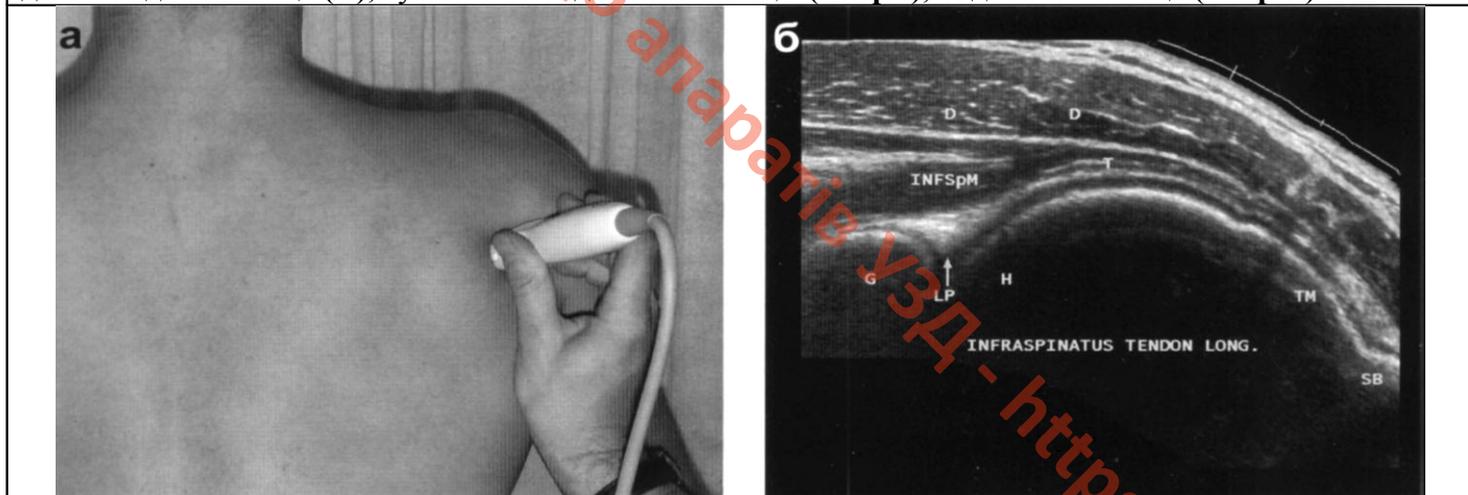


Рис.11а,б Позиция (а) для оценки задней суставной губы (стрелки) и подостной мышцы при продольном сканировании (б): головка плечевой кости (H), суставная капсула лопатки (G), задняя суставная губа (LP), подостная мышца (InfSpM), дельтовидная мышца (D), сухожилие подостной мышцы (T), большая бугристая (TM), межбугорковая борозда (SB).

Для исследования ключично-акромиального сочленения датчик помещают между двумя костными выступами (Рис.12а). Иногда удается визуализировать ключично-акромиальную связку в виде гипоехогенной полоски (Рис.12б). Используя панорамное сканирование, можно визуализировать все интересующие отделы ротаторной манжеты плечевого сустава.

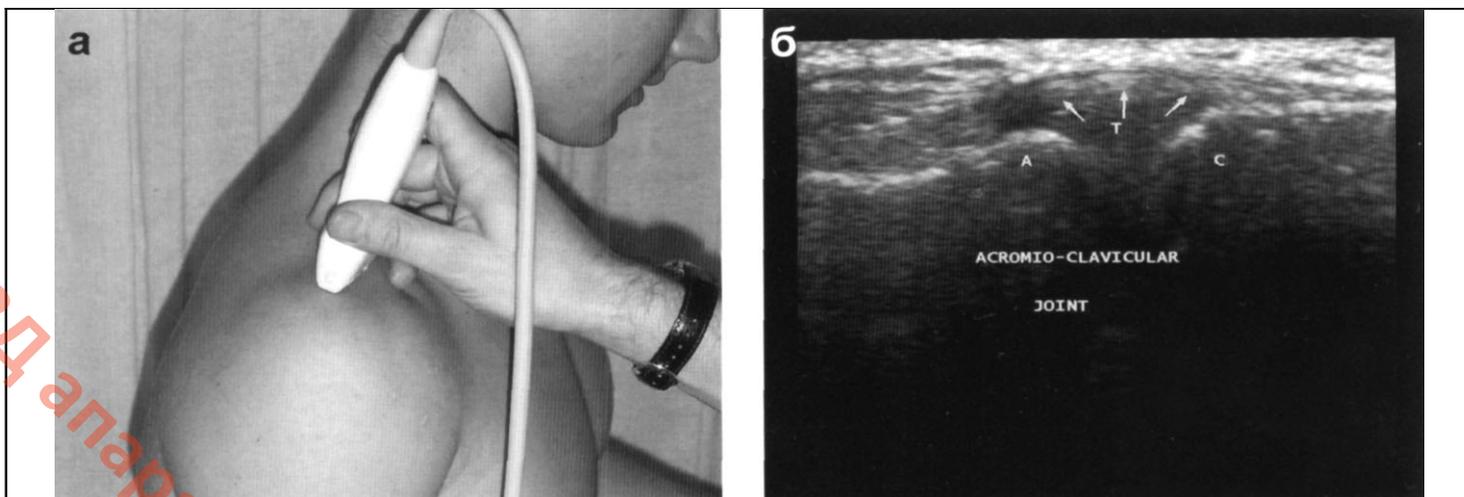


Рис.12а,б Позиция (а) для оценки ключично-акромиального сочленения (б): ключица (С), акромион (А), ключично-акромиальная связка (Т) - обозначена стрелками.



Рис.13 Схематическое изображение хода лучевого нерва при его проекции на кожу.

Поиск лучевого нерва проводят по задней поверхности плеча в месте прикрепления дистальных волокон дельтовидной мышцы.

Лучшей проработке контуров дельтовидной мышцы помогает внутренняя ротация предплечья (Рис.13).

Нерв фиксирован к плечевой кости с помощью фиброзного тяжа. В норме ширина лучевого нерва в среднем составляет 4,6 мм, передне-задний размер - 2,3 мм.

3. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний плечевого сустава

Повреждения ротаторной манжеты.

Как уже отмечалось выше, ультразвуковое исследование является высокочувствительным методом оценки состояния ротаторной манжеты. Речь, в первую очередь, идет о выявлении травматических повреждений, которые характеризуются выраженными отличиями как по морфологии, так и по остроте процесса. Разрывы ротаторной манжеты могут быть полными и частичными, продольными и поперечными. Острые разрывы имеют поперечную конфигурацию, тогда как для хронических разрывов более характерно продольное направление и они принимают овальную или треугольную форму. Хронические разрывы ротаторной манжеты обычно присутствуют у пожилых людей, у которых наблюдаются выраженные дегенеративно-дистрофические процессы в суставе (см. ниже импинджмент синдром). Такие разрывы могут быть даже бессимптомны.

Наиболее часто повреждаются сухожилия надостной и подостной мышц, реже - подлопаточной мышцы. При разрывах подлопаточной мышцы обычно наблюдается дислокация сухожилия длинной головки бицепса.

Существует множество классификаций разрывов ротаторной манжеты. Основная классификация разрывов предусматривает их деление в зависимости от объема повреждения на частичные и полные. Полные разрывы, в свою очередь, подразделяются также на несколько групп. Первая классификация

основывается на наибольшем расстоянии между разорванными концами сухожилий. При небольших разрывах диастаз составляет менее 1 см, при средней протяженности - от 1 до 3 см, при больших - более 3 см, при массивных более 5 см. Классификация, базирующаяся на степени вовлечения сухожилий мышц, составляющих ротаторную манжету, выделяет также несколько групп повреждений. К первой группе разрывов относят все частичные (внутриствольные, внутрисуставные, внесуставные) или полные разрывы менее 1 см. Ко второй группе - полные разрывы надостной мышцы. К третьей - полные разрывы сухожилия более 1 мышцы. К четвертой — массивные разрывы с остеоартритом.

В классификации предусмотрена также информация о давности повреждения. Различают острые - менее 6 недель, подострые - от 6 недель до полугода, хронические - от 6 месяцев до года, застарелые - более года ([Таблица 1](#)).

Таблица 1. Классификация разрывов ротаторной манжеты

В зависимости от давности повреждения		Протяженность разрыва (по максимальному диастазу)		Анатомическая локализация	
Характер разрыва	Сроки с момента разрыва	Тип разрыва	Ширина разрыва	Группы	Протяженность
Острые	Менее 6 недель	Небольшой	Менее 1 см	1	Частичные или полные менее 1 см
Подострые	От 6 недель до 6 месяцев	Средний	1 - 3 см	2	Полные разрывы надостной мышцы
Хронические	От 6 месяцев до 1 года	Большой	3 - 5 см	3	Полные разрывы сухожилий более 1 мышечной группы
Застарелые	Более 1 года	Массивный	Более 5 см	4	Массивные разрывы с остеоартритом

Полный разрыв ротаторной манжеты.

При полном разрыве надостной мышцы как в продольном, так и при поперечном сканировании обнаруживается нарушение целостности ее контуров. В месте разрыва надостной мышцы видна гипо- или анэхогенная расщелина с неровными, размытыми контурами ([Рис.14](#)). Вследствие травмы, плечевой сустав через образовавшуюся сухожильную щель напрямую сообщается с субакромиально-субдельтовидной сумкой. Сообщение кортикального слоя плечевой кости через сухожильную щель с субакромиально-субдельтовидной сумкой является основным признаком полного разрыва надостной мышцы.

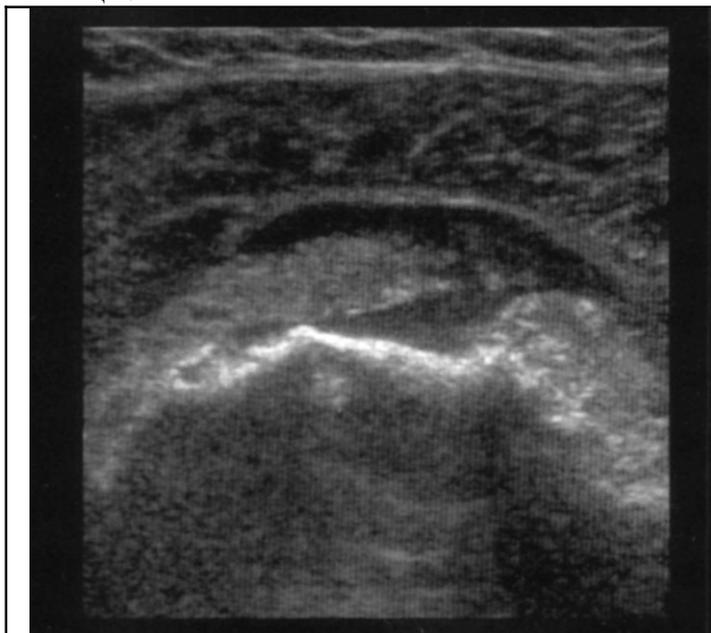


Рис.14 Полный разрыв надостной мышцы (поперечное сканирование): видны разорванные волокна сухожилия, определяется также жидкость в субдельтовидной сумке.

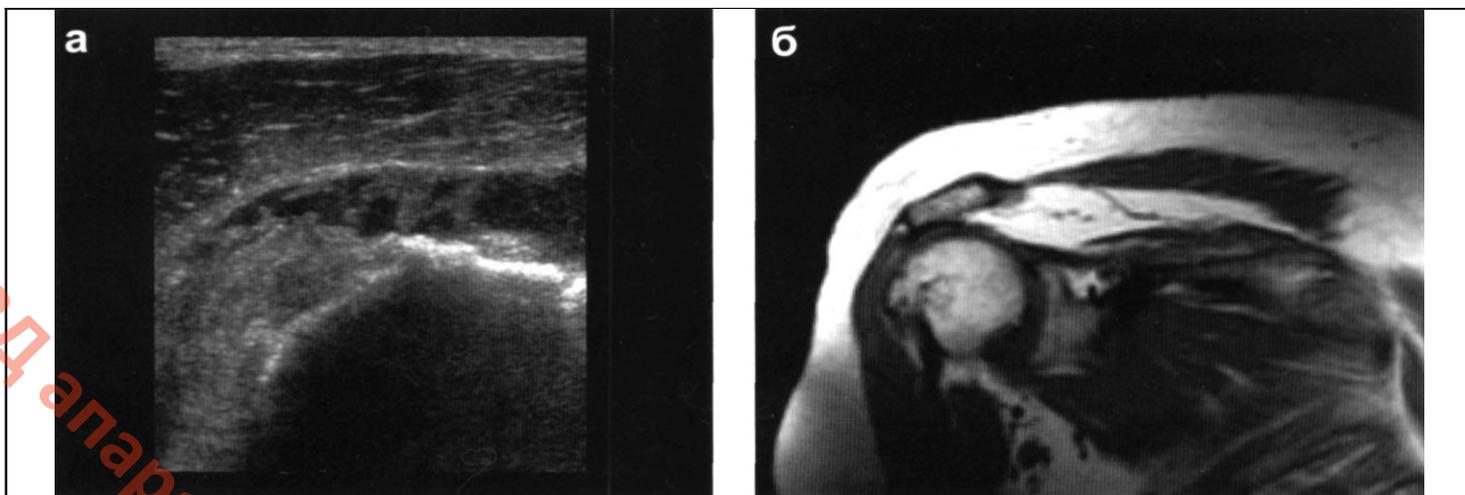


Рис.15а,б Полный разрыв ротаторной манжеты.

а - на эхотомограмме видна обнаженная головка плечевой кости, жидкость в субдельтовидной сумке.

б - МР-томограмма того же больного (фронтальный срез, T1-взвешенное изображение): отсутствие сухожилия надостной мышцы с ретракцией волокон.



Рис.16 Полный разрыв ротаторной манжеты: грыжевое выпячивание дельтовидной мышцы (стрелка).

При сканировании визуализируется увеличение объема субакромиально-субдельтовидной сумки, обнажается бугристость плечевой кости в месте прикрепления дельтовидной мышцы ([Рис. 15а,б](#)). Постепенно развивается атрофия дельтовидной мышцы в виде уменьшения ее толщины, неоднородности структуры, неровности контуров. Может образоваться грыжа дельтовидной мышцы, которая выглядит как опухолевидное образование эластичной консистенции, уменьшающееся в объеме во время напряжения мышцы ([Рис.16](#)).

Частичный разрыв ротаторной манжеты.

При этих разрывах лишь часть волокон сухожилий ротаторной манжеты повреждается. Существует несколько типов частичных разрывов ротаторной манжеты: внутрисуставной, внесуставной и внутрисвязольный. Их схематическое изображение представлено на рисунках ([Рис.17а,б,в](#)). При частичном разрыве надостной мышцы в области манжеты определяется небольшой гипо- или анэхогенный участок с неровными четкими контурами. Наиболее часто встречаются внутрисвязольные частичные разрывы ([рис.18а,б](#), [Рис.19](#)).

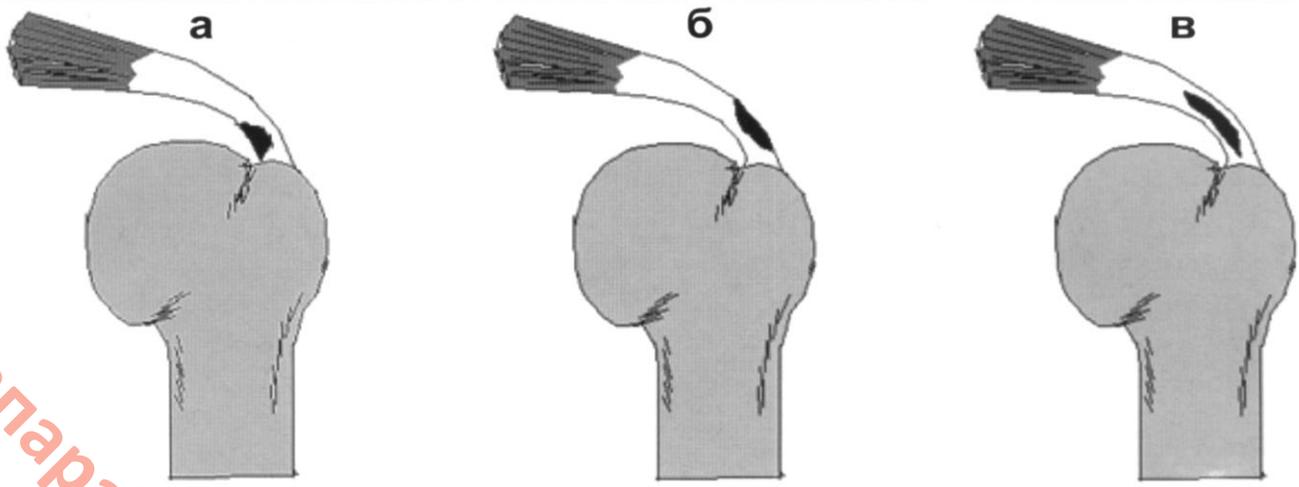


Рис.17а,б,в Схематическое изображение видов частичных разрывов сухожилия надостной мышцы:

а - внутрисуставной, **б** - внесуставной, **в** - внутривольный.

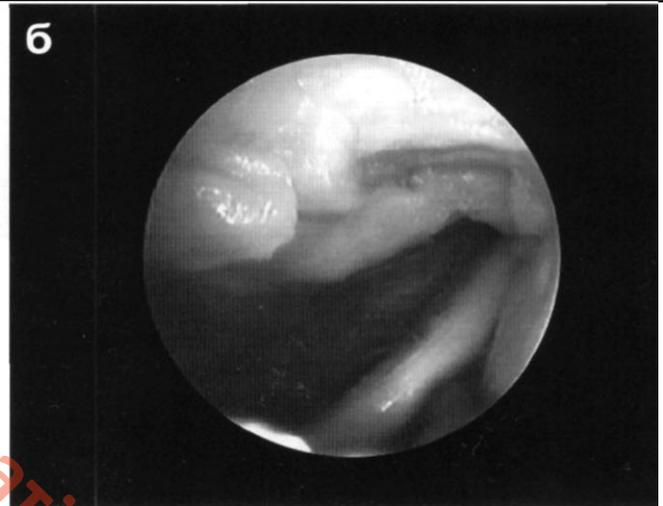


Рис.18а,б Внутривольный частичный разрыв ротаторной манжеты:

а - эхотомограмма, **б** - артроскопия.

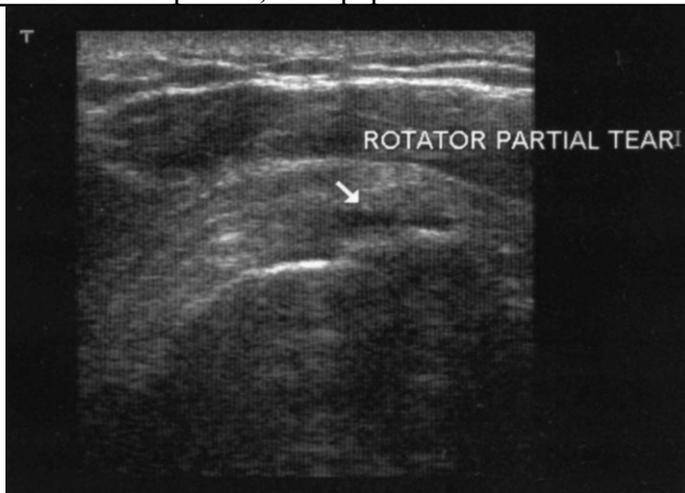


Рис.19 Внутривольный частичный разрыв сухожилия надостной мышцы (зона разрыва обозначена стрелкой).

Легче всего их визуализировать в ортогональной проекции. Самые редкие внесуставные разрывы - у которых область разрыва обращена в сторону дельтовидной мышцы и сообщается с субдельтовидной-субакромиальной сумкой (Рис.20, Рис. 21а,б, Рис.22).

При внутрисуставных разрывах полость разрыва обращена в полость сустава и выпота, как правило, не наблюдается (Рис.23, Рис.24а,б). Выделяют еще один вид разрывов, так называемые отрывные, при которых наблюдается отрыв хрящевого или кортикального слоя плечевой кости.

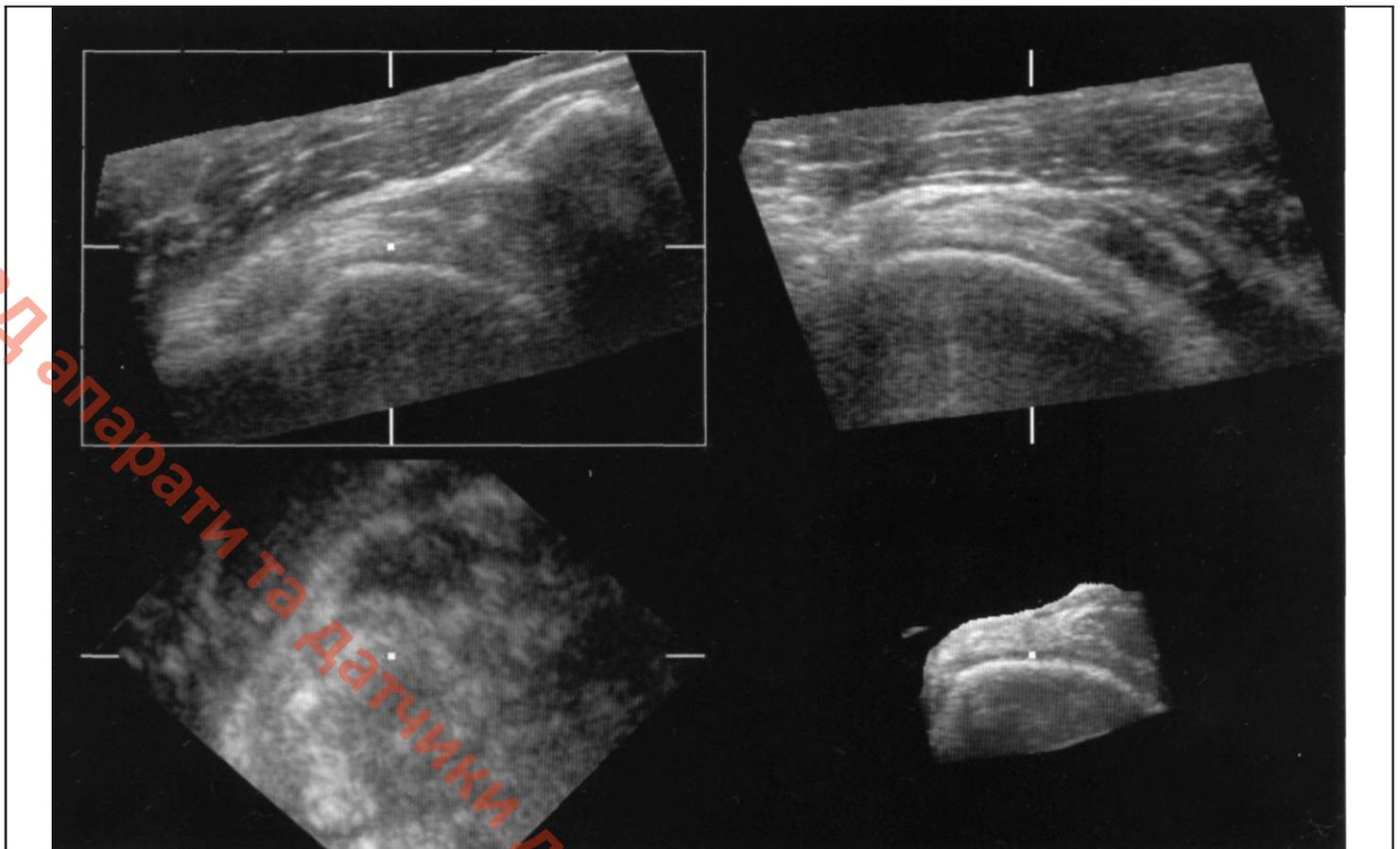


Рис.20 Внесуставной разрыв ротаторной манжеты плеча

(трехмерная мультипланарная реконструкция); форма и размеры разрыва хорошо видны на изображении во фронтальной плоскости (стрелки).

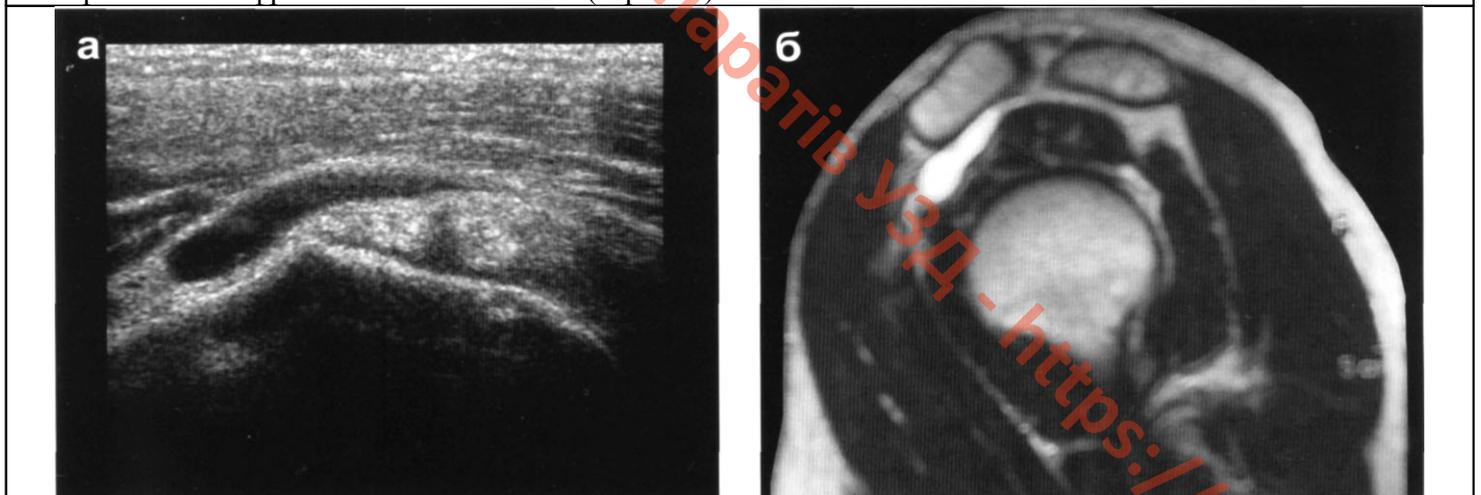


Рис.21 а,б Внесуставной разрыв ротаторной манжеты. Жидкость в субдельтовидно-субакромиальной сумке.

а - на эхотомограмме хорошо видна зона разрыва и жидкость в суставной сумке,

б - на МР-томограмме того же больного (сагиттальный срез, T2-взвешенное изображение) также определяется жидкость в суставной сумке.

При этом визуализируется гиперэхогенный линейный фрагмент, окруженный гипоэхогенным участком (Рис.25). При повторном повреждении надостной мышцы в субдельтовидной и субакромиальной сумках, в акромиально-ключичном сочленении появляется выпот. Необходимо принимать во внимание, что мощный мышечный слой может затушевывать наличие выпота в суставе. Флюктуация жидкости лучше всего определяется по заднему краю дельтовидной мышцы или со стороны подмышечной впадины.



Рис.22 Внесуставной разрыв сухожилия надостной мышцы (продольный срез).



Рис.23 Внутрисуставной разрыв ротаторной манжеты с выходом в полость сустава.



Рис.24а,б Внутрисуставной разрыв ротаторной манжетки плеча без выпота в полость сустава. а - эхотомограмма, б - артроскопия.

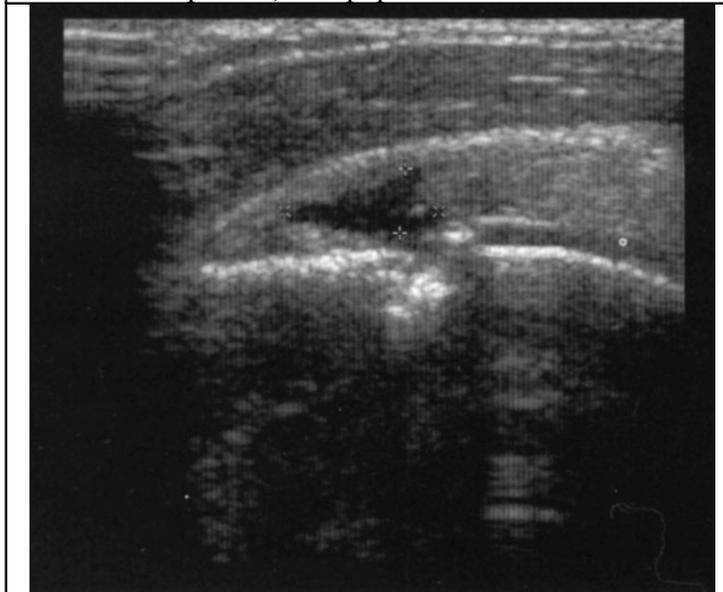


Рис.25 Внутрисуставной разрыв ротаторной манжетки плеча с отрывом костного фрагмента: четко видна зона разрыва, деформация хряща и кортикального слоя кости с образованием костных фрагментов.

Эхографические критерии разрыва ротаторной манжеты.

1. *Отсутствие визуализации манжеты плечевого сустава.* Наблюдается при больших разрывах, когда манжета отрывается от большого бугра и происходит ее ретракция под акромиальный отросток. В таких случаях дельтовидная мышца примыкает к головке плечевой кости и между дельтовидной мышцей и головкой отсутствует эхосигнал от ротаторной манжеты ([Рис.26а,б](#)).

2. *Прерывистость ее контуров.* Возникает в случае, когда дефект в месте разрыва ротаторной манжеты заполняется жидкостью ([Рис.27а,б](#)). Наблюдается выраженная асимметрия при сравнении со здоровым плечом.

3. *Появление гиперэхогенных зон в проекции ротаторной манжеты.* Этот признак не является столь надежным, как предыдущие. Гиперэхогенные зоны обычно возникают в случаях замещения грануляционной тканью зон разрыва ([Рис.28](#)). Симптом следует рассматривать как признак разрыва ротаторной манжеты только в случае выраженной асимметрии по сравнению с противоположным плечом.

4. *Наличие небольшой гипоэхогенной полоски в области ротаторной манжеты* заставляет думать о надрыве надостной мышцы. Эти изменения часто сопровождаются субакромиальным и субдельтовидным бурситом ([Рис.29](#), [Рис.30а,б](#)).

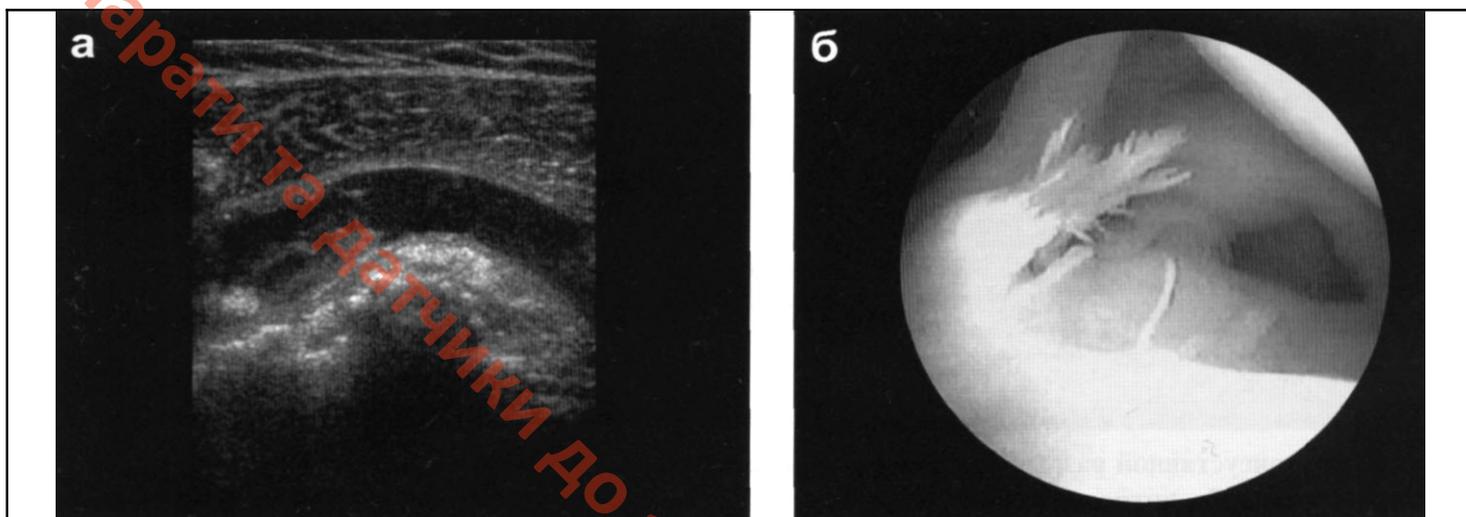


Рис.26 а,б Полный разрыв ротаторной манжеты. Отсутствие сигнала от ротаторной манжеты. Жидкость в полости сустава, а - эхотомограмма, б - артроскопия.

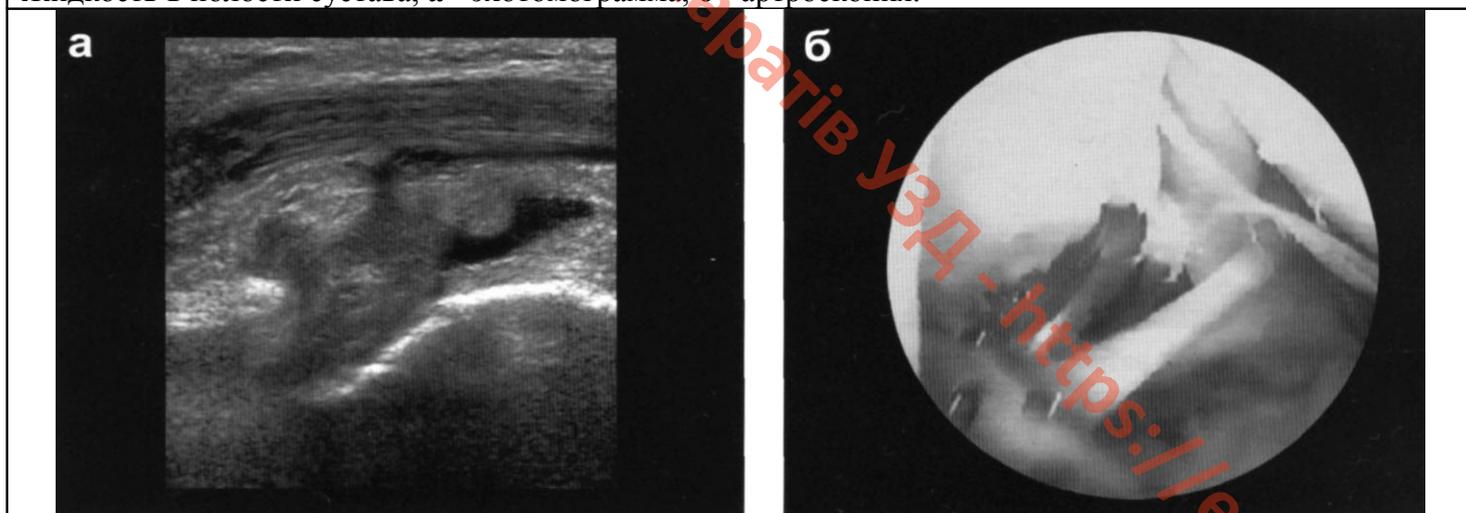


Рис.27 а,б Дефект в месте разрыва ротаторной манжеты заполнен жидкостью. а - эхотомограмма, б - артроскопия.

Импинджмент синдром и повреждения ротаторной манжеты.

Важно помнить, что разрывы ротаторной манжеты в пожилом возрасте не являются следствием травм, а часто наступают вследствие дегенеративных изменений в суставе и в составляющих его элементах. В результате дегенеративных изменений возникает протрузионный тендинит, вплоть до полного дегенеративного разрыва ротаторной манжеты плеча. Это может сопровождаться бурситом не только в субакромиальной, но и в субдельтовидной сумке. Излюбленными локализациями этих изменений являются основание сухожилия надостной, подостной мышцы и большого бугорка плечевой кости. Все эти изменения могут привести к развитию так называемого импинджмент синдрома. Это заболевание характеризуется стойкими дегенеративными изменениями паракапсулярных тканей плечевого сустава и сопровождается разнообразными клиническими проявлениями. Оно часто протекает с выраженным болевым синдромом и сопровождается различной степенью ограничения объема движения в суставе. Причинами развития импинджмент синдрома являются:

микротравматические повреждения капсулы, травма плечевого сустава, осложненная разрывом ротаторной манжеты, а также такие заболевания, как ревматоидный артрит и диабетическая артропатия. Различают 3 стадии заболевания, которые обычно следуют друг за другом.

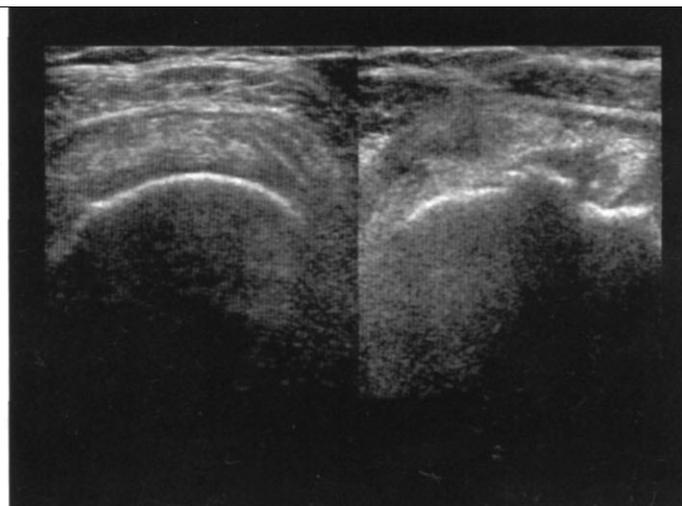
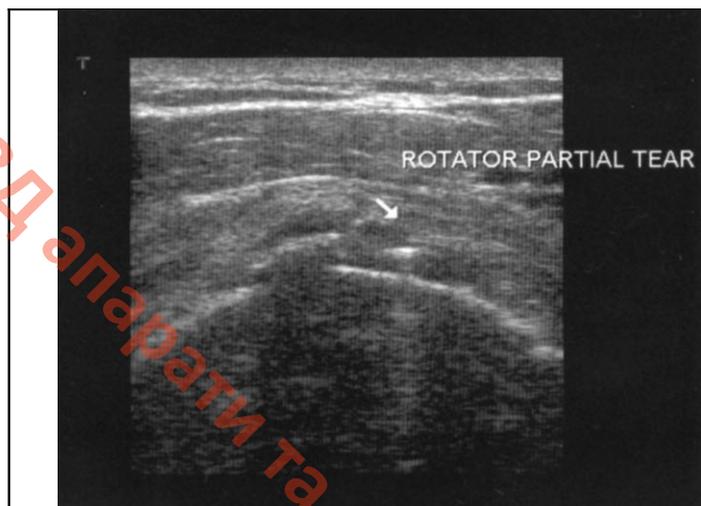


Рис.28 На эхотомограмме визуализируются гиперэхогенные включения в месте развития грануляционной ткани при разрыве ротаторной манжеты.

Рис.29 Эхотомограмма здорового и поврежденного плечевых суставов: гипоэхогенная зона в области разрыва ротаторной манжеты и гипоэхогенная полоска жидкости в проекции субдельтовидной сумки.



Рис.30 а,б Разрыв сухожилия надостной мышцы.

а - эхотомограмма: гипоэхогенная зона в области разрыва сухожилия надостной мышцы и гипоэхогенная полоска жидкости в проекции субдельтовидной сумки,
б - артроскопия.

Первая стадия (отек и кровоизлияние). Боль проявляется после физической нагрузки, характерны ночные боли. Чаще всего возникает в молодом возрасте. На этом этапе определяется симптом "дуги" или "арки болезненного отведения", когда при отведении больной руки появляется боль в пределах 60 - 120 градусов активной абдукции. Это указывает на то, что происходит соударение большого бугорка плечевой кости, передне-наружного края акромиона и корачо-акромиальной связки. Между этими структурами в месте прикрепления вращательной манжеты происходит ее ущемление.

При УЗ-исследовании в суставной сумке отмечается неравномерное утолщение сухожилия надостной мышцы с наличием гиперэхогенных участков фиброза. В проекции верхушки акромиального отростка лопатки, в месте прикрепления сухожилия надостной мышцы к большому бугру плечевой кости, отмечается его утолщение и субакромиальный бурсит ([Рис.31 а,б](#)).

Вторая стадия (фиброз и тендинит). Наблюдаются болезненные явления в плечевом суставе при полном отсутствии активных движений. Встречаются в возрасте от 25 до 40 лет. В сухожильно-мышечном и связочном комплексе плечевого сустава происходят дегенеративные изменения. В результате снижается стабилизирующая функция сухожильного аппарата.

При УЗ-исследовании отмечается неоднородность структуры сухожилия надостной мышцы, появление множественных мелких гиперэхогенных включений. В межбугорковой ямке визуализируются утолщенные, неровные контуры длинной головки двуглавой мышцы плеча с единичными точечными обызвествлениями и выпотом ([Рис.32а,б,в](#)).

Третья стадия (разрывы ротаторной манжеты). У пациентов наблюдается устойчивая болевая контрактура при пассивных движениях и почти полная утрата движений в плечевом суставе. Наблюдается у лиц старше 40 лет. В результате полость плечевого сустава значительно уменьшается в объеме, суставная капсула становится ригидной и болезненной. В периартикулярных тканях и в синовиальной оболочке развивается адгезивный капсулит ([Рис.33а,б](#)).

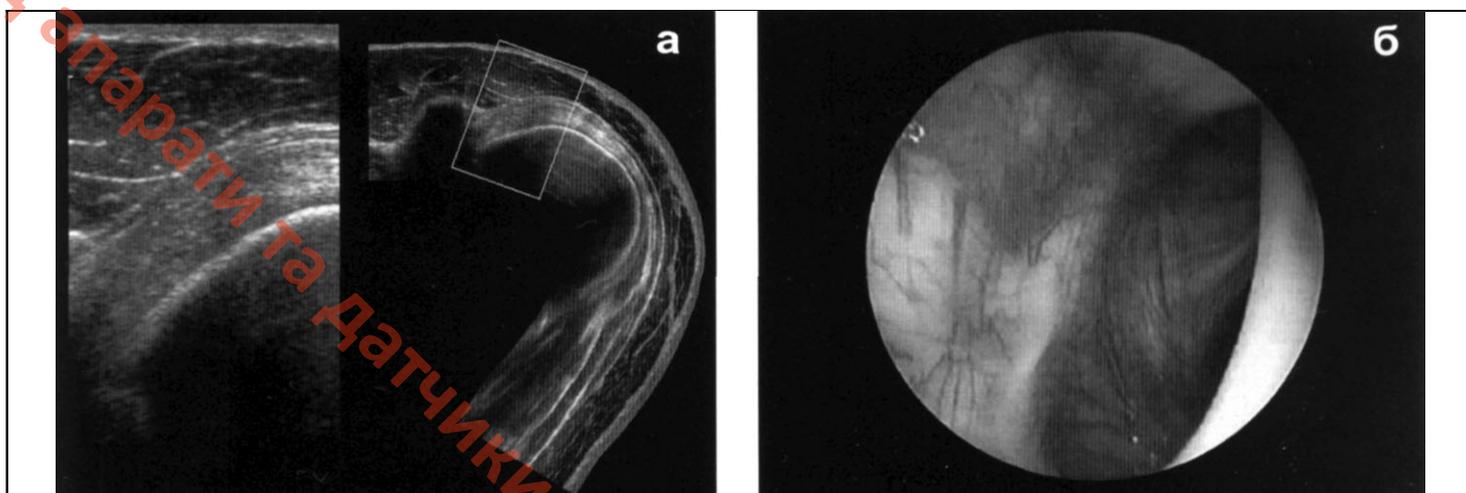


Рис.31 а,б Импинджмент синдром. Первая стадия.

а - эхотомограмма: при панорамном сканировании видно утолщенное по сравнению с другими сухожилие надостной мышцы,
б - артроскопия.

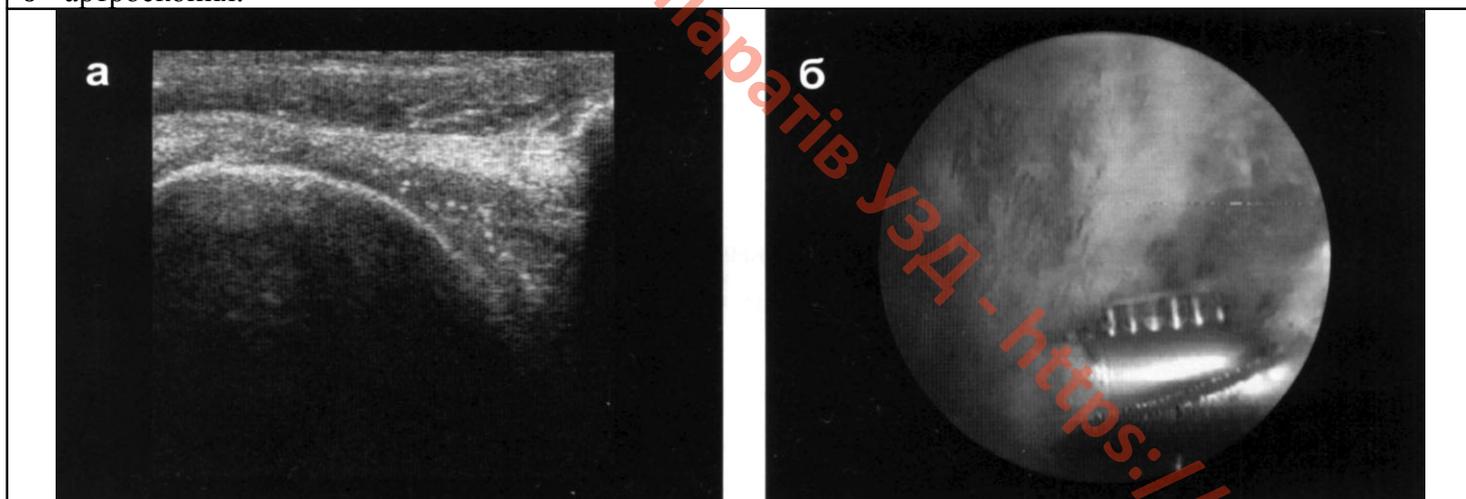


Рис.32а,б,в Импинджмент синдром. Вторая стадия.

а - эхотомограмма: истончение и гиперэхогенные включения отражающие фиброз и тендинит сухожилия надостной мышцы.

б - артроскопия.

в - МР-томограмма того же больного (фронтальный срез, T1-взвешенное изображение): истончение сухожилия.



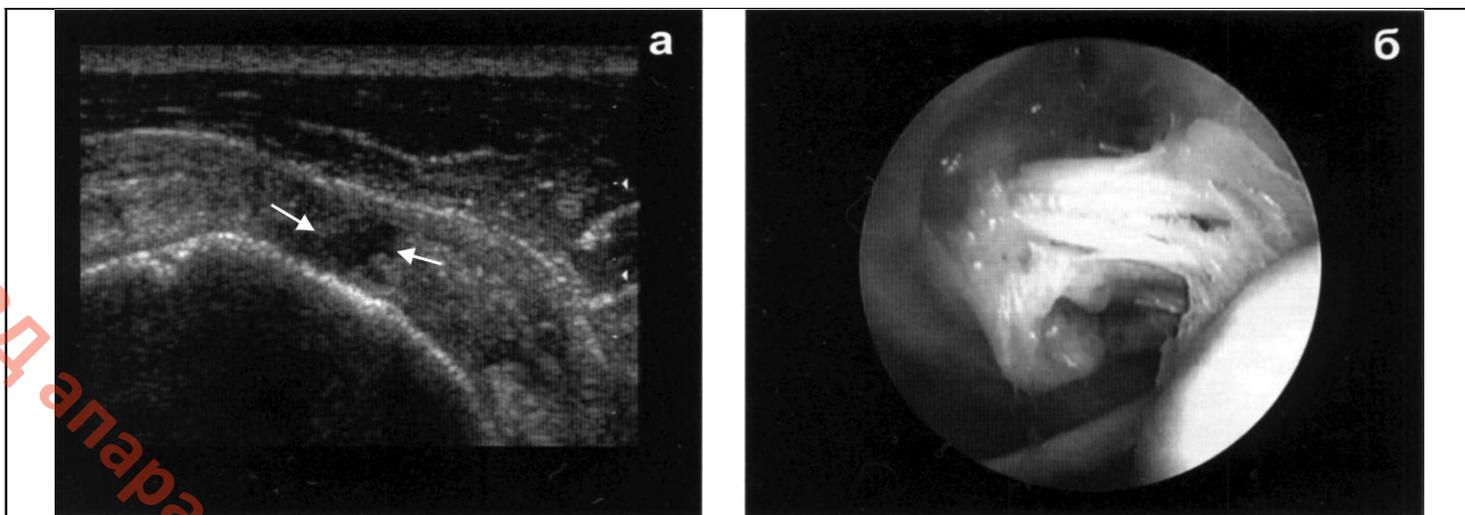


Рис.33 а,б Импинджмент синдром. Третья стадия. Разрыв ротаторной манжеты на фоне дегенеративных изменений сухожилия.

а - эхотомограмма: гипозэхогенная зона разрыва обозначена стрелками,

б - артроскопия.

Разрывы сухожилия двуглавой мышцы плеча.

Разрывы сухожилия двуглавой мышцы плеча возникают при подъеме тяжестей или резком разгибании согнутой в локтевом суставе руки. Наиболее часто разрывы происходят в возрасте от 40 лет и старше. Предрасполагающими факторами являются дегенеративные изменения в сухожилии. Основные симптомы: резкая боль, хруст в момент травмы, снижение силы руки на сгибание. В верхней части плеча - участок западения. Разорванная часть сокращается в дистальном направлении и выбухает под кожей. Необходимо помнить, что оценка состояния сухожилия длинной головки бицепса чрезвычайно важна, так как такая информация помогает при поиске возможного разрыва ротаторной манжеты.

Частичные разрывы. При частичных разрывах сухожилия бицепса в синовиальной оболочке отмечается выпот, волокна сухожилия прослеживаются, однако имеется прерывистость и разволокнение в месте разрыва. При поперечном сканировании гиперэхогенное сухожилие будет окружено гипозэхогенным ободком ([Рис.34а,б,в](#)).

Полные разрывы. При полном разрыве сухожилие двуглавой мышцы плеча не визуализируется. На эхограммах в месте разрыва определяется гипозэхогенный участок неоднородной структуры с нечеткими неровными контурами ([Рис.35](#)). Образуется небольшое углубление (канавка) вследствие западения мышечной ткани. При продольном сканировании можно увидеть разорванную часть сухожилия и сокращенную мышцу. В режиме энергетического картирования в данной зоне отмечается усиление кровотока.

Как правило, на практике при травматических повреждениях мы имеем дело с сочетанной патологией. Часто, при сочетанных разрывах сухожилий надостной и подлопаточных мышц, наблюдается дислокация и сублюксация сухожилия двуглавой мышцы. В таких случаях нужно искать место его смещения, так как межбугорковая бороздка будет пуста. Чаще всего сухожилие бицепса смещается в сторону подлопаточной мышцы ([Рис.36](#), [Рис.37 а,б,в](#)).

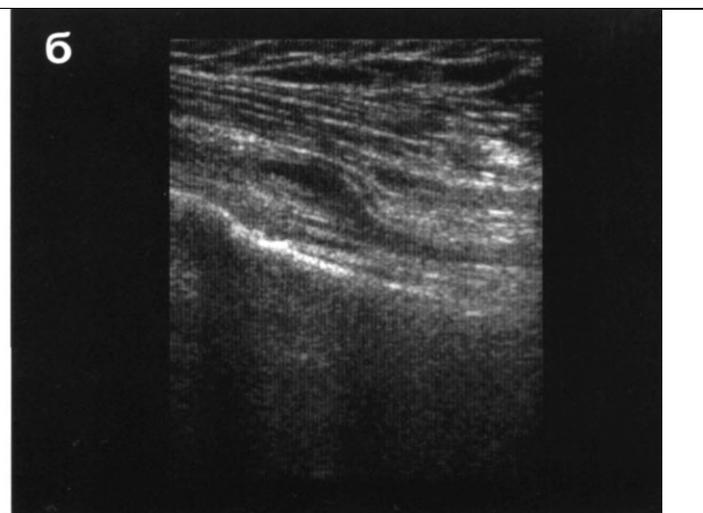
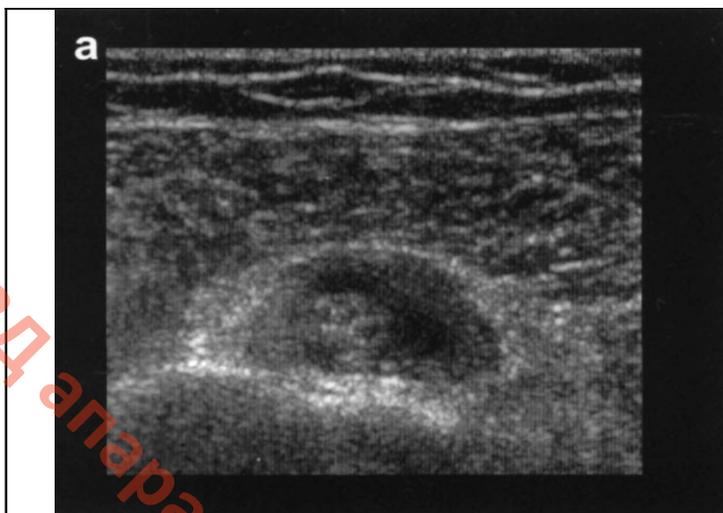


Рис. 34 а,б,в Частичный разрыв сухожилия двуглавой мышцы плеча. Теносиновит.

а - при поперечном сканировании визуализируются волокна сухожилия, окруженные гипоэхогенным ободком - жидкость в синовиальном влагалище.

б - при продольном сканировании вдоль волокон сухожилия длинной головки бицепса отмечается разволокнение, исчезновение фибриллярной структуры и выпот в синовиальном влагалище сухожилия.

в - артроскопия.

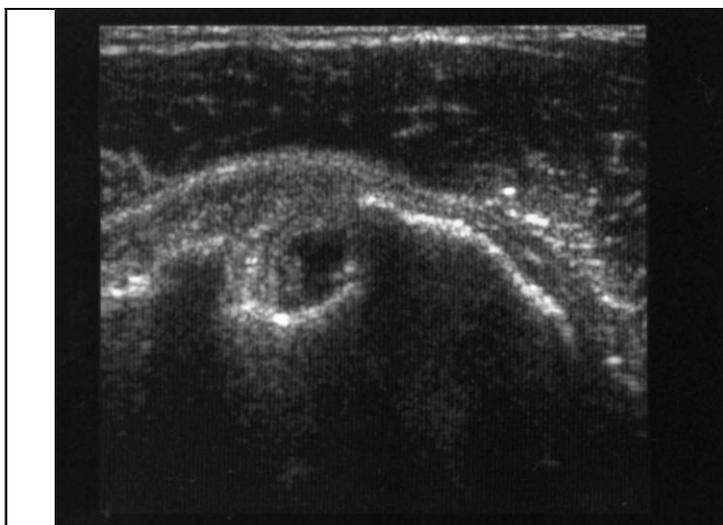


Рис.35 Полный разрыв сухожилия длинной головки бицепса:

при поперечном сканировании определяется пустое синовиальное влагалище, сухожилие отсутствует в типичном месте.



Рис.36 Сублюксация сухожилия длинной головки бицепса при разрыве ротаторной манжеты, сопровождающаяся теносиновитом.

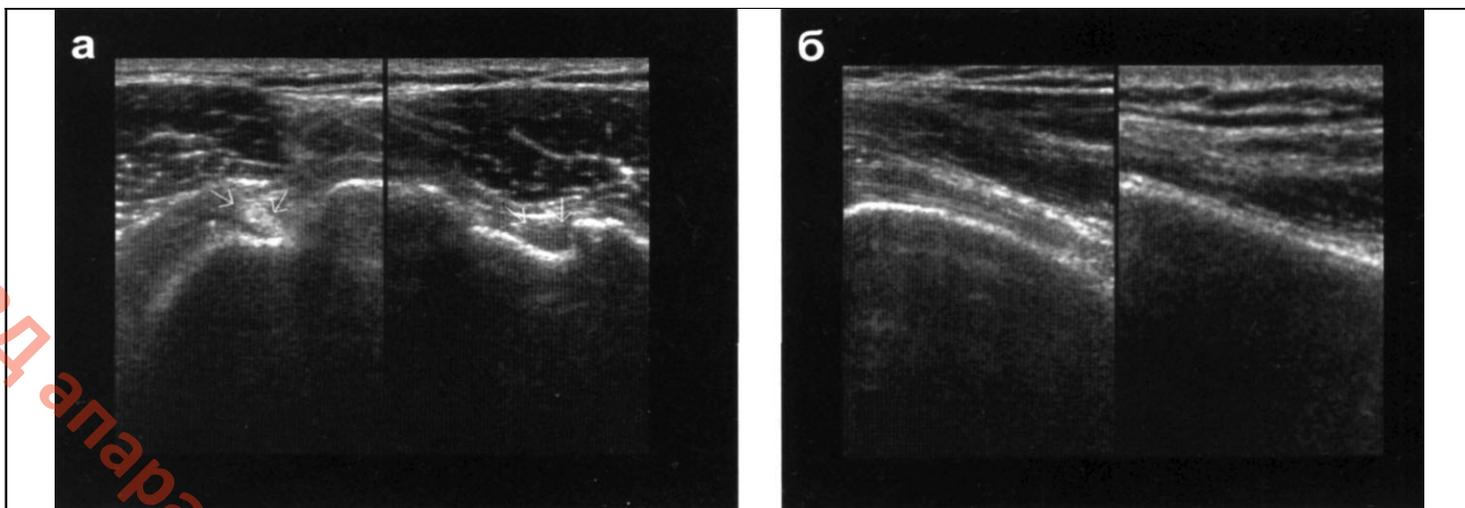


Рис.37а,б,в Сублюксация сухожилия длинной головки бицепса.

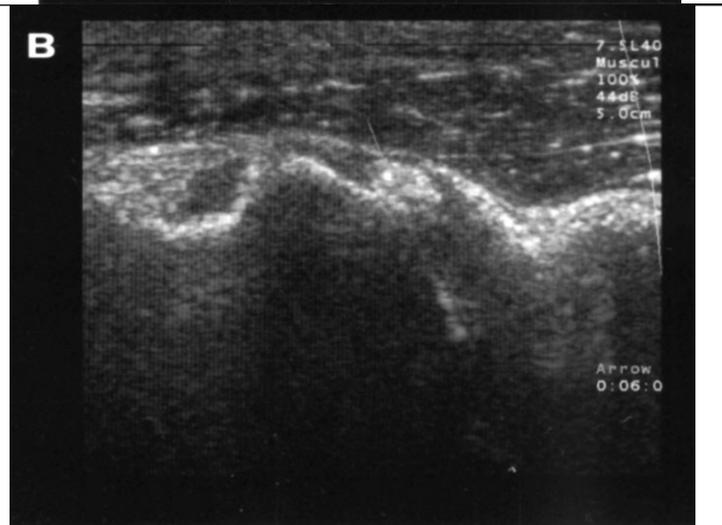
При сравнении со здоровой стороной сухожилие бицепса отсутствует в типичном месте.

Межбугорковая ямка пустая,

а - поперечный срез.

б - продольный срез.

в - смещенное сухожилие длинной головки бицепса определяется в проекции подлопаточной мышцы.



Переломы плечевой кости.

Клинически достаточно трудно дифференцировать острые повреждения ротаторной манжеты плечевого сустава и повреждения ротаторной манжеты при переломах головки плечевой кости. При УЗИ в области перелома поверхность кости неровная, фрагментированная. Часто переломы головки плечевой кости сочетаются с повреждением ротаторной манжеты. При УЗ-ангиографии на ранней стадии в зоне сращения перелома, как правило, отмечается выраженная гиперваскуляризация ([Рис.38](#)). Иногда, с помощью ультразвука удается визуализировать свищевой ход, а также полости после остеосинтеза плечевой кости металлической пластиной ([Рис.39](#)).



Рис.38 Перелом головки плечевой кости без смещения.

Повреждение ротаторной манжеты.

Прерывистость контуров плечевой кости.



Рис.39 Перелом плечевой кости. Остеосинтез металлической пластиной.

Тендинит и теносиновит двуглавой мышцы.

Теносиновит двуглавой мышцы достаточно часто встречающаяся патология при импинджмент синдроме. Однако, он может сочетаться и с тендинитами ротаторной манжеты. В синовиальной оболочке сухожилия бицепса отмечается выпот, волокна сухожилия прослеживаются полностью. При поперечном сканировании гиперэхогенное сухожилие будет окружено гипоэхогенным ободком (Рис.40а,б,в). При хроническом теносиновите синовиальная оболочка будет утолщена. При УЗ-ангиографии, как правило, отмечается усиление степени васкуляризации.

Тендинит и тендинопатии ротаторной манжеты.

В результате частых ушибов плечевого сустава, присоединения инфекции, нарушения обмена веществ в сухожилиях ротаторной манжеты плеча могут возникать патологические изменения, проявляющиеся явлениями тендинита, дистрофического кальциноза, мукоидной дегенерации.

Тендинит. Наличие тендинита характерно для пациентов молодого возраста, обычно младше 30 лет. При ультразвуковом исследовании отмечается появление гипоэхогенных участков неправильной формы, с неровными контурами. Сухожилие утолщено, увеличено в объеме и, как правило, локально. Увеличение толщины сухожилия на стороне поражения уже на 2 мм, по сравнению с контрлатеральной стороной, может свидетельствовать в пользу тендинита. При УЗ-ангиографии может наблюдаться повышенная васкуляризация, которая отражает гиперемию мягких тканей (Рис.41).

Кальцифицирующий тендинит. Кальцифицирующий тендинит проявляет себя выраженной болезненностью. При УЗ-исследовании в сухожилиях при этом определяется множество мелких обызвествлений (Рис.42).

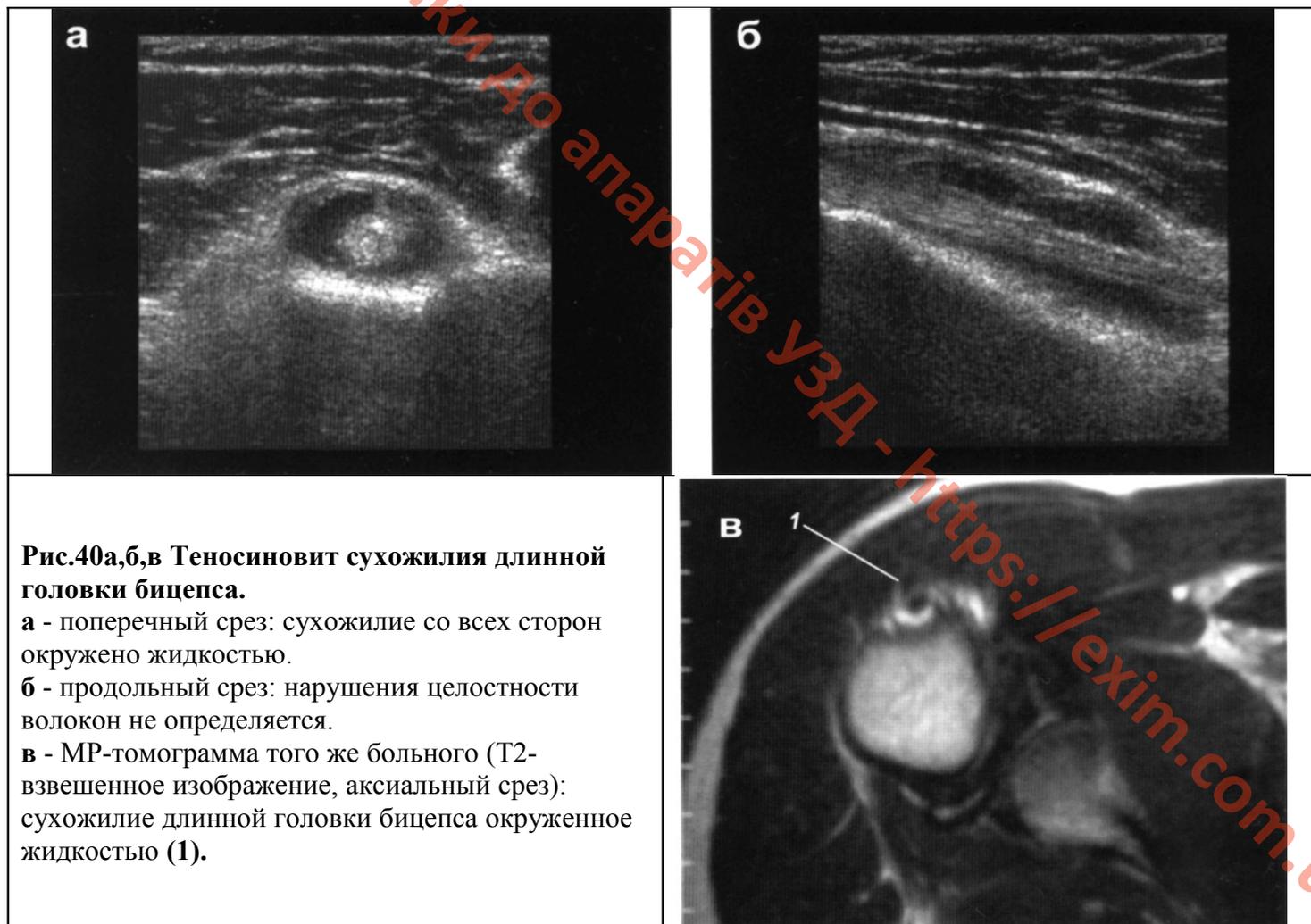




Рис.41 Тендинит сухожилия надостной мышцы.
УЗ-ангиография в режиме ЭК: отмечается выраженная васкуляризация в зоне воспалительных изменений.



Рис.42 Кальцифицирующий тендинит сухожилия надостной мышцы:
видны множественные гиперэхогенные включения.

Мукоидная дегенерация. Мукоидная дегенерация, по-видимому, лежит в основе гипоэхогенных проявлений при разрывах ротаторной манжеты, которые происходят при прогрессировании дегенеративных процессов в сухожилии.

Первоначально мукоидная дегенерация проявляется при ультразвуковом исследовании в виде мелких гипоэхогенных точечных участков, которые затем приобретают диффузный характер ([Рис.43](#)).

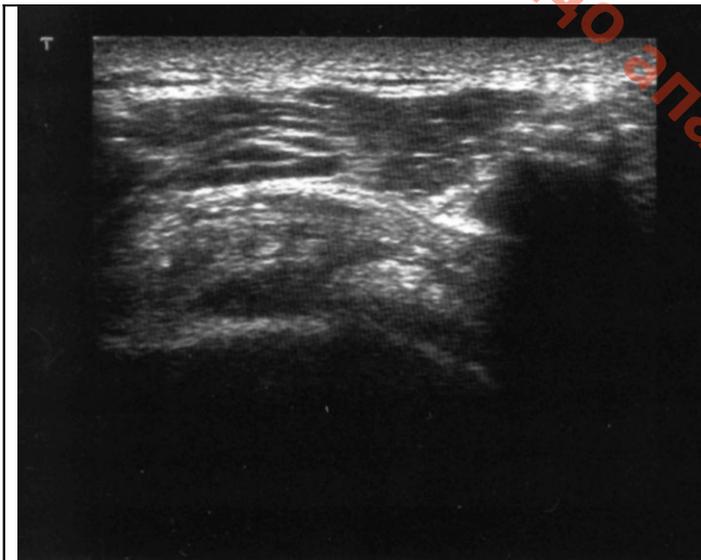


Рис.43 Мукоидная дегенерация сухожилия надостной мышцы:
видны чередующиеся гипоэхогенные и гиперэхогенные зоны.

Представляется довольно трудным дифференцировать наличие дегенеративных процессов в сухожилиях, обусловленных прогрессированием воспалительных изменений, возрастных изменений или системных заболеваний, таких как ревматоидный артрит.

Субакромиально-субдельтовидный бурсит.

Субакромиальная сумка - самая большая сумка плечевого сустава. Неопределяемая в норме, при патологических изменениях в плечевом суставе она увеличивается в размерах и располагается по контуру ротаторной манжеты под дельтовидной мышцей.

Выпот в суставных сумках плечевого сустава может возникать: при разрывах ротатора, воспалительных заболеваниях плечевого сустава, синовитах, метастатическом поражении. При травматических или геморрагических бурситах содержимое имеет неоднородную эхоструктуру ([Рис.44,45](#)).

При гипертрофии синовиальной оболочки, выстилающей сумку, могут определяться различные разрастания, неровность толщины стенок сумки ([Рис.46](#)).

В острой фазе при УЗ-ангиографии отмечается усиленная васкуляризация. Впоследствии внутри сумки могут образовываться кальцификаты.

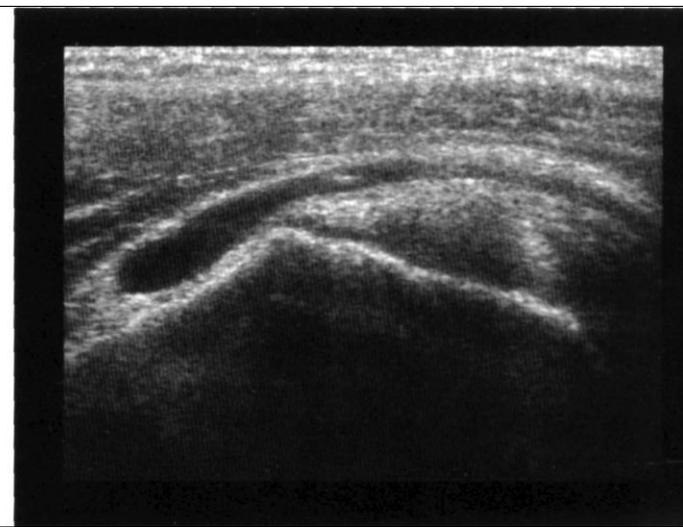
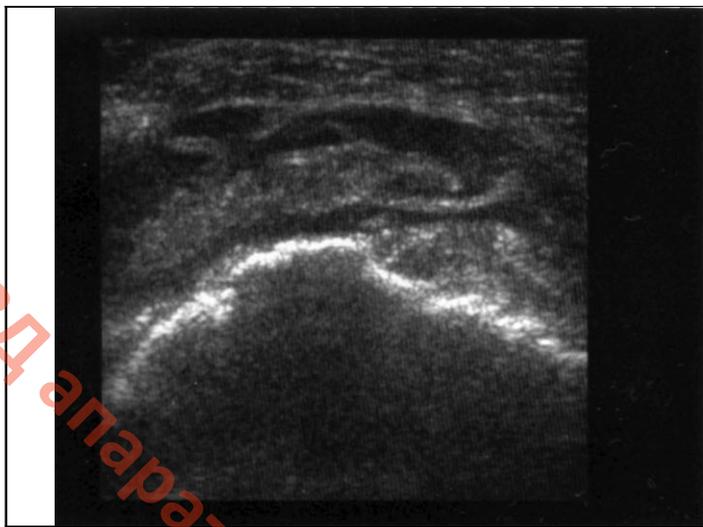


Рис.44 Геморрагический субдельтовидно-субакромиальный бурсит при разрыве ротаторной манжеты.

Рис.45 Субакромиально-субдельтовидный бурсит при надрыве сухожилия надостной мышцы.



Рис.46 Гипертрофический субдельтовидный бурсит при хроническом разрыве ротаторной манжеты, сопровождающийся сублюксацией сухожилия длинной головки бицепса (стрелка).

Разрывы акромио-клавиккулярного сустава.

Повреждения в акромио-клавиклярном суставе могут мимикрировать разрывы ротаторной манжеты, так как сухожилие надостной мышцы проходит прямо под этим суставом. Пациенты испытывают резкую боль при поднятии руки через сторону вверх. Различают полные и неполные разрывы ключично-акромиального сочленения. При разрыве одной ключично-акромиальной связки возникает неполный вывих акромиального конца ключицы, а при разрыве и клювовидно-ключичной связки - полный. При полном разрыве ключица выступает вверх, наружный ее конец отчетливо прощупывается под кожей. При движении плечом ключица остается неподвижной. При неполном вывихе ключица сохраняет связь с акромионом, наружный конец ключицы прощупать не удается. При надавливании на ключицу вывих довольно легко устраняется, но стоит прекратить давление - возникает вновь. Это так называемый симптом "клавиши", служащий достоверным признаком разрыва акромиально-ключичной связки.

Эхографически разрывы ключично-акромиального сочленения проявляются увеличением расстояния между ключицей и акромионом лопатки, по сравнению с контрлатеральной стороной. Если в норме ключица и акромион находятся на одном уровне, то при разрывах ключица смещается вверх, изменяются границы уровней. В месте разрыва визуализируется гипозоногенный участок - гематома, видны разорванные концы утолщенной связки (Рис.47 а,б,в). Разрыв волокон подлежащей субакромиальной сумки сопровождается возникновением симптома "гейзера".

Другой наиболее типичной патологией данного сустава является остеоартроз. При данной патологии капсула сустава растягивается за счет синовита, в нем появляются отдельные фрагменты и "суставные

мышы". В дистальном конце ключицы может наблюдаться остеолитизис. Эти изменения наиболее часто встречаются у игроков контактных видов спорта и тяжелоатлетов. Очень часто патологические изменения в этом суставе пропускаются специалистами, выполняющими ультразвуковое исследование, так как все внимание сосредоточено на плечевом суставе.

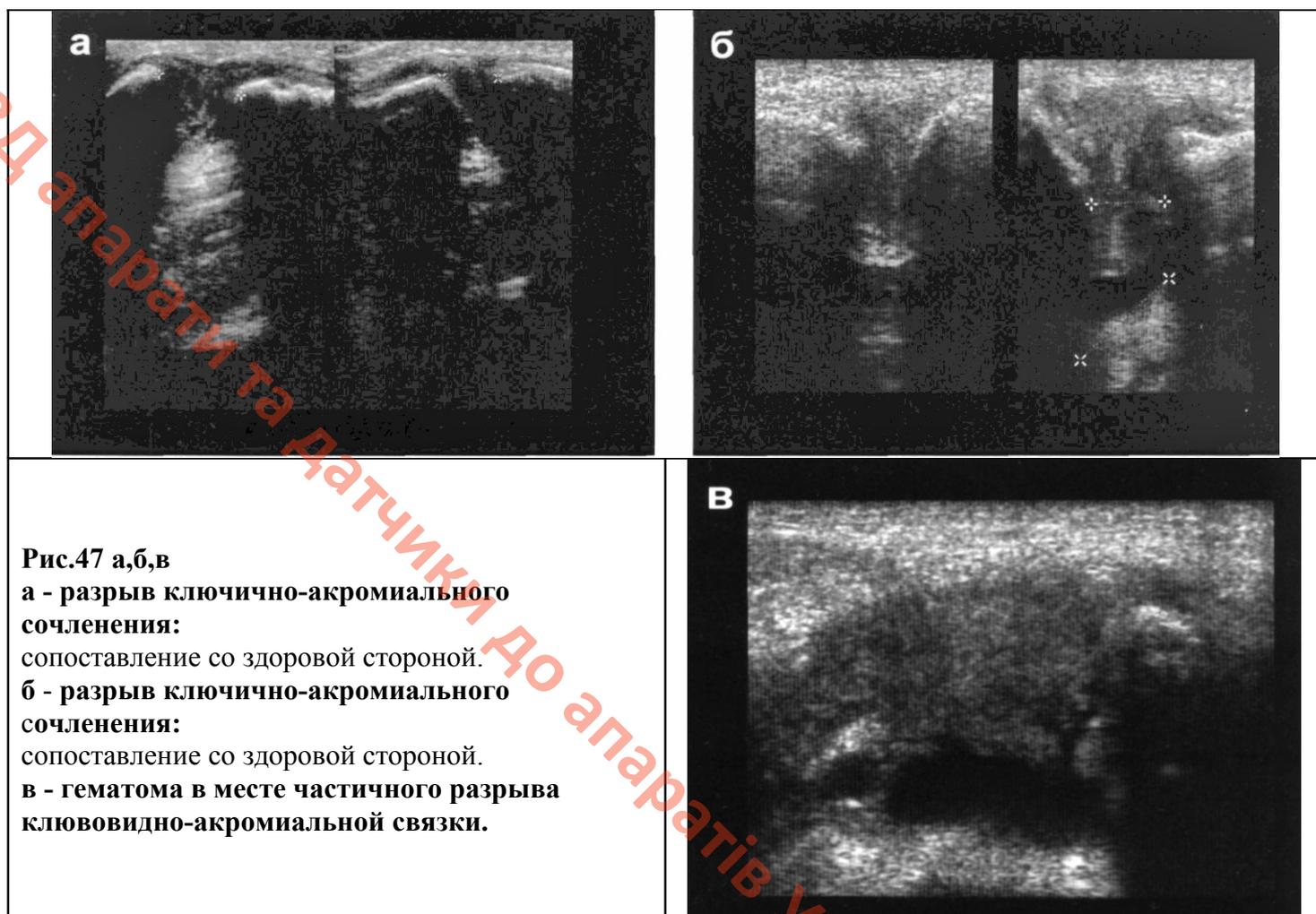


Рис.47 а,б,в

а - разрыв ключично-акромиального сочленения:

сопоставление со здоровой стороной.

б - разрыв ключично-акромиального сочленения:

сопоставление со здоровой стороной.

в - гематома в месте частичного разрыва клювовидно-акромиальной связки.

Повреждения передней суставной губы.

При травматических повреждениях в плечевом суставе, сопровождающихся разрывом суставной капсулы в плече-лопаточном сочленении, наблюдается так называемый синдром Банкарта (Bankart), который характеризуется разрывом передней суставной губы. Наличие выпота в плече-лопаточном суставе и растяжения капсулы позволяют при ультразвуковом исследовании с помощью конвексного датчика выявить разрыв хрящевой ткани. Разрыв Банкарта при ультразвуковом исследовании сопровождается нарушением целостности контуров передней суставной губы и появлением жидкости в полости сустава, вызывающих утолщение и выбухание капсулы ([Рис.48 а,б](#))

Повреждения задней суставной губы.

Если повреждение затрагивает заднюю суставную губу плече-лопаточного сочленения, то наличие разрыва хрящевой ткани и наличие отрывных костных фрагментов головки плечевой кости будут носить название синдрома Хилл-Сакса (Hill-Sachs). По аналогии с разрывами передней суставной губы при ультразвуковом исследовании также отмечается нарушение целостности контуров задней суставной губы, появление жидкости, выбухание и утолщение капсулы ([Рис.49 а,б](#)).

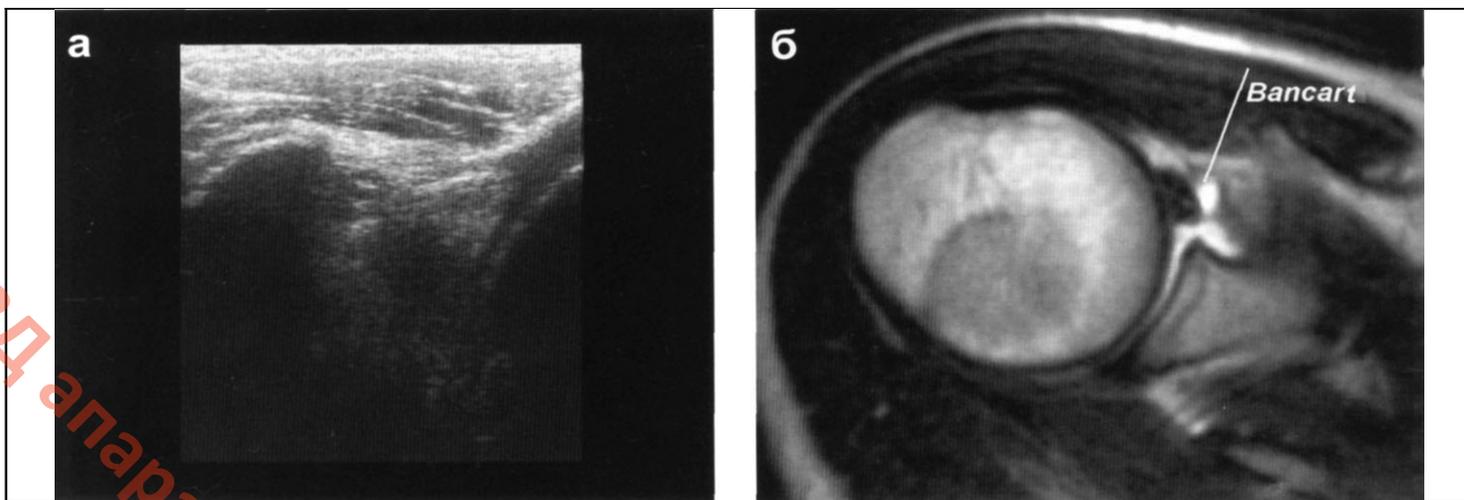


Рис.48а,б Синдром Банкарта.

а - эхотомограмма: в области передней суставной губы отмечается наличие жидкости, губа не визуализируется,

б - МР-томограмма того же больного (T2-взвешенное изображение, аксиальный срез): нарушение целостности суставного хряща передней суставной губы и выпот в полости сустава.

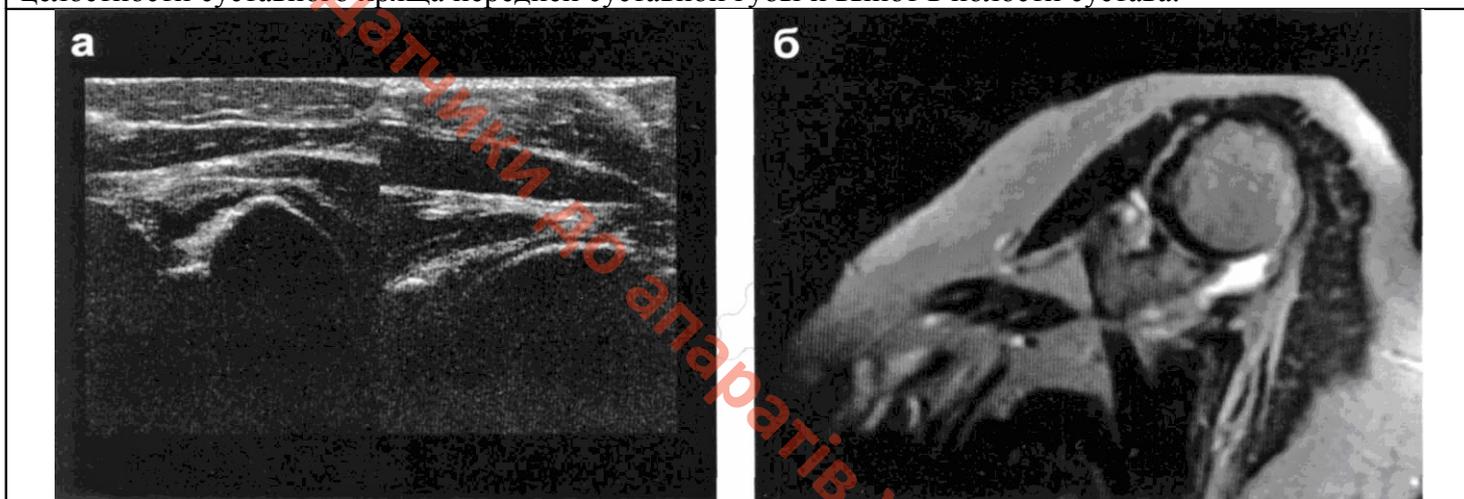


Рис.49а,б Синдром Хилл-Сакса. Нарушение целостности задней суставной губы правого плечевого сустава.

а - эхотомограмма: жидкость в месте разрыва (стрелка). Сопоставление со здоровой стороной.

б - МР-томограмма того же больного (аксиальный срез, T2-взвешенное изображение): жидкость в области задней суставной губы.

Ревматоидный артрит.

Дегенеративные изменения и разрывы сухожилий при воспалительных ревматических заболеваниях эхографически не отличаются от изменений другого происхождения.

При ревматоидном артрите преимущественно поражается полость сустава и сумки, а также суставная поверхность кости, в виде эрозий. Эрозии визуализируются как мелкие дефекты костной ткани, неправильной формы с острыми краями. Поддельтовидная сумка, как правило, заполнена жидкостным содержимым. Очень часто при данном заболевании выявляются атрофии мышц. Межмышечные перегородки становятся изоэхогенными и отдифференцировать группы мышц затруднительно.

В острую фазу заболевания отчетливо выявляется гипervasкуляризация в мягких тканях, которая обычно не наблюдается в фазу ремиссии (Рис.50).

С помощью методики УЗ-ангиографии возможно проведение динамического контроля лечения при ревматоидном артрите.



Рис.50 Ревматоидный артрит:
хорошо видны множественные краевые эрозии
головки плечевой кости.

Таким образом, мы можем заключить, что ультразвуковое исследование является важным методом визуализации изменений в плечевом суставе.

Современные возможности ультразвука позволяют нам использовать его как для первичной диагностики патологических изменений в суставе, так и для мониторинга лечения. Простота и надежность ультразвуковых методик обеспечивают ему несомненный приоритет перед другими инструментальными методами.

Глава 3

Ультразвуковое исследование локтевого сустава

Так как локтевой сустав относительно небольшой и поверхностно расположен, то он очень удобен для исследования с помощью ультразвукового метода. Можно даже сказать, что ультразвуковое исследование является методом выбора при исследовании этого сустава из-за простоты выполнения, информативности и экономичности. Обычно используется датчик с частотой сканирования 7,5 МГц.

1. Анатомия локтевого сустава

Локтевой сустав образован суставной поверхностью нижнего эпифиза плечевой кости, ее блоком и головкой, а также суставными поверхностями локтевой и лучевой костей. В полости локтевого сустава различают три сустава: плече-локтевой, плече-лучевой и луче-локтевой. Суставная капсула покрывает локтевой сустав со всех сторон. Стабилизируют локтевой сустав боковые связки: локтевая и лучевая коллатеральные. Также имеется лучевая круговая связка, укрепляющая луче-локтевой сустав и обеспечивающая стабильность взаимоотношений лучевой и локтевой костей при пронации и супинации предплечья. Передний и задний отдел локтевого сустава укреплены связками недостаточно. Костными ориентирами для исследования локтевого сустава являются медиальный и латеральный надмышечки плечевой кости, локтевой отросток локтевой кости. По передне-медиальной поверхности костным ориентиром служит бугристость лучевой кости и венечный отросток локтевой кости ([Рис.1а,б](#)).

За сгибание предплечья ответственны три мышцы: плечевая, плече-лучевая и двуглавая мышцы плеча. К надмышечкам прикрепляются сухожилия соответствующих групп мышц. К медиальному надмышечку прикрепляются сухожилия мышц сгибателей: сухожилие круглого пронатора, волокна которого залегают наиболее глубоко; поверхностно расположенные волокна общего сухожилия сгибателей пальцев; сухожилие лучевого сгибателя запястья, поверхностного сгибателя пальцев, локтевого сгибателя запястья. К латеральному надмышечку плечевой кости прикрепляются по задне-латеральной поверхности сухожилия мышц разгибателей: общее сухожилие разгибателей пальцев, локтевой разгибатель запястья, длинный разгибатель пальцев, короткий разгибатель пальцев, лучевой разгибатель запястья.

К локтевому отростку прикрепляется сухожилие трехглавой мышцы, образующееся из длинной, наружной и внутренней головок мышц ([Рис.2а,б](#)).

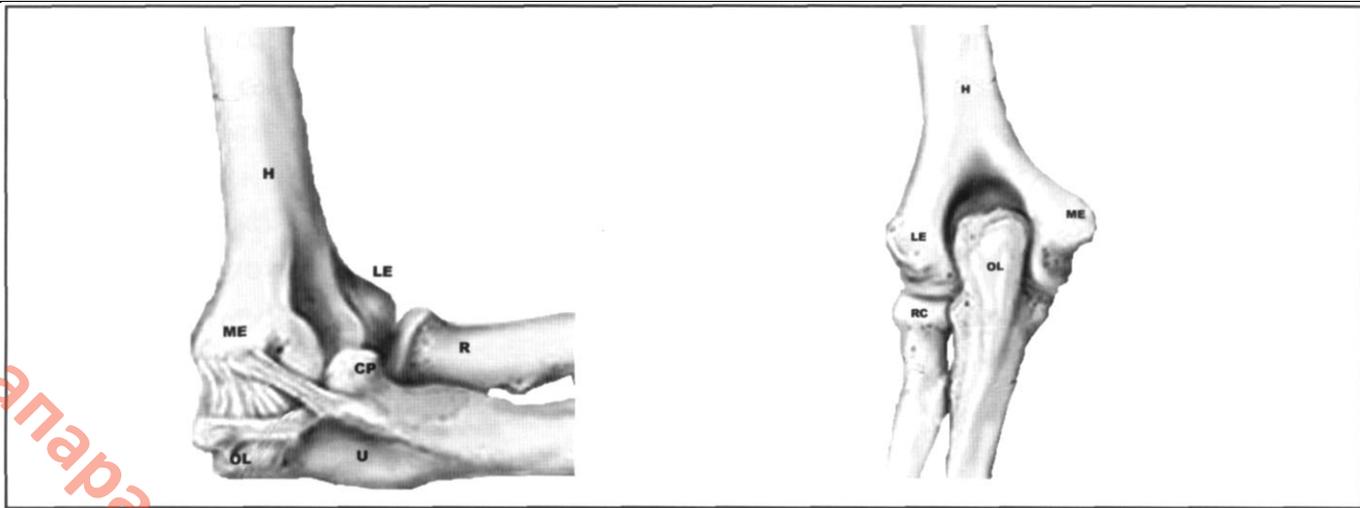


Рис. 1а,б

а - локтевой сустав, костные ориентиры: медиальный надмыщелок (ME), латеральный надмыщелок (LE), плечевая кость (H), лучевая кость (R), локтевая кость (U), локтевой отросток (OL), венечный отросток (CP).

б - локтевой сустав, задняя поверхность: медиальный надмыщелок (ME), латеральный надмыщелок (LE), плечевая кость (H), головка лучевой кости (RC).

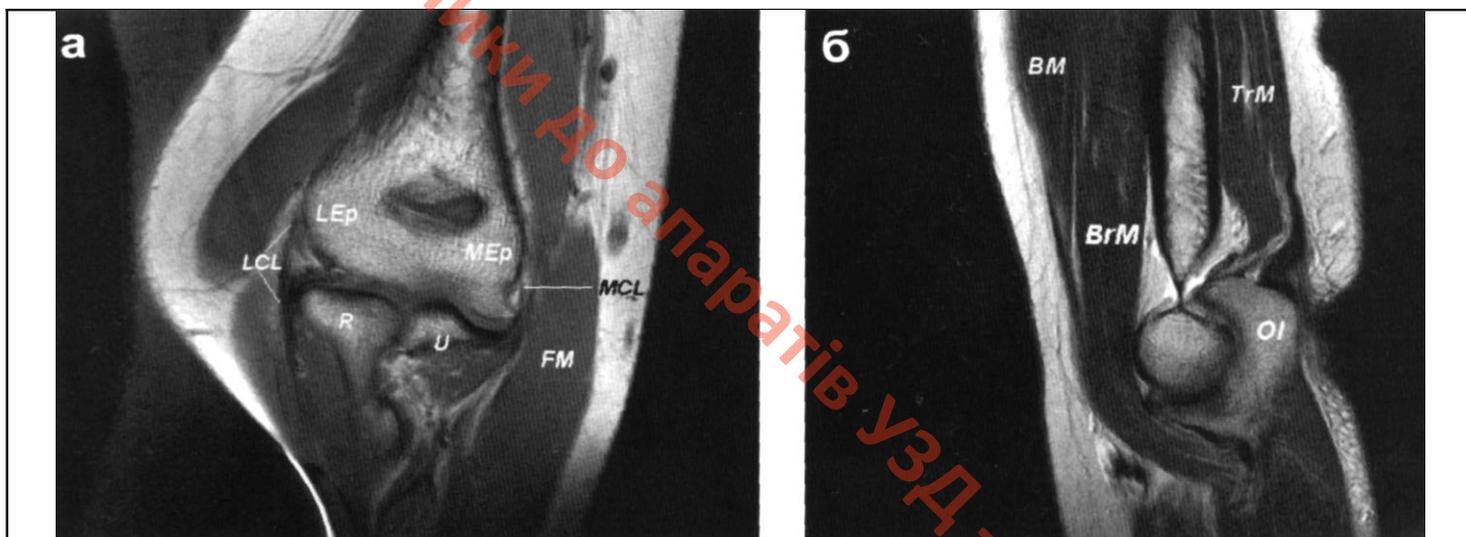


Рис.2а,б МР-томограммы локтевого сустава.

а - фронтальный срез, T1-взвешенное изображение: латеральный надмыщелок плечевой кости (LEp), медиальный надмыщелок (MEp), лучевая кость (R), локтевая кость (U), лучевая коллатеральная связка (LCL), локтевая коллатеральная связка (MCL), мышцы сгибатели предплечья (FM).

б - сагиттальный срез, T2-взвешенное изображение: локтевой отросток локтевой кости (OL), плечевая мышца (Bm), трехглавая мышца плеча (TrM), двуглавая мышца плеча (Bm).

Между надмыщелками по задней поверхности выше локтевого отростка расположена локтевая ямка. В локтевом суставе выделяют несколько сумок. Сумка локтевого отростка располагается в месте прикрепления сухожилия трехглавой мышцы и состоит из трех отделов: подкожной, межсухожильной и подсухожильной. Сумка сухожилия двуглавой мышцы расположена позади сухожилия, в месте его прикрепления к бугристости лучевой кости. Сумки надмыщелковые (медиальная и латеральная) залегают под сухожилиями над соответствующими надмыщелками.

Локтевой нерв формируется из С8-Т1 нервных корешков с возможным участием С7. Он иннервирует медиальную половину глубокого сгибателя пальцев, локтевой сгибатель запястья, мышцы гипотенара, межкостные мышцы, глубокую головку короткого сгибателя пальцев и червеобразные мышцы 3 и 4 фаланг пальцев. Он также обеспечивает чувствительность 5 и половины 4 пальцев. На плече он следует в составе нервно-мышечного пучка с плечевой артерией и медиальным нервом.

На середине плеча следует по направлению к задней поверхности медиального надмыщелка. Здесь он лежит в межмыщелковой борозде между медиальным надмыщелком и локтевым отростком. Покидая борозду и переходя на предплечье, он следует под апоневротической дугой локтевого сгибателя

пальцев (*m. flexor carpi ulnaris*) в составе плечелоктевой аркады. Дистальнее он прорободает эту мышцу в так называемом кубитальном туннеле, где может происходить его компрессия.

2. Методика ультразвукового исследования

Структуры, которые подлежат ультразвуковой оценке в локтевом суставе: сама полость сустава, суставной хрящ, суставная капсула; сухожилия мышц, участвующих в процессах сгибания и разгибания сустава; медиальный и латеральный надмыщелки, локтевой нерв. Ультразвуковое исследование локтевого сустава проводят из четырех стандартных доступов: переднего, медиального, латерального и заднего. Используют по выбору два положения пациента при исследовании локтевого сустава: сидя или лежа.

Передний доступ. Для исследования области венечной ямки переднего доступа рука слегка сгибается в суставе ([Рис. 3а, б](#)). Для исключения возможных частичных разрывов и растяжений сухожилий необходимо сравнивать с данными при полном разгибании локтевого сустава. Из передне-медиального доступа оценивают дистальный отдел сухожилия двуглавой мышцы плеча, сухожилия плечевой мышцы, а также сосуды венечной ямки. К венечному отростку локтевой кости прикрепляются волокна наиболее глубоко залегающей плечевой мышцы; над ними следуют волокна, прикрепляющейся к бугристости лучевой кости двуглавой мышцы плеча. Плече-лучевая мышца охватывает всю длину предплечья: от плечевой кости выше надмыщелочной зоны до лучевой кости в области запястья. При поперечном сканировании на уровне венечной ямки плече-лучевая, двуглавая, плечевая мышцы и круглый пронатор визуализируются в виде гипоэхогенных мышечных структур вокруг плечевой кости. При продольном сканировании эти мышцы перекидываются через локтевой сустав.

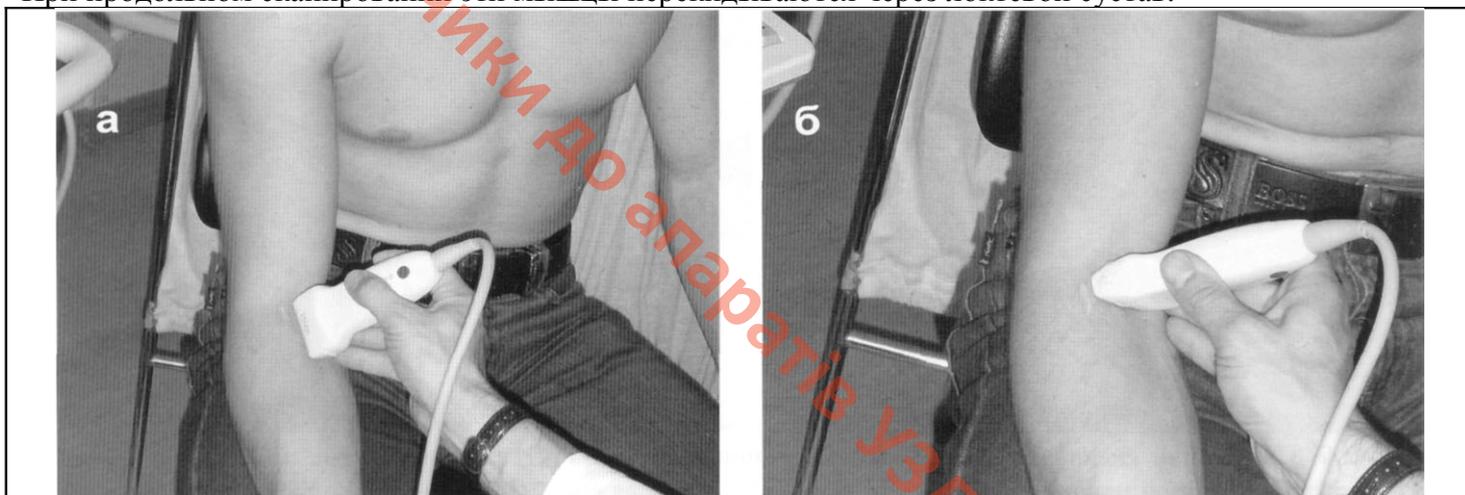


Рис. 3а,б Позиции для оценки локтевого сустава из переднего доступа.

Для оценки сухожильно-мышечного перехода, а также области сухожильно-костного прикрепления рекомендуется использовать режим панорамного сканирования ([Рис.4а,б](#)). Срединный нерв проходит между круглым пронатором и плечевой мышцей. Лучевой нерв залегает между двуглавой мышцей плеча и плечевой мышцей.

Медиальный доступ. Для медиального доступа рука д.б. отведена в сторону. Из медиального доступа исследуют медиальный надмыщелок, сухожилия сгибателей, суставную сумку. Датчик устанавливают на медиальный надмыщелок - направление сканирования датчика совпадает с ходом волокон сухожилия. Также данную область исследуют в поперечной плоскости ([Рис.5а](#)). К медиальному надмыщелку прикрепляются сухожилия мышц сгибателей ([Рис.5б](#)).

Латеральный доступ. При латеральном доступе рука приведена. Из этого доступа оценивают латеральный надмыщелок, сухожилия разгибателей, суставную сумку. Датчик устанавливается по аналогии с исследованием локтевого сустава из медиального доступа на латеральный надмыщелок плечевой кости ([Рис.6а](#)). Исследуются сухожилия мышц разгибателей предплечья, прикрепляющиеся к латеральному надмыщелку ([Рис.6б](#)).

Задний доступ. Для исследования заднего отдела тыльная часть запястья касается крыла подвздошной кости ([Рис.7а](#)). Из этой позиции оценивают локтевой отросток, сухожилие трехглавой мышцы, сумку локтевого отростка. К проксимальной части локтевого отростка прикрепляется сухожилие трехглавой мышцы, образующее сумку в месте прикрепления ([Рис.7б](#)). Для исследования медиальной части задней поверхности локтевой области предплечье отводится латерально и ротировается наружу. Между медиальным надмыщелком по задней поверхности и локтевым отростком в углублении проходит локтевой нерв ([Рис.8а](#)). На предплечье нерв залегает глубже локтевого сгибателя

пальцев до вхождения в канал Гийона, проецируясь на поверхности кожи по краю гипотенара. На предплечье локтевой нерв следует по линии, соединяющей медиальный надмыщелок и латеральный аспект гороховидной кости или гипотенара ([Рис.8б](#)).

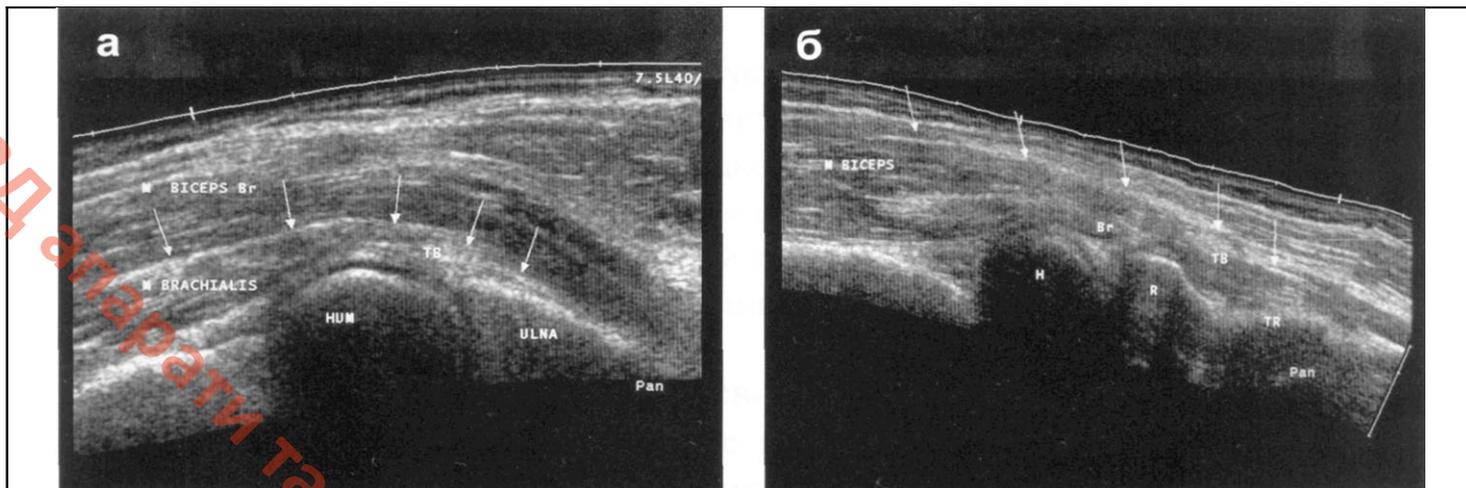


Рис.4а,б Панорамное сканирование сухожилий и мышц локтевого сустава из передне-медиального доступа,

а - сухожилие плечевой мышцы: плечевая кость (HUM), локтевая кость (ULNA), сухожилие плечевой мышцы (TB) и плечевая мышца (M Brachialis) - стрелки, двуглавая мышца плеча (M Biceps Br),

б - сухожилие двуглавой мышцы плеча: лучевая кость (R), плечевая кость (H), бугристость лучевой кости (TR), двуглавая мышца плеча (M Biceps) и сухожилие двуглавой мышцы плеча (TB) - стрелки, плечевая мышца (Br).

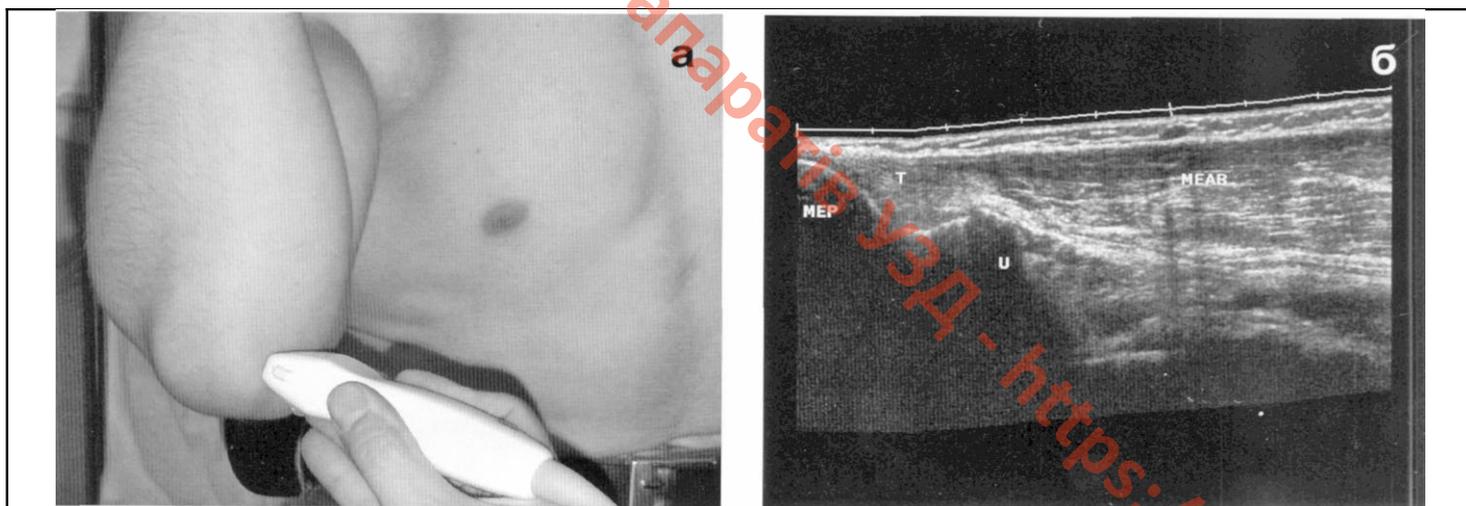


Рис.5а,б

а - позиция для оценки локтевого сустава из медиального доступа,

б - панорамное сканирование сухожилий мышц сгибателей предплечья, прикрепляющихся к медиальному надмыщелку: медиальный надмыщелок (MEP), локтевая кость (U), сухожилия (T), мышцы сгибатели предплечья (MEAB).

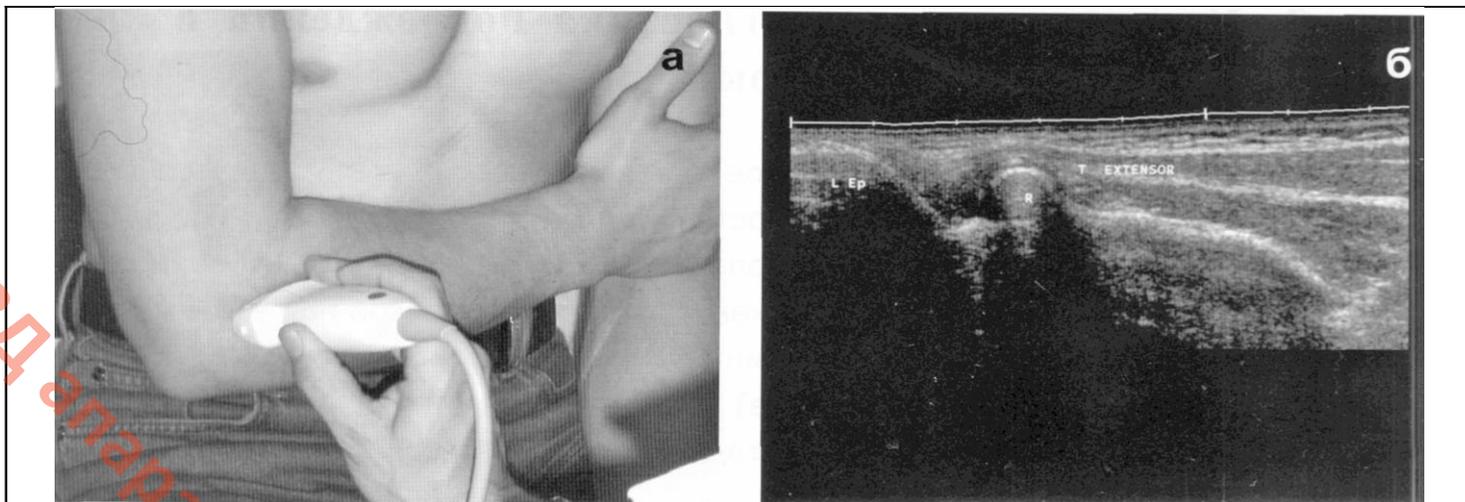


Рис.6а,б

а - позиция для оценки локтевого сустава из латерального доступа,
б - панорамное сканирование сухожилий мышц, прикрепляющихся к латеральному надмыщелку:
 латеральный надмыщелок (**L Ep**), лучевая кость (**R**), сухожилия разгибателей (**T Extensor**).

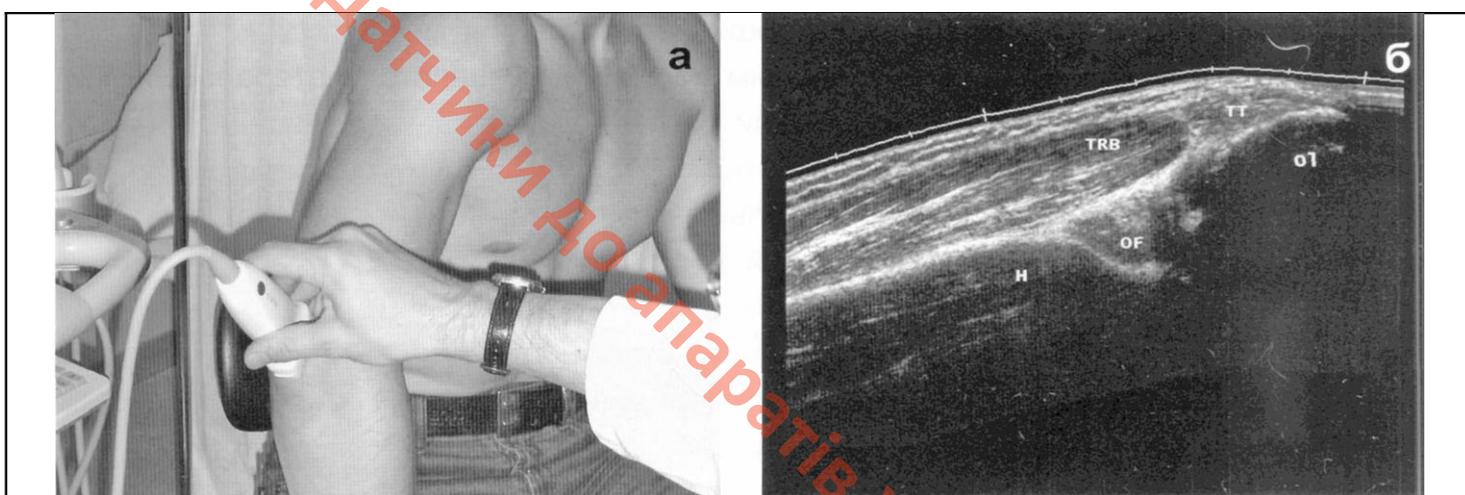


Рис.7а,б

а - позиция для оценки локтевого сустава из заднего доступа,
б - сухожилие трехглавой мышцы плеча, панорамное сканирование, продольный срез:
 локтевой отросток (**OL**), локтевая ямка (**OF**), сухожилие трехглавой мышцы плеча (**TT**), трехглавая
 мышца (**TRB**), плечевая кость (**H**).

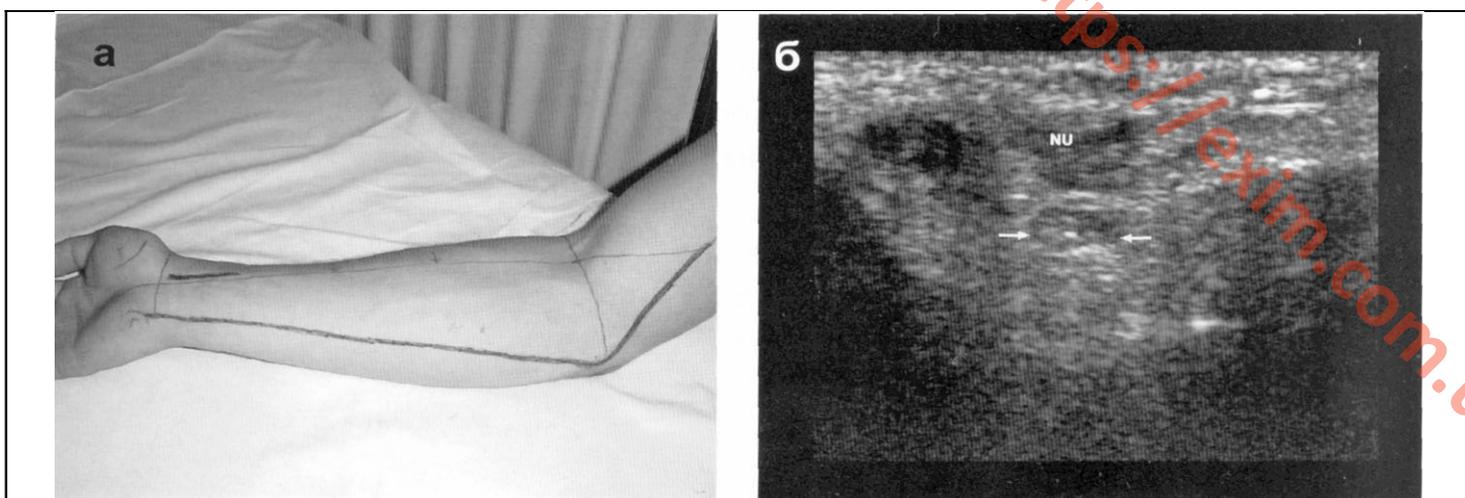


Рис.8а,б

а - позиция для исследования локтевого нерва на уровне локтевого сустава и на предплечье,
 схематическое изображение проекции хода локтевого нерва на кожу,
б - локтевой нерв, поперечное сканирование:
 медиальный надмыщелок (**MEP**), локтевой отросток (**OL**), локтевой нерв (**NU**).

3. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний локтевого сустава

Эпикондилит. Распространенное заболевание, характеризующееся болями в области надмыщелков плечевой кости. Часто встречается у лиц, профессия которых связана с однообразными повторяющимися движениями рук, особенно пронацией и супинацией (машинистки, музыканты), или с физической нагрузкой на руки при определенном статическом положении корпуса (слесари, стоматологи), а также у спортсменов (теннисистов, гольфистов). В клиническом течении различают острую и хроническую стадии. В острой стадии боль имеет постоянный характер в области одного из надмыщелков, иррадирует по ходу мышц предплечья, может нарушаться функция локтевого сустава. Возникает боль при сжатии кисти, невозможность удержания руки в разогнутом положении (симптом Томпсона), удержания груза на вытянутой руке (симптом утомления), появляется слабость в руке. При подострой стадии и хроническом течении боли возникают при нагрузке, имеют тупой, ноющий характер. Заметна гипотрофия или атрофия мышц.

Наиболее типичным патологическим состоянием является латеральный эпикондилит или так называемый "теннисный локоть". Медиальный эпикондилит называется "локоть игрока в гольф" или "локоть питчера". Оба этих состояния возникают вследствие травматических и воспалительных состояний в волокнах сухожилий соответствующих групп мышц. Медиальный эпикондилит связан с изменениями в сухожилиях сгибателей. Латеральный эпикондилит связан с патологией сухожилий мышц разгибателей. При развитии тендинита сухожилие утолщается, снижается его эхогенность. Структура может быть неоднородная с наличием кальцификатов и гипоэхогенных участков, отражающих внутрисухожильные микроразрывы (Рис.9а,б). Патологический процесс в начале заболевания носит характер асептического воспаления надкостницы и сухожильно-связочного аппарата в области надмыщелков плеча. В дальнейшем развиваются дегенеративно-дистрофические процессы. Рентгенологически, примерно у трети больных, выявляются периостальные разрастания в области надмыщелков, локтевые шпоры, разрежения костной структуры надмыщелка, участки эностоза и др.

При ультразвуковом исследовании в месте прикрепления мышц предплечья к надмыщелкам плечевой кости может наблюдаться типичная для дегенеративных изменений картина: гиперэхогенные фрагменты или участки сухожилия, хорошо отграниченные от окружающих тканей (Рис. 10а,б). Могут также определяться внутрисуставные тела (Рис.11). В ходе лечения ультразвуковая картина может изменяться: гиперэхогенные участки могут менять свои размеры и форму.

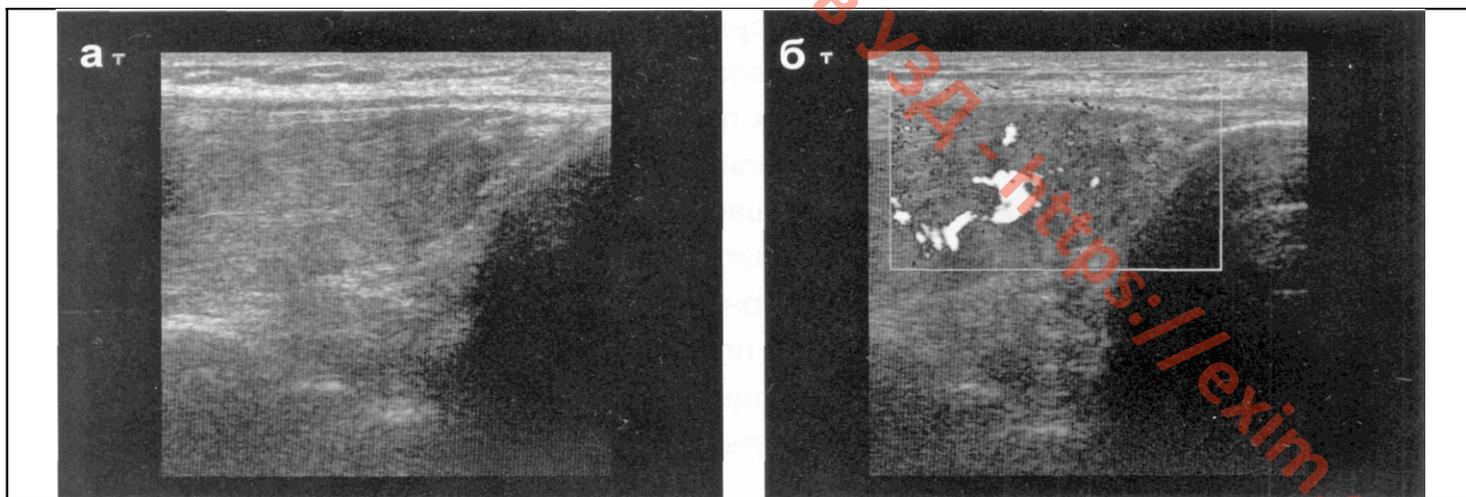


Рис.9а,б Латеральный эпикондилит.

а - В-режим: отмечается утолщение сухожилия и снижение его эхогенности.

б - режим ЭК: усиление васкуляризации в зоне воспалительных изменений.

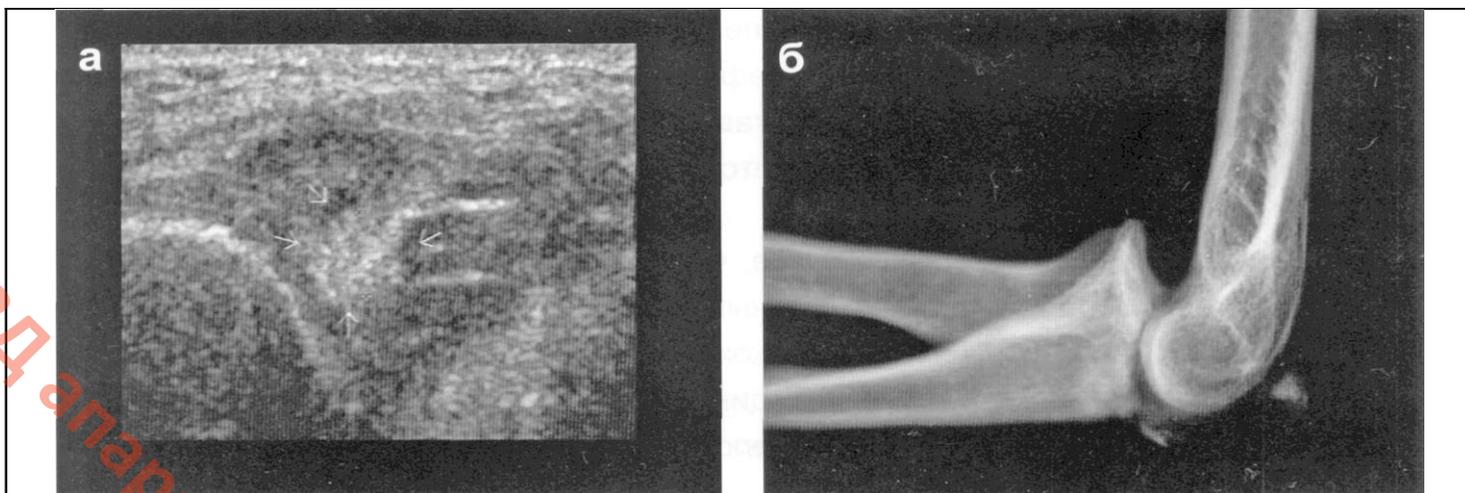


Рис.10а,б Хронический эпикондилит.

а - эхотомограмма в области медиального надмыщелка (гиперэхогенный фрагмент - стрелки). Дегенеративные изменения сухожилий мышц, прикрепляющихся к медиальному надмыщелку.

б - рентгенограмма локтевого сустава в боковой проекции: в зоне медиального надмыщелка гиперэхогенный фрагмент.

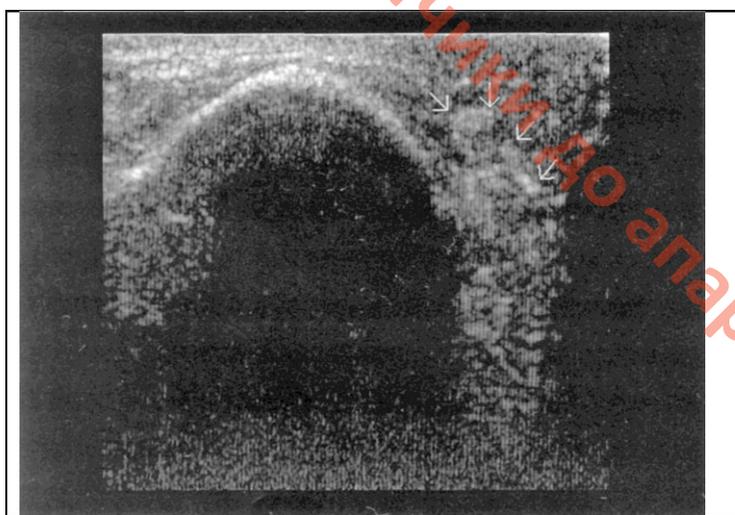


Рис.11 Внутрисуставное тело при хроническом эпикондилите (обозначено стрелками).

бугристости лучевой кости. При пальпации можно нащупать оторванный проксимальный конец сухожилия, смещенное вверх до нижней трети плеча.

При ультразвуковом исследовании повреждения сухожилия могут возникать при переломах лучевой кости. В месте разрыва над бугристостью лучевой кости появляется гипозэхогенный участок, отмечается прерывистость фибриллярной структуры сухожилия, кубитальный бурсит, воспаление медиального нерва ([Рис.12](#)).

Разрывы сухожилия трехглавой мышцы плеча. Разрывы этого типа встречаются реже. Клинически отмечается болезненность по задней поверхности локтевого сустава, пальпаторно выявляется дефект сухожилия выше локтевого отростка. При поднятом над головой локтевом суставе разогнуть руку больной не может (полный разрыв) или действие сопровождается значительным усилием (частичный разрыв).

Полные разрывы отмечаются чаще, чем частичные. При частичных разрывах в месте разрыва образуется гипозэхогенный участок - гематома ([Рис.13](#)). При полных разрывах в месте прикрепления сухожилия трехглавой мышцы образуется гипозэхогенный участок (гематома), присоединяется бурсит локтевого отростка, в 75% случаев могут встречаться отрывные переломы локтевого отростка, сублюксация локтевого нерва и перелом головки лучевой кости ([Рис.14](#)).

Повреждения боковых связок. Изолированные повреждения боковых связок наблюдаются редко. Чаще всего сочетаются с разрывом капсулы, переломами венечного отростка локтевой кости, медиального надмыщелка, головки лучевой кости. Медиальная связка повреждается чаще, чем латеральная. Механизм разрыва связок не прямой - падение на выпрямленную в локтевом суставе руку.

Разрывы дистального отдела сухожилия двуглавой мышцы плеча. Наблюдаются в основном у лиц среднего возраста, тяжелоатлетов или спортсменов, работающих с отягощениями. Среди всех повреждений верхних конечностей разрывы дистальной части сухожилия двуглавой мышцы плеча составляют до 80% случаев. Этот вид травмы значительно нарушает функцию сустава, поэтому чаще встречаются свежие разрывы. При осмотре двуглавая мышца утолщена и деформирована, по сравнению с контрлатеральной конечностью. Сгибание в локтевом суставе осуществляется с трудом за счёт мышц плечевой, плечелучевой и круглого пронатора. Разрывы сухожилия двуглавой мышцы плеча возникают в месте прикрепления его к

Отрыв связок чаще происходит в месте прикрепления к надмыщелкам плечевой кости, иногда с костным фрагментом (Рис.15). О разрыве связки свидетельствует патологическая подвижность в локтевом суставе, отек и кровоподтек, распространяющийся на заднюю поверхность предплечья.



Рис. 12 Частичный разрыв сухожилия двуглавой мышцы плеча в месте прикрепления к бугристости лучевой кости при переломе головки лучевой кости.
Режим ЭК: в месте разрыва гипоэхогенный участок, нарушение контуров лучевой кости в месте перелома.

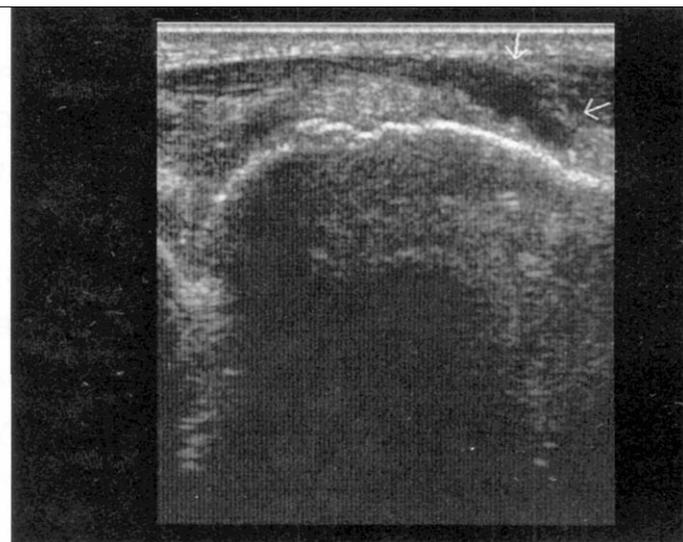


Рис.13 Частичный разрыв сухожилия трехглавой мышцы плеча:
в месте нарушения целостности сухожилия отмечается гипоэхогенный участок (стрелки).

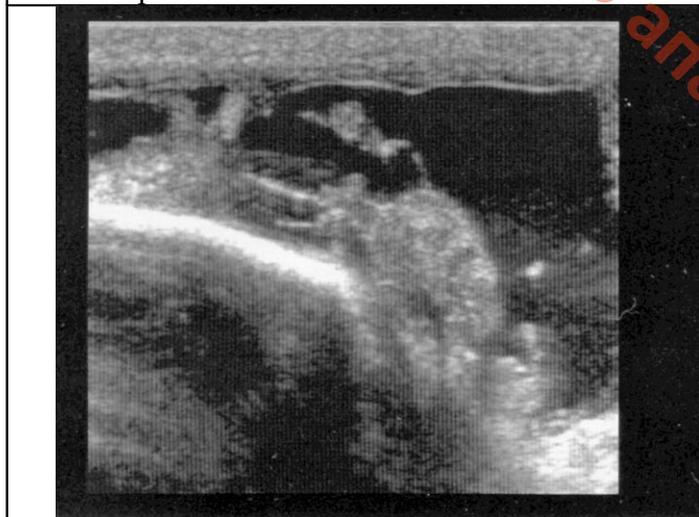


Рис.14 Полный разрыв сухожилия трехглавой мышцы плеча с отрывом костного фрагмента и образованием гематомы в области локтевого отростка.

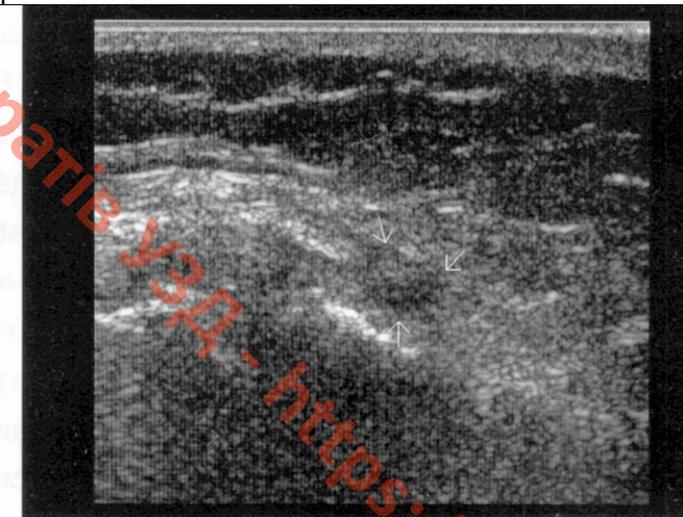


Рис.15 Частичный разрыв боковой связки локтевого сустава:
в зоне разрыва определяется гипоэхогенный участок (стрелки).

Переломы. К числу переломов локтевого сустава относятся переломы мыщелков плечевой кости, локтевого и венечного отростков локтевой кости, головки лучевой кости. Наиболее часто возникают переломы головки лучевой кости, составляющие до 50% всех травм локтевого сустава. При этом может повреждаться дистальная часть сухожилия двуглавой мышцы плеча (Рис.16).

В 20% всех случаев травм локтевого сустава возникают переломы локтевого отростка. При переломах локтевого отростка также встречаются повреждения сухожилия трехглавой мышцы плеча (Рис.17). При возникновении отека локтевого сустава может ущемляться локтевой нерв.

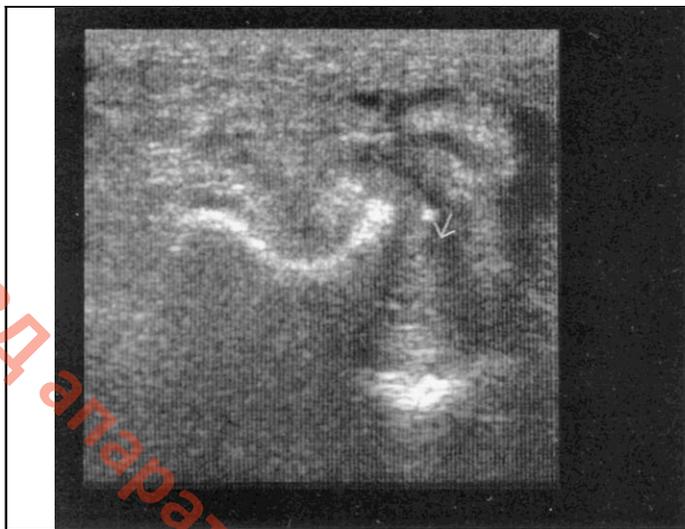


Рис.16 Перелом головки лучевой кости и частичный разрыв сухожилия двуглавой мышцы плеча (зона нарушения целостности кости обозначена стрелкой).

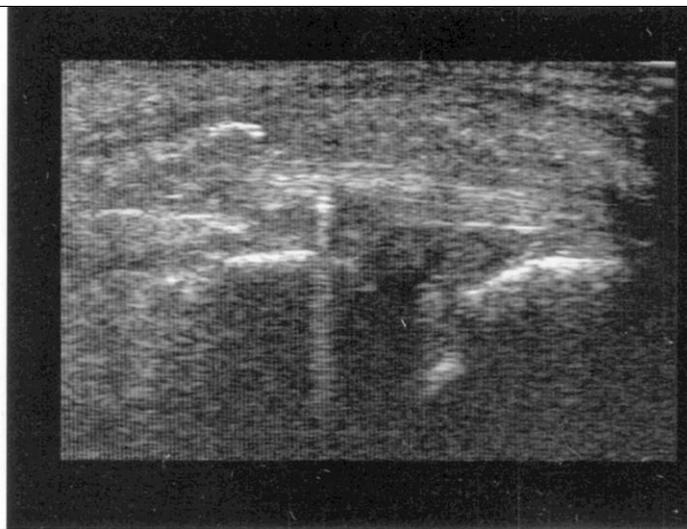


Рис.17 Перелом локтевого отростка с повреждением сухожилия трехглавой мышцы плеча.
Состояние после остеосинтеза. **В-режим:** нарушение целостности локтевого отростка, утолщение сухожилия трехглавой мышцы.

Выпот в полости сустава. При исследовании из переднего доступа области венечной ямки можно определить даже незначительное количество жидкости в локтевом суставе. Также жидкость может скапливаться в области ямки локтевого отростка, где нередко выявляются внутрисуставные тела ([Рис.18](#)).

Тендинит и теносиновит. При тендинитах сухожилия двуглавой мышцы или трехглавой утолщаются, эхогенность в острой стадии снижается, особенно заметны данные проявления при сравнении с контрлатеральной стороной. В отличие от разрывов, целостность сухожилия сохранена ([Рис.19](#)). При хронических тендинитах в месте прикрепления сухожилия к кости образуются гиперэхогенные включения. Структура сухожилия может быть неоднородной ([Рис.20](#), [Рис.21](#)).

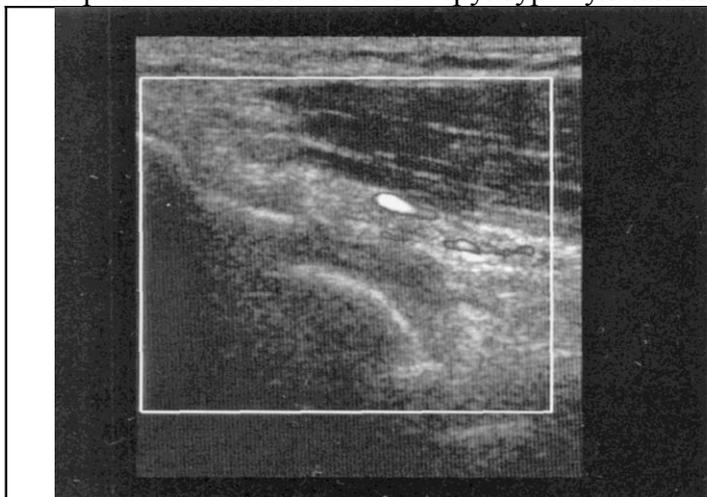


Рис.18 Выпот в полости локтевого сустава. Режим ЭК.

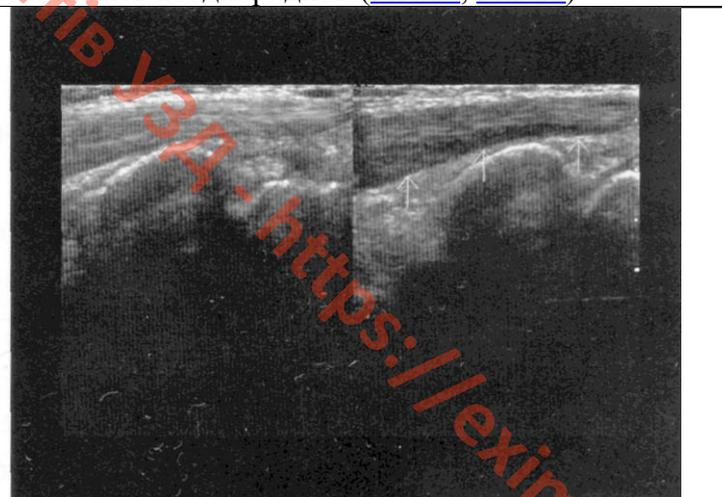


Рис.19 Острый тендинит трехглавой мышцы: сухожилие трехглавой мышцы левого локтевого сустава утолщено по сравнению с правым (стрелки).

Бурситы. Наиболее часто встречается бурсит в области локтевого отростка. Бурсит может сопровождать разрывы трехглавой мышцы плеча или способствовать их возникновению. Для бурсита характерно наличие гипоэхогенной полости над локтевым отростком. Содержимое сумки может иметь различную эхогенность от анэхогенной до изоэхогенной. Изменения эхогенности содержимого происходят также с течением времени: могут появляться гиперэхогенные включения ([Рис.22](#)). При длительном существовании изменений стенки сумки становятся толстыми и гиперэхогенными ([Рис.23](#)). В режимах УЗ-ангиографии визуализируются сосуды в стенках сумки и окружающих тканях ([Рис.24](#)). Кубитальный бурсит встречается реже. Он может сопровождать разрывы дистального отдела

сухожилия двуглавой мышцы плеча, а также наблюдается при тендинозе. При ультразвуковом исследовании определяется плечелучевая сумка в области прикрепления сухожилия двуглавой мышцы плеча к бугристости лучевой кости.

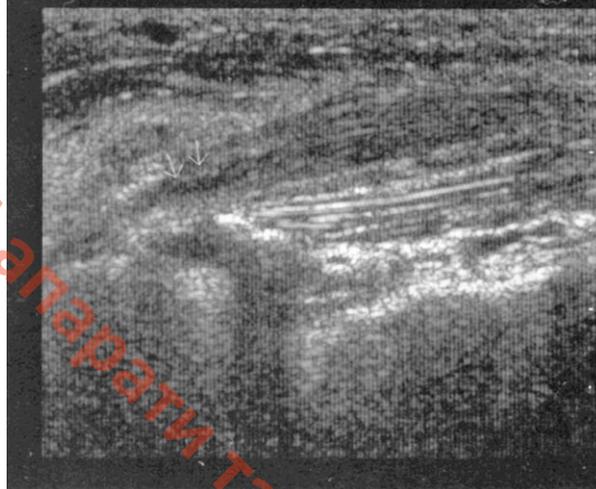


Рис.20 Хронический тендинит сухожилия разгибателей предплечья (стрелки).

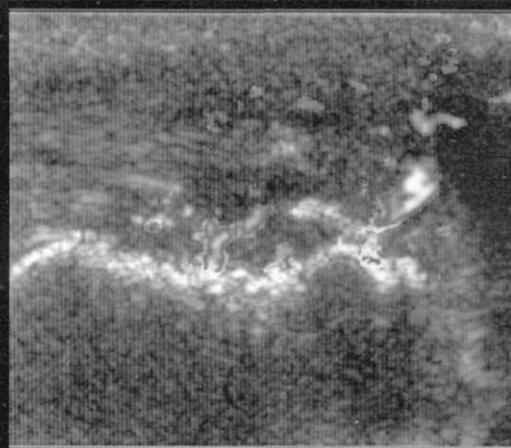


Рис.21 Хронический тендинит сухожилия трехглавой мышцы плеча. Режим ЭК: гиперэхогенные включения в месте прикрепления сухожилия к кости, неоднородность структуры сухожилия.



Рис.22 Бурсит локтевого отростка: неоднородная структура содержимого сумки.

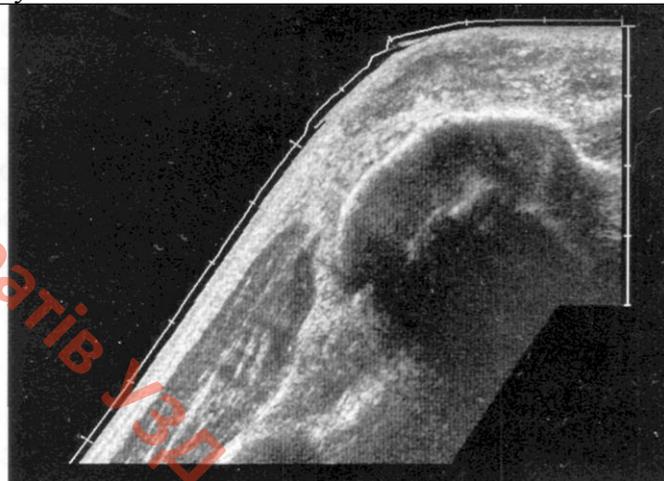


Рис.23 Бурсит локтевого отростка: утолщенные стенки сумки при длительно существующем бурсите.

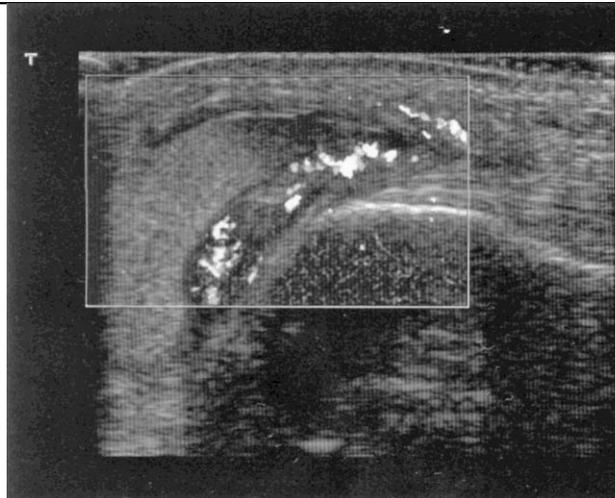


Рис.24 Бурсит локтевого отростка. Режим НДП: содержимое сумки повышенной эхогенности, стенки сумки толстые, кровотоков в стенках сумки.

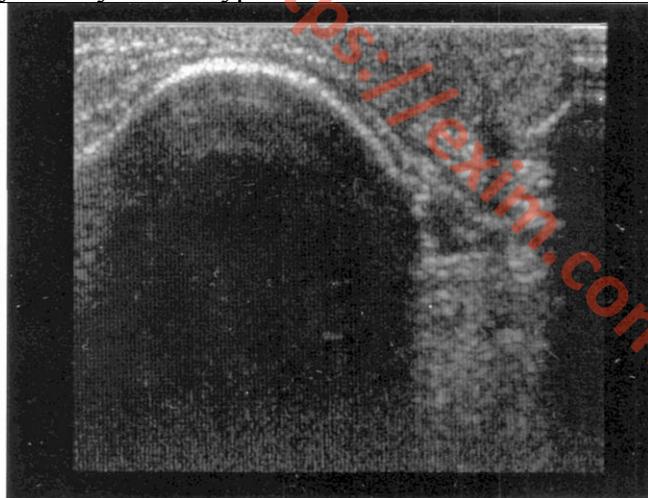


Рис.25 Компрессия локтевого нерва в кубитальном туннеле: нерв уплощен, ширина его увеличена.

Компрессия локтевого нерва в кубитальном туннеле - наиболее частая причина всех ультразвуковых исследований локтевого нерва. Сдавление нерва происходит между медиальным краем проксимальной части локтевой кости и фиброзными волокнами, соединяющими 2 головки локтевого сгибателя запястья. К основным ультразвуковым проявлениям кубитального туннельного синдрома относят: утолщение нерва проксимальнее сдавления, уплощение нерва внутри туннеля, снижение подвижности нерва внутри туннеля. Измерения локтевого нерва проводятся при поперечном сканировании (Рис.25).

Вычисления проводятся по формуле площади эллипса: произведение двух взаимно-перпендикулярных диаметров делённое на четыре, умноженное на число π . Исследования показали, что средняя площадь локтевого нерва равна $7,5 \text{ мм}^2$ на уровне надмыщелка. Поперечный диаметр локтевого нерва у мужчин в среднем равен 3,1мм, а у женщин 2,7мм. Передне-задний размеры: 1,9мм и 1,8мм - соответственно.

Смещение локтевого нерва. Смещения легко диагностируются при ультразвуковом исследовании, когда нерв выходит из борозды при сгибании руки в локтевом суставе и возвращается на свое место при ее разгибании. Данная патология связана с врожденным отсутствием ограничивающих пучков кубитального туннеля. Встречается данная патология в 16-20% случаев. Обычно протекает бессимптомно, но может проявляться болями, чувством покалывания, усталости или потери чувствительности. При сублюксации локтевой нерв в большей степени подвержен травмам.

При ультразвуковом исследовании нерв увеличен в размерах в среднем до 7,2мм x 3,7мм. Сканирование при дислокации нерва необходимо проводить без давления на исследуемую область. Исследование проводится при динамической пробе с разгибанием и сгибанием руки в локтевом суставе. При выходе нерва из борозды констатируется смещение. Этот феномен наблюдается также при травмах дистальных отделов плечевой кости, аномалиях трицепса тяжелоатлетов. Однако, в этих случаях смещение локтевого нерва сопровождается смещением медиальной головки трицепса. К смещению локтевого нерва могут также приводить бурситы, разрывы трицепса, аневризмы.

Глава 4

Ультразвуковое исследование лучезапястного сустава и суставов кисти.

Ультразвуковой метод имеет ряд преимуществ перед магнитно-резонансной томографией при исследовании мягких тканей лучезапястных суставов и суставов кисти. Можно выделить несколько моментов, подчеркивающих эти преимущества. Во-первых, это удобство проведения УЗИ и возможность быстрого сопоставления симметричных отделов. Во-вторых, высокая разрешающая способность при ультразвуковом исследовании, которая позволяет оценивать очень тонкие структуры сухожилий и связок. В-третьих, существует простая и необременительная возможность динамического исследования в реальном времени. Ультразвуковое исследование лучезапястного сустава и мелких суставов кисти должно выполняться высокочастотными датчиками, желательно с частотой сканирования 10-12-15 МГц.

1. Анатомия лучезапястного сустава и кисти

Лучезапястный сустав образован суставной поверхностью лучевой кости и дистальной поверхностью суставного диска, представленного ладьевидной, полулунной и трехгранной костями (Рис. 1а,б).

Стабильность сустава обеспечивается двумя боковыми связками запястья: лучевой, прикрепляющейся к шиловидному отростку лучевой кости и ладьевидной кости, и локтевой, начинающейся от шиловидного отростка локтевой кости и прикрепляющейся к трехгранной кости и частично к гороховидной. На тыльной и ладонной стороне лучезапястный сустав укреплен за счет дорсальной ладонной и лучезапястной связок. В лучезапястном суставе осуществляются сгибание, разгибание, приведение, отведение и вращение. Межфаланговые суставы кисти находятся между смежными фалангами каждого пальца. Связочный аппарат межфаланговых суставов кисти представлен ладонными связками, которые идут от боковых поверхностей блоков и прикрепляются: одни - к боковой поверхности фаланг - боковые связки, а другие - к их ладонной поверхности. Первый большой палец имеет один межфаланговый сустав. На ладонной поверхности кисти проходят сухожилия поверхностных и глубоких сгибателей пальцев.

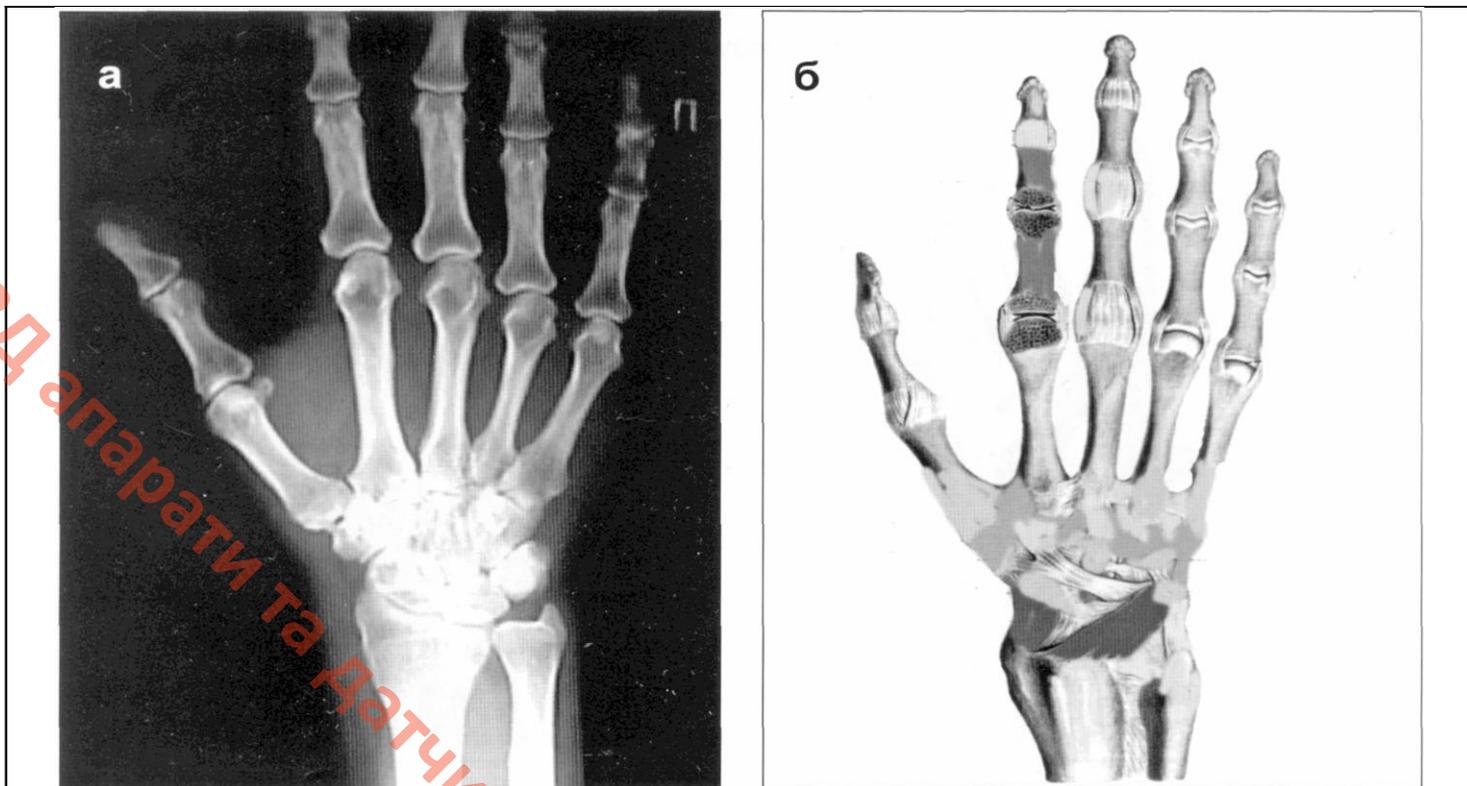


Рис.1 а,б Рентгенограмма (а) луче-запястного сустава и связки луче-запястного сустава, тыльная поверхность (б).

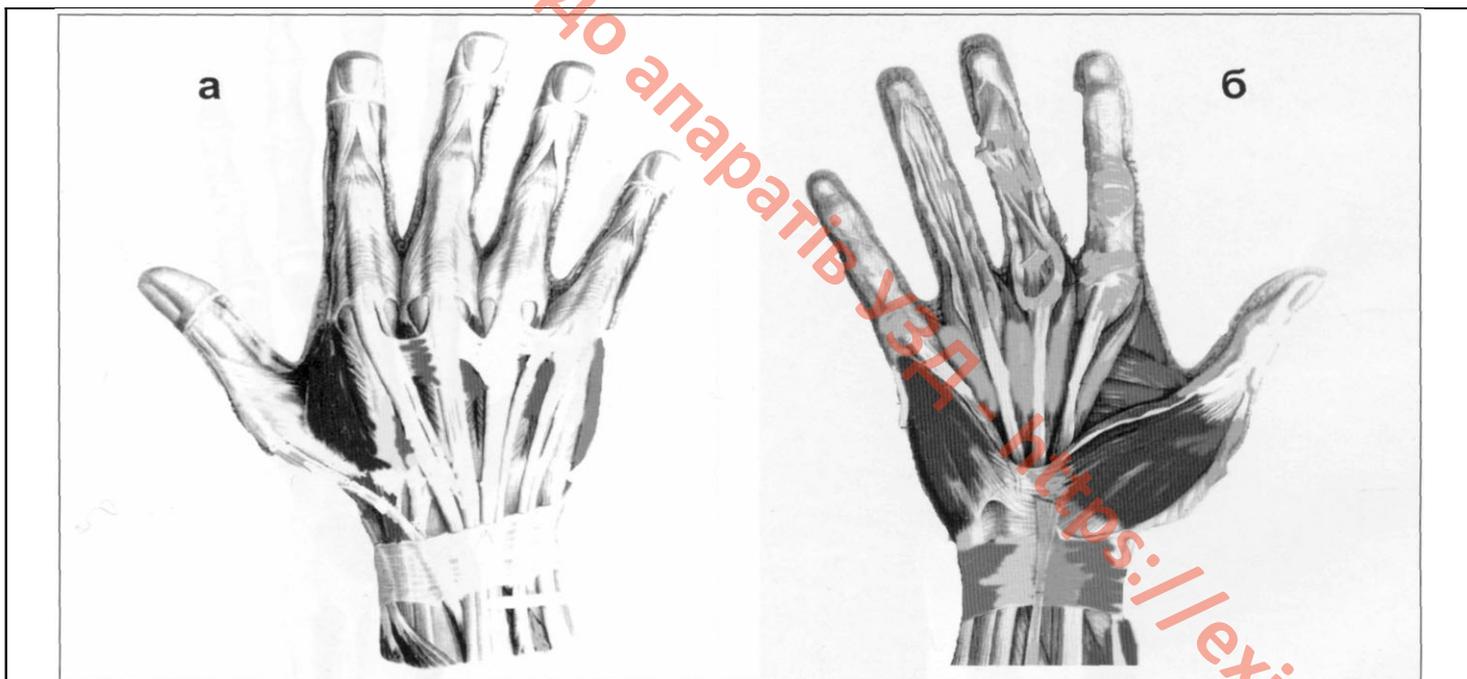


Рис. 2 а,б Схема связок и сухожилий тыльной стороны запястья (а) и схема связок и сухожилий ладонной стороны запястья (б).

На тыльной стороне запястья имеется широкий укрепляющий фиброзный тяж - extensor retinaculum, который состоит из нескольких связок, формирующих 6 карманов или отделов, каждый из которых имеет синовиальное влагалище для проходящих там сухожилий разгибателей кисти (Рис.2а). В первом кармане, расположенном возле шиловидного отростка лучевой кости, залегают волокна сухожилия, отводящего палец и короткого разгибателя пальцев. Сухожилия длинного и короткого лучевых разгибателей запястья лежат во втором кармане, латеральнее от дорсального бугорка лучевой кости. В третьем кармане, медиальнее дорсального бугорка, расположено сухожилие длинного разгибателя пальцев. В четвертом кармане залегают сухожилия разгибателей пальцев и разгибателя указательного пальца. В пятом кармане - сухожилие разгибателя мизинца. В шестом кармане - локтевого разгибателя запястья. На внутренней или ладонной стороне запястья также находится укрепляющий фиброзный тяж только сухожилий сгибателей кисти - flexor retinaculum, формирующий карпальный канал (Рис.2б)

Этот фиброзный тяж прикрепляется медиально к гороховидной кости, а латерально - к крючковидной кости, где разделяется на 2 слоя, крепящиеся к бугоркам ладьевидной и трапецевидной костям. Сухожилие лучевого сгибателя запястья расположено между двумя прослойками фиброзного тяжа, где проходят сухожилия глубоких и поверхностных сгибателей пальцев, сухожилие длинного сгибателя пальцев и медиальный нерв. Сухожилие длинного сгибателя пальцев расположено ближе к лучевой поверхности канала и имеет собственное синовиальное влагалище. Другие 8 сухожилий сгибателей заключены в общее сухожильное влагалище. На кисти сухожилия поверхностных сгибателей пальцев прикрепляются к проксимальной части средней фаланги пальцев. Сухожилия глубоких сгибателей пальцев прикрепляются к основанию дистальной фаланги. Сухожилия сгибателей пальцев фиксированы к фалангам с помощью анулярных связок.

Медиальный нерв.

Медиальный нерв формируется из корешков С6-Т1 с возможным участием С5. Он следует в составе нервно-мышечного пучка на плече с плечевой артерией и локтевым нервом. В дистальном отделе плеча следует в составе апоневроза двуглавой мышцы между двумя головками круглого пронатора.

На предплечье располагается между поверхностным и глубоким сгибателями пальцев. Поднимаясь кверху, медиальный нерв входит в карпальный туннель. Он иннервирует круглый пронатор, лучевой сгибатель пальцев, длинный ладонный, поверхностный сгибатель пальцев, латеральную часть глубокого сгибателя пальцев, длинный сгибатель большого пальца, квадратный пронатор, мышцы тенара, червеобразные мышцы 1 и 2 фаланги пальцев; а также обеспечивает чувствительность 1, 2, 3 пальцев и половины 4 пальца с ладонной поверхности.

Нерв проходит через карпальный канал латеральнее и выше сухожилий сгибателей пальцев. В туннеле лежит между лучевым сгибателем запястья и поверхностным сгибателем пальцев глубже длинного ладонного сухожилия. Сухожилие локтевого сгибателя запястья расположено медиально у локтевой кости и заключено в синовиальную оболочку.

Между сухожилиями сгибателей пальцев и сухожилием локтевого сгибателя запястья располагаются локтевая артерия и нерв. Локтевой нерв располагается латеральнее гороховидной кости, но медиальнее крючка крючковидной кости. Здесь локтевая артерия лежит спереди и латеральнее нерва.

2. Методика ультразвукового исследования

Исследование лучезапястного сустава и суставов кисти проводят строго по клиническим показаниям. Пациент обычно сидит напротив исследователя. В зависимости от зоны интереса ладонь или тыльная поверхность лежат на коленях. Получают продольные и поперечные срезы интересующих структур. Выполнение функциональных проб помогает в оценке локализации соответствующих групп сухожилий. При исследовании ладонной поверхности лучезапястного сустава датчик устанавливается поперечно, оценивают сухожилия сгибателей, медиальный нерв, локтевой нерв ([Рис.3а,б,в](#)).

Далее исследуют тыльную часть лучезапястного сустава: в поперечной плоскости оценивают сухожилия разгибателей ([Рис.4а,б,в,г](#)).

При продольном сканировании со стороны ладонной поверхности оценивают сухожилия сгибателей пальцев ([Рис.5а,б](#), [Рис.6а,б](#)).

Со стороны тыльной поверхности исследуют сухожилия разгибателей ([Рис.7а,б](#)).

Медиальный нерв можно проследить от кубитальной области до запястья. Если мысленно разделить кубитальную область на 3 части, то нерв будет проходить на границе между медиальной и средней третями ([Рис.8а](#)). Далее он следует вниз к запястью, располагаясь медиальнее длинного ладонного сухожилия. На запястье он располагается практически подкожно на ладонной поверхности под удерживателем сухожилий в туннеле. Если мысленно провести линию между двумя возвышениями (тенаром и гипотенаром), а потом разделить ее также на 3 части, то между медиальной и средней третями проходит медиальный нерв ([Рис.8а,б](#), [Рис.9а,б](#)).

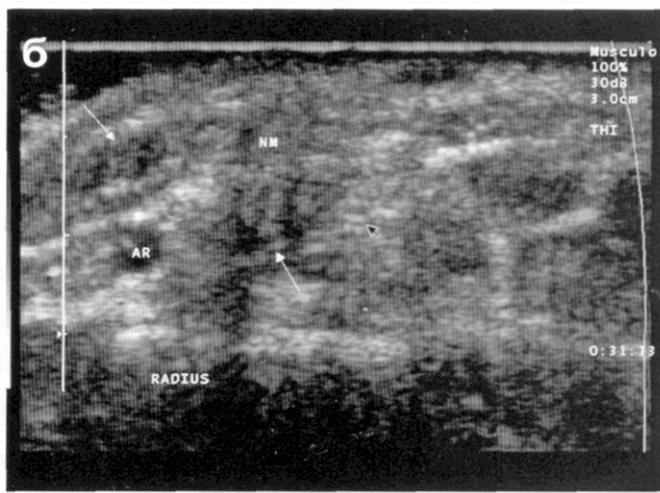
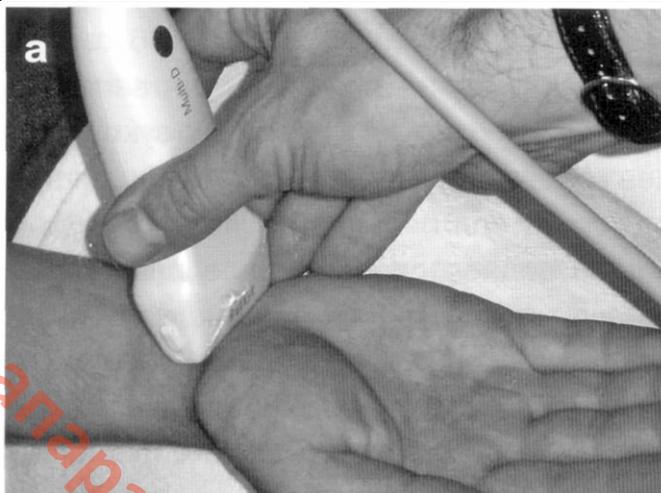


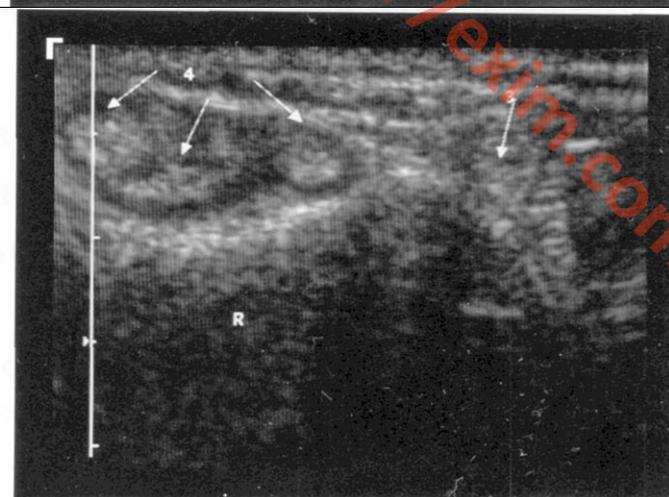
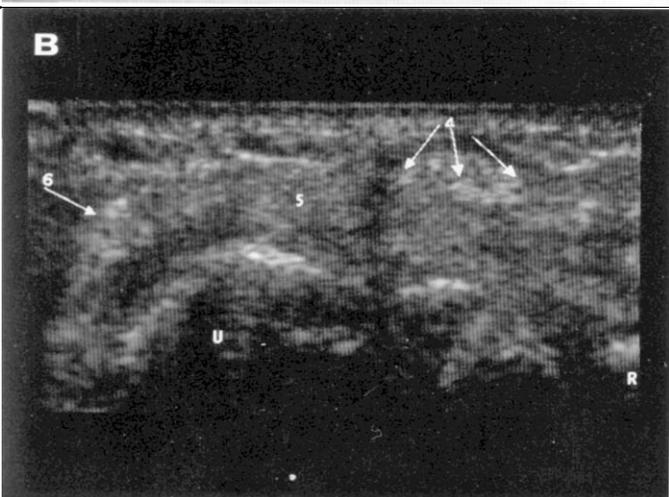
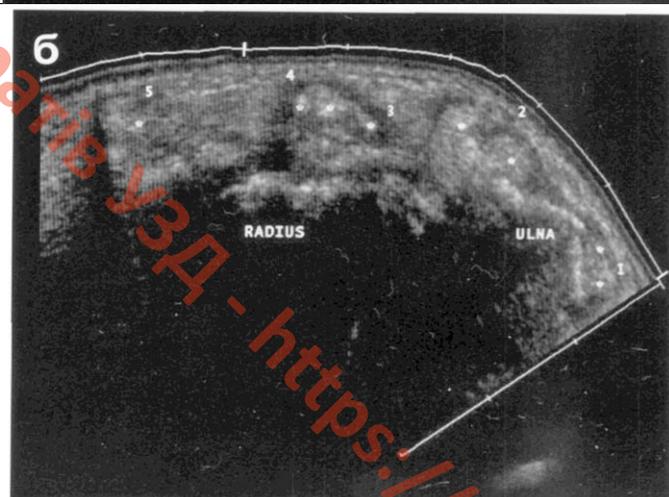
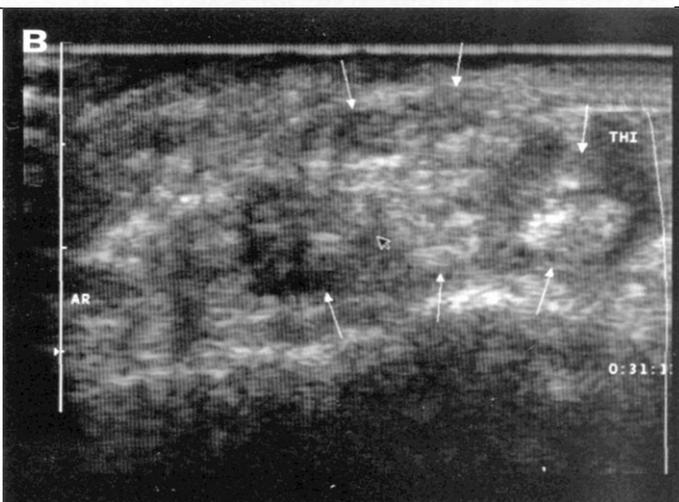
Рис.3а,б,в

а - позиция для оценки луче-запястного сустава со стороны ладонной поверхности.

б,в - поперечный срез запястья со стороны ладонной поверхности:

б - сухожилия сгибателей (стрелка), срединный нерв (NM), лучевая артерия (AR), лучевая кость (radius);

в - сухожилия сгибателей обозначены стрелками, лучевая артерия (AR).



узд апарати та інструменти до апаратів узд - <https://lexim.com.ua/>

Рис.4а,б,в,г

а - позиция для оценки луче-запястного сустава со стороны тыльной поверхности. Поперечный срез запястья со стороны тыльной поверхности:

б - панорамное сканирование влагалищ сухожилий разгибателей: локтевая кость (**Ulna**), лучевая кость (**Radius**), 1, 2, 3, 4, 5 - сухожильные влагалища, звездочкой обозначены сухожилия.

в - поперечный срез: 4, 5 и 6 - сухожильные влагалища, сухожилия обозначены стрелками,

г - поперечный срез, сухожилия разгибателей: 3 и 4 сухожильные влагалища, обозначены стрелками.

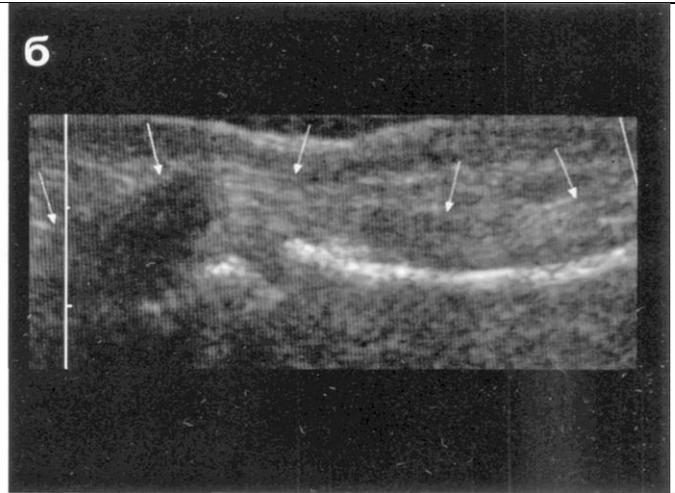


Рис.5а,б

а - позиция для оценки сухожилий сгибателей пальцев.

б - сухожилия глубокого и поверхностного сгибателей четвертого пальца (стрелки).



Рис.6а,б

а - позиция для оценки сухожилия короткого сгибателя большого пальца кисти.

б - сухожилие короткого сгибателя большого пальца кисти.

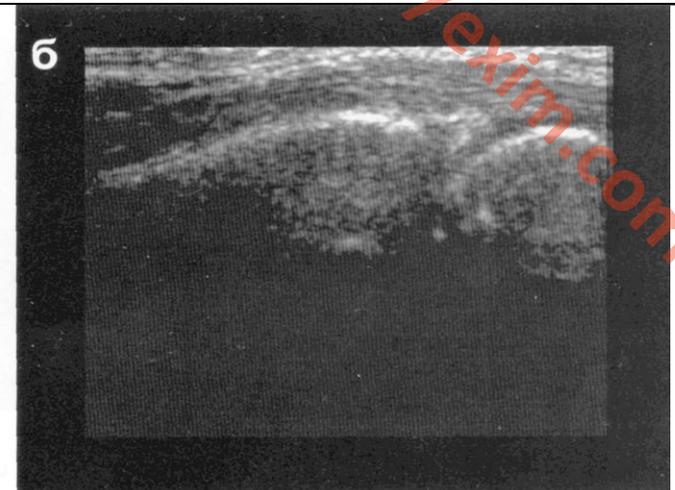
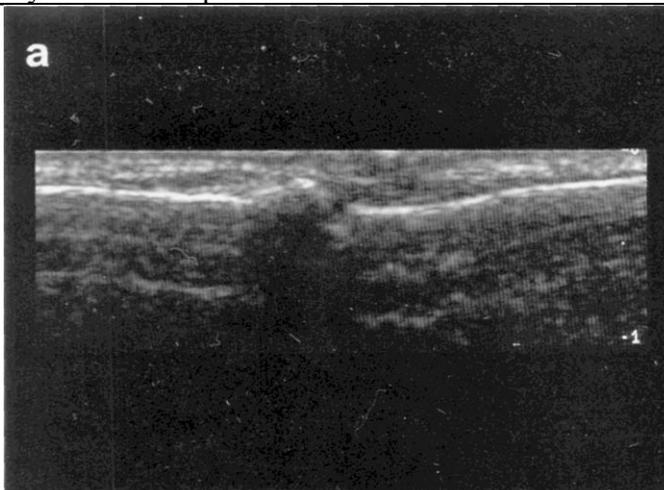


Рис.7а,б

а - сухожилие разгибателя пальца кисти, б - сухожилие локтевого разгибателя запястья.

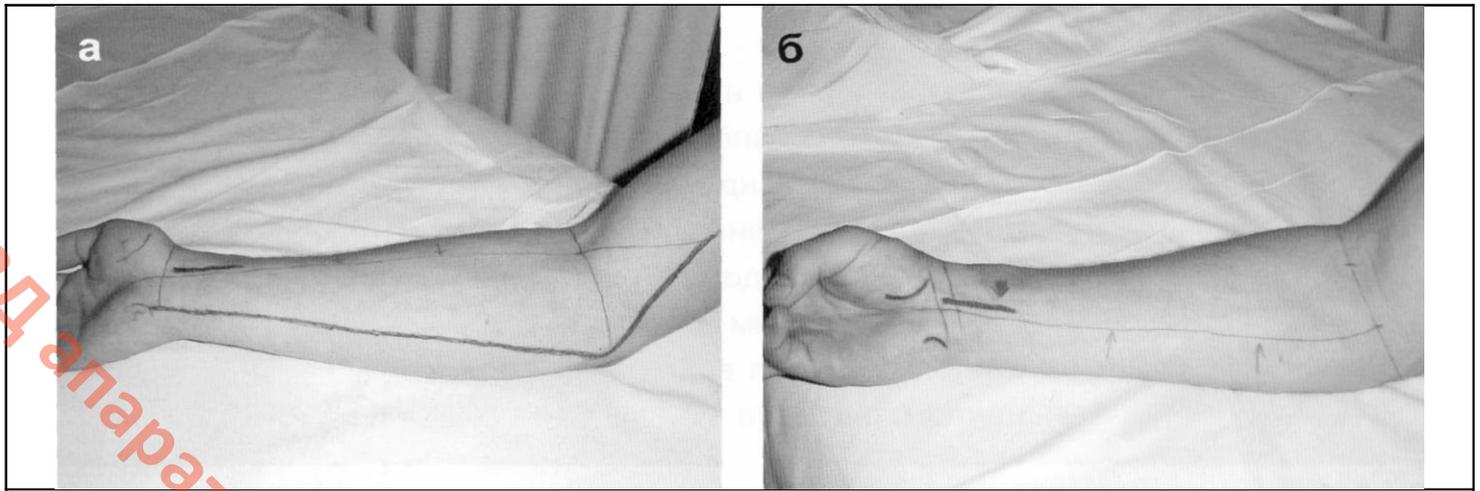


Рис.8а,б

а - схематическое расположение срединного нерва на предплечье и запястье.

б - схематическое расположение срединного нерва на запястье.

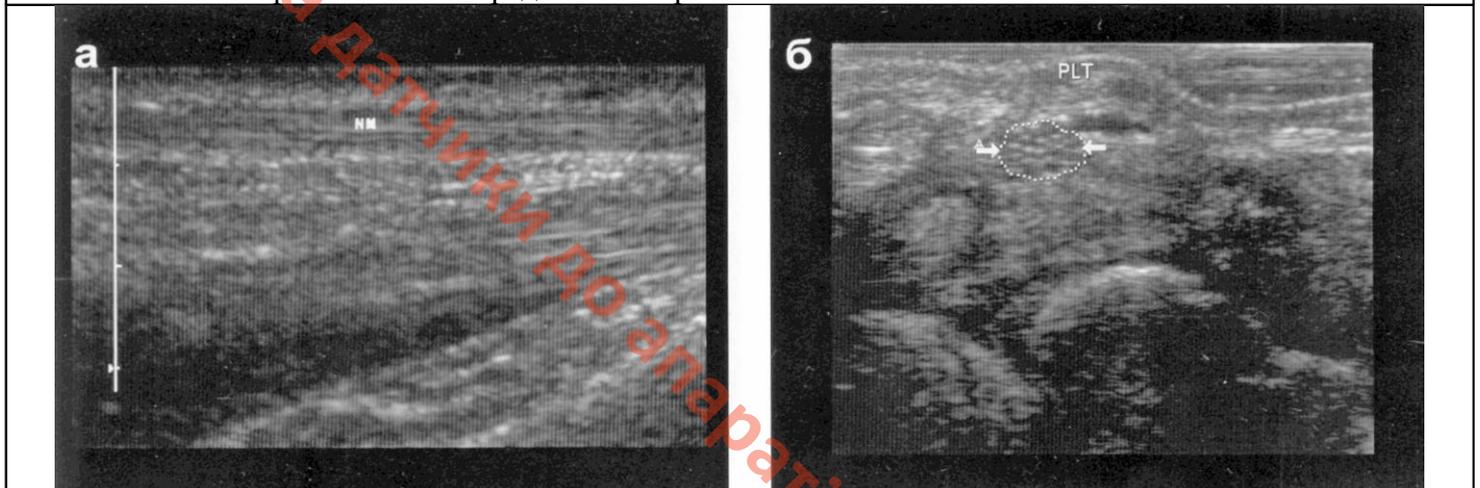


Рис.9а,б Срединный нерв (NM) на уровне запястья.

а - продольный срез.

б - поперечный срез: сухожилие длинного ладонного сгибателя (PLT), срединный нерв (стрелки).

3. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний лучезапястного сустава и суставов кисти

Теносиновиты. Одна из самых частых патологий данной локализации. Самой частой причиной развития теносиновита является ревматоидный артрит. При развитии теносиновита возникает выпот в синовиальном влагалище сухожилий ([Рис. 10а,б](#)). Синовиальная оболочка утолщается, усиливается степень ее васкуляризации ([Рис. 11а](#)). При хроническом теносиновите в процесс вовлекается само сухожилие, что может способствовать его разрыву. При теносиновите мелких сухожилий кисти выявление выпота затруднено. Косвенными признаками его наличия является повышение эхогенности костной фаланги. Для уточнения рекомендуется сравнение с симметричной фалангой ([Рис. 11 б,в](#)).

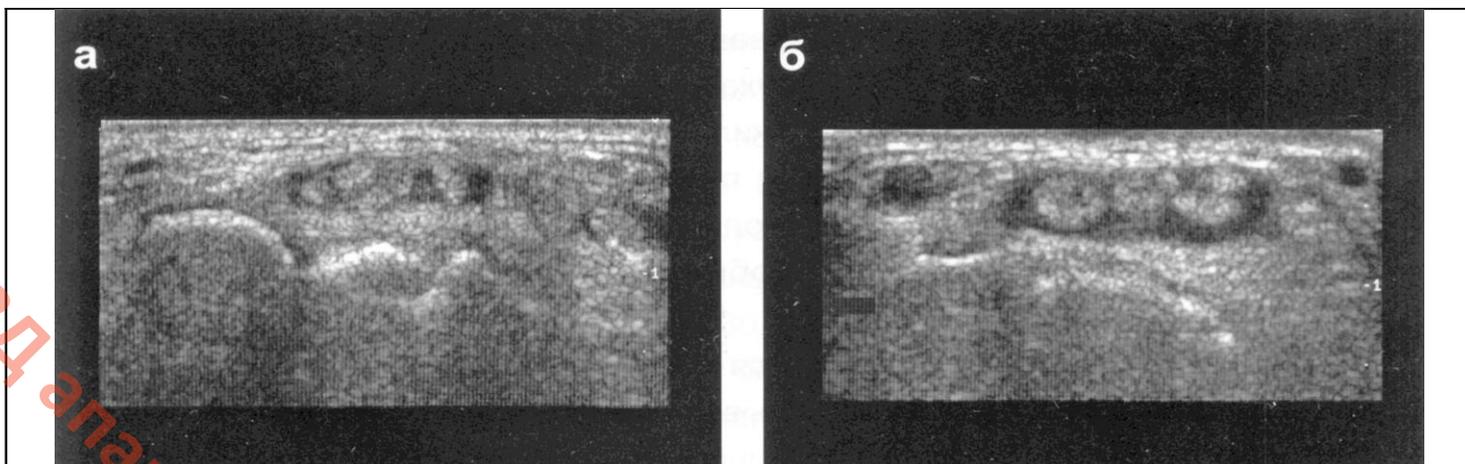


Рис.10а,б Теносиновит разгибателей кисти.

Поперечный срез. Отмечается наличие жидкости в синовиальном влагалище сухожилий:
а - проксимальный уровень, б - дистальный уровень.

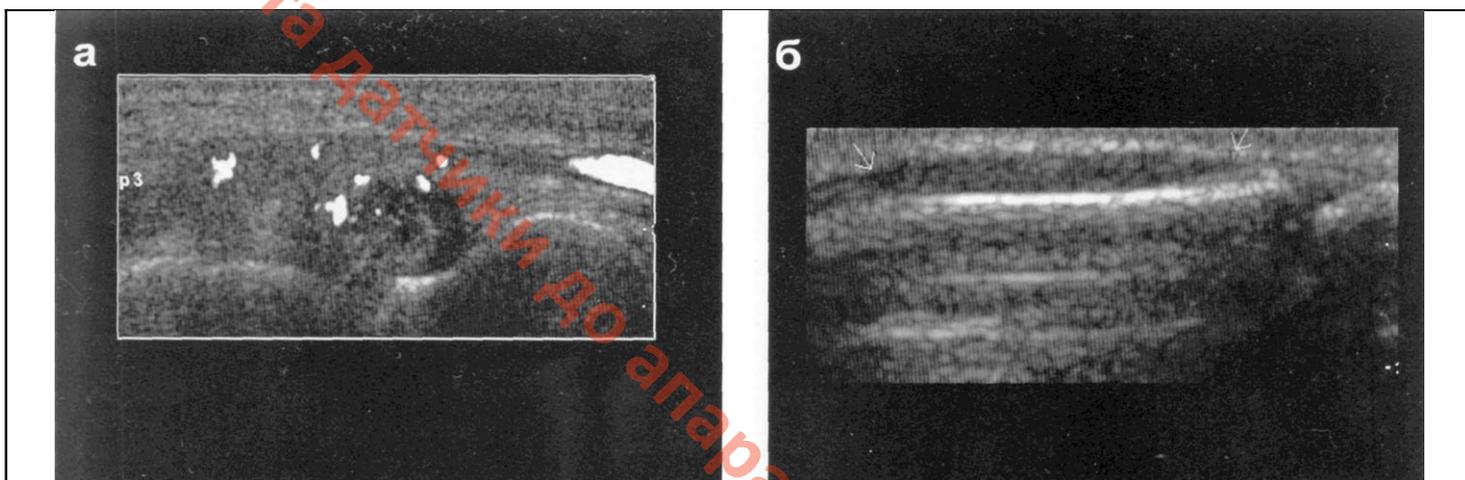


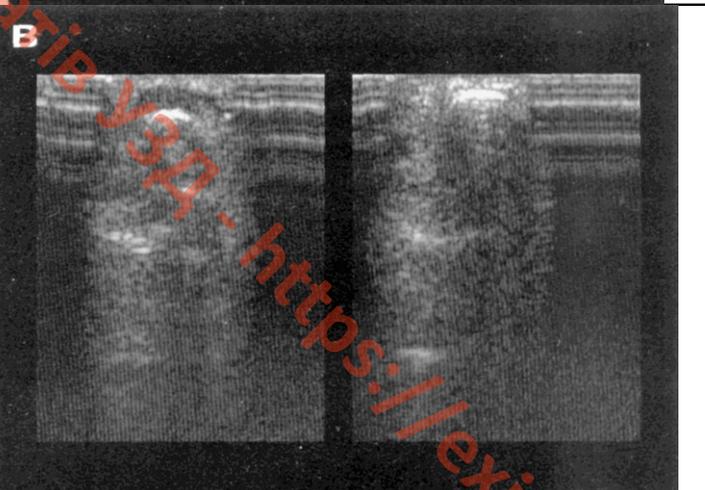
Рис.11а,б,в

а - теносиновит сухожилий сгибателей кисти, режим ЭК: отмечается усиление степени васкуляризации синовиальных влагалищ сухожилий.

б,в - теносиновит сухожилий фаланги 3 пальца:

б - продольный срез: гипоэхогенная полоска жидкости в синовиальном влагалище;

в - поперечный срез: сравнительная картина с контрлатеральной стороной.



Разрывы сухожилий. Разрывы сухожилий лучезапястного сустава и суставов кисти наблюдаются относительно редко. К разрывам предрасполагают хронические изменения в сухожилиях, ревматоидный артрит, подагрический артрит, системные заболевания, сахарный диабет и т.д. Отрыв сухожилия разгибателя пальца от места прикрепления у основания ногтевой фаланги является наиболее частым из подкожных разрывов сухожилий. Происходит он при резком сгибании пальца в то время, когда сухожилие активно сокращено. Такие отрывы наблюдаются при игре в баскетбол, у пианистов, хирургов. Отрыв сухожилия может сопровождаться отрывом треугольного отломка от основания фаланги. При данном виде травмы палец приобретает характерную молоткообразную форму.

При полном разрыве определяется пустое синовиальное влагалище с выпотом ([Рис.12а,б](#)). При частичных разрывах сухожилия в месте разрыва появляется разволокнение его структуры, а в синовиальном влагалище появляется выпот ([Рис.13а](#)). При хронических тендинитах в области прикрепления сухожилий могут образовываться гиперэхогенные включения. Сухожилие как правило утолщено, эхогенность его снижена ([Рис.13 б](#)).

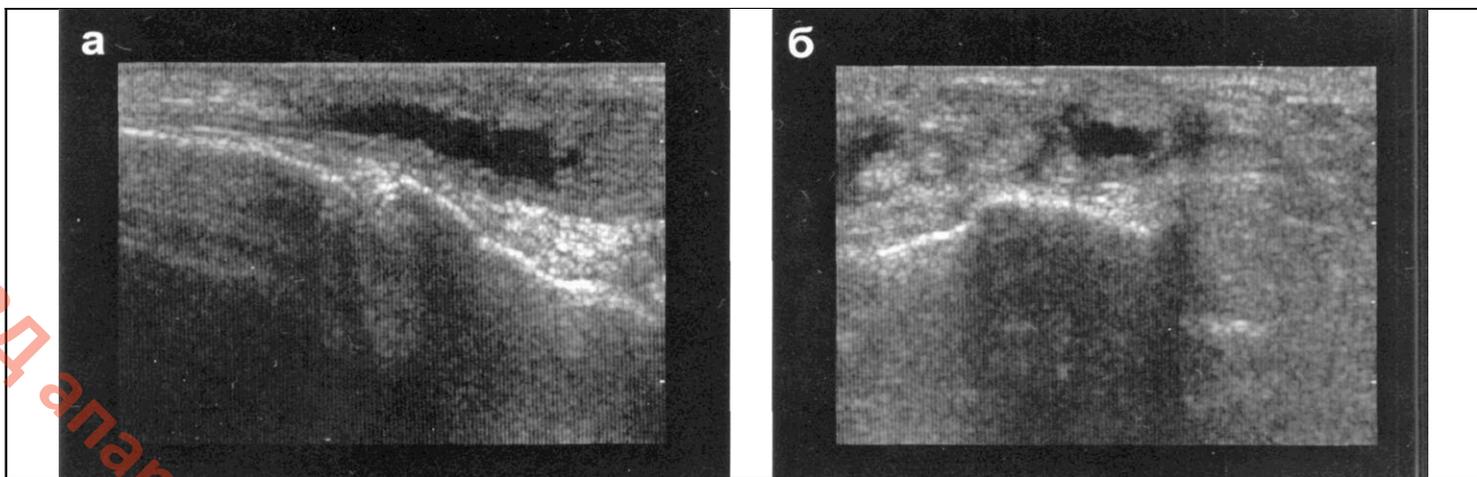


Рис.12а,б Полный разрыв сухожилия сгибателя 3 пальца кисти.

а - продольный срез: гипоэхогенная зона в месте разрыва, отсутствие сухожилия в синовиальном влагалище,

б - поперечный срез.

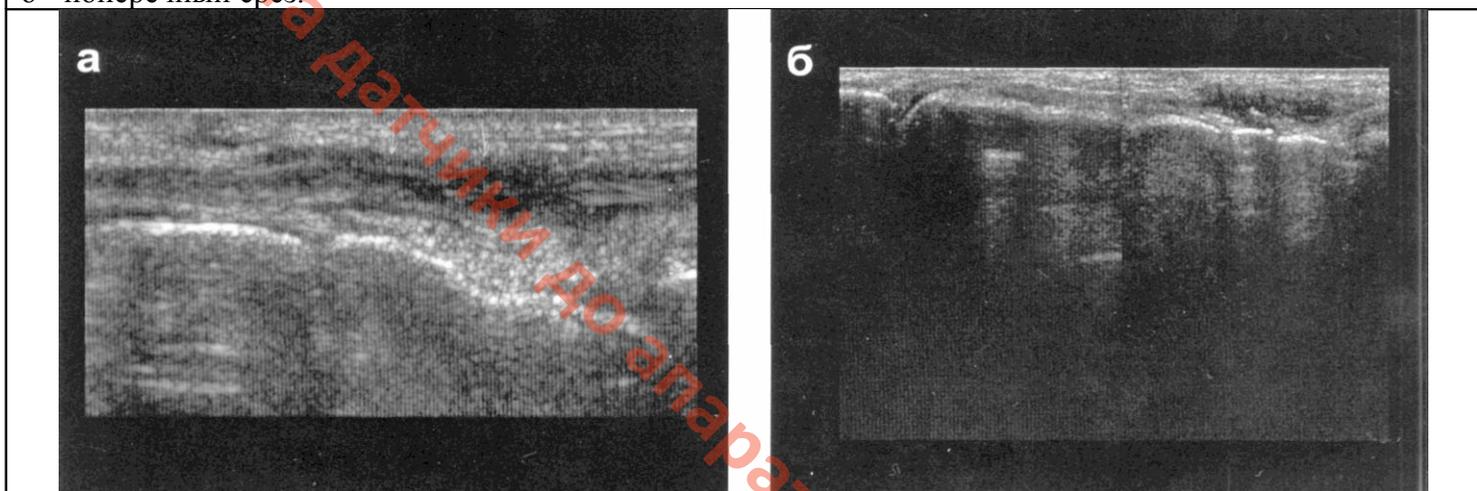


Рис.13а,б

а - частичный разрыв сухожилия группы сгибателей пальца кисти: нарушение фибриллярной структуры сухожилия.

б - частичный разрыв сухожилия большого пальца кисти: в месте разрыва определяется гипоэхогенный участок.

Теносиновит де Кервена. Относится к идиопатическим теносиновитам. При этом заболевании в процесс вовлекается первый канал укрепляющего фиброзного тяжа, в котором проходят сухожилие короткого разгибателя пальцев и длинное сухожилие, отводящее палец, в области шиловидного отростка лучевой кости на тыльной поверхности лучезапястного сустава.

Чаще заболевание поражает женщин, чем мужчин, в соотношении 6 к 1. Заболевание возникает в возрасте от 30 до 50 лет.

Клинически проявляется в виде болевого синдрома со стороны лучевой кости, усиливающегося при движении пальцев. Пальпаторно отмечается припухлость данной зоны.

Эхографически выявляется жидкость в утолщенном синовиальном влагалище сухожилий. Само сухожилие короткого разгибателя пальцев или длинное сухожилие отводящее палец, как правило, не утолщены (Рис. 14а,б,в).

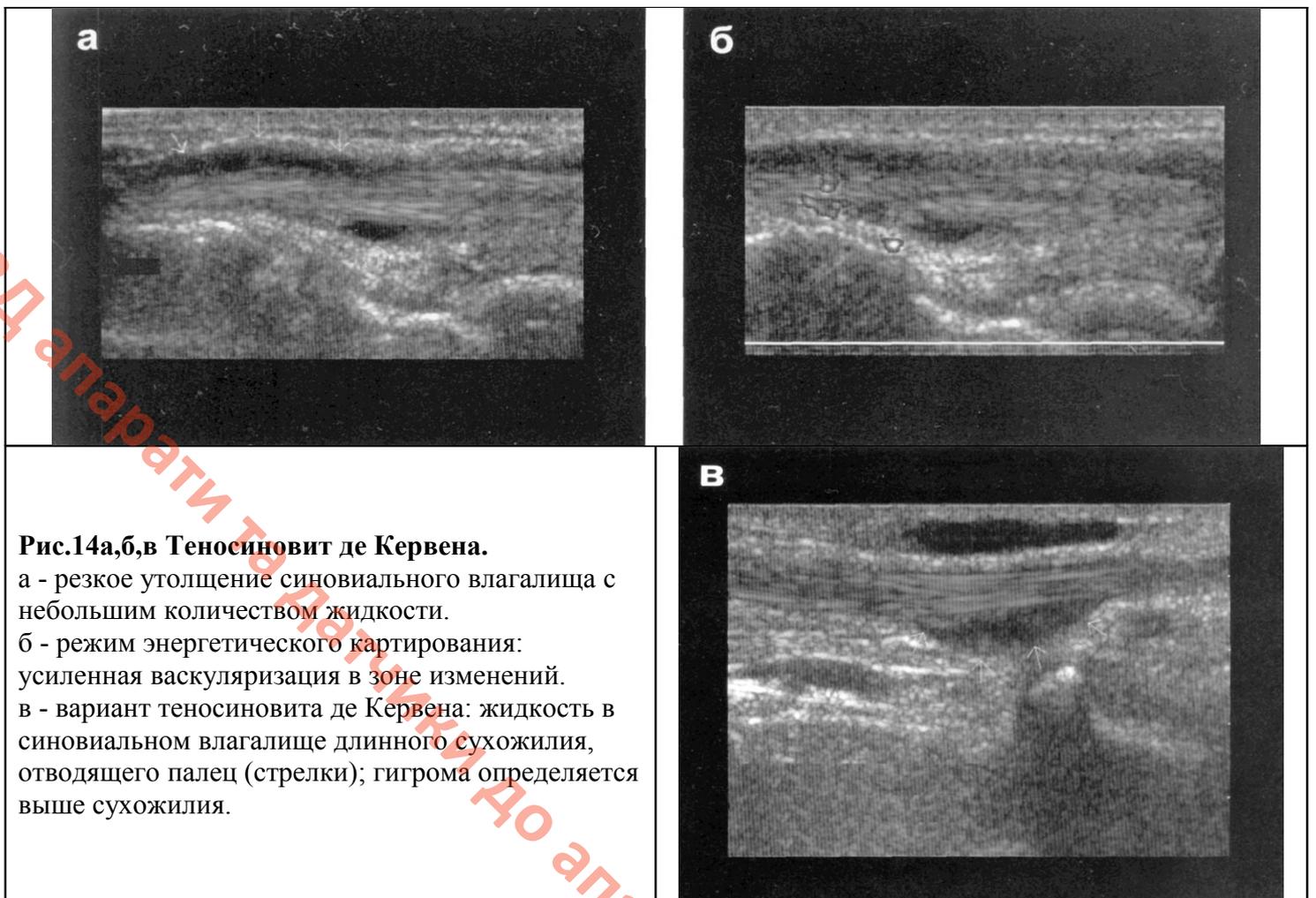


Рис.14а,б,в Теносиновит де Кервена.

а - резкое утолщение синовиального влагалища с небольшим количеством жидкости.

б - режим энергетического картирования: усиленная васкуляризация в зоне изменений.

в - вариант теносиновита де Кервена: жидкость в синовиальном влагалище длинного сухожилия, отводящего палец (стрелки); гигрома определяется выше сухожилия.

Кисты ганглиев (гигромы). Одна из частых патологий сухожилий кисти. Характерным ультразвуковым признаком ганглия является непосредственная связь с сухожилием. Ганглии имеют овальную или округлую форму, заключены в капсулу. Содержимое может иметь различную консистенцию в зависимости от давности заболевания ([Рис. 15а,б,в](#)).

Разрывы боковых связок. Наиболее частым считается вывих 1 пальца в пястно-фаланговом сочленении. Резкое и чрезмерное отведение 1 пальца может привести к разрыву медиальной боковой пястно-фаланговой связки. В результате возникает подвывих фаланги.

Контрактура Дюпюитрена. Это идиопатический доброкачественный пролиферативный процесс, приводящий к разрастанию фиброзной ткани в ладонном апоневрозе. Встречается чаще у мужчин старше 30 лет. Как правило, поражаются ткани 3, 4, 5 пальцев. В большинстве случаев проявления затрагивают обе кисти. Фиброзная ткань появляется в фиброзно-жировой прослойке между кожей и глубокими ладонными структурами, приводя к возникновению коллагеновых узелков и тяжей. Ладонный апоневроз рубцово перерождается, уплотняется, сморщивается; постепенно исчезает подкожно-жировая клетчатка, а кожа, воронкообразно втягиваясь в отдельных участках, срастается с измененным утолщенным апоневрозом. В результате превращения тонких апоневротических волокон в плотные тяжи происходит сгибание и укорочение пальцев. При этом сухожилия сгибателей пальцев патологическим изменениям не подвергаются. Процесс развивается постепенно и характеризуется волнообразным хроническим течением. На поздних стадиях болезнь легко диагностируется клинически, тогда как на ранних стадиях эти узелки можно распознать лишь с помощью ультразвука. Эхографически изменения выглядят как гипоехогенные образования, лежащие подкожно, в ладонной фасции или апоневрозе ([Рис.16а,б](#)).

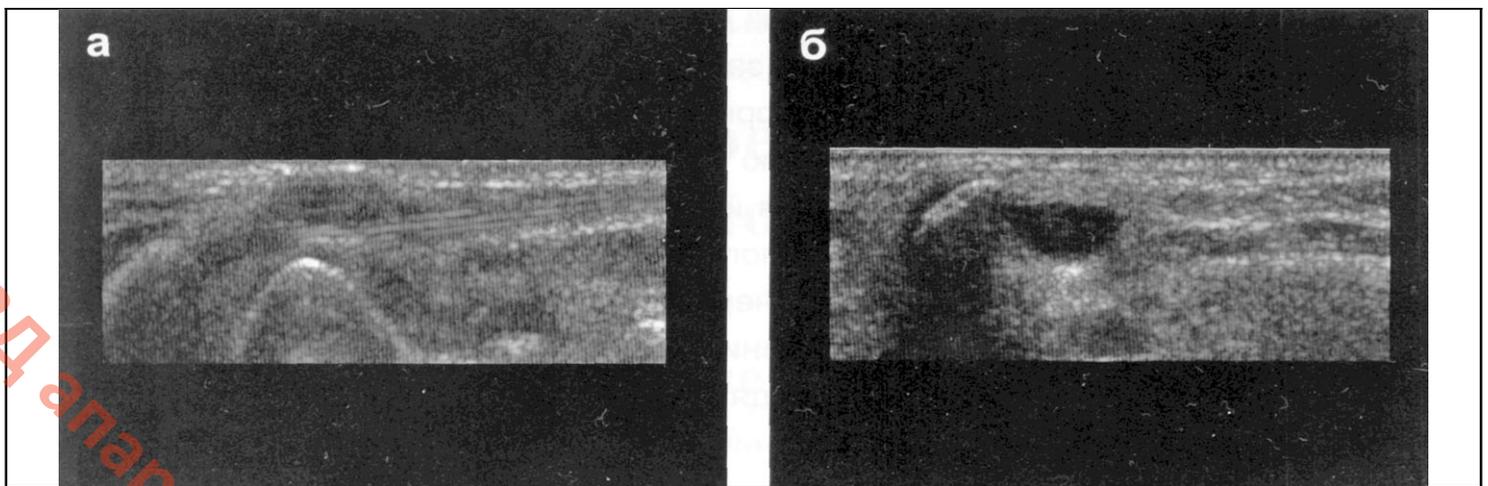


Рис.15а,б,в

а - гигрома сухожилия разгибателя указательного пальца.
 б - гигрома сухожилия разгибателя 2 пальца кисти.
 в - панорамное сканирование тыльной поверхности кисти: определяется гигрома (mass) сухожилия разгибателя 1 пальца кисти.

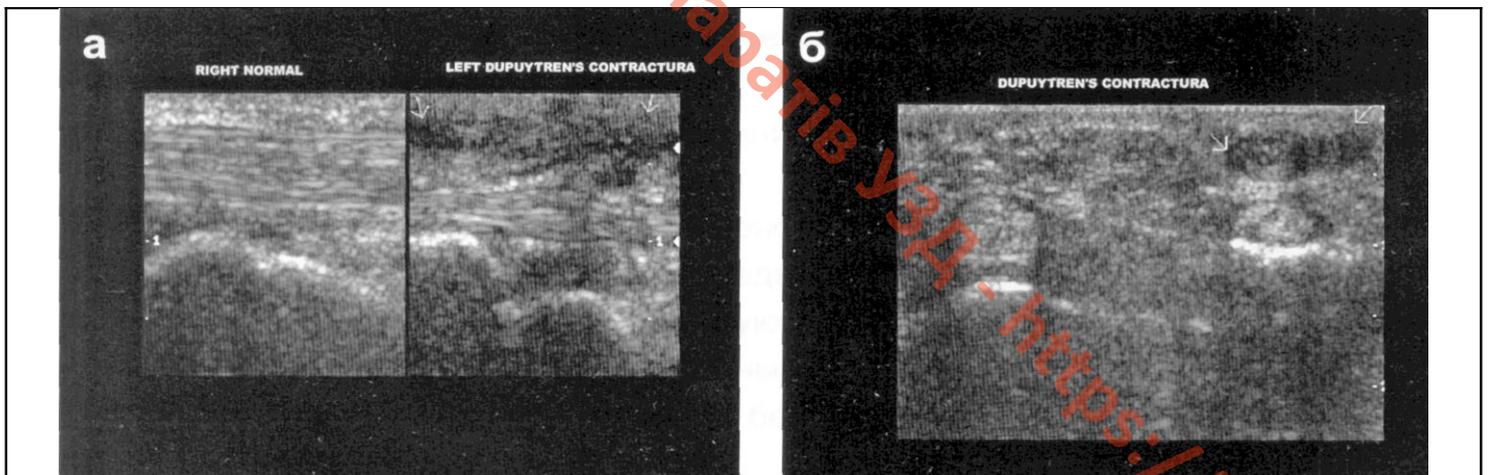
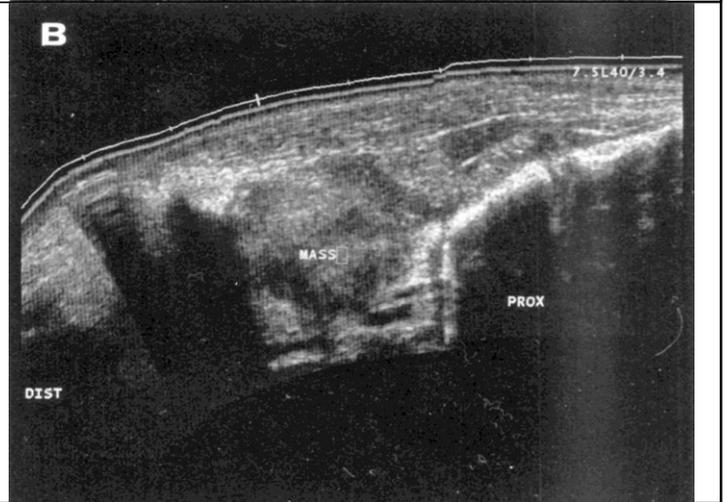


Рис.16а,б Варианты (а,б) контрактура Дюпюитрена:

наличие коллагеновых гипоэхогенных узелков в ладонном апоневрозе (стрелки).

Карпальный туннельный синдром. Это наиболее часто встречающаяся патология компрессионной нейропатии медиального нерва. Часто возникает у машинисток, гардеробщиц, программистов, музыкантов, автомехаников. Клинически проявляется болями и парестезиями в запястье и предплечье, усиливающимися по ночам и при движениях кисти, сенсорными и моторными нарушениями. Ультразвуковое исследование играет важную роль в установлении диагноза, уточнении степени выраженности заболевания и при мониторинге лечения. К основным ультразвуковым проявлениям карпального синдрома относят: утолщение нерва проксимальнее сдавления, уплощение нерва внутри туннеля, выбухание кпереди удерживателя сгибателей кисти, снижение подвижности нерва внутри туннеля. Измерения медиального нерва проводятся при поперечном сканировании по формуле площади эллипса: произведение двух взаимно-перпендикулярных диаметров деленное на четыре, умноженное на число π (Рис.17). Исследования показали, что средняя площадь медиального нерва у мужчин равна 9-12 мм² а у женщин 6-8 мм². Если соотношение ширины к передне-заднему размеру нерва превышает 3 к 1, то диагностируется карпальный синдром.

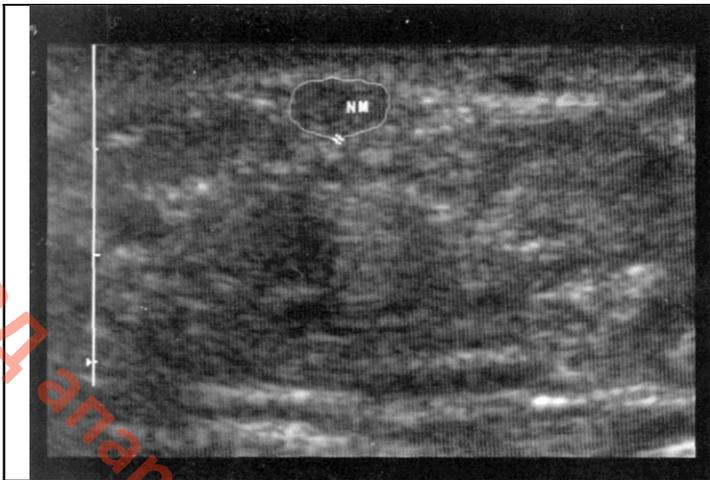


Рис.17 Карпальный синдром. Срединный нерв (NM):
при поперечном сканировании отмечается увеличение площади сечения срединного нерва.



Рис.18 Инородное тело ладонной поверхности 2 пальца кисти (обозначено маркером).

При развитии этого синдрома также увеличивается и площадь медиального нерва. Причем увеличение поперечного диаметра нерва прямо пропорционально степени тяжести синдрома. При увеличении площади более 15 мм^2 требуется хирургическая коррекция. Изгиб кпереди удерживателя сгибателей кисти более чем на $2,5 \text{ мм}$ свидетельствует о развитии карпального синдрома. Было установлено, что при движении пятого пальца в норме медиальный нерв смещается в среднем на $1,75 \pm 0,49 \text{ мм}$, тогда как при карпальном синдроме всего на $0,37 \pm 0,34 \text{ мм}$. Используя совокупность данных признаков совместно с клиническими данными достаточно легко диагностировать начальные признаки заболевания.

Инородные тела. Наиболее частая локализация инородных тел - кисти рук. Инородные тела могут быть различной природы: швейные иглы, куски металла, рыбы кости, деревянные щепки (занозы), шипы колючих растений. Эхографически они выглядят как гиперэхогенный фрагмент в толще мягких тканей. В зависимости от состава позади тела может иметь место дистальный эффект реверберации (металл, стекло) или тень (дерево) ([Рис.18](#)).

Глава 5

Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава.

1. Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава у взрослых

Патологические изменения встречающиеся в тазобедренном суставе и в окружающих его мягких тканях не столь многочисленны, как в коленном и плечевом суставах. МРТ является ведущим методом выявления патологии данной области. УЗИ может быть дополнительным методом к клиническому или рентгеновскому исследованиям. Следует отметить, что УЗИ превосходит по информативности МРТ в выявлении небольших выпотов в тазобедренном суставе, даже менее 1 мл . Тазобедренная область является местом прохождения крупных сосудисто-нервных пучков, зоной метастазирования опухолей и распространения воспалительных процессов из брюшной полости и малого таза, а также из нижних конечностей. Для исследования данного сустава и окружающих мягких тканей, в зависимости от конституции, используют датчик в диапазоне $3,5-7 \text{ МГц}$ с линейной или конвексной рабочей поверхностью.

1.1 Анатомия тазобедренного сустава

Тазобедренный сустав образован суставными поверхностями головки бедренной кости и вертлужной впадины тазовой кости. По краю вертлужной впадины, увеличивая ее глубину, прикрепляется вертлужная губа. Суставная капсула прикрепляется по краю вертлужной губы, прикрывая головку бедренной кости, и крепится спереди по межвертельной линии, а сзади покрывает две трети шейки бедренной кости.

Для удобства исследования условно тазобедренную область делят на суставную и околосуставную. В свою очередь околосуставную - на переднюю, латеральную, медиальную и заднюю. Каждую из вышеперечисленных областей оценивают в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях.

К мышцам передней поверхности бедра относят портняжную, прямую мышцу бедра, гребенчатую.

К мышцам медиальной группы относят тонкую, большую и длинную приводящие мышцы. К глубоким мышцам тазобедренной области относят подвздошную, поясничную и подвздошно-поясничную.

К мышцам задней поверхности относят полуперепончатую, полусухожильную, двуглавую мышцу бедра.

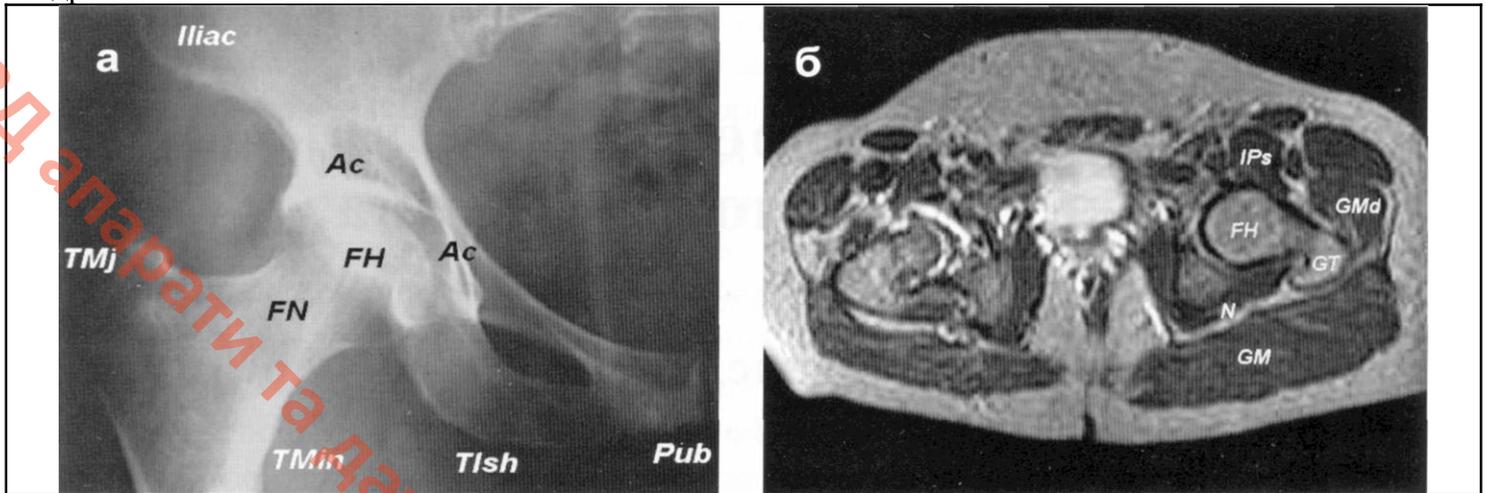


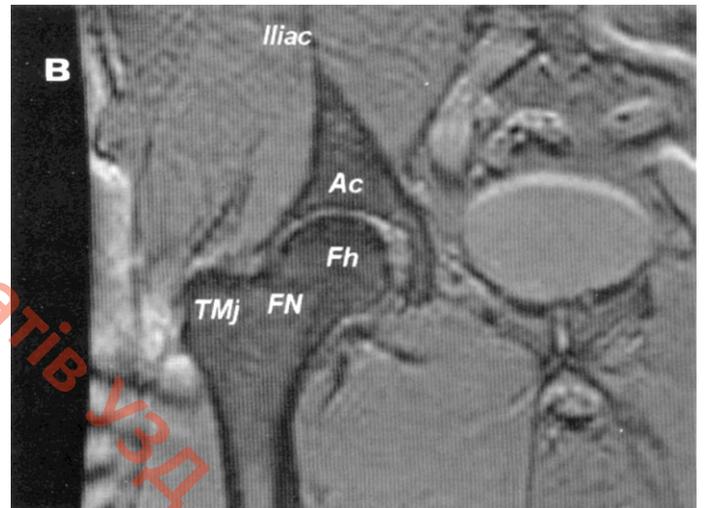
Рис. 1а,б,в

а - рентгенограмма тазобедренного сустава в прямой проекции: крыло подвздошной кости (**Илиаc**), вертлужная впадина (**Ac**), лобковый симфиз (**Pub**), седалищный бугор (**Tish**), головка бедренной кости (**FH**), шейка бедренной кости (**FN**), большой вертел (**TMj**), малый вертел (**TMin**).

б,в - МР-томограммы тазобедренного сустава:

б - аксиальный срез на уровне головки бедренной кости, T2-взвешенное изображение: головка бедренной кости (**FH**), большой вертел (**GT**), седалищный нерв (**N**), большая ягодичная мышца (**GM**), средняя ягодичная мышца (**GMd**), подвздошно-поясничная мышца (**Ips**);

в - фронтальный срез: подвздошная кость (**Илиаc**), вертлужная впадина (**Ac**), головка бедренной кости (**FH**), шейка бедренной кости (**FN**), большой вертел (**TMj**).



К латеральной группе относят мышцу, напрягающую широкую фасцию бедра, илиотибиальный тракт. К мышцам ягодичной области - большую, малую и среднюю ягодичные. Волокна прямой мышцы бедра, широкой фасции бедра, портняжной мышцы, мышцы напрягающей широкую фасцию начинаются от крыла подвздошной кости. От большого вертела бедренной кости начинаются латеральная широкая мышца бедра, малая и средняя ягодичные. К малому вертелу прикрепляется сухожилие подвздошно-поясничной мышцы. К седалищному бугру прикрепляются сухожилия длинной головки двуглавой мышцы бедра, полуперепончатой, полусухожильной, большой приводящей мышщ (**Рис. 1а,б,в**). От лобковой кости до крыла подвздошной кости натянута паховая связка.

1.2 Методика ультразвукового исследования

Передний доступ.

Из переднего доступа оценивают тазобедренный сустав, мягкие ткани паховой области и зоны бедренного треугольника, мышцы. Исследование проводится лежа на спине с выпрямленными ногами. Датчик устанавливают продольно по длинной оси бедра. Получают изображение крыла подвздошной кости и полуокружности головки бедренной кости, являющихся костными ориентирами.

Между подвздошной костью и головкой бедренной кости различают гиперэхогенную линейную треугольную структуру - вертлужную губу. Из этого доступа хорошо виден гипоэхогенный гиалиновый хрящ, а также синовиальная суставная капсула тазобедренного сустава, представленная волокнами нескольких связок: подвздошно-бедренной, лобково-бедренной и седалищно-бедренной. Учитывая

крупные размеры тазобедренного сустава, рекомендуется использовать возможности панорамного сканирования (Рис.2а,б,в). Визуализация синовиальной капсулы усиливается при наличии выпота в полости сустава. Расстояние от поверхности шейки бедренной кости до суставной капсулы варьирует в зависимости от конституции от 4 до 9мм (в среднем 6,4мм).

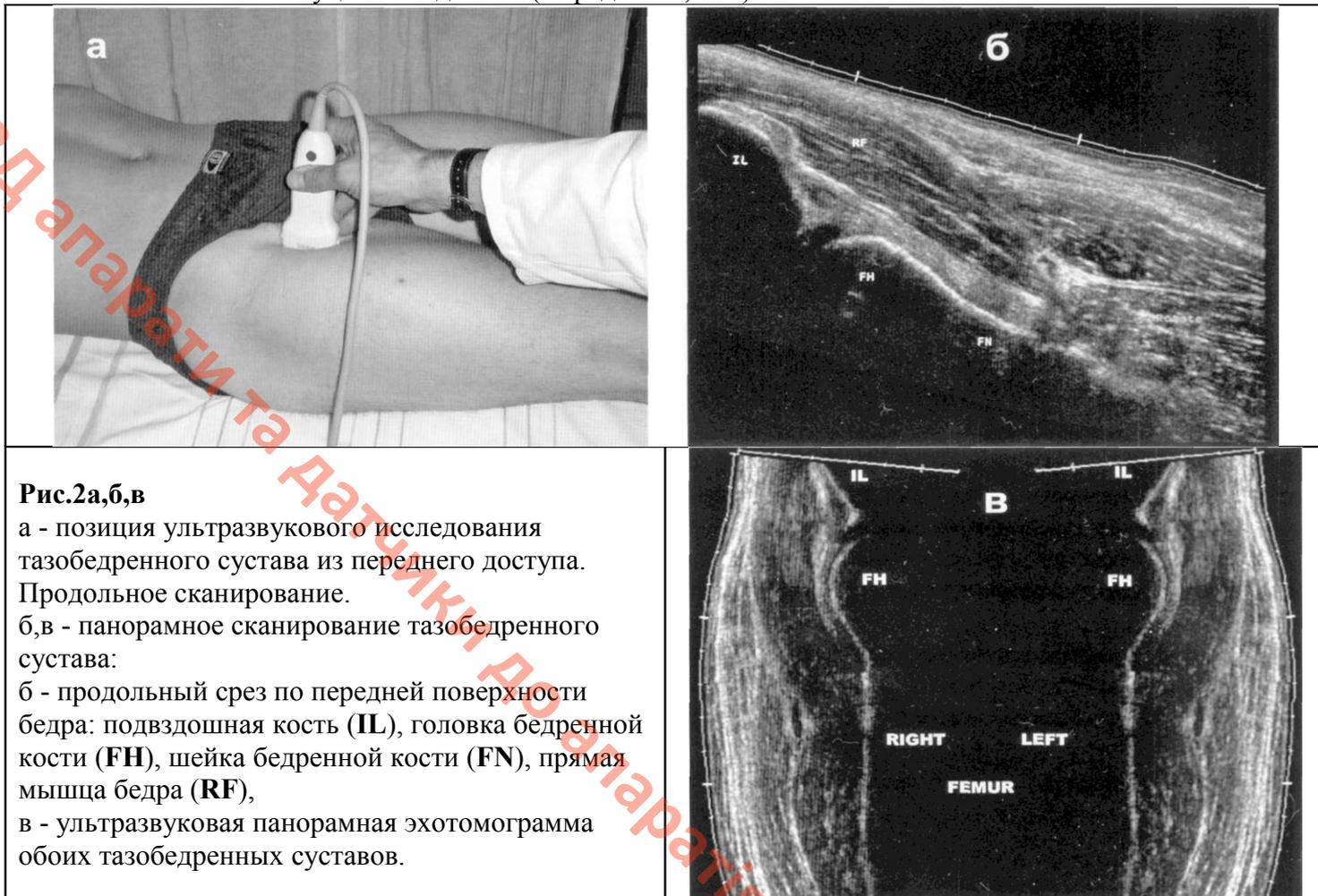


Рис.2а,б,в

а - позиция ультразвукового исследования тазобедренного сустава из переднего доступа. Продольное сканирование.
 б,в - панорамное сканирование тазобедренного сустава:
 б - продольный срез по передней поверхности бедра: подвздошная кость (IL), головка бедренной кости (FH), шейка бедренной кости (FN), прямая мышца бедра (RF),
 в - ультразвуковая панорамная эхотомограмма обоих тазобедренных суставов.

Околосуставная область (передний отдел).

В режиме панорамного сканирования в поперечной плоскости от лобковой кости до крыла подвздошной кости оцениваются сосудисто-нервный пучок, располагающийся в бедренном треугольнике (Рис.3а). Медиально лежит бедренная вена, за ней - латеральная артерия и нерв (Рис.3б). В этой проекции также исследуются мягкие ткани. По контуру крыла подвздошной кости прикрепляются сухожилия четырехглавой мышцы бедра, дистальнее они переходят в мышечные волокна соответствующих групп. Латеральнее от прямой мышцы расположены пучки мышцы, натягивающей широкую фасцию бедра. Медиальнее, поверхностно лежит портняжная мышца; глубже залегают волокна подвздошно-поясничной мышцы, сухожилие которой прикрепляется к малому вертелу бедренной кости (Рис.4а).

Подвздошно-поясничная сумка в норме присутствует в 98% случаев и сообщается с полостью сустава в 15-20%. В норме при ультразвуковом исследовании она не видна.

Также в этой области исследуют глубокие и поверхностные паховые лимфатические узлы. В норме лимфатические узлы имеют овальную форму. Длинник должен более чем в 2 раза превышать передне-задний размер. Корковое вещество узла гипоэхогенное, окружает мозговое вещество повышенной эхогенности. Соотношение коркового и мозгового вещества равнозначное или в пользу мозгового. Неизмененные лимфатические узлы (Рис.4б) слабо васкуляризированы, но иногда различают питающие сосуды, входящие в ворота узла и мелкие сосуды в центральной части.

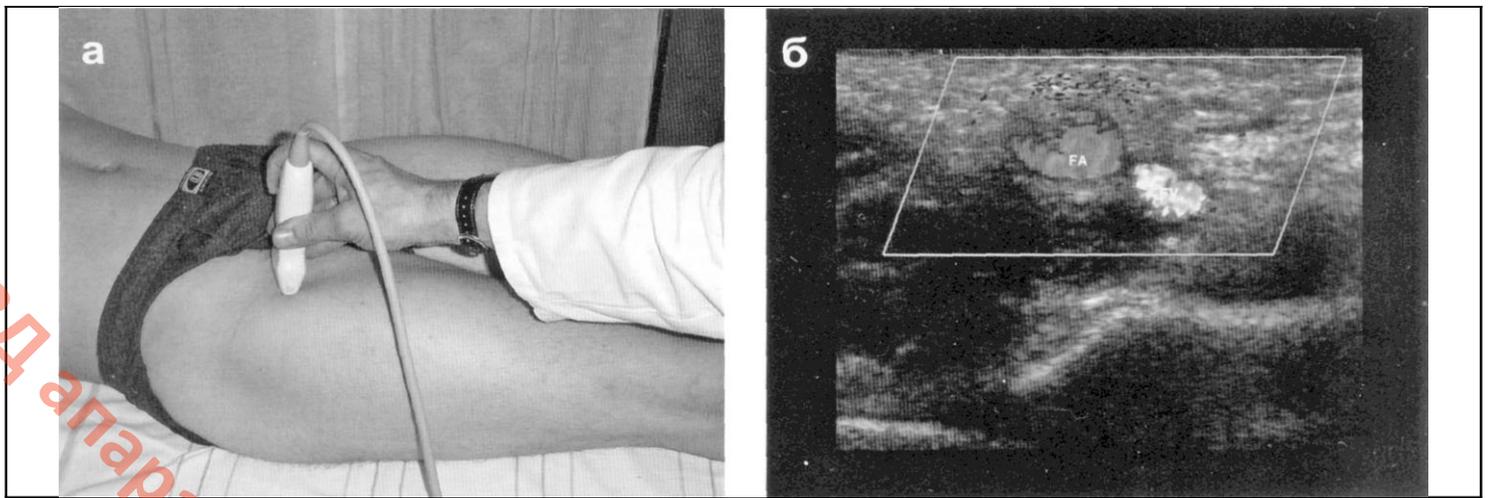


Рис.3а,б

а - позиция для исследования тазобедренного сустава из переднего доступа, поперечное сканирование.
б - сосудисто-нервный пучок бедренного треугольника (режим цветового доплеровского картирования, обозначены бедренные артерия (FA) и вена (FV))

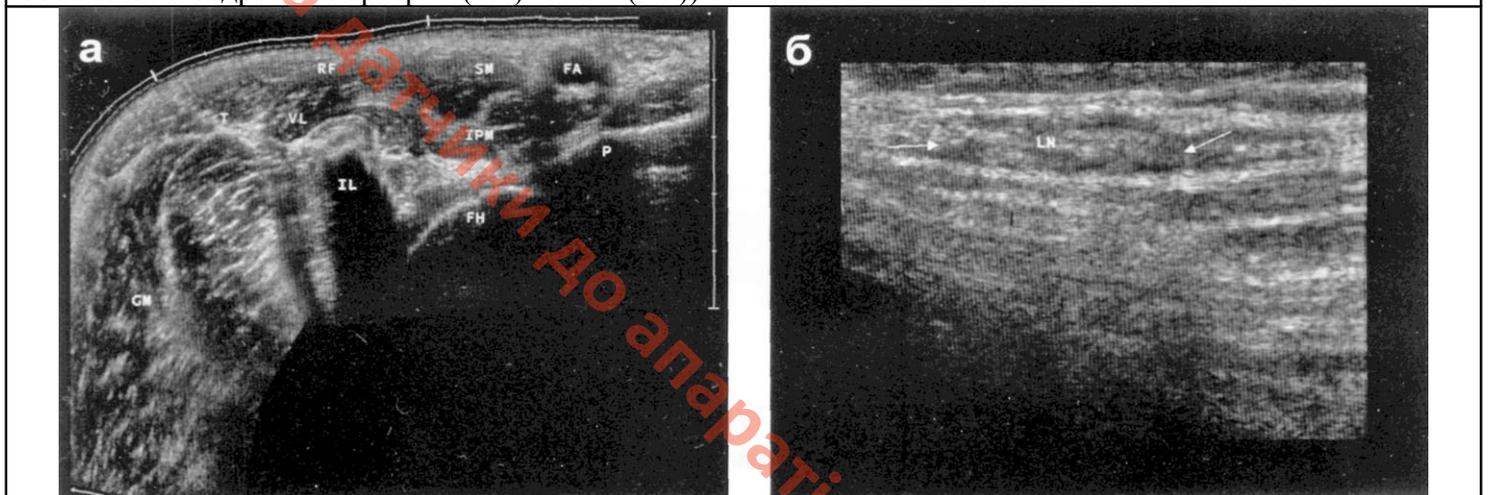


Рис.4а,б

а - панорамное сканирование бедра в поперечной плоскости: подвздошная кость (IL), головка бедренной кости (FH), лонная кость (P), ягодичные мышцы (GM), подвздошно-поясничная мышца (IPM), портняжная мышца (SM), бедренная артерия (FA), прямая мышца бедра (RF), латеральная широкая мышца бедра (VL), мышца, напрягающая широкую фасцию бедра (T).
б - неизмененный лимфатический узел паховой области (обозначен стрелками).

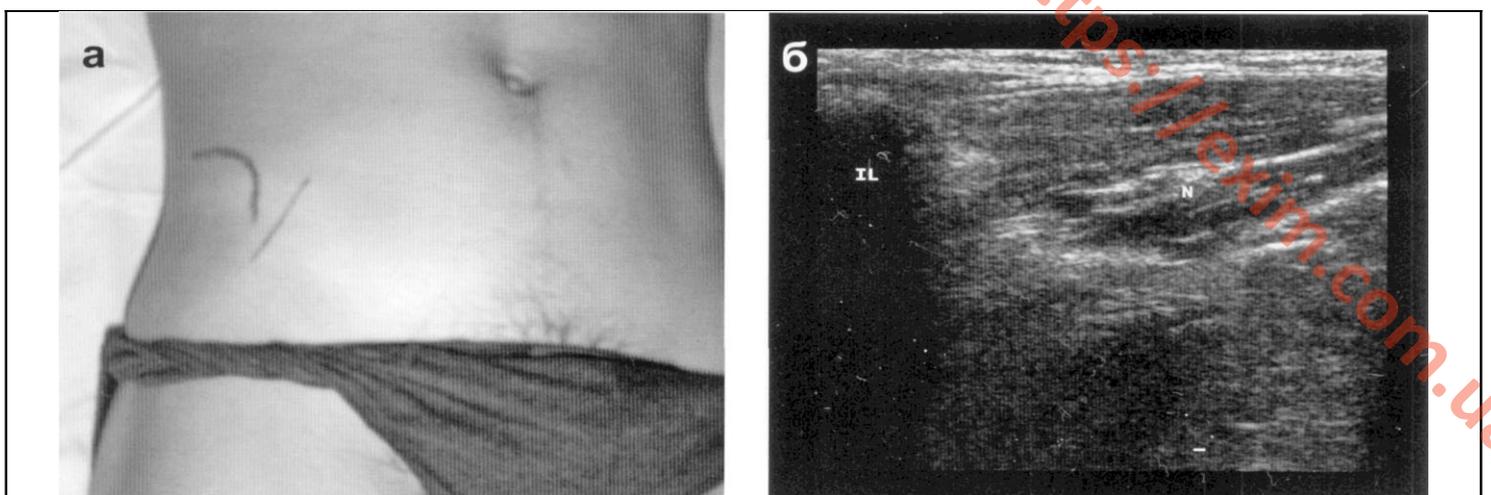


Рис.5а,б

а - позиция для исследования латерального кожного нерва бедра.
б - латеральный кожный нерв бедра: нерв (N), крыло подвздошной кости (IL).

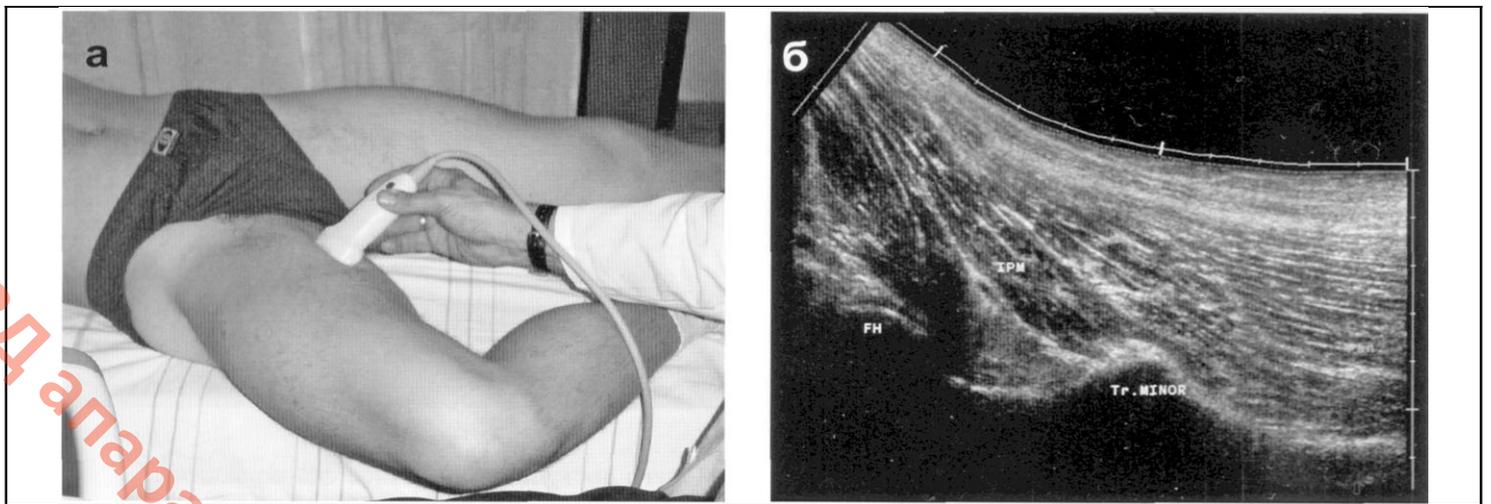


Рис.6а,б

а - позиция для исследования тазобедренной области со стороны медиального отдела.

б - подвздошно-поясничная мышца и ее сухожильные волокна, прикрепляющиеся к малому вертелу бедренной кости: подвздошно-поясничная мышца (IPM), малый вертел (Tr.Minor), головка бедренной кости (FH).

Латеральный подкожный нерв бедра.

При наличии показаний проводится исследование латерального подкожного нерва бедра, который формируется из задних корешков L2-L3. Нерв следует вдоль поясничной мышцы, частично подвздошной мышцы до выхода под латеральный отдел паховой связки рядом с передней верхней дугой крыла подвздошной кости ([Рис.5а,б](#)).

Медиальный доступ.

Для исследования медиальной части тазобедренной области конечность сгибается в коленном суставе и отводится наружу ([Рис.6а](#)). Из этого доступа исследуют группу приводящих мышц бедра и сухожильную часть подвздошно-поясничной мышцы. Мышечные пучки располагаются по длинной оси, поэтому хорошо видна их перистая структура. Костными ориентирами служат малый вертел и часть головки бедренной кости ([Рис.6б](#)).

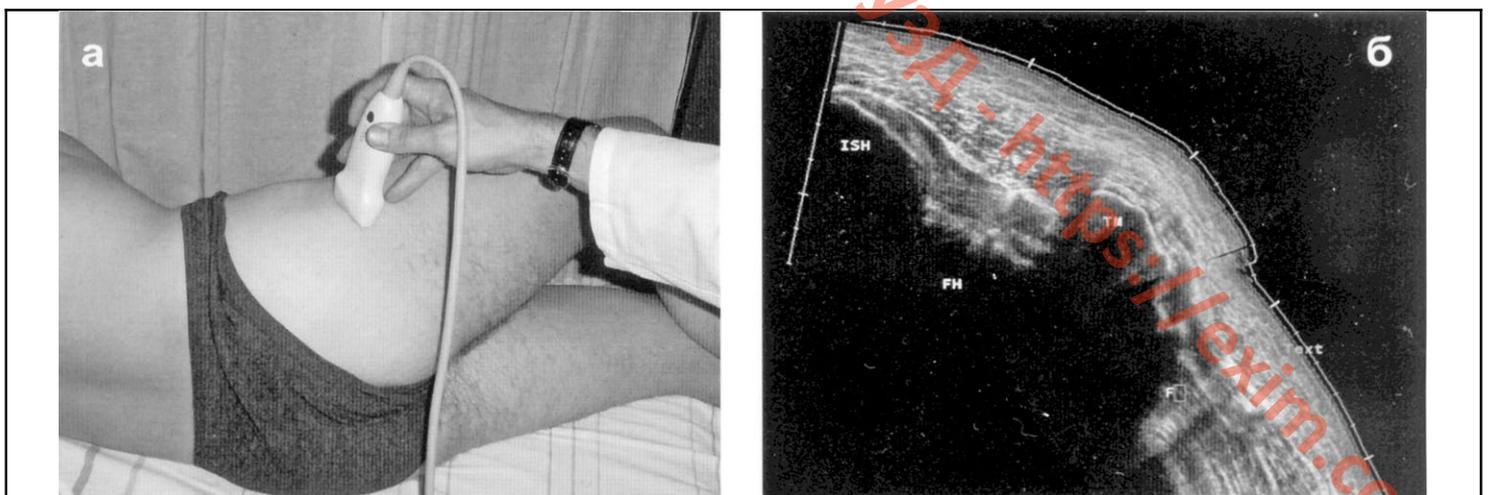


Рис.7а,б Позиция для исследования тазобедренной области со стороны латерального отдела (**а**).

Панорамное сканирование латерального отдела тазобедренной области, поверхность костных структур: седалищный бугор (ISH), большой вертел (TM), контур бедренной кости (F), головка бедренной кости (FH).

Латеральный доступ.

Пациент исследуется лежа на боку или при внутренней ротации конечности ([Рис.7а](#)). Наиболее выступающий костный фрагмент - большой вертел. Сразу над ним поверхностно, подкожно располагается вертельная сумка ([Рис.7б](#)). Размеры сумки по длиннику около 4-6 см, в поперечнике 2-4 см.

Задний доступ.

Исследование проводится на боку, исследуемая конечность согнута и приведена к животу (Рис.8а). Из этого доступа оценивают ягодичные мышцы, седалищный бугор, седалищный нерв. Седалищный бугор является основным костным ориентиром в данной области. Он пальпируется в нижней части ягодичной области, проксимальнее ягодичной складки. Если датчик установить вдоль складки, то седалищный бугор выглядит как неровная изогнутая линия. Выше визуализируется общее сухожилие мышц задней поверхности бедра, прикрепляющееся к седалищному бугру. Седалищно-ягодичная сумка расположена между бугром и большой ягодичной мышцей (Рис.8б). В норме сумка не видна.

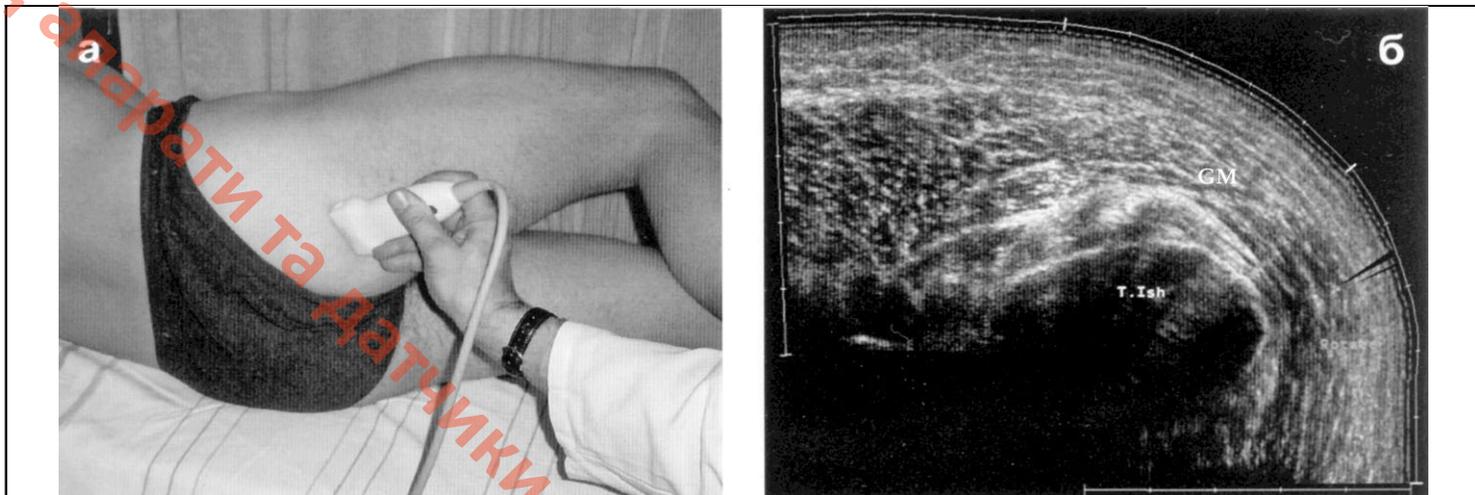


Рис.8а,б Позиция для исследования тазобедренного сустава из заднего доступа.

Поперечное сканирование. Панорамное сканирование заднего отдела ягодичной области в поперечной плоскости: седалищный бугор (T.Ish), ягодичные мышцы (GM).

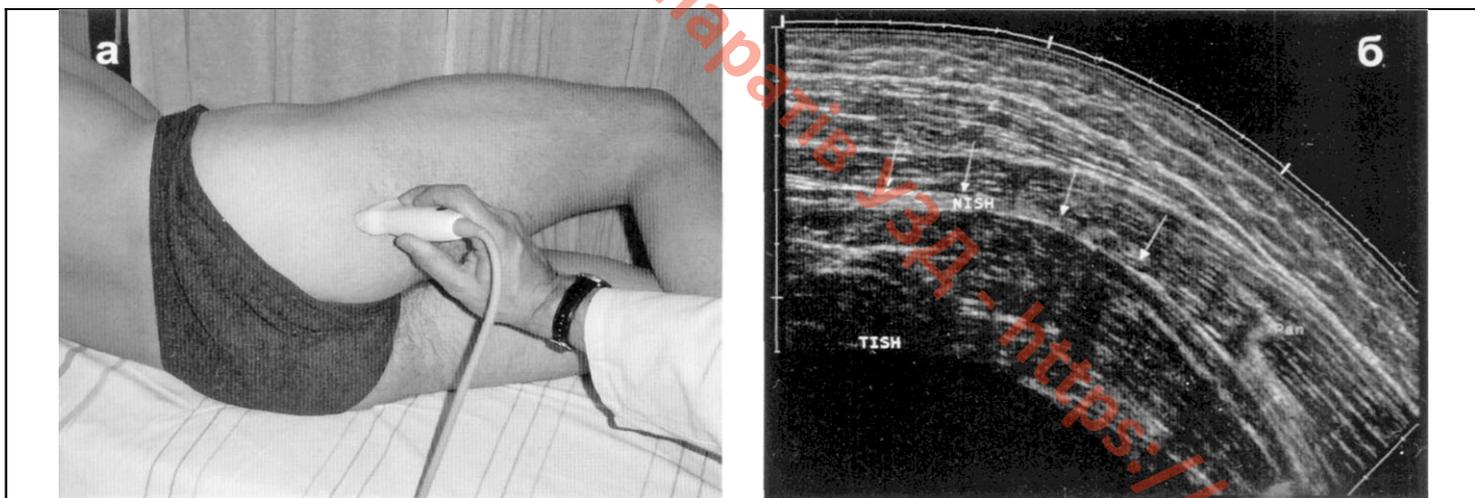
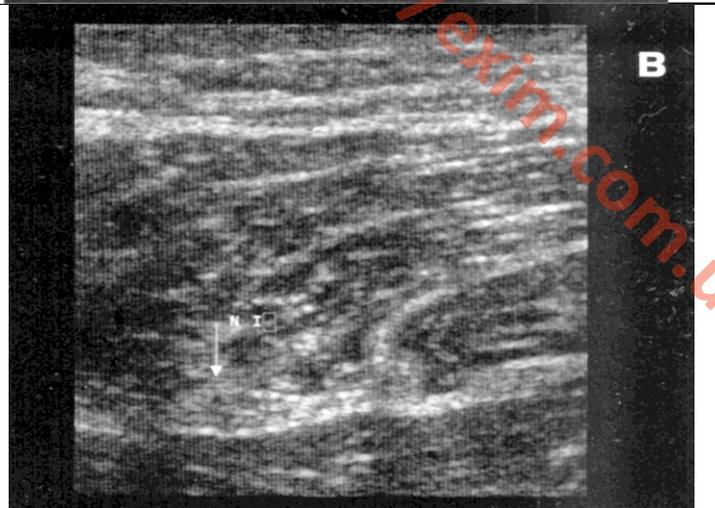


Рис.9а,б,в

а - позиция для исследования седалищного нерва при продольном сканировании.

б - панорамное сканирование: седалищный нерв в продольной плоскости.

в - поперечный срез седалищного нерва.



Седалищный нерв.

Седалищный нерв выходит из малого таза и следует продольно вниз по задней поверхности бедра. Он располагается 2-3 см латеральнее седалищного бугра ([Рис.9а](#)). Диаметр седалищного нерва около 5-9 мм. При продольном сканировании волокна нерва окружены гиперэхогенной оболочкой, в поперечном срезе нерв имеет овальную форму ([Рис.9 б,в](#)).

1.3 Ультразвуковая диагностика заболеваний тазобедренной области

Основная задача врача УЗД - провести дифференциальную диагностику между внутрисуставной и внесуставной патологией. К внутрисуставным патологическим состояниям относят: выпот в полость сустава, синовит, деформирующий артроз, асептический некроз головки бедренной кости.

Выпот в полости сустава, синовит.

Наличие выпота в тазобедренном суставе диагностируется при УЗИ, если расстояние между поверхностью шейки бедренной кости и суставной капсулой превышает 9-10 мм. При синовите, как правило, наблюдается утолщение суставной капсулы. Поэтому, важно оценивать симметричность толщины суставной капсулы со здоровой стороной. Разница более 1-2 мм указывает на патологию синовиальной суставной сумки ([Рис. 10а](#)). Ультразвуковое исследование также применяется для выявления жидкости вокруг протезированного тазобедренного сустава или после остеосинтеза ([Рис.10б](#), [Рис. 11 а,б,в](#)). При КТ или МРТ часто металлические протезы вызывают артефакты мешающие правильной оценке наличия жидкости в полости или вокруг сустава.

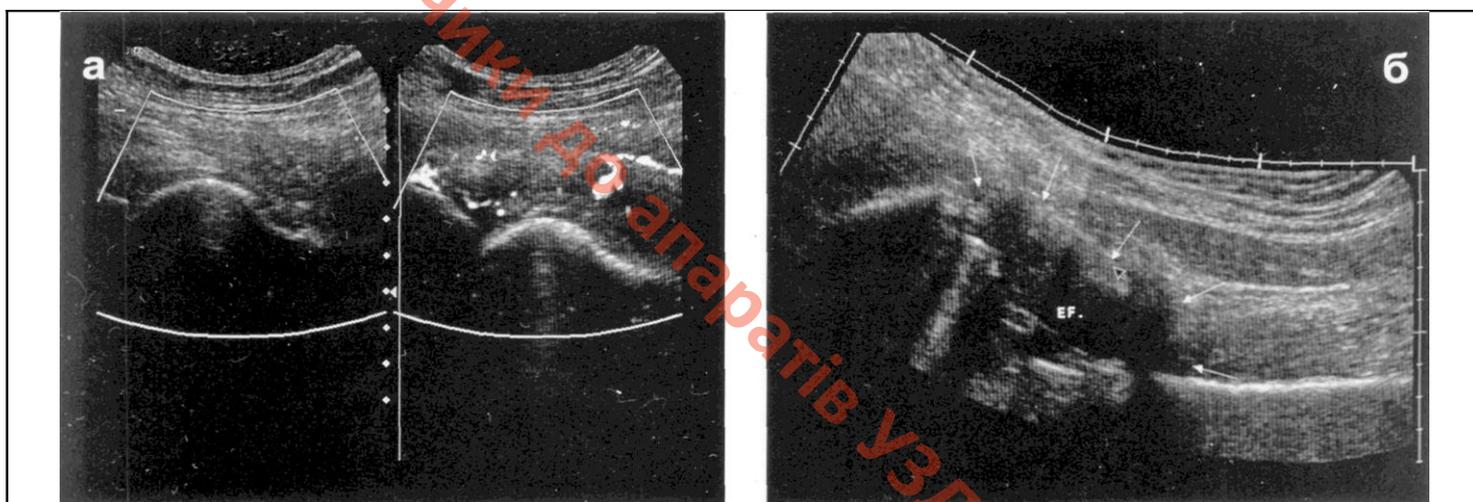


Рис.10а,б

а - синовит левого тазобедренного сустава, выпот в полости сустава: при сравнении с контрлатеральной стороной отмечается усиление васкуляризации.

б - синовит, выпот в полости искусственного сустава: искусственная суставная капсула растянута за счет наличия жидкости (стрелки).

Остеохондроматоз и "суставная мышь".

Инородные фрагменты могут появляться в синовиальной суставной сумке при переломах, отрывах костных или хрящевых структур, остеоартрите, остеохондроматозе. Фрагменты попадают в суставное пространство, формируя "суставную мышь". Суставная мышь при УЗИ - это, как правило, внутрисуставная подвижная гиперэхогенная структура.

Несросшиеся переломы и ложные суставы.

Все факторы, приводящие к замедленному сращению отломков, если не приняты необходимые меры, могут привести к образованию ложных суставов. Ложные суставы наблюдаются после остеосинтеза закрытых переломов диафиза бедра, если операция осложнилась нагноением, остеомиелитом. При ультразвуковом исследовании возможно выявление ложных суставов по наличию: прерывистости контуров костей и неровности костной мозоли с наличием дефекта; дистальной акустической тени за костными структурами в месте образования ложных суставов. Как правило, вокруг имеется зона перифокального воспаления с наличием выраженной сосудистой реакции ([Рис. 12а,б](#)).

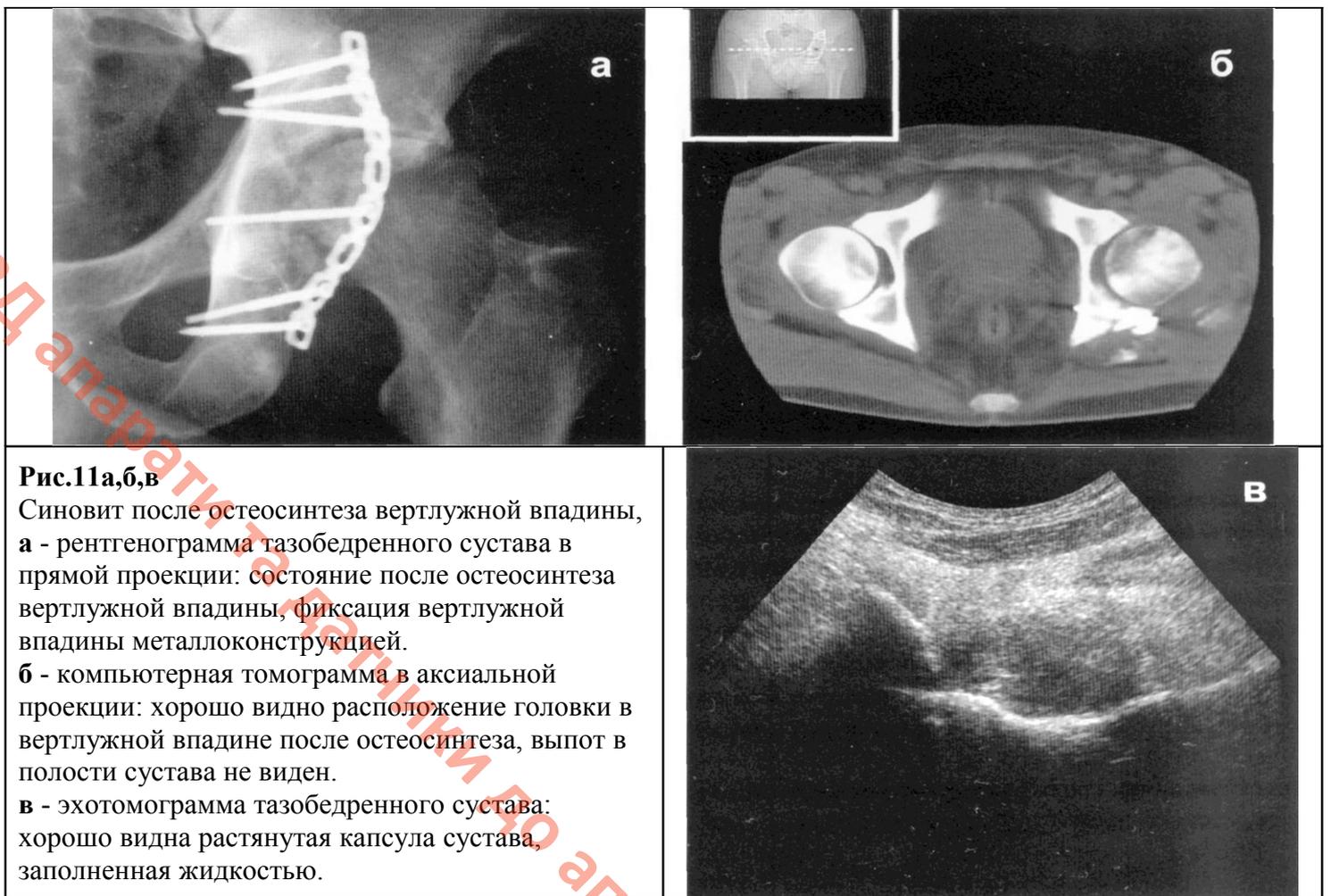


Рис.11а,б,в

Синовит после остеосинтеза вертлужной впадины, **а** - рентгенограмма тазобедренного сустава в прямой проекции: состояние после остеосинтеза вертлужной впадины, фиксация вертлужной впадины металлоконструкцией.

б - компьютерная томограмма в аксиальной проекции: хорошо видно расположение головки в вертлужной впадине после остеосинтеза, выпот в полости сустава не виден.

в - эхотомограмма тазобедренного сустава: хорошо видна растянутая капсула сустава, заполненная жидкостью.

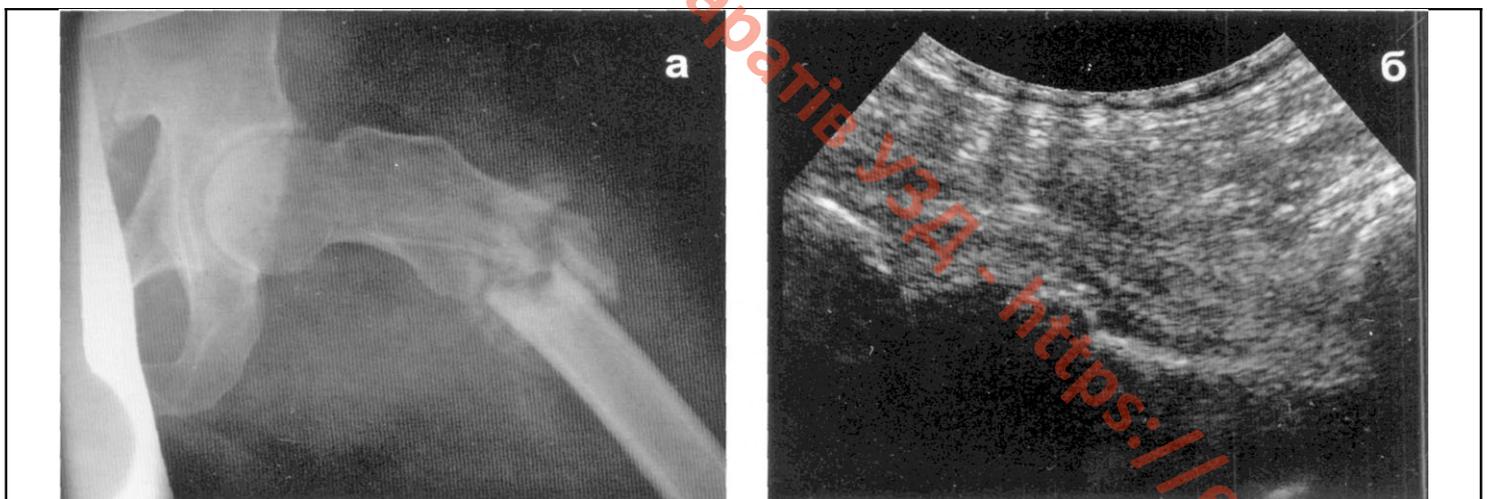


Рис.12а,б Ложный сустав, образовавшийся после межвертельного перелома левой бедренной кости,

а - рентгенограмма левого тазобедренного сустава в косой проекции: виден неправильно сросшийся перелом с формированием ложного сустава,

б - эхотомограмма левого тазобедренного сустава: видна деформация контуров бедренной кости с формированием псевдокапсулы ложного сустава.

Асептический некроз головки бедренной кости.

Заболевание относится к тяжелой патологии тазобедренного сустава, которое поражает в основном мужчин, протекает длительно и приводит к стойкому снижению трудоспособности и инвалидности. Нередко проявляется осложнением после любых травм тазобедренного сустава (вывиха, ушиба), в подавляющем большинстве случаев образуется после перелома шейки бедра.

Клинически на ранних стадиях проявляется болями в суставе, атрофией мышц бедра и голени, ограничением движений в суставе, нарушению походки. При ультразвуковом исследовании на ранних стадиях существенных изменений не выявляется. Иногда можно выявить реактивный выпот в полости

сустава. В дальнейшем нарушается симметричность контуров тазобедренного сустава. Суставная щель суживается. Контур головки бедренной кости становятся неровными.

За счет постоянной травматизации капсула сустава утолщается, наблюдается синовит ([Рис.13а,б](#)).

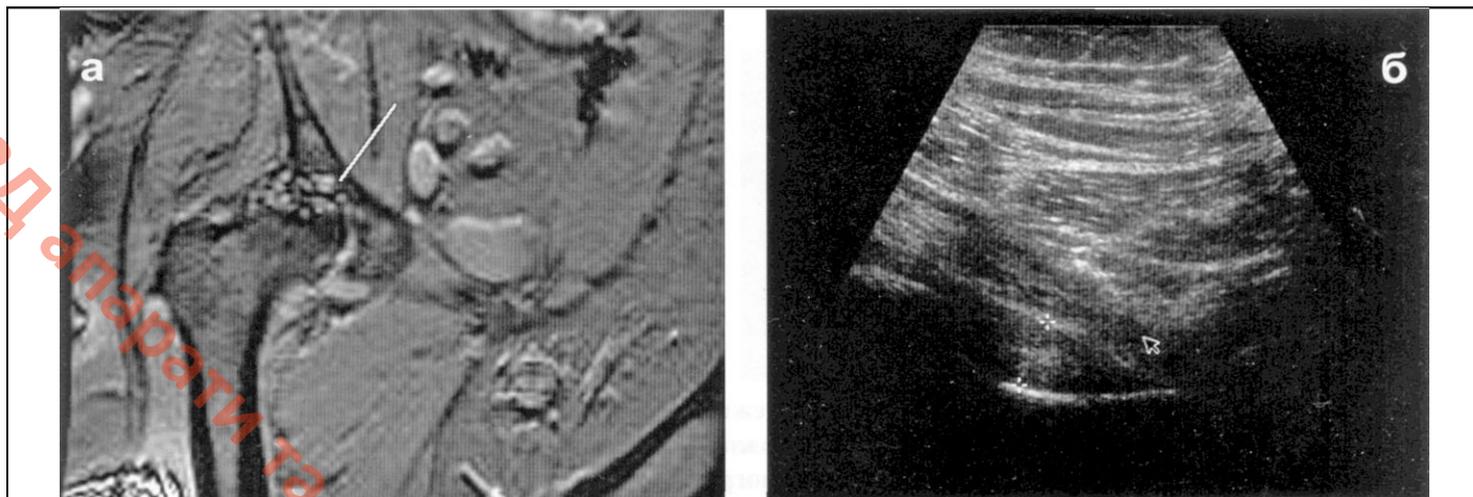


Рис.13а,б Асептический некроз головки бедренной кости. 4 стадия.

А – МР-томограмма тазобедренного сустава, фронтальный срез: значительная деформация головки и вертлужной впадины с кистевидными просветлениями в них, краевые костные разрастания, оссификация поперечной связки, суставная щель сужена,

б – эхотомограмма: контуры головки бедренной кости не видны, суставная капсула утолщена, растянута за счет синовита.

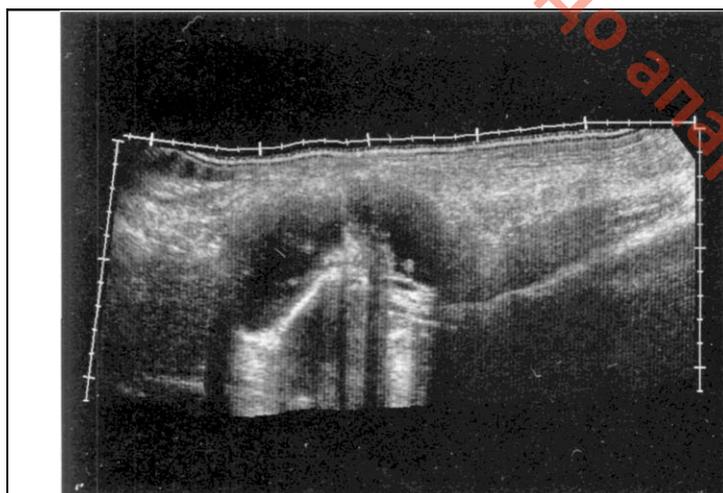


Рис.14 Внутрисуставной выпот в искусственном тазобедренном суставе: четко видна жидкость, окружающая сустав, отечность периартикулярных тканей.

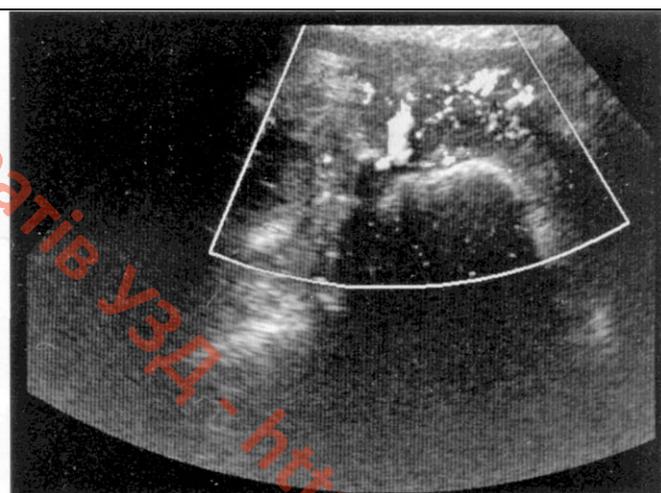


Рис.15 Инфицирование искусственного тазобедренного сустава: выраженная васкуляризация периартикулярных тканей.

Протезированный тазобедренный сустав. Ультразвуковое исследование помогает в выявлении ранних и поздних послеоперационных осложнений при протезировании тазобедренного сустава, таких как инфицирование, гематома и внутрисуставной выпот ([Рис.14](#), [Рис.15](#), [Рис.16](#)). После металлопротезирования ультразвуковой метод становится единственным наиболее чувствительным из всех лучевых методов для выявления патологии мягких тканей и выпота в полости сустава.

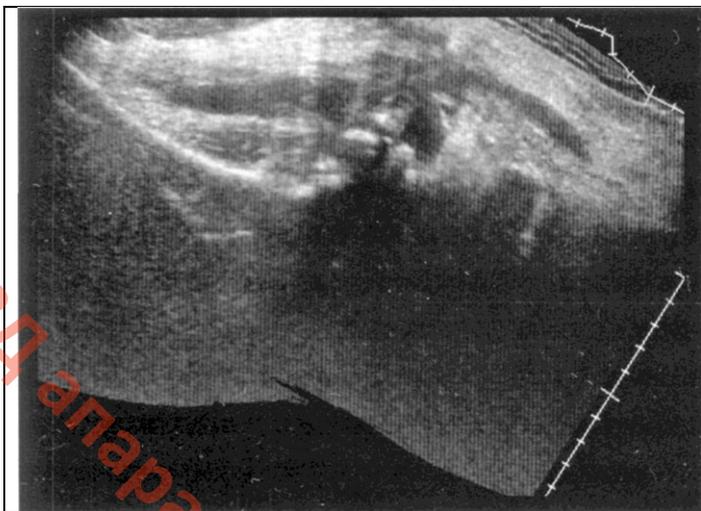


Рис.16 Гематома после протезирования тазобедренного сустава.
Панорамное сканирование.

1.4 Ультразвуковая диагностика околоуставной патологии

Бурситы.

Возникают при воспалении сумки или частой микротравматизации. Содержимое сумок при больших размерах может вызывать сдавление, дискомфорт, болезненность. В результате это приводит к ограничению движений. Клинически бурсит проявляется как объемное образование. Бурсит необходимо дифференцировать с паховой и бедренной грыжей, гематомой, аневризмой бедренной артерии, артерио-венозной фистулой, лимфоцеле, лимфаденопатией, тромбофлебитом, абсцессом, метастазами в лимфатические узлы, опухолями и другими патологическими процессами.

Подвздошно-поясничный бурсит. Может достигать огромных размеров до малого вертела, в малый таз ниже паховой связки, кпереди в лонно. Крупные бурситы легче исследовать в режиме панорамного сканирования (рис. 17а,б,в). При старых бурситах содержимое железнится и становится плотным, экзогенность его повышается.

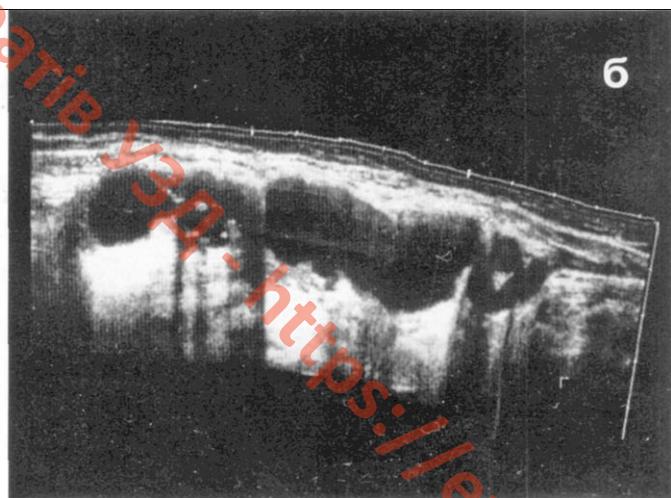
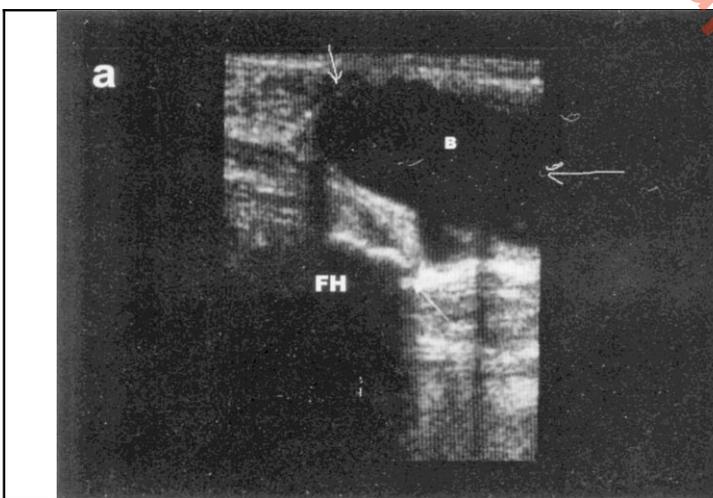
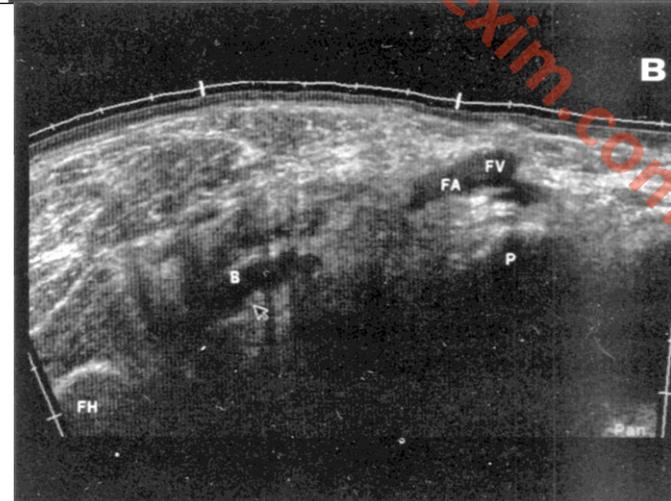


Рис.17а,б,в. Подвздошно-поясничный бурсит.
Динамика лечения.

а - сообщение подвздошно-поясничной сумки (B) с полостью сустава. Головка бедренной кости (FH).

б - панорамное сканирование подвздошно-поясничной сумки резко увеличенной в размерах за счет жидкости.

в - через 6 месяцев после лечения размеры сумки (B) уменьшились: головка бедренной кости (FH), лонная кость (P), бедренные артерия (FA) и вена (FV).



Осложнения возникают редко, однако описываются случаи разрыва и инфицирования суставных сумок.

Вертельный бурсит. Проявляется скоплением жидкости в промежутке над большим вертелом.

При скоплении жидкости между седалищным бугром и большой ягодичной мышцей возникает **седалищно-ягодичный бурсит**, что может быть причиной болей в ягодичной области. Эхографические проявления аналогичны описанным выше.

Разрывы мышц, травмы мышц, разрывы сухожилий и связок.

Травматические повреждения в тазобедренной области встречаются реже, чем в коленном и плечевом суставах. При автомобильной травме чаще повреждается прямая мышца бедра. У спортсменов часто бывают микротравмы прямой мышцы бедра. Боль в области симфиза у футболистов часто связана с растяжением или разрывом приводящих мышц, прикрепляющихся к лобковым костям ([Рис.18а,б,в](#)).

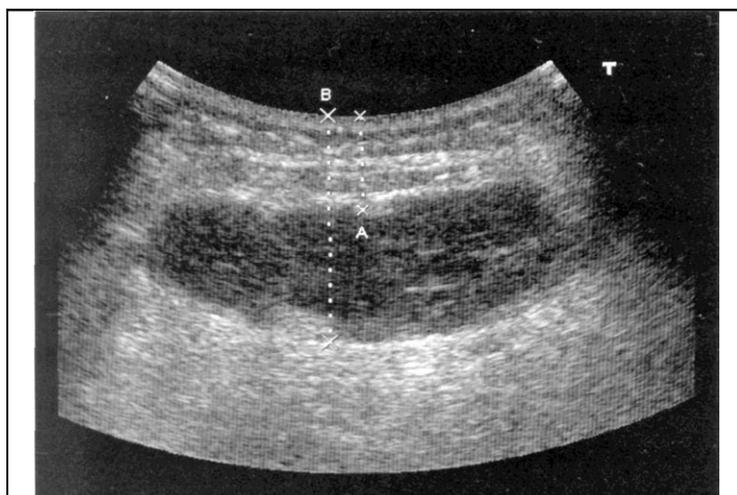
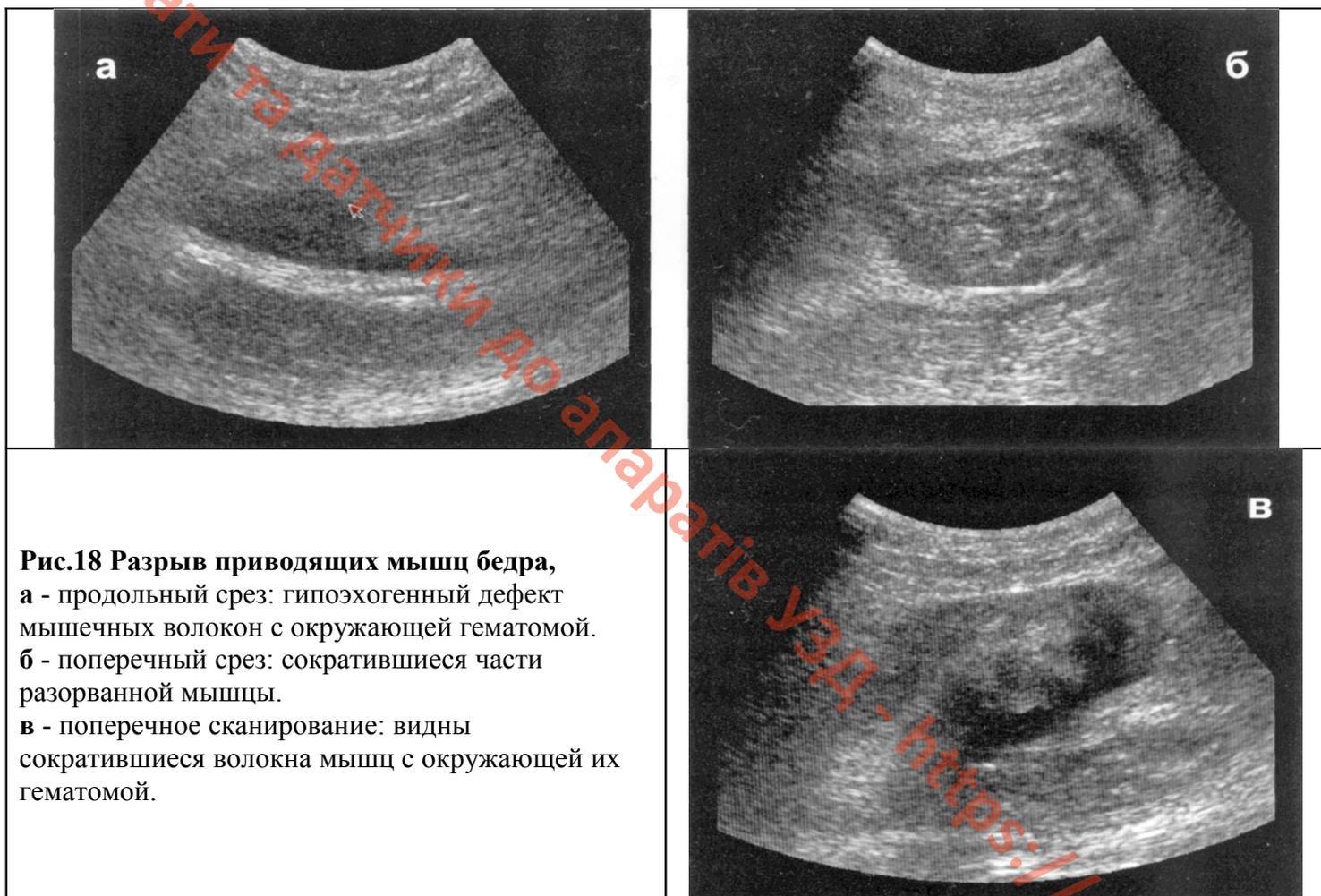


Рис.19 Обширная гематома подкожно-жировой клетчатки ягодичной области после автомобильной травмы.

Гематомы бедра и ягодичной области.

Подкожно-жировой слой на бедре и ягодицах обычно хорошо выражен. Клетчатка данной области содержит мало соединительно-тканых перегородок и относительно слабо связана с фасцией, поэтому удары по бедру и ягодицам сравнительно легко вызывают гематомы как в толще клетчатки, так и в подфасциальном пространстве.

Гематомы могут достигать больших размеров, особенно если удар пришелся по касательной ([Рис.19](#)).

При ультразвуковом исследовании необходимо оценить размеры и глубину залегания гематомы для определения наилучшего места для эвакуации содержимого при пункции.

Аномалии развития.

К наиболее частым аномалиям относят дисплазию тазобедренного сустава, которая легко диагностируется у новорожденных и в первые 3-6 месяцев после рождения ([см. гл. тазобедренный сустав у детей](#)).

При правильной коррекции редко выявляются какие-либо отклонения впоследствии.

При отсутствии надлежащей коррекции может происходить смещение бедра и формирование ложной вертлужной впадины. При этом отмечается асимметрия формирования бедренной кости по сравнению со здоровой конечностью ([Рис.20](#)).



Рис.20 Дисплазия правого тазобедренного сустава.

а - рентгенограмма костей таза в прямой проекции: видна дисплазия головки правой бедренной кости со смещением и формированием ложного сустава, диффузный остеопороз измененной области.

б - сопоставление эхотомограмм правого и левого тазобедренного суставов: отсутствие контуров головки бедренной кости в типичном месте, нарушено взаимоотношение костных структур головки и вертлужной впадины.

2. Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава у детей

Врожденная дисплазия бедра встречается примерно в 10 случаях на 1000 здоровых младенцев. Данной патологией принято называть аномалию тазобедренного сустава, выявляемую при рождении, когда головка бедренной кости полностью или частично смещена из вертлужной впадины. Существуют различные степени дисплазии: от подвывиха бедра, неполного вывиха бедра, до полного вывиха бедра со смещением и с различной степенью недоразвития вертлужной впадины. Применение рентгеновского исследования у новорожденных для диагностики этой аномалии нецелесообразно, так как рентгеновский метод недостаточно полно отражает изменения, происходящие в хрящевых тканях новорожденных. Напротив, при УЗИ хрящевые структуры получают надежное отображение. Поэтому УЗ-метод считается общепризнанным методом выбора в диагностике и при мониторинге лечения дисплазии тазобедренного сустава у новорожденных. Методика исследования включает проведение стресс- и динамической проб для оценки положения, стабильности тазобедренного сустава и развития вертлужной впадины, основывающиеся на взаимоотношений головки бедренной кости и вертлужной впадины.

2.1 Анатомия тазобедренного сустава новорожденного

Тазобедренный сустав образован суставными поверхностями головки бедренной кости и вертлужной впадины тазовой кости. Головка бедра, шейка и большая часть вертлужной впадины у новорожденного состоят из хрящевой ткани. Хрящевая ткань до оссификации выглядит гипозохогенной при ультразвуковом исследовании. В формировании вертлужной впадины участвуют три кости: подвздошная, седалищная и лобковая, которые у новорожденного соединены посредством хряща. По свободному краю вертлужной впадины прикрепляется вертлужная губа, которая увеличивает глубину впадины и покрывает головку бедренной кости.

2.2 Методика ультразвукового исследования

Стандартное УЗИ тазобедренного сустава новорожденных, согласно опубликованным данным Американской коллегии радиологов, должно включать три этапа. На первом этапе при ультразвуковом исследовании оценивают положение головки бедренной кости по отношению к вертлужной впадине. На втором этапе исследуют стабильность тазобедренного сустава. Оценивают изменение положения головки бедра при движении и стресс-пробе (после пробы Barlow и Ortolani). Проба Barlow заключается в надавливании на колено приведенной и согнутой в коленном суставе ножки младенца.

При данной пробе головка бедра смещается из вертлужной впадины. При проведении теста Ortolani головка бедра самостоятельно вправляется в вертлужную впадину при отведении согнутой в коленном суставе ножки. Стоит учитывать, что до 2 месяцев в норме эти пробы могут быть положительными. При сублюкации (подвывихе) головки бедренной кости отмечается неполное ее погружение в вертлужную впадину. При неполном вывихе смещение головки бедренной кости из вертлужной впадины происходит только при проведении динамической пробы или стресс-пробы. При полном вывихе головка полностью находится вне вертлужной впадины до проведения проб. На третьем этапе выявляют морфологические нарушения формирования костной и хрящевой тканей вертлужной впадины. Количественные показатели: развитие угла вертлужной впадины и угол погружения головки бедренной кости в вертлужную впадину отражают степень дисплазии. Исследование проводится при положении младенца лежа на спине или на боку. Для исследования данного сустава и окружающих мягких тканей используют датчик в 7,5 МГц с линейной или конвексной рабочей поверхностью, у 3-месячного младенца целесообразнее использовать датчик частотой 5 МГц.

Датчик устанавливают продольно в проекции вертлужной впадины. Костными ориентирами служат: линия подвздошной кости, переход подвздошной кости в вертлужную впадину, головка бедра с суставной капсулой. В норме линия подвздошной кости будет горизонтальной прямой, при переходе в хрящевую часть вертлужной впадины она образует изгиб. В этой проекции проводят измерение углов по Графу. Изгиб и горизонтальная прямая образуют угол **a** - степень развития вертлужной впадины, второй угол - угол погружения головки бедра - **b**. Угол **a** имеет меньшую погрешность и вариабельность, чем **b**. В норме угол **a** составляет более 60°, при подвывихе угол **a** уменьшается до 43-49°, при вывихе угол **a** менее 43°. Угол **b** при подвывихе менее 77, при вывихе - более 77 ([Рис.21 а,б](#)).

Измерение углов принято не во всех клиниках. В ряде случаев ограничиваются описанием изгиба вертлужной впадины, конфигурацией латерального края подвздошной кости и структурой вертлужной губы. Возможен также расчет степени погружения головки бедра в вертлужную впадину (Morin и соавт.) В норме более 58% головки бедра должно быть погружено в вертлужную впадину.

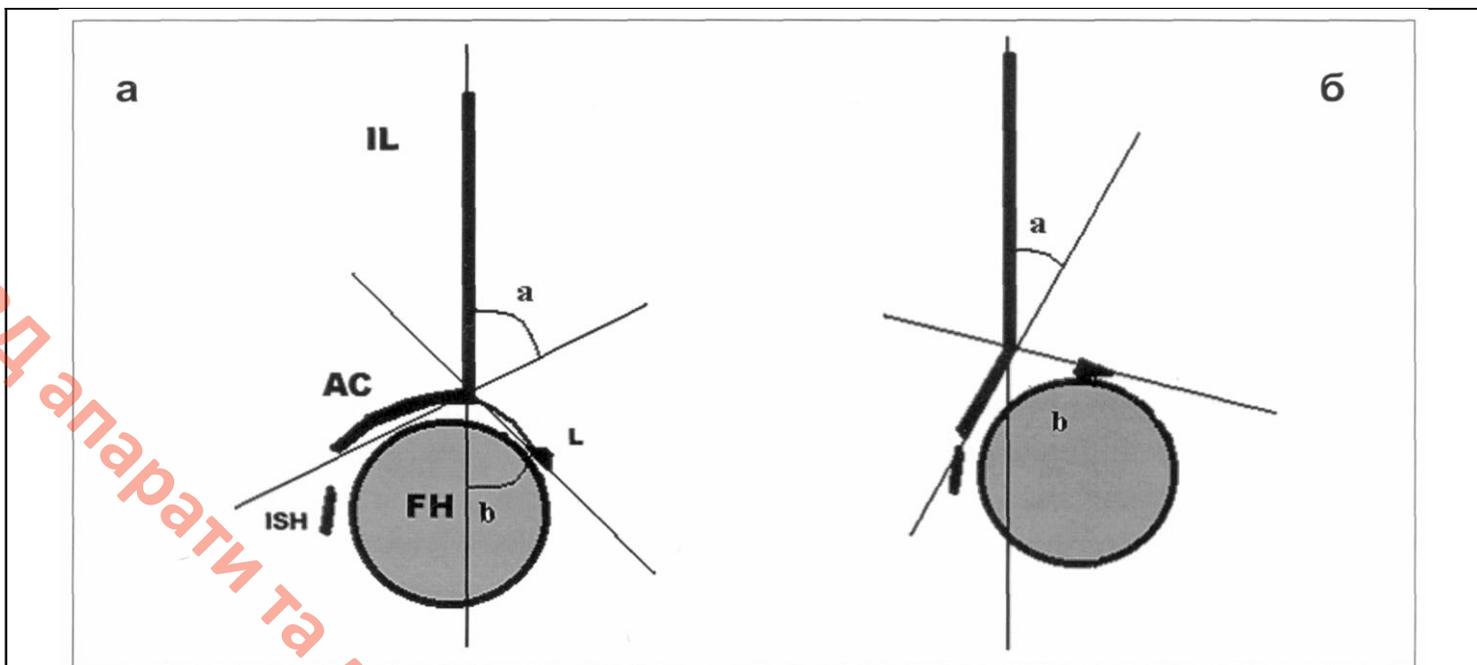


Рис.21

а - схема измерения углов по Граффу тазобедренного сустава младенца в норме: подвздошная кость (IL), вертлужная впадина (AC), седалищная кость (ISH), суставная губа (L), головка бедренной кости (FH).

б - схематическое изображение изменений тазобедренного сустава при дисплазии.

При проведении динамической пробы: отведение - приведение, сгибание - разгибание конечности, положение головки бедра не должно изменяться. При проведении стресс-пробы также головка бедра не должна смещаться из вертлужной впадины. Головка бедра может смещаться латерально, кверху, кзади - в зависимости от степени дисплазии. Для выявления направления смещения датчик перемещают в передне-заднем направлении, а также получают поперечные срезы тазобедренного сустава.

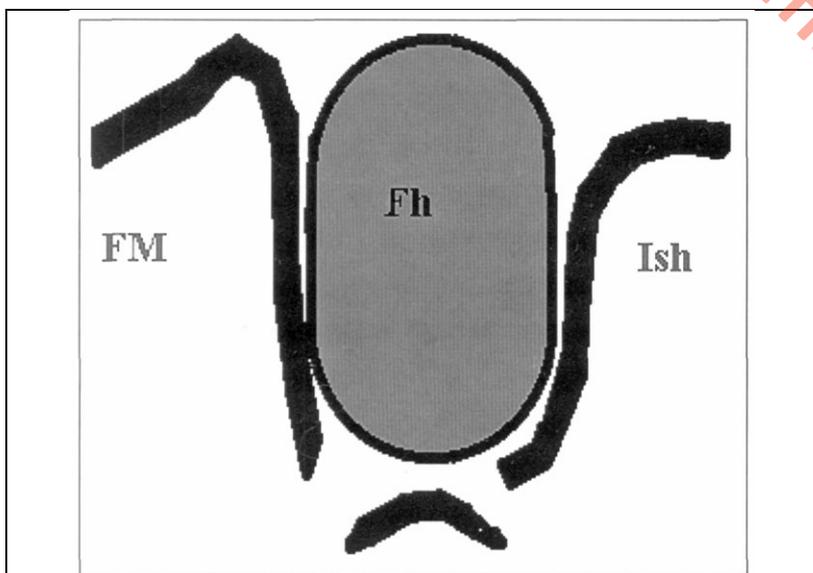


Рис.22

Схематическое изображение костных структур тазобедренного сустава при исследовании в поперечном срезе: метафиз бедренной кости (FM), головка бедренной кости (Fh), седалищная кость (Ish).

При исследовании в поперечном срезе ножки младенца согнуты примерно под 90°. Датчик устанавливают в проекции вертлужной впадины. Получают срез метафиза бедренной кости, головки бедренной кости и седалищной кости. Головка бедренной кости при этом срезе в норме погружена полностью между метафизом и подвздошной костью, которые образуют латинскую букву U (Рис.22). В этом положении также проводят пробу на отведение-приведение, чтобы исключить сублюксацию. При наличии смещения головка бедра смещается и метафиз бедра приближается к подвздошной кости, образуя схематически букву V.

Глава 6

Ультразвуковое исследование коленного сустава

Сегодня диагностические возможности ультразвукового исследования коленного сустава пересматриваются. Несмотря на то, что ультразвуковые методики при исследовании коленного сустава полностью не могут заменить такие высокоинформативные методики как МРТ и стандартное рентгеновское исследование, тем не менее, метод УЗИ имеет свои определенные преимущества. Одним из самых важных достоинств ультразвукового метода является возможность оценки мягких тканей коленного сустава, включая связки, сухожилия, соединительно-тканые элементы, жировую клетчатку, сосудисто-нервные пучки. Кроме того, простота проведения УЗИ, его доступность и низкая стоимость делают выбор при первичной диагностике травматических повреждений мягких тканей коленного сустава в пользу УЗИ. Однако, возможности ультразвукового метода в оценке таких внутрисуставных элементов как мениски, крестообразные связки и суставной хрящ ограничены, в основном за счет недостаточного акустического окна, поэтому результаты ультразвукового исследования при подозрении на патологические изменения обязательно должны быть подтверждены с помощью МРТ и рентгенографии. Ультразвуковое исследование коленных суставов проводят высокочастотными датчиками с базовыми частотами 5-7,5 МГц. При проведении исследования нужно помнить об эффекте анизотропии, в основном при исследовании сухожилий и связок. Необходимо также учитывать данные анамнеза, что в ряде случаев значительно облегчает диагностику.

1. Анатомия коленного сустава

Коленный сустав является в организме вторым по величине после тазобедренного сустава. В формировании коленного сустава участвуют три кости: дистальный отдел бедренной кости, проксимальный отдел большеберцовой кости и надколенник.

Знание анатомо-функциональных особенностей коленного сустава необходимо для понимания механизма повреждений и заболеваний коленного сустава. Так, например, связки являются главными стабилизаторами в коленном суставе. Однако не менее важен и мягкотканый компонент, включающий слизистые сумки, жировые тела в области крыловидных складок, мениски, а также мышцы, выполняющие движения в коленном суставе и стабилизирующие его. Условно все стабилизаторы коленного сустава разделены на три группы: пассивные, относительно пассивные и активные. К пассивным стабилизаторам коленного сустава относят кости и синовиальную капсулу сустава. К относительно пассивным - мениски, связки, фиброзную капсулу сустава, к активным - мышцы и их сухожилия ([Рис. 1а,б,в](#)).

На передней и боковых поверхностях над коленным суставом расположена четырехглавая мышца бедра. Сухожилие четырехглавой мышцы бедра формируется из четырех пучков сухожилий соответствующих мышц: наиболее поверхностной прямой мышцы бедра, расположенной под ней срединной широкой мышцы, к которой примыкают медиальная (справа) и латеральная (слева) широкие мышцы. Над коленным суставом все части сухожилий четырехглавой мышцы образуют общее сухожилие, фиксирующееся к основанию и боковым краям надколенника ([Рис.2а](#)). Часть волокон, следуя далее по передней поверхности надколенника, достигают бугристости большеберцовой кости, образуя ниже вершины надколенника собственную связку надколенника. Другая часть пучков следует в вертикальном направлении по бокам надколенника, удерживая его и образуя вертикальные поддерживающие связки: медиальную и латеральную, прикрепляющиеся соответственно к медиальному и латеральному мыщелкам бедра.

Медиальная боковая связка следует от медиального мыщелка бедренной кости, срастается с медиальным мениском и прикрепляется по передней поверхности большеберцовой кости.



Рис.1а,б,в Коленный сустав.

а - рентгенограмма коленного сустава: соотношение костей, образующих коленный сустав в прямой проекции.

б - рентгенограмма коленного сустава: соотношение костей, образующих коленный сустав в боковой проекции.

в - МР-томограмма коленного сустава в сагиттальной плоскости, боковая проекция.

Волокна наружной боковой связки начинаются от латерального мыщелка бедра, проходят над сухожилием подколенной мышцы и прикрепляются к головке малоберцовой кости, сливаясь с волокнами сухожилий двуглавой мышцы бедра (Рис.2б,в). На боковой поверхности бедра расположена широкая фасция, которая тянется от гребня подвздошной кости и образует сухожилие, прикрепляющееся к Гердиевому бугорку на латеральном надмыщелке большеберцовой кости. Между Гердиевым бугорком большеберцовой кости и латеральным мыщелком бедренной кости в выемке располагается сухожилие подколенной мышцы. Икроножная мышца состоит из двух мышечных частей, которые берут начало от задне-верхних отделов мыщелков бедра.

Сухожилие медиальной головки отходит от медиального мыщелка бедра. Сухожилие наружной головки икроножной мышцы фиксировано к латеральному мыщелку бедра. Сухожилие полуперепончатой мышцы прикрепляется к задне-медиальной поверхности проксимальной части большеберцовой кости (Рис.3а).

Передняя крестообразная связка берет начало на внутренней поверхности наружного мыщелка бедренной кости, заканчивается в переднем отделе межмыщелкового возвышения и имеет свою собственную синовиальную оболочку.

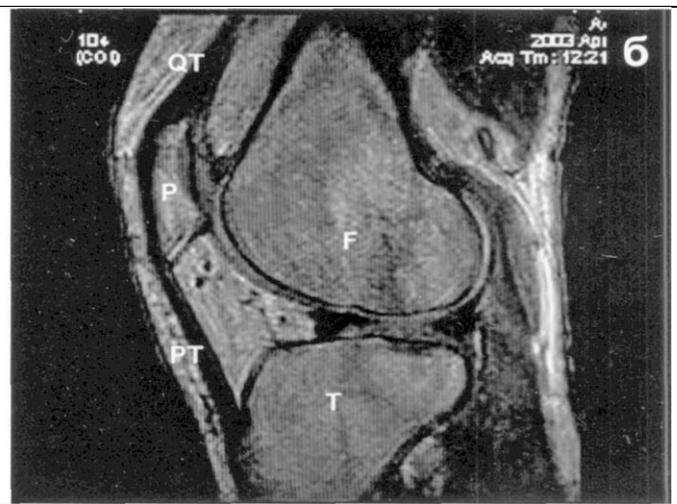
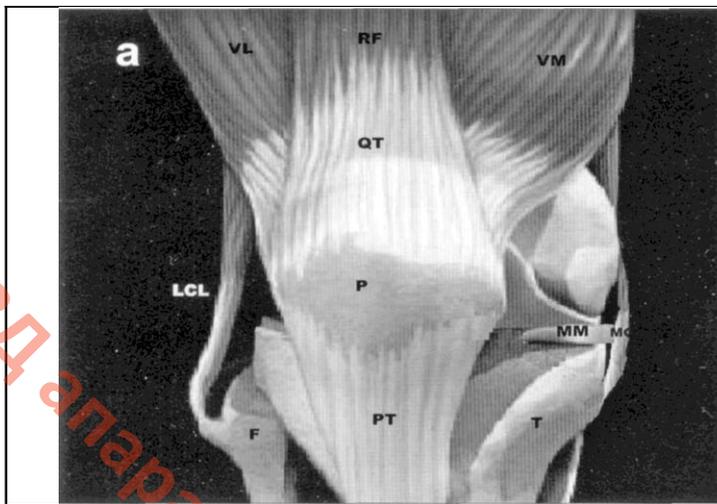
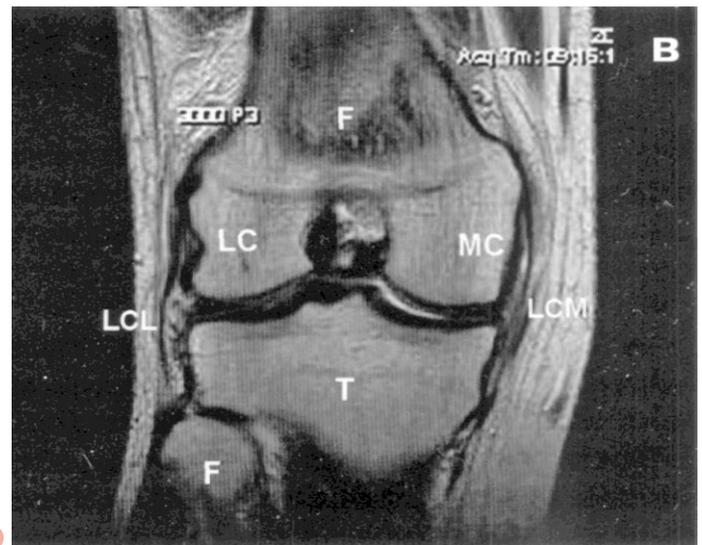


Рис.2а,б,в

а - схематическое изображение сухожильно-связочного аппарата передней и боковых поверхностей коленного сустава: надколенник (**Р**), связка надколенника (**Т**).

б - МР-томограмма (сагиттальный срез, T1-взвешенное изображение): сухожилие четырехглавой мышцы бедра (**QT**), собственная связка надколенника (**PT**), бедренная кость (**F**), большеберцовая кость (**T**).

в - МР-томограмма (корональный срез, T2-взвешенное изображение): латеральная боковая связка (**LCL**), медиальная боковая связка (**MCL**), малоберцовая кость (**F**), большеберцовая кость (**T**), бедренная кость (**F**), латеральный мыщелок бедра (**LC**), медиальный мыщелок бедра (**MC**).



Задняя крестообразная связка берет начало на наружной поверхности внутреннего мыщелка бедренной кости и заканчивается в заднем отделе межмыщелкового возвышения большеберцовой кости ([Рис.3б](#)).

Артикулирующие суставные поверхности большеберцовой кости не соответствуют суставным поверхностям бедренной кости. Основным элементом, поддерживающим равномерное распределение давления на единицу площади, являются мениски, представляющие собой хрящевые пластинки трехгранной формы.



Рис.3а,б

а - МР-томограмма мышц задней поверхности бедра и подколенной ямки (T2-взвешенное изображение, корональный срез)

б - МР-томограмма коленного сустава (T2-взвешенное изображение, сагиттальный срез): передняя крестообразная связка (**ACrL**), задняя крестообразная связка (**PCrL**), надколенник (**Р**), бедренная кость (**F**), большеберцовая кость (**T**).

Их наружный край утолщен и сращен с суставной капсулой. Внутренний край свободный, заострен и обращен в полость сустава. Верхняя поверхность менисков вогнутая, нижняя плоская. Наружный край менисков почти повторяет конфигурацию верхнего края мыщелков большеберцовой кости, поэтому латеральный мениск напоминает часть окружности, а медиальный имеет полукруглую форму (Рис.4а).

Мениск выполняет две очень важные функции: функцию стабилизаторов и демпферов сустава. Наружный мениск берет на себя 75% нагрузки на боковой отдел сустава, а внутренний - 50% нагрузки на соответствующий отдел сустава. По структуре ткань мениска больше соответствует составу сухожилия, а не хряща. Передние и задние рога обоих менисков присоединяются к большеберцовой кости в межмыщелковых зонах посредством мениско-тибиальной связки. Внутренний мениск имеет более плотное прикрепление к капсуле сустава, чем наружный. Внутренний мениск имеет более жесткое прикрепление к капсулярным структурам, чем латеральный мениск. В центральной части мениск прикрепляется к капсуле посредством медиальной боковой связки. Сзади задний рог крепится к задне-медиальному капсулярному комплексу и имеет особенно жесткое прикрепление к задней кривой связке. Это прикрепление ограничивает подвижность мениска. Он менее мобильный, чем наружный мениск. Внутренний мениск крепится к большеберцовой кости мениско-тибиальными или венечными связками; а задне-медиально, через капсулярный комплекс он прикрепляется к очень прочной *m.semimembranosus*. Это прикрепление помогает мениску смещаться назад при сгибании коленного сустава.

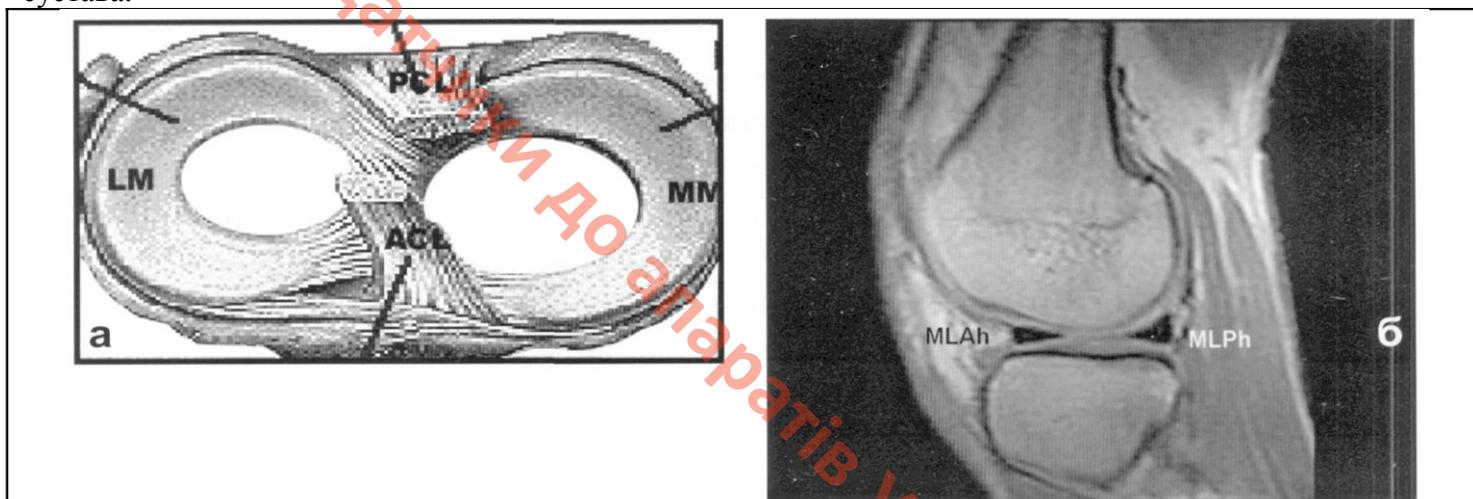


Рис.4а,б

а - схематическое изображение менисков коленного сустава.

б - МР-томограмма коленного сустава (Т1-взвешенное изображение, сагиттальный срез на уровне наружного мениска): передний рог наружного мениска (MLAh), задний рог наружного мениска (MLPh).

Даже незначительные травмы сухожильных волокон, идущих от внутренней боковой связки, задней кривой связки и полуперепончатой мышцы, ведут к увеличению подвижности заднего рога мениска, а значит, к запаздыванию заднего смещения мениска при быстром сгибании коленного сустава, особенно в сочетании с ротацией под нагрузкой.

Наружный мениск имеет сферическую форму. Он на 2/3 покрывает подлежащее плато большеберцовой кости и имеет такие же капсулярные прикрепления, как и внутренний мениск, кроме дефекта, где сухожилие подколенной мышцы проходит через тело мениска и прикрепляется к наружному мыщелку бедра. Именно благодаря этому каналу подколенного сухожилия наружный мениск имеет большую мобильность. Это объясняет тот факт, что разрывы наружного мениска встречаются реже, чем внутреннего. Задне-латерально наружный мениск крепится к сухожилию подколенной мышцы (Рис.4б). В коленном суставе имеются несколько синовиальных сумок, залегающих по ходу мышц и сухожилий. Существуют три основные сумки, расположенные впереди надколенника. Наиболее крупными являются супрапателлярная сумка, располагающаяся выше надколенника под сухожилием четырехглавой мышцы бедра. Супрапателлярная сумка самая поверхностная, расположена между кожей и аркообразной фасцией и состоит из поперечных волокон, которые частично берут свое начало из илиотибиального тракта и доходят до сухожилия надколенника. Между волокнами прямой мышцы бедра и аркообразной фасцией находится промежуточный слой, который делит суставное пространство на две сумки. Ниже надколенника, позади собственной связки

надколенника располагается глубокая инфрапателлярная сумка. Перед надколенником имеется небольшая подкожная сумка надколенника. Между сухожилием полуперепончатой мышцы и медиальной головкой икроножной мышцы также располагается небольшая сумка, имеющая связь с полостью сустава.

2. Методика ультразвукового исследования

При выполнении ультразвукового исследования коленного сустава следует придерживаться определенной последовательности и стремиться получить стандартные позиции (срезы). Для отображения при ультразвуковом исследовании всех элементов сустава используют четыре стандартных доступа: передний, медиальный, латеральный и задний.

Передний доступ.

Данный доступ обеспечивает визуализацию сухожилия четырехглавой мышцы бедра, переднего заворота, надколенника, наднадколенной сумки, собственной связки надколенника, поднадколенной сумки, жирового тела коленного сустава. Пациент находится в положении лежа на спине, конечность выпрямлена. Исследование начинают с оценки состояния сухожилия четырехглавой мышцы бедра, для чего получают его продольный срез (Рис.5а). Сухожилие четырехглавой мышцы бедра не имеет синовиальной оболочки и по краям окружено гиперэхогенной полоской. Для снижения эффекта анизотропии конечность можно согнуть на 30-45 градусов или под колено подложить валик.

В дистальном отделе позади сухожилия четырехглавой мышцы бедра имеется супрапателлярная сумка. В норме в ней может присутствовать небольшое количество жидкости (Рис.5б).

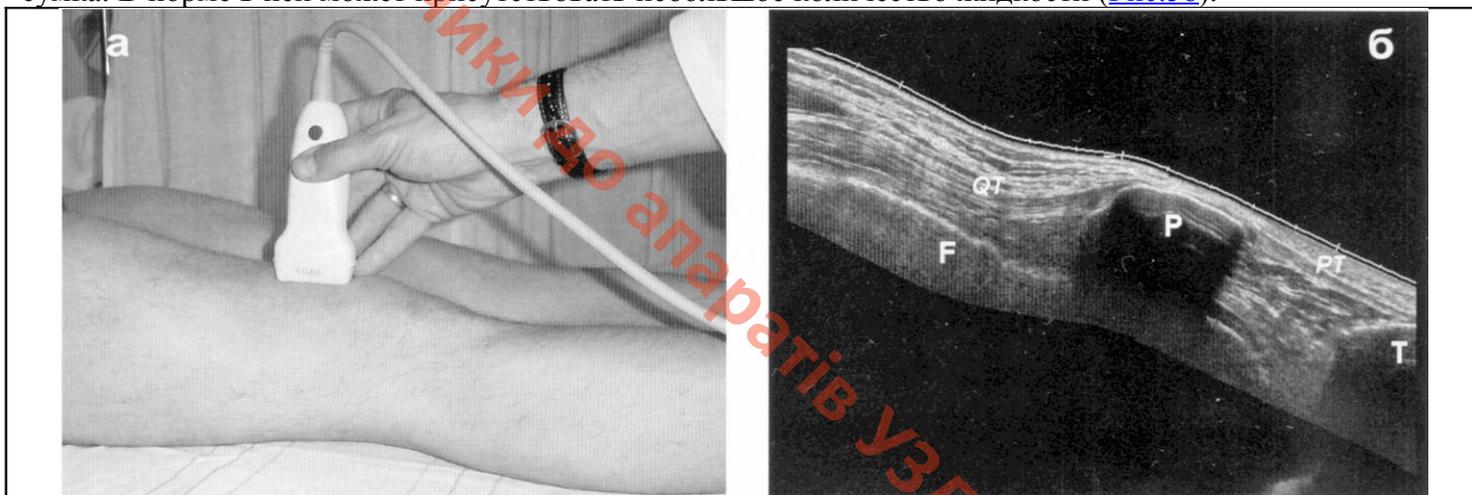


Рис.5а,б

а - исследование коленного сустава из переднего доступа, продольное сканирование

б - панорамное сканирование сухожильно-связочного аппарата передней поверхности бедра и коленного сустава: бедренная кость (F), большеберцовая кость (T), надколенник (P), сухожилие четырехглавой мышцы бедра (QT), собственная связка надколенника (PT).

Следуя проксимально вверх, изучают структуру мышечной ткани, получают поперечные и продольные срезы четырехглавой мышцы бедра (Рис.6а). Режим панорамного сканирования обеспечивает визуализацию всех четырех мышечных пучков, составляющих четырехглавую мышцу бедра (Рис.6б).

Далее получают изображение надколенника и собственной связки надколенника (Рис.7а). При этом оценивается состояние жирового тела колена и поднадколенной сумки (Рис.7б).

Медиальный доступ.

Этот доступ обеспечивает визуализацию внутренней боковой связки, тела внутреннего мениска, медиального отдела суставного пространства.

Пациент находится в положении лежа на спине, конечность выпрямлена. Датчик устанавливается на медиальной поверхности сустава, в продольном положении, по срединной линии по отношению к суставной щели.

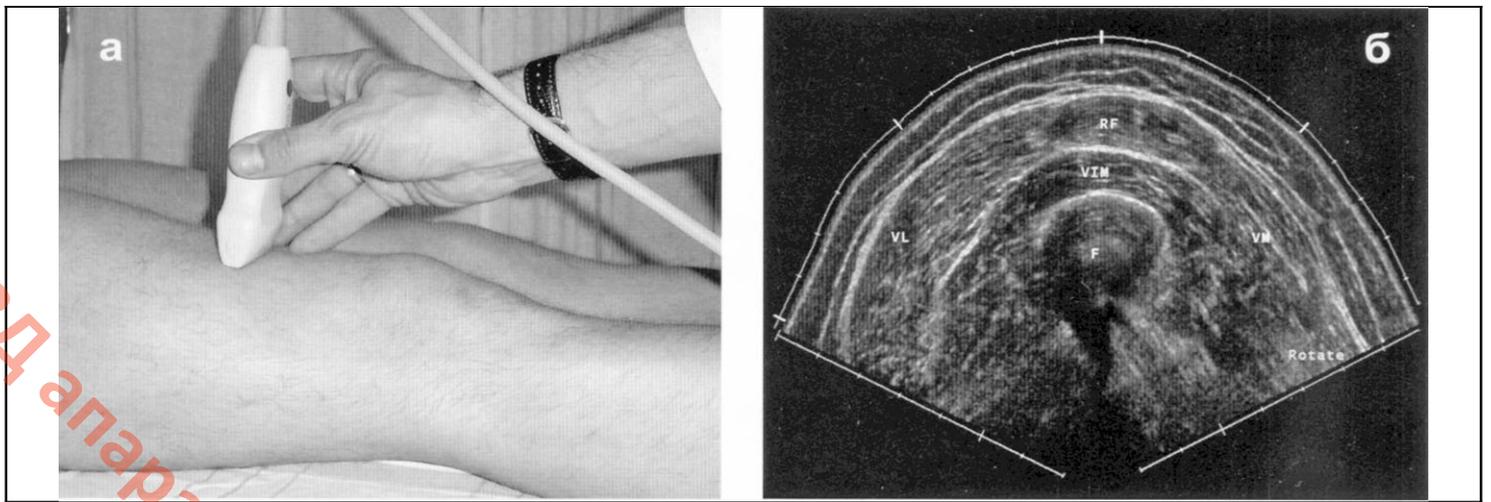


Рис.6а,б

а - исследование коленного сустава из переднего доступа, поперечное сканирование.

б - панорамное сканирование мышц передней поверхности бедра, поперечный срез: бедренная кость (F), медиальная широкая мышца (VM), латеральная широкая мышца (VL), срединная широкая мышца (VIM), прямая мышца бедра (RF)

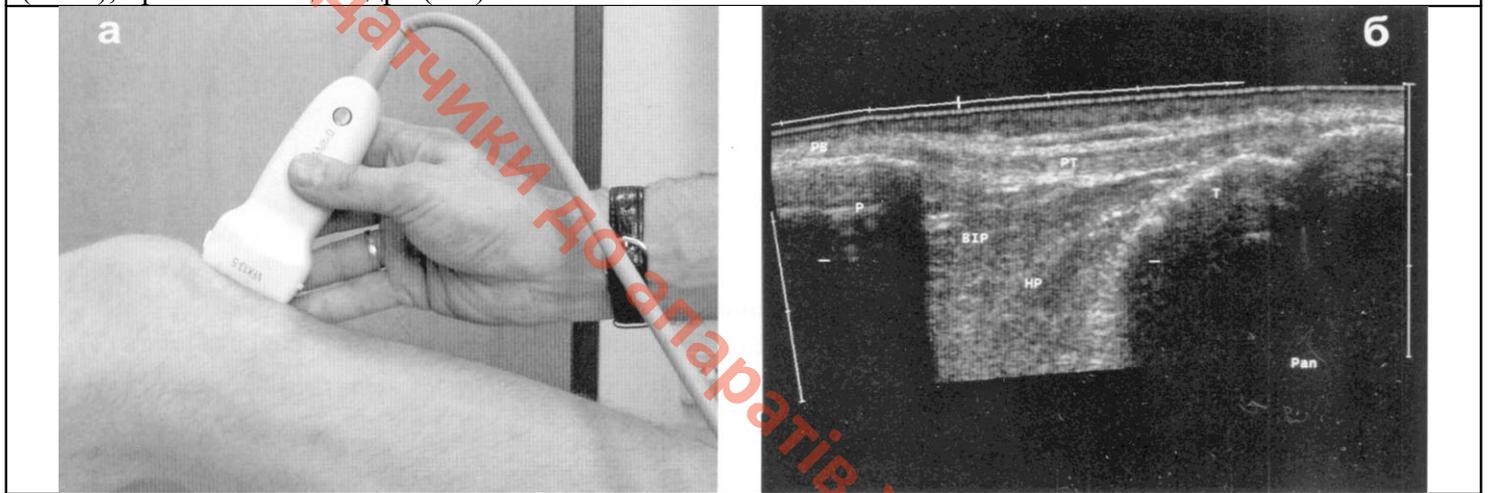


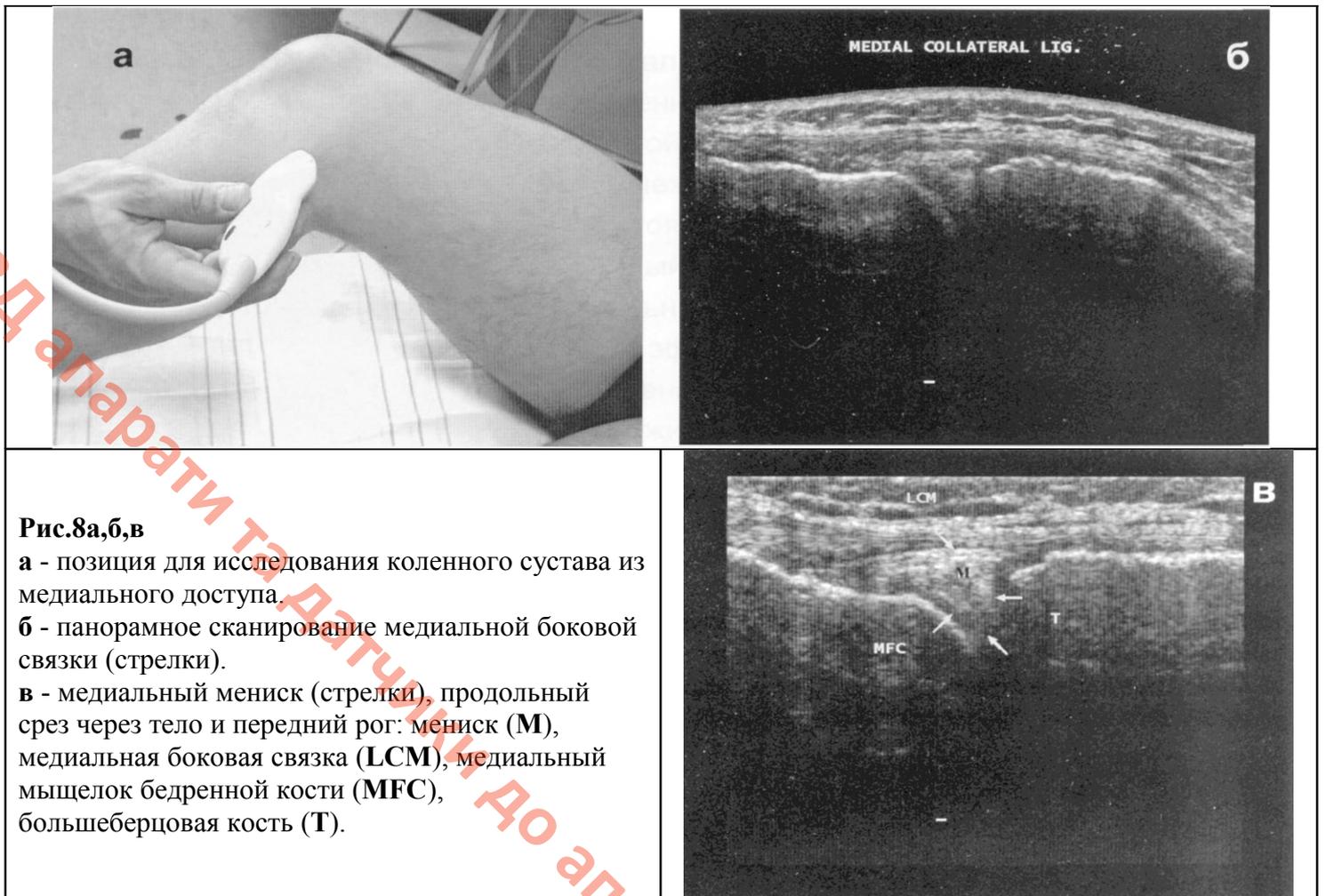
Рис.7а,б

а - позиция для оценки собственной связки надколенника, продольное сканирование.

б - панорамное сканирование собственной связки надколенника: собственная связка надколенника (PT), надколенник (P), инфрапателлярная сумка (VIP), жировое тело колена (HP).

При правильной установке датчика на экране монитора должна быть четко видна суставная щель. Улучшение визуализации мениска можно достичь сгибанием ноги в коленном суставе до 45-60 градусов ([Рис.8а](#)). Оценивается состояние суставной щели, контуры бедренной и большеберцовой костей, толщина и состояние гиалинового хряща, наличие выпота в полости сустава.

Над суставной щелью видны волокна медиальной боковой связки, которые начинаются от проксимальной части медиального мыщелка бедренной кости и прикрепляются к проксимальной части метафиза большеберцовой кости ([Рис.8б](#)). Для улучшения визуализации тела внутреннего мениска конечность нужно ротировать наружу, при этом возникает расхождение суставной щели, и мениск располагается кзади от медиальной боковой связки ([Рис.8в](#)).



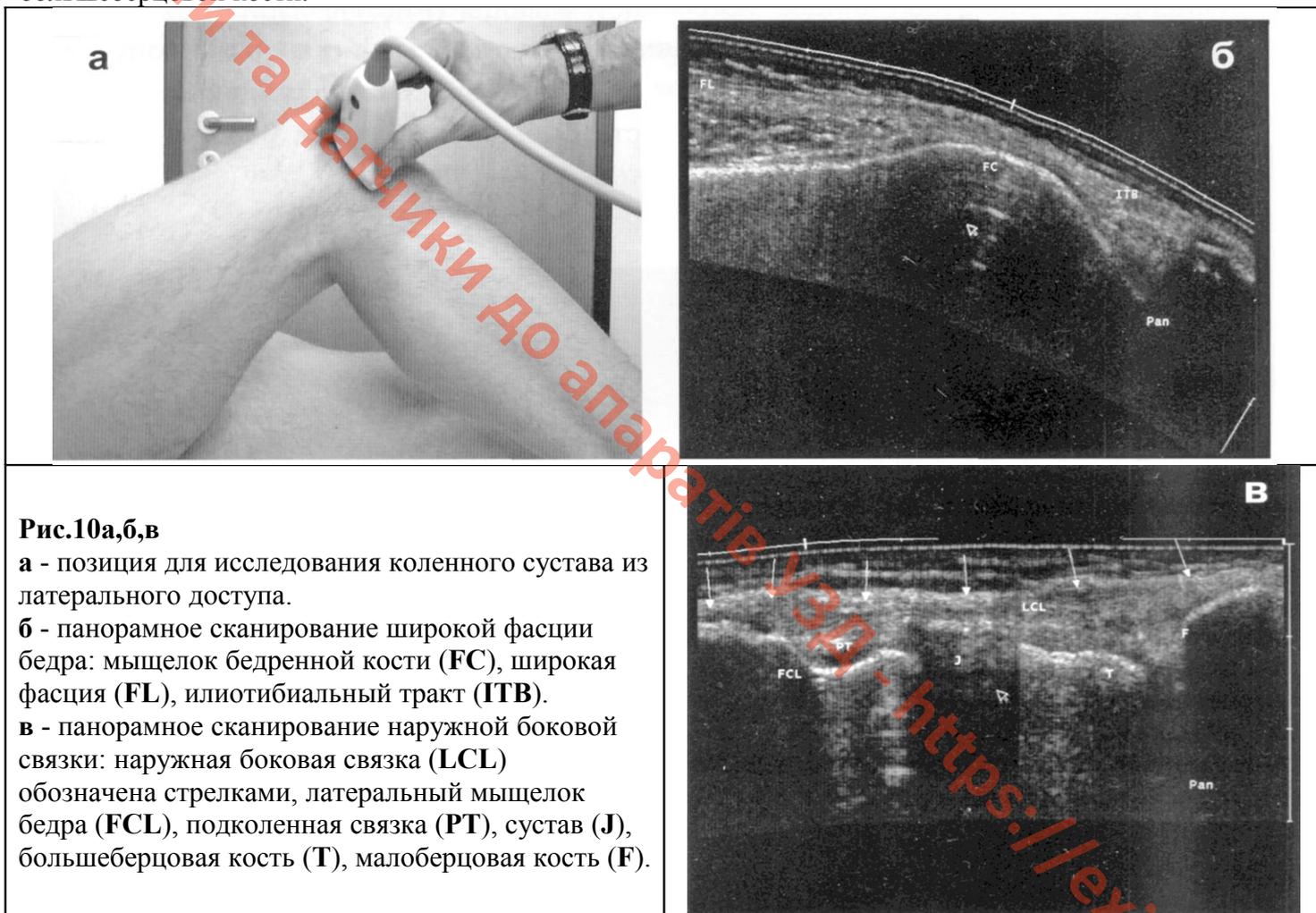
Из медиального доступа иногда удается визуализировать переднюю крестообразную связку. Для этого пациента просят максимально согнуть ногу в коленном суставе. При этом датчик располагают ниже надколенника и направляют плоскость сканирования в полость сустава. Костными ориентирами служат мыщелок бедренной кости и надмыщелок большеберцовой кости ([Рис.9а](#)). Волокна передней крестообразной связки визуализируются частично. За счет эффекта анизотропии связка может быть гипоэхогенной, и лишь часть волокон, располагающихся перпендикулярно УЗ-лучу, будет гиперэхогенными ([Рис.9б](#)).



Латеральный доступ.

Данный доступ обеспечивает визуализацию дистального отдела широкой фасции бедра, сухожилия подколенной мышцы, наружной боковой связки, дистальной части сухожилия двуглавой мышцы бедра, тело наружного мениска, латерального отдела суставного пространства.

Пациент находится в положении лежа на спине, нога согнута в коленном суставе под углом в 30-45 градусов, ротирована кнутри. Датчик устанавливается на латеральной поверхности сустава, в продольном положении, по срединной линии по отношению к суставной щели (Рис. 10а). Костными ориентирами служат головка малоберцовой кости, Гердиев бугорок большеберцовой кости, латеральный мыщелок бедренной кости. Сканирование в краниальном направлении позволяет осмотреть волокна широкой фасции бедра. Костным ориентиром прикрепления волокон сухожилия служит Гердиев бугорок на передне-боковой поверхности большеберцовой кости (Рис.10б). Между Гердиевым бугорком большеберцовой кости и латеральным мыщелком бедренной кости в выемке располагается сухожилие подколенной мышцы, прикрепляющееся на задней поверхности большеберцовой кости.



Визуализировать часть этого сухожилия удастся при сканировании наружной боковой связки. Волокна наружной боковой связки проходят над суставной щелью.

Наружная боковая связка начинается от латерального мыщелка бедра, проходит над сухожилием подколенной мышцы и прикрепляется к головке малоберцовой кости, сливаясь с волокнами сухожилия латеральной головки двуглавой мышцы бедра (Рис.10в).

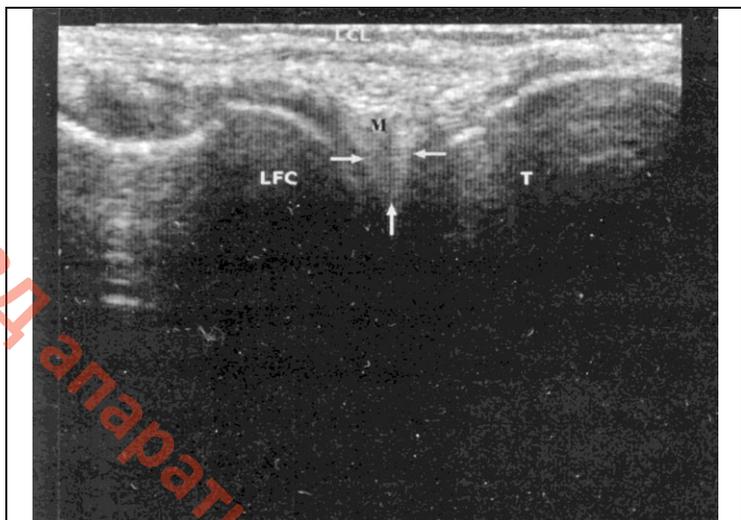


Рис.11 Тело наружного мениска (стрелки) и наружная боковая связка:
латеральный мыщелок бедренной кости (LFC), мениск (M), большеберцовая кость (T), наружная боковая связка (LCL).

При фиксированном положении датчика в области головки малоберцовой кости и ротации проксимального конца датчика книзу определяется сухожилие латеральной головки двуглавой мышцы бедра. Для оценки тела наружного мениска или определения целостности волокон наружной боковой связки конечность нужно ротировать кнутри, при этом мениск будет располагаться кзади от наружной боковой связки и отделяться от ее волокон сухожилием подколенной мышцы (Рис.11). При трехмерной реконструкции мениска можно получить фронтальный срез суставной поверхности большеберцовой и бедренной костей, а также оценить протяженность разрывов менисков (Рис.12).

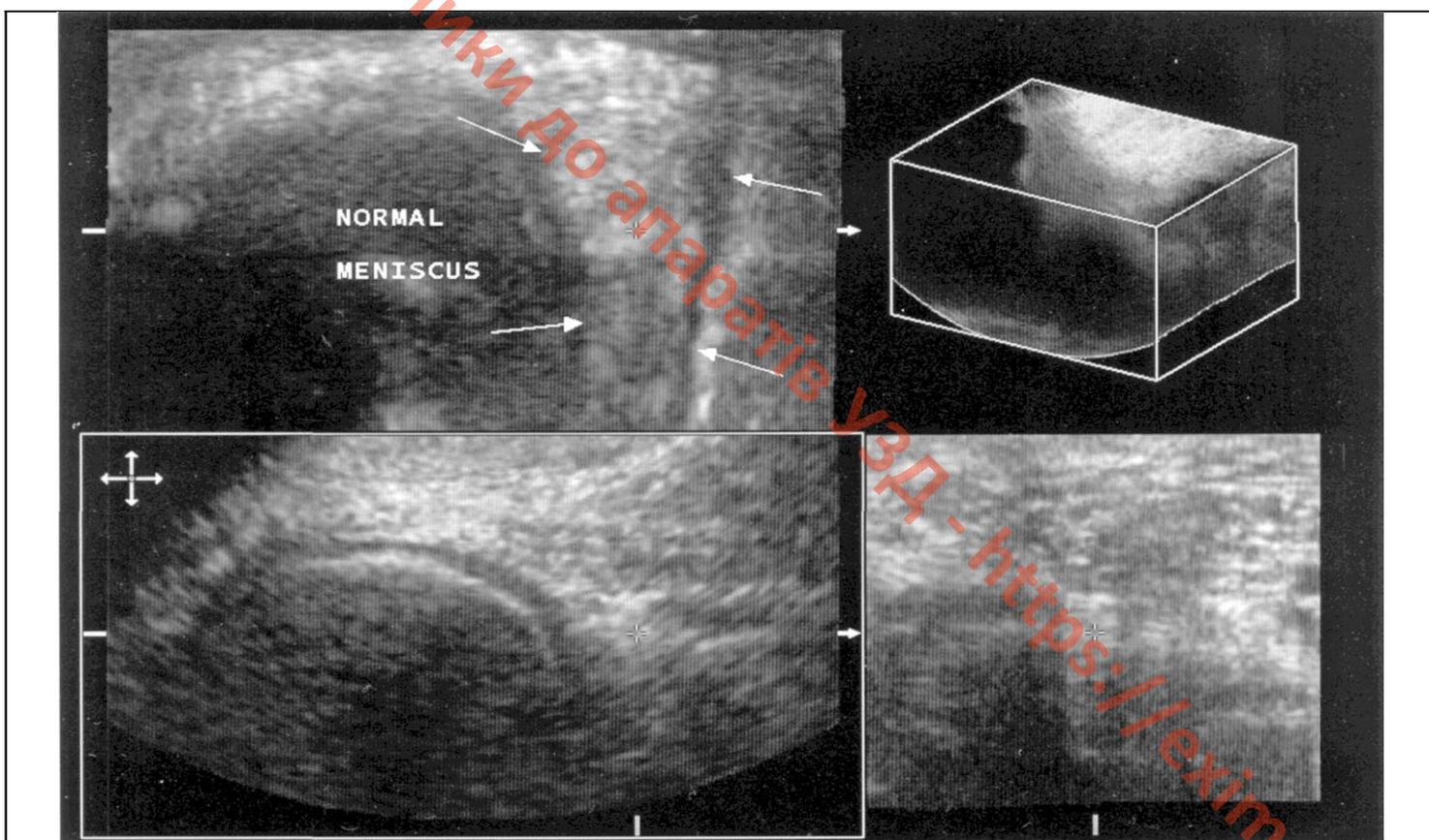


Рис.12 Трехмерная мультипланарная реконструкция наружного мениска:
при реконструкции во фронтальной плоскости четко визуализируется все тело неизмененного мениска (стрелки).

Задний доступ.

При этом доступе визуализируются сосудисто-нервный пучок подколенной ямки, медиальная и латеральная головки икроножной мышцы, дистальная часть волокон сухожилия полуперепончатой мышцы, задний рог внутреннего мениска и задний рог наружного мениска, задняя крестообразная связка.

Пациент находится в положении лежа на животе. Датчик располагается поперечно длинной оси конечности в подколенной ямке (Рис. 13а). Сосудисто-нервный пучок смещен латерально в подколенной ямке. Подколенная артерия располагается позади вены, ниже визуализируются мышечные

пучки подколенной мышцы. При панорамном сканировании с использованием энергетического картирования можно проследить ход подколенной артерии (Рис.13б). Сухожилия медиальной и латеральной головок икроножной мышцы начинаются от соответствующих мышечковых поверхностей бедренной кости (Рис.13в). Сухожилие полуперепончатой мышцы прикрепляется к задне-медиальной поверхности проксимальной части большеберцовой кости. Между сухожилием полуперепончатой мышцы и медиальной головкой икроножной мышцы располагается небольшая сумка, в которой обычно находится шейка кисты Бейкера. Ориентирами для визуализации этой сумки при поперечном сканировании являются: задняя поверхность медиального мыщелка бедренной кости, покрытая гиалиновым хрящом, сухожилие полуперепончатой мышцы, волокна икроножной мышцы (Рис.13г).

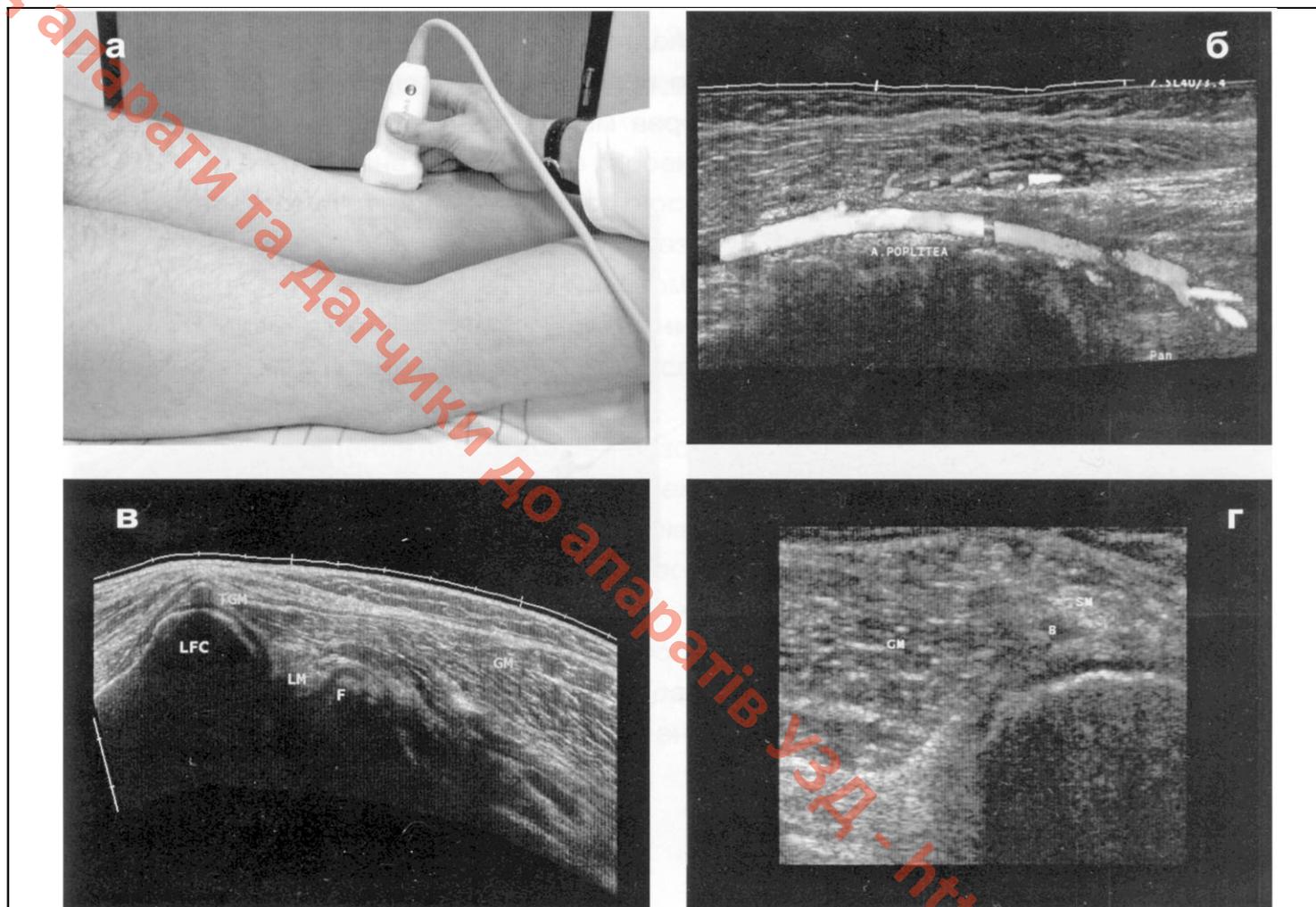


Рис.13 а,б,в,г

а - позиция для исследования коленного сустава из заднего доступа.

б - панорамное сканирование в режиме энергетического картирования подколенной артерии.

в - панорамное сканирование подколенной ямки (место прикрепления сухожилия икроножной мышцы к латеральному мыщелку бедренной кости): латеральный мыщелок бедренной кости (**LFC**), наружный мениск задний рог (**LM**), малоберцовая кость (**F**), икроножная мышца (**GM**), сухожилие икроножной мышцы (**TGM**).

г - подколенная ямка: место локализации кисты Бейкера (**В**) между сухожилием полуперепончатой мышцы (**SM**) и медиальной головкой икроножной мышцы (**GM**).

При продольном сканировании подколенной ямки датчик смещается латерально и ротируется соответственно плоскости полости сустава. При этом визуализируется задний рог наружного мениска (Рис. 14а). Из этой позиции визуализируется также задняя крестообразная связка, при этом датчик поворачивается против часовой стрелки на 30 градусов при исследовании правой конечности и на 30 градусов по часовой стрелке при исследовании левой конечности (Рис.14б). Задняя крестообразная связка, также как и передняя, визуализируется частично. Волокна ее за счет эффекта анизотропии гипоэхогенные (Рис.14в).

Для оценки заднего рога медиального мениска необходимо сместить датчик медиально в подколенной ямке и получить изображение волокон сухожилия медиальной головки двуглавой мышцы

бедр, прикрепляющихся к медиальному надмышелку большеберцовой кости. Из этой позиции визуализируется тело медиального мениска (Рис. 15а).

Из заднего доступа можно также оценить малоберцовый нерв, который, покидая латеральную часть седалищного нерва в дистальном отделе бедра, следует латерально и вниз вдоль задней поверхности дистального отдела сухожилия бицепса бедра до перехода на подколенную область, далее - вокруг головки малоберцовой кости на переднюю поверхность голени (Рис.15б). В данной зоне часто происходят повреждения нерва между волокнами фиброзного туннеля.

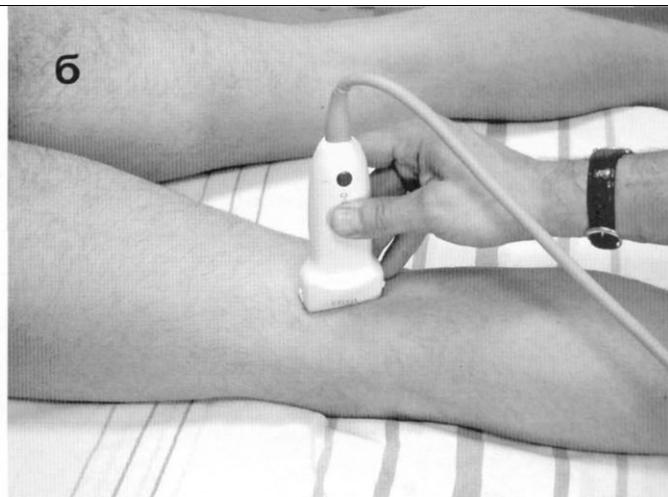
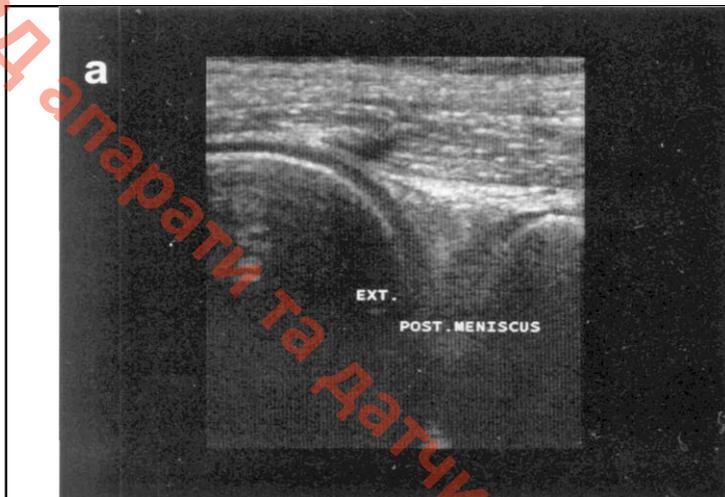


Рис.14а,б,в

а - задний рог наружного мениска.

б - позиция для исследования задней крестообразной связки.

в - задняя крестообразная связка (стрелки).

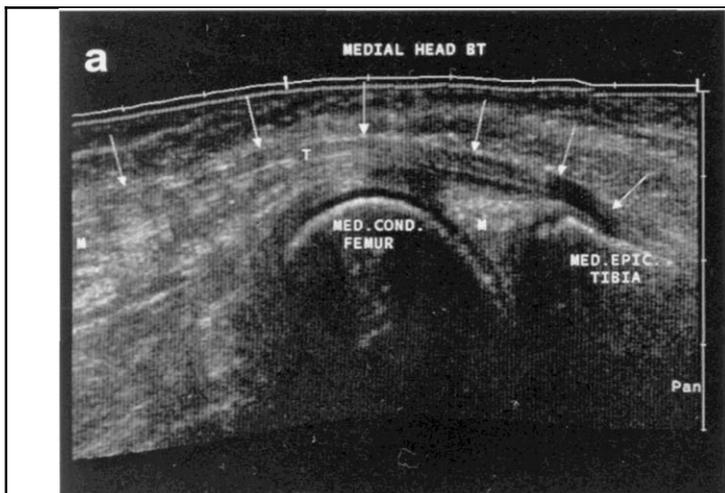
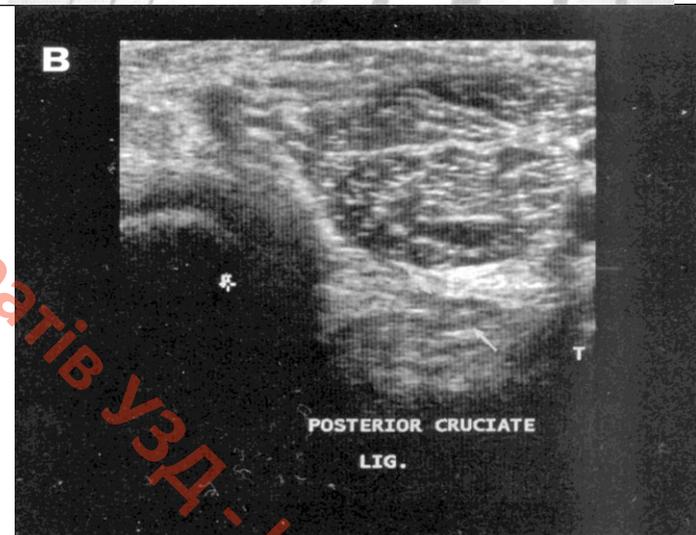


Рис.15а,б

а - панорамное сканирование подколенной области: сухожилие медиальной головки двуглавой мышцы бедра (стрелки), прикрепляющееся к медиальному надмышелку большеберцовой кости. Медиальный мениск (М).

б - проекция хода малоберцового нерва на кожу в подколенной области.

3. Ультразвуковая диагностика заболеваний и повреждений коленного сустава

Особенности анатомического строения и функциональные нагрузки в коленном суставе создают большую вероятность его перегрузки и травматизации, развития различных заболеваний. Даже незначительные нарушения функции этого сустава приводят к значительному дискомфорту для человека, к потере трудоспособности, а при значительном поражении и к инвалидности. Все патологические изменения в коленном суставе можно условно разделить на несколько основных групп.

1. Повреждения сухожильно-связочного аппарата:
 - *повреждения сухожилия четырехглавой мышцы бедра;*
 - *повреждения собственной связки надколенника;*
 - *повреждения внутренней боковой связки;*
 - *повреждения наружной боковой связки;*
 - *повреждения передней крестообразной связки;*
 - *повреждения задней крестообразной связки.*
2. Патологические изменения менисков:
 - *дегенеративные изменения;*
 - *разрывы;*
 - *оперированный мениск;*
 - *кисты;*
 - *дисплазии.*
3. Патологические изменения синовиальной оболочки:
 - *гиперплазия синовиальной складки;*
 - *вилонодулярный синовит;*
 - *остеохондроматоз;*
 - *синовиальная саркома;*
 - *ревматический синовит.*

Разрывы сухожилия четырехглавой мышцы бедра.

Повреждения сухожилия четырехглавой мышцы бедра возникают вследствие компрессии или чрезмерного сокращения мышцы. Выделяют частичные и полные разрывы. Чаще всего разрывы локализуются в зоне перехода сухожильной части в мышечную или в месте перехода сухожилия четырехглавой мышцы бедра в собственную связку надколенника, реже в месте прикрепления сухожилия к кости. Причинами разрывов являются травмы, дегенеративные процессы или системные заболевания, такие как сахарный диабет, ревматоидный артрит, эритематозы, гиперпаратиреозидиты. Клинически в момент разрыва больной ощущает треск, который иногда слышен на расстоянии. Функция четырехглавой мышцы при полных разрывах выпадает, при частичных разрывах в остром периоде невозможно разгибание колена. При частичных разрывах пациенты обращаются с жалобами на боли, припухлость колена и ограничение при разгибании колена.

При ультразвуковом исследовании **полный разрыв** сухожилия четырехглавой мышцы бедра при компрессии датчиком выглядит как полное нарушение целостности волокон и фибриллярной структуры сухожилия. Дефект замещается гематомой, появляется выпот в переднем завороте ([Рис. 16а,б](#)). Когда разрыв сухожилия сопровождается разрывом суставной сумки возникает гемартроз. При частичном разрыве имеется локальное нарушение целостности волокон и фибриллярной структуры с появлением на их месте гипоэхогенных участков. Контуры сухожилия при этом обычно не изменяются, само сухожилие не утолщено.

При внутрисуставных - **частичных разрывах**, контуры сухожилия сохраняются, однако в месте разрыва визуализируется гипоэхогенный участок, где имеется перерыв в фибриллярной структуре сухожилия ([Рис.16в](#)). При МРТ на T2-взвешенных изображениях в проекции волокон четырехглавой мышцы бедра визуализируется сигнал высокой интенсивности. После проведенного курса лечения волокна сухожилий и связок не регенерируют полностью и не восстанавливают свою первоначальную структуру. При рецидивирующих частичных разрывах, несмотря на сохранившиеся контуры сухожилия, в месте повреждения происходит замещение фибриллярных волокон на соединительно-тканые. В месте разрыва образуется рубцовая ткань, которая при УЗИ выглядит как гиперэхогенная зона фиброза.

Перелом надколенника.

При спортивной травме очень часто встречаются разрывы четырехглавой мышцы бедра и его сухожилия, иногда в сочетании с переломом надколенника. Механизмом данной травмы является форсированное сокращение четырехглавой мышцы, например, у тяжелоатлетов или у футболистов.

Чаще всего встречаются поперечные переломы надколенника, реже - оскольчатые, сегментарные, звездчатые, вертикальные и другие. Расхождение отломков всегда указывает на разрывы боковых связок коленного сустава. При целостности боковых связок расхождения отломков не наблюдается. Всегда отмечается выраженная в различной степени гемартроз, распространяющийся в верхний заворот. При ультразвуковом исследовании перелом надколенника выглядит как нарушение целостности контуров надколенника с различной степенью расхождения краев отломков, зависящей от типа перелома и сопутствующего разрыва боковых связок (Рис. 17а,б).

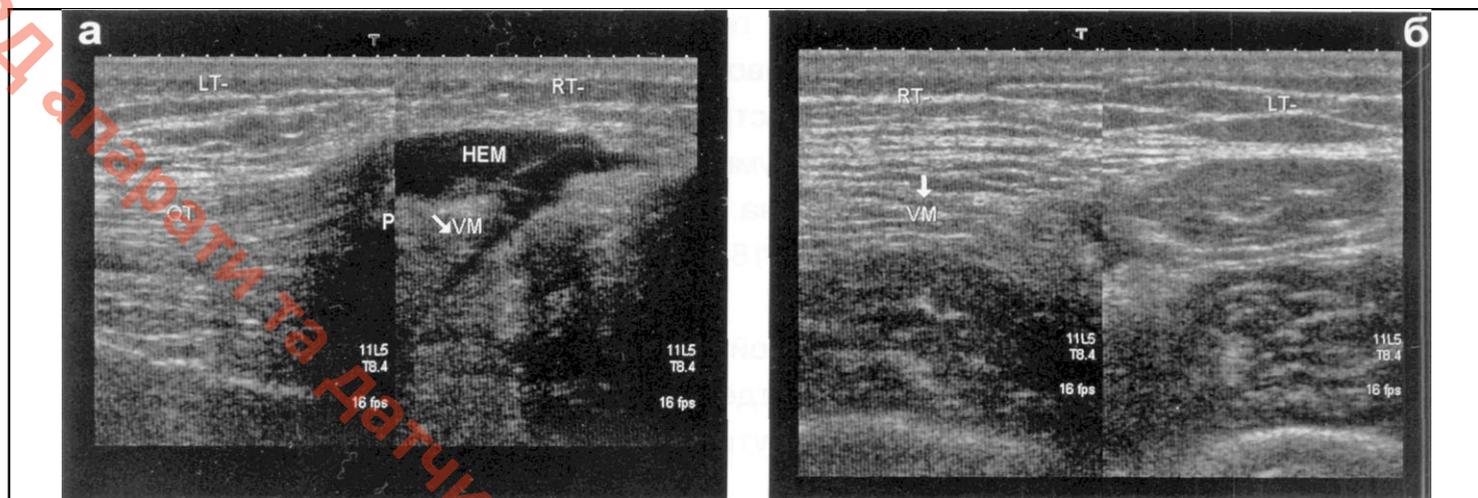


Рис.16а,б,в

а,б - полный разрыв сухожилия четырехглавой мышцы бедра правого коленного сустава (сравнение со здоровой стороной):

а - продольный срез: отмечается нарушение целостности структуры в переходе сухожилия в мышцу с проксимальной ретракцией медиальной широкой и прямой мышц с образованием гематомы в месте разрыва волокон: сухожилие четырехглавой мышцы бедра (QT), медиальная широкая мышца (VM), гематома (HEM).

б - поперечный срез: отсутствие волокон медиальной широкой мышцы (VM) справа (стрелка).

в - частичный разрыв волокон сухожилия четырехглавой мышцы бедра и появления на их месте западения гипоэхогенного участка (стрелки).

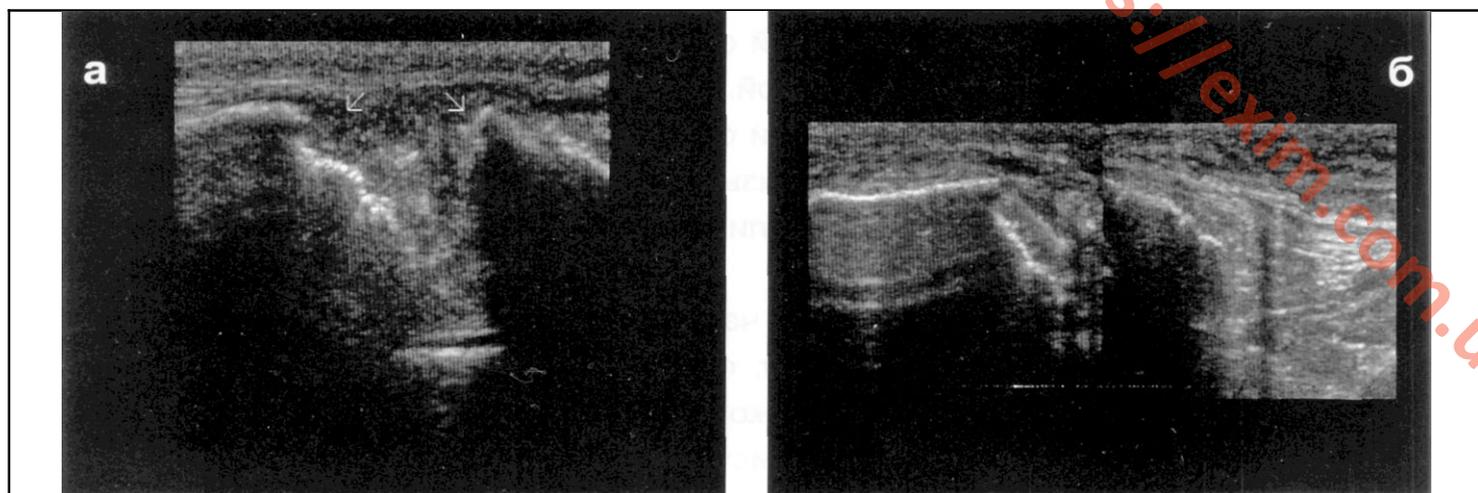
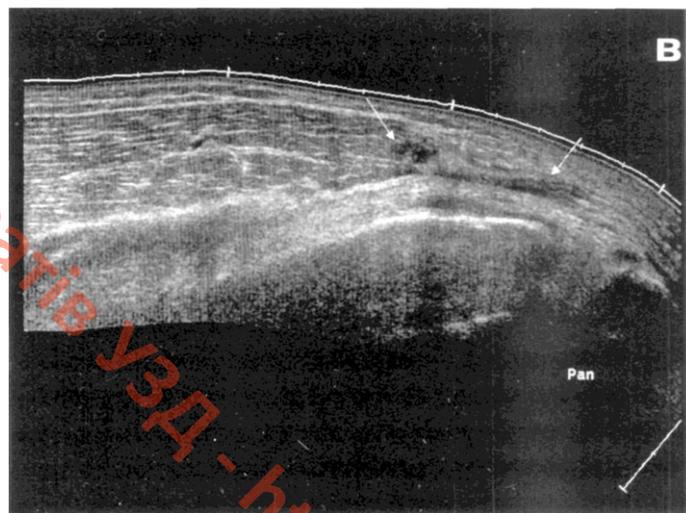


Рис.17а,б Перелом надколенника.

а - поперечный срез: зона перелома обозначена стрелками.

б - продольный срез надколенника и собственной связки надколенника: нарушение целостности контуров кости в зоне перелома.

Разрывы собственной связки надколенника.

Разрывы собственной связки надколенника происходят в результате прямой травмы, например при падении, на согнутое колено. Разрыв локализуется под надколенником, чаще ближе к бугристости большеберцовой кости. Повреждение связки сочетается с выпотом в области поднадколенной сумки. Коленная чашечка, вследствие сокращения четырехглавой мышцы, смещается кверху. При полном разрыве исчезает фибриллярная структура связки, на ее месте возникает гематома и выпот в поднадколенную сумку. При частичном разрыве фибриллярная структура связки частично сохранена. Также разрывы связки легко возникают на фоне хронического тендинита (Рис. 18а,б).

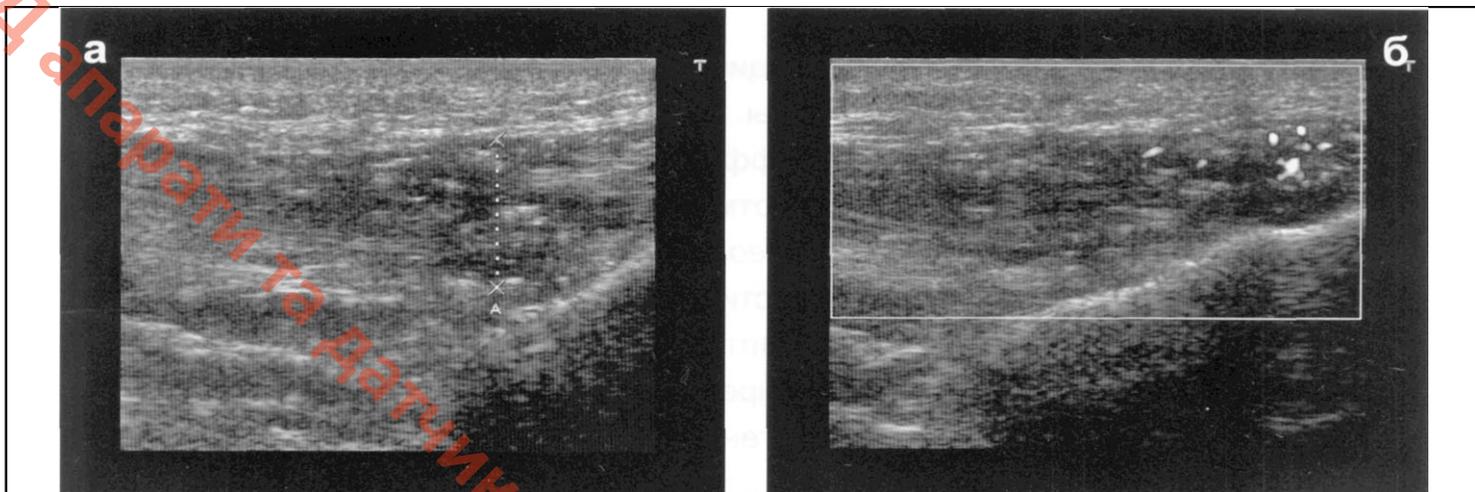


Рис. 18 а,б Частичный разрыв собственной связки надколенника на фоне хронического тендинита.

а - В-режим: связка резко утолщена, отмечается нарушение целостности волокон связки с наличием гиперэхогенных включений в области ее прикрепления к бугристости большеберцовой кости.
б - режим ЭК: гиперваскуляризация в зоне разрыва.

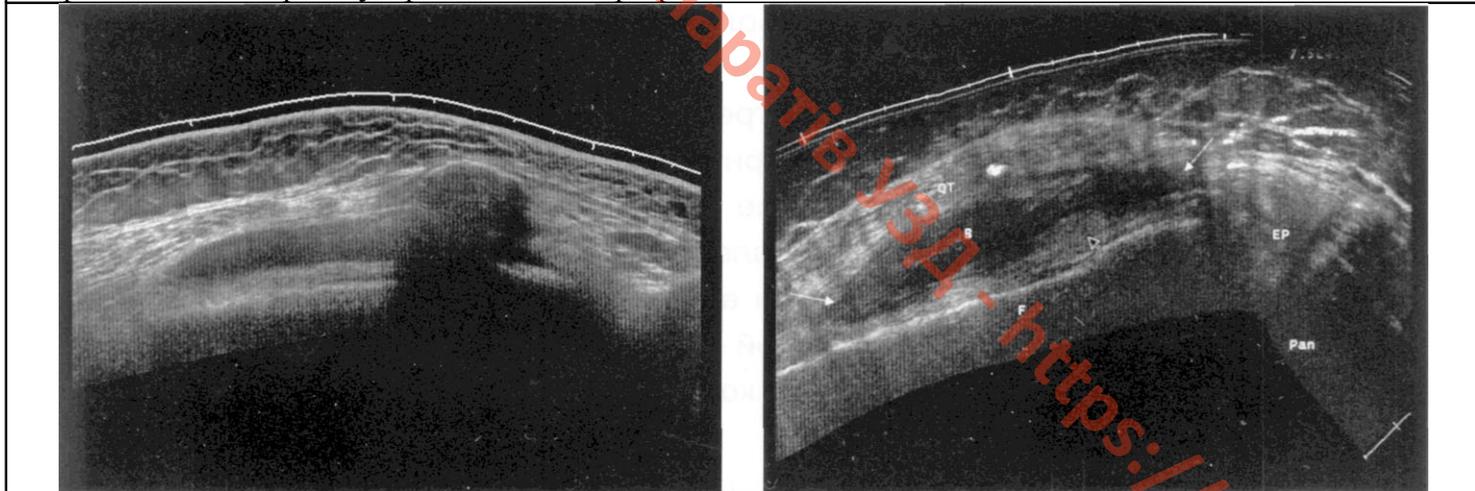


Рис. 19 Супрапателлярный бурсит (панорамное сканирование):

наднадколенниковая сумка (SPB) (стрелки) с выпотом, выше определяются волокна сухожилия четырехглавой мышцы бедра (QT).

Рис.20 Геморрагический супрапателлярный бурсит после протезирования коленного сустава (панорамное сканирование):

эхогенная жидкость в сумке (B), сухожилие четырехглавой мышцы бедра (QT), бедренная кость (F), усиление васкуляризации в зоне изменений.

Супрапателлярный бурсит.

Надколенная сумка является самой большой сумкой. Она распространяется на 6 см вверх от проксимального отдела надколенника и получила название верхнего заворота. С 5 месяца внутриутробного развития в стенке сумки могут возникать отверстия, с помощью которых осуществляется связь между сумкой и полостью коленного сустава. Такое явление встречается у 85% взрослых. Любые изменения внутри коленного сустава отражаются в виде выпота в надколенной сумке.

При УЗ-исследовании супрапателлярный бурсит довольно часто выглядит как треугольной формы участок пониженной эхогенности (Рис.19). В зависимости от содержимого эхогенность сумки может

быть различной (Рис.20). При МРТ супрапателлярный бурсит выглядит в виде сигнала высокой интенсивности на Т2-взвешенных изображениях (Рис.21).



Рис.21 МР-томограмма коленного сустава, Т2-взвешенное изображение, сагиттальный срез.

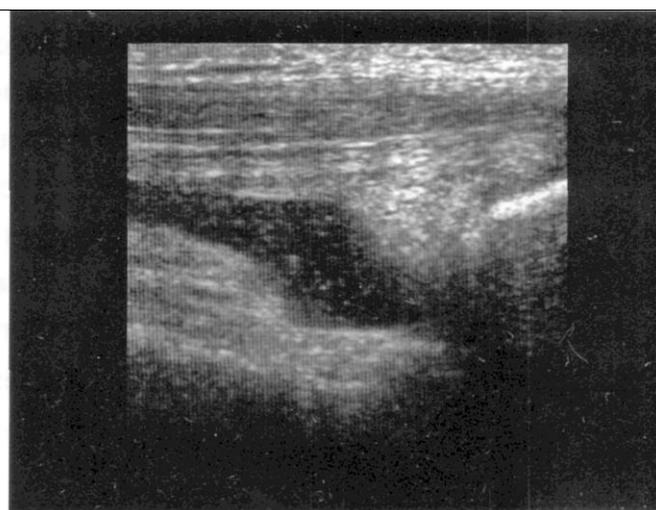


Рис.22 Гемартроз коленного сустава: жидкость геморрагического характера со взвесью в супрапателлярной сумке.

Полуперепончатый, тиббиально-коллатеральный бурсит.

Полуперепончатый, тиббиально-коллатеральный бурсит - это сумка, наполненная жидкостью, в форме буквы «U», которая закрывает сухожилие полуперепончатой мышцы с медиальной и передней стороны. Воспаление сумки вызывает местную боль на уровне медиальной линии сустава и клинически напоминает разрыв мениска.

Бурсит внутренней коллатеральной связки.

Сумка внутренней коллатеральной связки расположена между медиальным мениском и внутренней боковой связкой. Выпот возникает вследствие воспалительного процесса, мениско-капсулярной сепарации или повреждения внутренней боковой связки. Воспаление сумки вызывает локальную боль по медиальной поверхности сустава, напоминающей клинически разрыв медиального мениска.

Выпот в полости сустава.

Повреждения коленного сустава часто сопровождаются кровоизлияниями внутрь сустава. Геморрагический выпот, образовавшийся спустя два часа после травмы, может указывать на разрыв боковых или крестообразных связок, менисков, дислокации надколенника, внутрисуставного перелома мыщелков бедра. Количество крови при гемартрозе коленного сустава бывает различным. Кровь в полости сустава стимулирует продукцию синовиальной жидкости, приводя к еще большему растяжению сумки и капсулы сустава. Чем больше жидкости в суставе, тем сильнее боль.

Для лучшей визуализации жидкости в суставе проводят функциональные пробы в виде напряжения четырехглавой мышцы бедра или компрессии латерального синовиального заворота. Жидкость в полости сустава лучше определяется при медиальном и латеральном доступе (Рис.22).

Тендиниты.

Наиболее часто встречаются тендиниты сухожилия четырехглавой мышцы бедра, надколенника, двуглавой мышцы. При тендините сухожилие утолщается, эхогенность его снижается. Исчезает эффект анизотропии, свойственный для сухожилия. По ходу волокон сухожилия отмечается усиление васкуляризации.

Тендинит сухожилия четырехглавой мышцы бедра. Пациенты жалуются на локальные боли и припухлость в области связки или сухожилия. В зависимости от локализации симптомы схожи с симптомами заболевания менисков и надколенника. При тендините сухожилие четырехглавой мышцы бедра в месте прикрепления к надколеннику утолщается, эхогенность его снижается. При хроническом тендините могут возникать микроразрывы, фиброзные включения в волокнах сухожилия, участки кальцификации. Эти изменения объединяют под общим названием дегенеративные изменения сухожилия.

Тендинит собственной связки надколенника. Наиболее часто возникает тендинит собственной связки надколенника. Он может быть: локальным (в области прикрепления к надколеннику или к большеберцовой кости) или диффузным. Локальный тендинит часто встречается при постоянной нагрузке у прыгунов, бегунов на длинные дистанции, при игре в волейбол и баскетбол. Он получил

название "колено прыгуна" и "перевернутое колено прыгуна". При тендините преимущественно поражаются глубокие отделы связки в месте прикрепления. Однако, любая часть связки может вовлекаться в патологический процесс. При этом связка утолщается либо в области ее прикрепления к надколеннику, либо в области прикрепления к большеберцовой кости (Рис.23а,б). При хроническом тендините в месте прикрепления связки к кости появляются кальцификаты, участки фиброза (Рис.24, Рис.25).

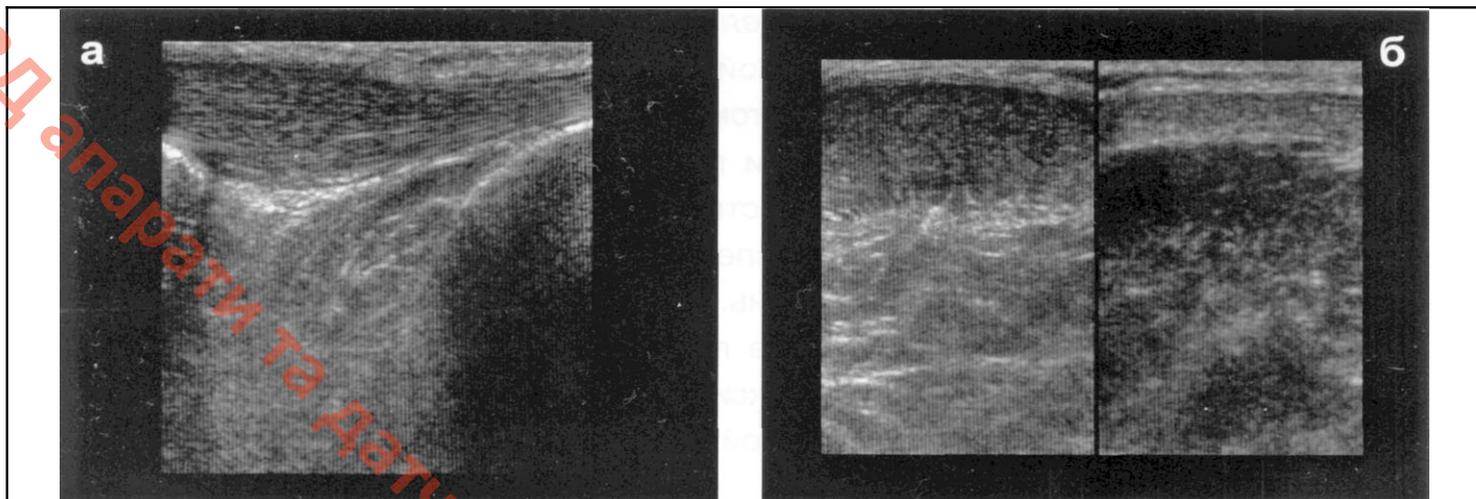


Рис.23а,б Тендинит собственной связки надколенника:

утолщение связки и снижение ее эхогенности.

а - продольный срез.

б - поперечный срез: сравнение со здоровой стороной.

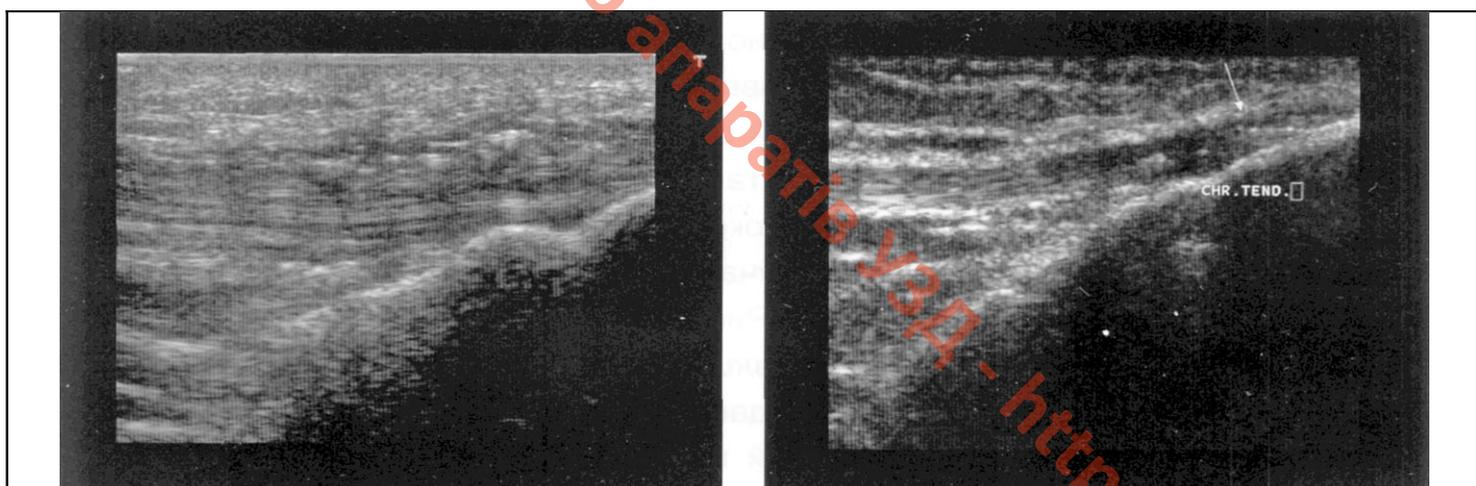


Рис.24 Хронический тендинит собственной связки надколенника:

утолщение связки и неоднородность структуры с наличием гиперэхогенных включений.

Рис.25 Хронический тендинит собственной связки надколенника:

в месте прикрепления связки к большеберцовой кости определяются мелкие кальцификаты.

При хроническом процессе наблюдается наличие дистрофической кальцификации в поврежденном сегменте. Жировая подушка Гоффа может увеличиваться за счет ущемления и воспаления. При УЗИ гипертрофия жировой подушки Гоффа, как следствие мукоидной дегенерации, определяется в виде гиперэхогенной структуры.

Синдром трения илиотибиального тракта.

Синдром трения илиотибиального тракта или "колено бегуна" является скорее фасцитом, чем тендинитом. Он возникает из-за постоянного механического трения илиотибиального тракта об деформированный латеральный надмышечок бедра, что и приводит к воспалению фасции, формирующей илиотибиальный тракт. Данный синдром чаще всего встречается у бегунов, в особенности у спринтеров, для которых характерен бег с высоким поднятием ног.

Ультразвуковое исследование следует проводить непосредственно после физической нагрузки, вызывающей боль. На УЗИ над латеральным мышечком бедра будет видна увеличенная фасция, сниженной эхогенности.

Болезнь Осгуд-Шляттера.

Это разновидность хондропатий, поражающих собственную связку надколенника и бугристость большеберцовой кости. Она возникает в результате повторяющихся микротравм этой области. При данном заболевании у пациента возникают спонтанные боли в колене, усиливающиеся при сгибании коленного сустава.



Рис.26 Болезнь Осгуд-Шляттера:
гиперэхогенный фрагмент в структуре собственной связки надколенника.

УЗ-признаки те же, что и при воспалении связки, но при данной патологии имеются костные включения в связке ([Рис.26](#)).

Дистальная часть собственной связки надколенника утолщается и в ней определяются гипоэхогенные участки с фрагментами передней бугристости большеберцовой кости.

Разрыв внутренней боковой связки.

Повреждения внутренней боковой связки являются наиболее частыми. Механизм ее травматизации: при согнутом колене и фиксированной стопе происходит резкая наружная ротация голени при ротации бедра кнутри. Клинически возникает боль и припухлость в области повреждения. Наблюдается симптом бокового качания голени,

когда при давлении на наружную поверхность коленного сустава одновременно отводят голень. При повреждении внутренней боковой связки заметно усиливается вальгусное положение колена. Повреждение может произойти в любом месте связки: в проксимальном отделе, в области ее прикрепления к внутреннему мыщелку бедренной кости; в дистальном отделе, где связка прикрепляется к мыщелку большой берцовой кости, и в месте прикрепления к внутреннему мениску - над линией сустава. Если разрыв возникает на уровне линии сустава, где внутренняя связка сращена с мениском, то такая травма может сочетаться с одновременным повреждением внутреннего мениска и передней крестообразной связки. Разрывы внутренней боковой связки возможны на различных уровнях, в связи со сложностью строения ее волокон. Различают частичный и полный разрыв боковых связок коленного сустава. Могут наблюдаться разрывы только поверхностных волокон, либо поверхностных и глубоких, а также разрывы с отрывом костного фрагмента. Полный разрыв одной из боковых связок приводит к нестабильности в коленном суставе. При ультразвуковом исследовании выявляют: нарушение целостности волокон связки, смещение волокон при функциональной нагрузке, гипоэхогенный участок (гематома), снижение эхогенности за счет отека мягких тканей ([Рис.27](#), [Рис.28](#), [Рис.29а,б](#)).

Разрыв наружной боковой связки.

Наружная боковая связка повреждается реже, чем внутренняя. Ее разрывы вызваны сильной внутренней ротацией голени. Иногда вместо разрыва связки отрывается костный фрагмент головки малоберцовой кости с прикрепляющейся здесь боковой связкой. Нередко повреждается проходящий рядом малоберцовый нерв. УЗ-признаки такие же, как и при разрыве внутренней боковой связки: нарушение целостности волокон связки, смещение волокон при функциональной нагрузке, образование гипоэхогенного участка (гематомы), снижение эхогенности за счет отека мягких тканей и подкожно-жировой клетчатки ([Рис.30](#)).

Дистрофическая кальцификация наружной боковой связки встречается преимущественно у спортсменов, в частности, у бегунов на длинные дистанции.

Кальцификация Пеллегрини-Стиеда.

Синдром представляет собой посттравматическую оссификацию параартикулярных тканей, возникающую в области внутреннего мыщелка бедра. Заболевание обычно наблюдается у мужчин молодого возраста, перенесших травматическое повреждение коленного сустава. Повреждение может быть легким или тяжелым, прямым или непрямым. После исчезновения острых симптомов повреждения может наступить период улучшения, но полного восстановления коленного сустава не происходит. Разгибание в коленном суставе остается ограниченным. На УЗИ в структуре внутренней боковой связки определяются множественные оссификаты в виде мягкого гиперэхогенного фокуса, располагающиеся преимущественно в зоне прикрепления связки к надмыщелку бедренной кости.

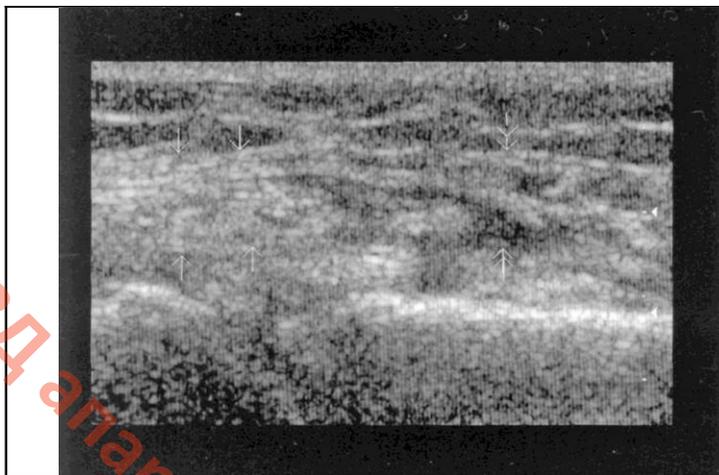


Рис.27 Частичный разрыв внутренней боковой связки:
волокна связки прослеживаются фрагментарно (стрелки).



Рис.28 Частичный разрыв внутренней боковой связки:
локальное отсутствие волокон связки с образованием гипохогенного участка (стрелки).

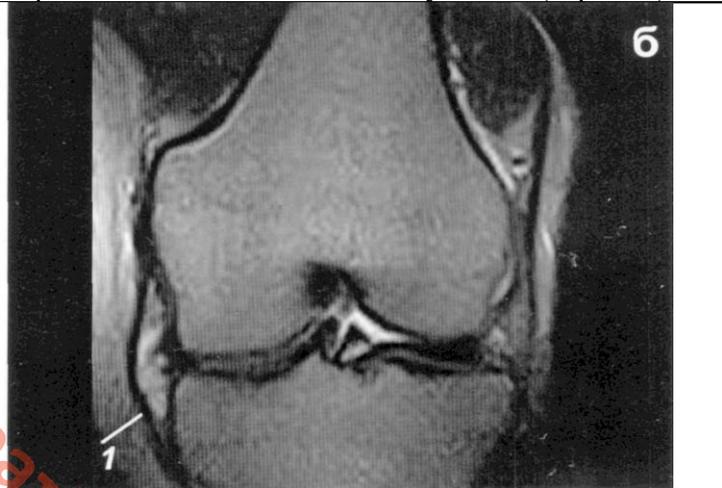
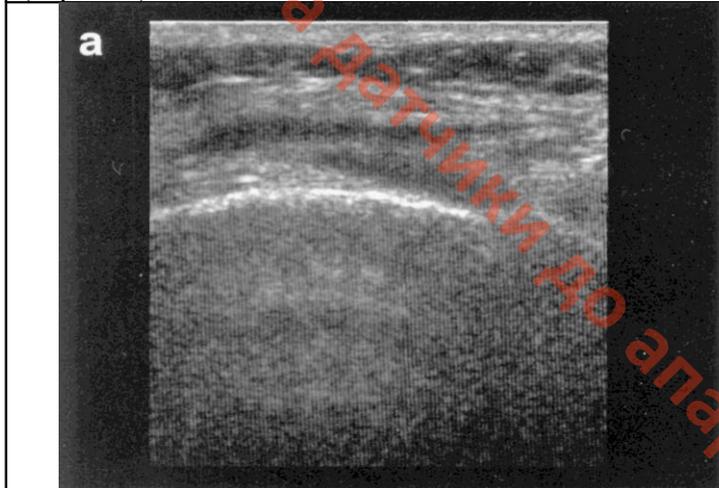


Рис.29а,б Полный разрыв внутренней боковой связки.
а - эхотомограмма: отсутствие визуализации волокон связки, гематома в месте разрыва.
б - МР-томограмма того же больного (T2-взвешенное изображение, фронтальный срез): гематома в проекции внутренней боковой связки (1).



Рис.30 Частичный разрыв наружной боковой связки с образованием гипохогенного участка.

Повреждения передней крестообразной связки.

Травма передней крестообразной связки является наиболее распространенной. Механизмом повреждения является перенапряжение в условиях ротации, падение при фиксированной стопе и чрезмерное переразгибание в коленном суставе. Разрывы встречаются чаще в сочетании с другими повреждениями: например, с разрывом внутренней боковой связки и внутреннего мениска.

Основными симптомами травмы являются ощущение неустойчивости в суставе, отек и болезненность при движении в первичный посттравматический период. Наиболее ценным клиническим симптомом при разрыве передней крестообразной связки является симптом "переднего выдвигающего ящика". Для этого у

больного необходимо согнуть колено до прямого угла, при этом голень можно легко выдвинуть вперед по отношению к бедру. Чаще всего, связка повреждается в проксимальных и реже в центральных отделах. Очень важно вовремя выявить разрыв связки, так как это будет определять характер операции.



Рис.31 Частичный разрыв передней крестообразной связки с образованием гипозоногенного участка.

МРТ является более точным и надежным методом диагностики повреждений передней крестообразной связки. На МР-томограммах при свежей травме в зоне разрыва отмечается повышение интенсивности сигнала, который в норме имеет умеренную интенсивность на T1- и более интенсивен на T2-взвешенных изображениях. Поврежденные волокна передней крестообразной связки четко не дифференцируются или вообще не определяются (Рис.31). МРТ диагностика частичного разрыва при свежей травме может быть затруднена вследствие локального отека и прерывистости хода волокон. Существуют косвенные признаки для диагностики разрыва передней крестообразной связки: смещение ее ниже 45° по

отношению к плато большеберцовой кости, локальное изменение ее траектории и смещение назад наружного мениска более чем на 3,5мм по отношению к плато большеберцовой кости. При застарелых разрывах отмечается истончение связки без отека синовиальной оболочки.

Разрыв задней крестообразной связки.

Разрыв задней крестообразной связки встречается достаточно редко. Основным механизмом разрыва является гиперфлексия во время прыжка. Чаще разрыв локализуется в самом теле связки или на уровне прикрепления ее к большеберцовой кости.

Повреждения менисков.

Разрывы менисков считаются наиболее частым видом травмы коленного сустава. Повреждения менисков могут возникать в любом возрасте. С возрастом мениски становятся слабыми и хрупкими. Любое неправильное и резкое движение может спровоцировать их разрыв. Медиальный мениск повреждается в 10 раз чаще, чем латеральный. Это обусловлено анатомическими и морфо-функциональными особенностями внутреннего мениска. Механизмом изолированной травмы является падение с высоты на выпрямленные в коленном суставе ноги, при резком и глубоком сгибании в коленных суставах в момент приседания и попытке при этом выпрямиться. Однако чаще мениск повреждается при резком ротационном движении в коленном суставе - вращении бедра внутрь при фиксированной голени и стопе. Предрасполагающим моментом несомненно являются предшествующие микротравмы. Основным клиническим симптомом повреждения менисков является "блокада" коленного сустава. Часть мениска, оторванная при повреждении, может сместиться и занять в суставе неправильное положение, ущемившись между суставными поверхностями большеберцовой и бедренной костей. Ущемление блокирует сустав в вынужденном согнутом положении. Отрыв и ущемление переднего рога внутреннего мениска блокируют коленный сустав так, что конечные 30° разгибания делаются невозможными. Ущемление при разрыве по типу "ручки лейки" ограничивает последние $10-15^\circ$ разгибания. Блокада сустава при ущемлении разорванного мениска не ограничивает сгибания коленного сустава. Оторванный задний рог очень редко блокирует сустав. Блокада сустава бывает обычно временной. Разблокирование восстанавливает все движения в суставе.

При ультразвуковом исследовании при разрыве мениска, как правило, наблюдается выпот в области поврежденного мениска. Мениск приобретает неправильную форму с наличием гипозоногенной полосы в месте разрыва (Рис.32). Следует учесть, что в норме мениск может иметь гипозоногенную полосу в средней части мениска (Рис.33).

Применение режима тканевой гармоник улучшает визуализацию разрывов менисков, за счет улучшения контрастной проработки деталей. Трехмерная реконструкция имеет определенное значение в определении протяженности. Следует подчеркнуть также значение энергетического картирования для диагностики разрыва мениска. Наличие локального усиления васкуляризации вокруг пораженной области, помогает заподозрить и определить локализацию разрыва.

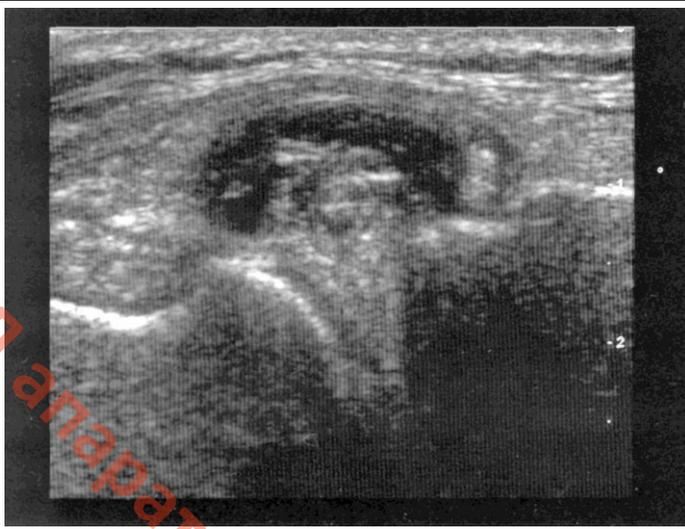


Рис.32 Разрыв мениска коленного сустава с образованием гипохогенной полосы в месте разрыва (стрелки) и гематомы.



Рис.33 Неизмененный мениск с наличием гипохогенной полосы в центре (стрелки).

К основным признакам повреждений менисков относят:

- нарушение целостности контуров мениска;
- фрагментация или наличие гипохогенных участков;
- появление гипохогенной полосы в структуре мениска;
- образование выпота;
- отек мягких тканей;
- смещение боковых связок коленного сустава;
- усиление степени васкуляризации в области разрыва мениска.

Некоторые типы разрывов менисков могут быть выявлены при ультразвуковом исследовании. К ним относятся транسخондральный и паракапсулярный разрывы ([Рис.34а,б](#), [Рис.35а,б](#), [Рис.36а,б](#)). Чаще всего встречается типичное, продольное повреждение мениска, при котором отрывается средняя часть мениска, а концы, передний и задний, остаются неповрежденными. Этот разрыв получил название разрыва по типу "ручки лейки". Разрыв, проходящий вдоль радиально идущего волокна до внутреннего свободного края, называется разрывом по типу "клюв попугая". Повторные микротравмы мениска приводят к вторичному разрыву с повреждением передней, средней и задней частей мениска.

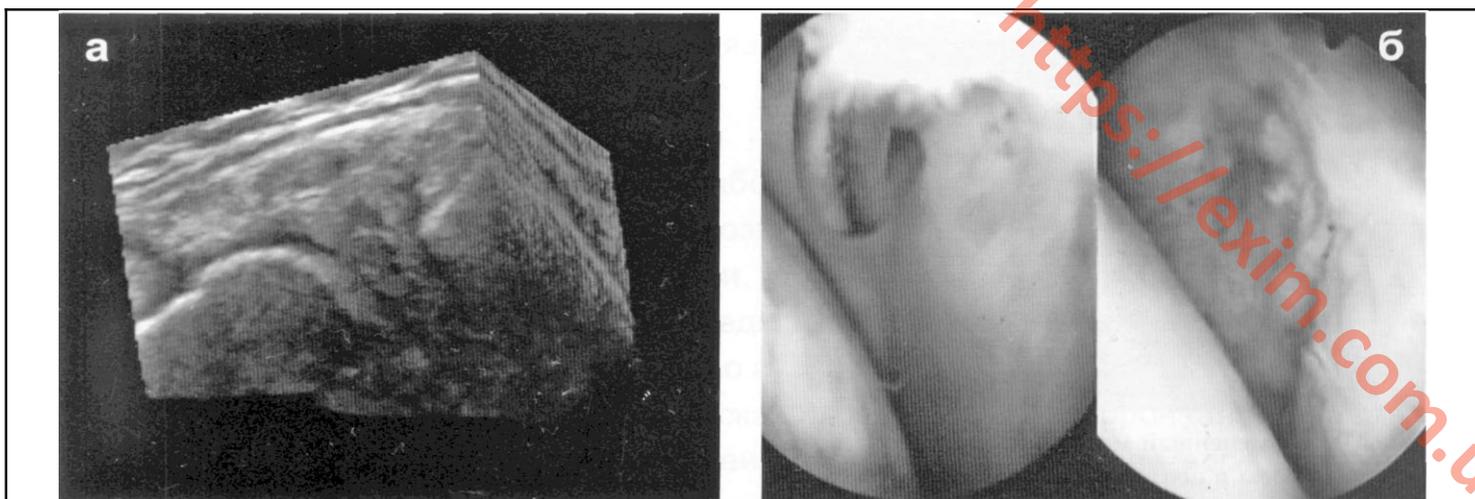


Рис.34а,б Паракапсулярный разрыв переднего рога внутреннего мениска.

а - трехмерная мультипланарная реконструкция мениска, четко демонстрирующая зону разрыва: на фронтальных срезах видна протяженность разрыва.

б - диагностическая артроскопия: полное сопоставление с УЗ-данными, разрыв обозначен стрелками.

Разрывы переднего рога и по типу "ручки лейки" протекают нередко с рецидивирующими блокадами, возникающими при ротации голени, т.е. при том же механизме, при котором наступил

разрыв. Иногда колено "выскакивает", по словам больного, без известной причины при ходьбе по ровной поверхности и даже во сне. Смещение оторванного заднего рога иногда вызывает у больного ощущение "подгибания" коленного сустава.

Разрыв мениска сопровождается выпотом в коленном суставе, который появляется через несколько часов после повреждения. Он обусловлен сопутствующим повреждением синовиальной оболочки сустава (Рис.37а,б). Последующие рецидивы атак блокады и "подгибания" также протекают с выпотом в суставе. Чем чаще происходят блокады и "подгибания", тем меньше последующая трансудация в суставе. Может наступить такое состояние, когда после привычной блокады выпот уже не определяется. Разрыв наружного мениска возникает по тому же механизму, что и внутреннего, с той лишь разницей, что ротационное движение голени совершается в противоположном направлении, т.е. не наружу, а внутрь. Блокада сустава при разрыве наружного мениска наступает редко, а если и наступает, то не сопровождается выпотом в суставе.

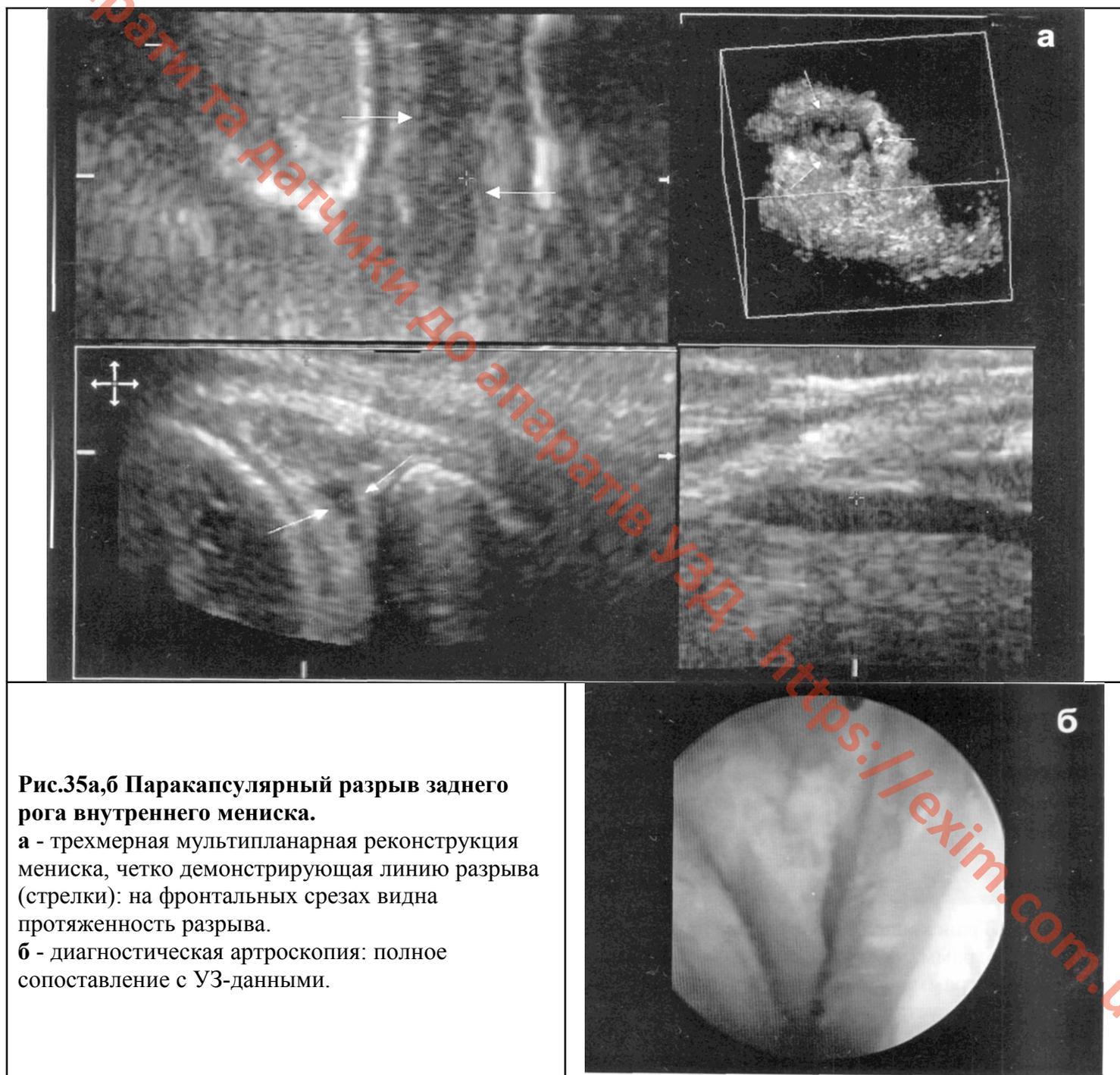


Рис.35а,б Паракапсулярный разрыв заднего рога внутреннего мениска.

а - трехмерная мультипланарная реконструкция мениска, четко демонстрирующая линию разрыва (стрелки): на фронтальных срезах видна протяженность разрыва.

б - диагностическая артроскопия: полное сопоставление с УЗ-данными.

На МР-томограммах при истинном разрыве интенсивность сигнала увеличивается к периферии мениска. Истинный разрыв хорошо виден, когда ось слоя сканирования перпендикулярна оси поражения. Если разрыв косой, то возникающие артефакты могут маскировать повреждение.

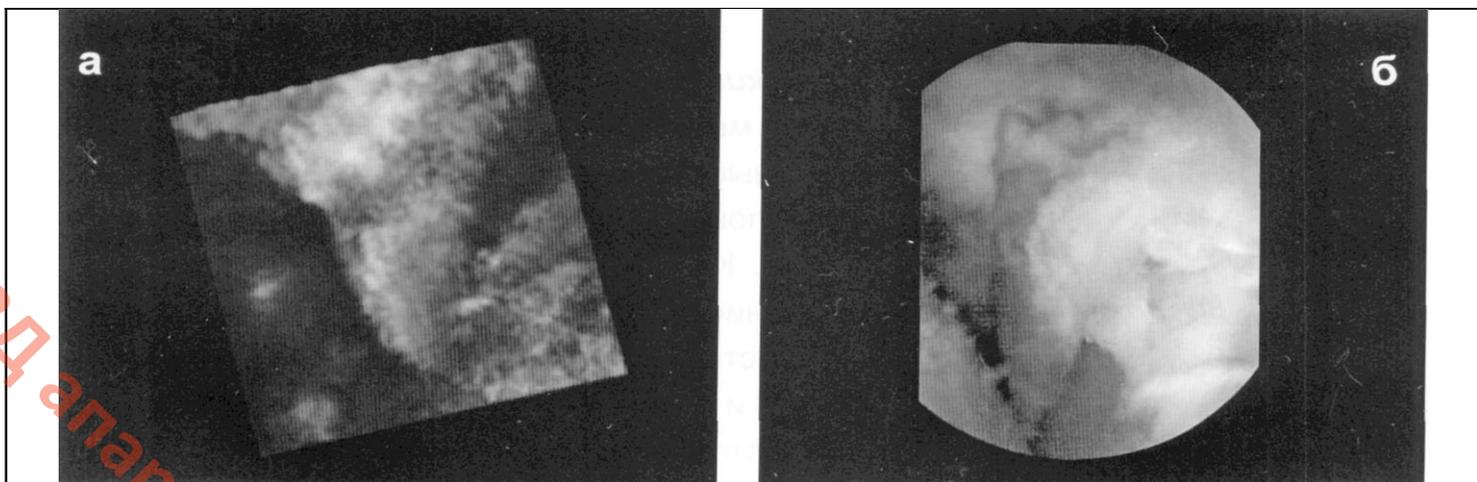


Рис.36а,б Трансхондральный разрыв мениска.

а - трехмерная поверхностная реконструкция мениска: в центре видна гипоехогенная полоса разрыва.
б - диагностическая артроскопия: полное сопоставление с УЗ-картиной.

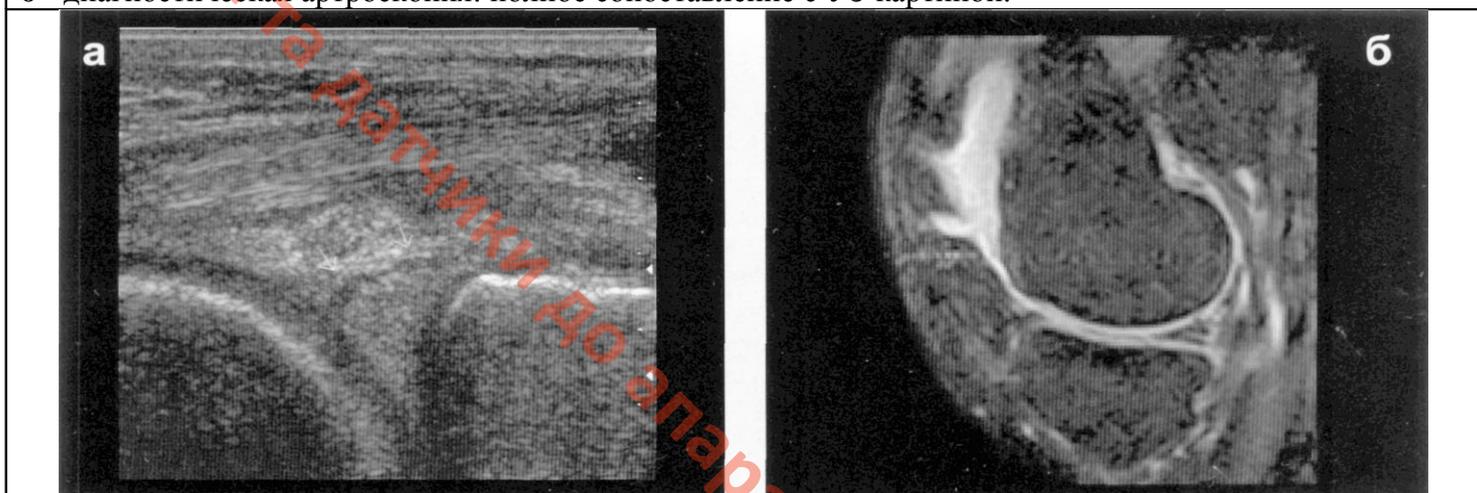


Рис.37а,б Трансхондральный разрыв заднего рога внутреннего мениска.

а - эхотомограмма: в центре видна гипоехогенная полоса разрыва (стрелки).
б - МР-томограмма (Т2-взвешенное изображение, сагиттальный срез): повреждение заднего рога с выпотом в полости сустава.

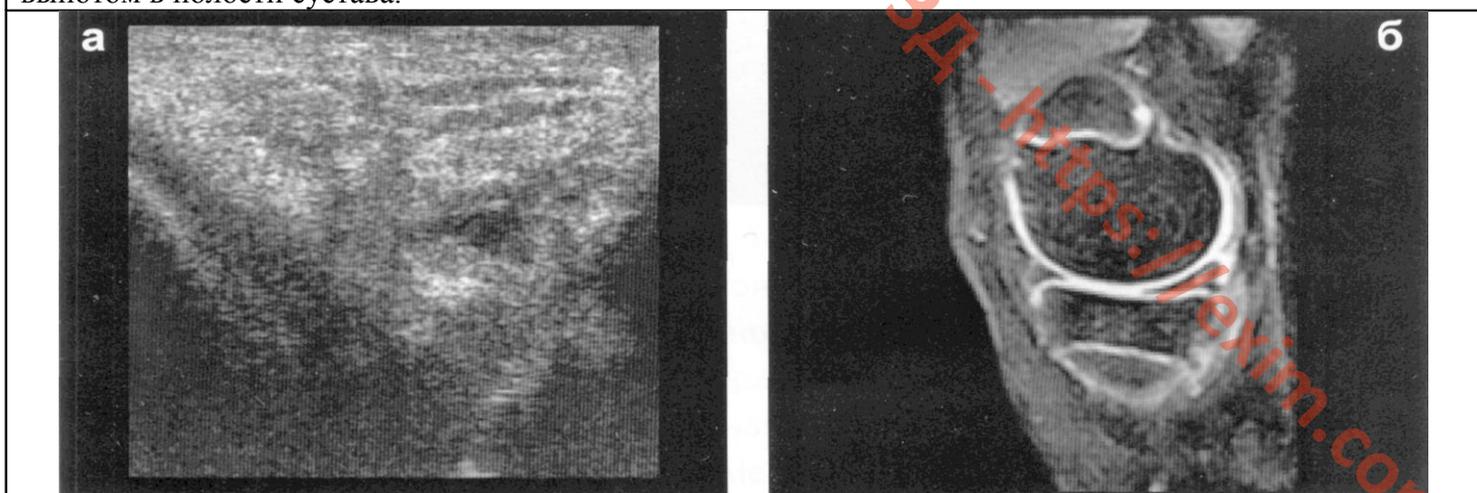


Рис.38а,б Трансхондральный разрыв заднего рога наружного мениска.

а - эхотомограмма: в центре видна гипоехогенная полоса разрыва (стрелки).
б - МР-томограмма (Т2-взвешенное изображение, сагиттальный срез): повреждение заднего рога с выпотом в полости сустава.

Косвенными признаками повреждения мениска могут быть: наличие двойного контура, расширение капсульно-менискового пространства и смещение мениска внутрь сустава ([Рис.38а,б](#)).

Дегенеративные изменения и кисты менисков.

При дегенеративных изменениях менисков отмечается неоднородность их структуры, фрагментация, гиперэхогенные включения и кисты. Аналогичные изменения наблюдаются при застарелых

повреждениях менисков ([Рис.39а,б](#)). Чаще наблюдаются кисты наружного мениска. Кисты вызывают боль и припухлость по линии сустава. Кисты внутреннего мениска достигают большего размера, чем наружного, и менее фиксированные. Киста мениска выглядит как округлая структура с ровными четкими внутренними и наружными контурами, с анэхогенной внутренней структурой и эффектом дистального усиления УЗ-сигнала. Дополнительные режимы сканирования (тканевая гармоника и адаптивный колорайзинг) улучшают визуализацию контуров кисты ([Рис.40а,б](#), [Рис.41](#), [Рис.42](#)). С течением времени жидкость в кисте становится неоднородной, с густым содержимым. С увеличением размера кисты имеют склонность размягчаться.

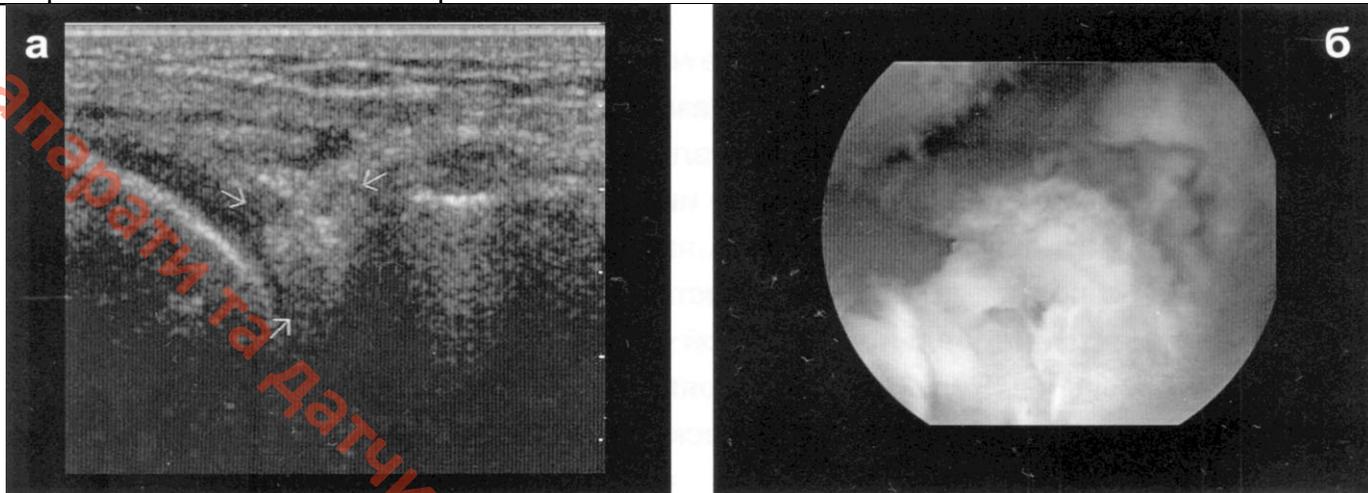


Рис.39а,б Дегенеративные изменения мениска.

а - В-режим: хорошо видна фрагментация и кистозная дегенерация (стрелки).

б - диагностическая артроскопия.



Рис.40а,б Кисты мениска.

а - эхотомограмма (режим тканевой гармоника: хорошо видны множественные кисты).

б - МР-томограмма коленного сустава того же больного.

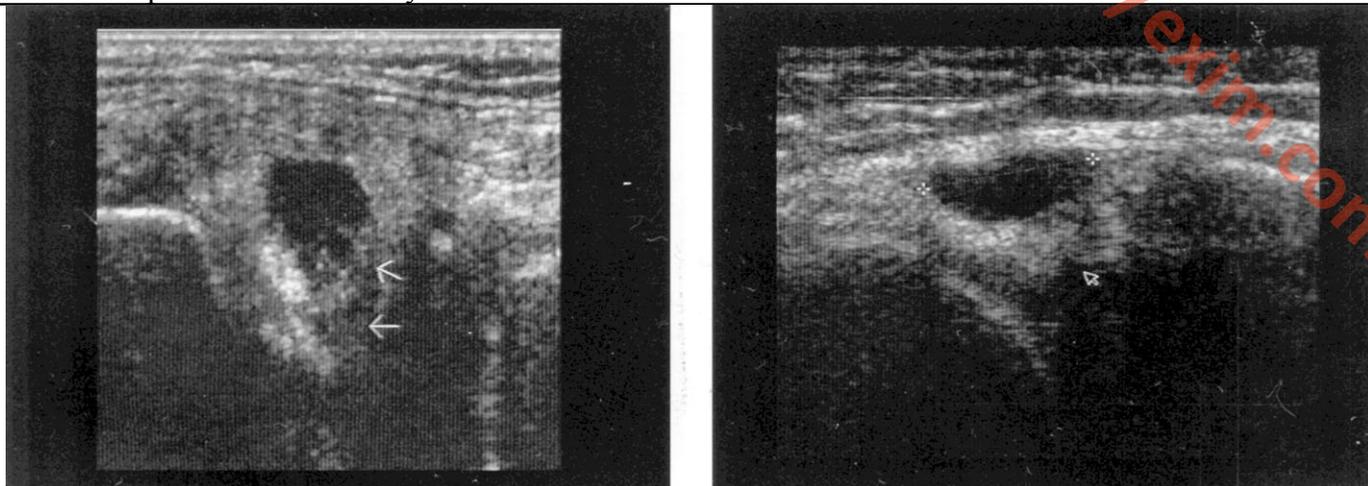
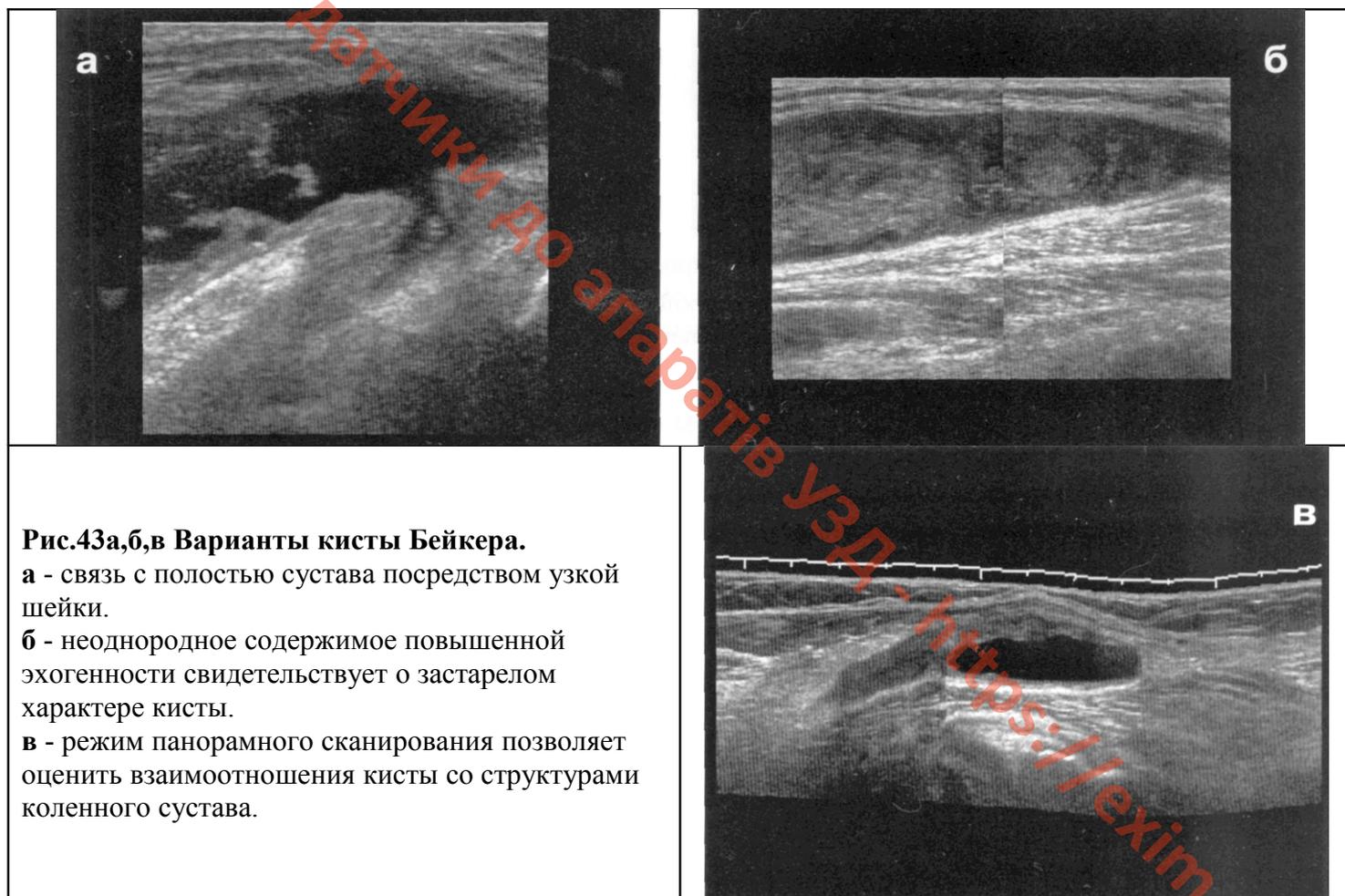


Рис.41 Киста переднего рога наружного мениска.

Рис.42 Киста внутреннего мениска.

Кисты Бейкера.

Кисты Бейкера - одна из наиболее частых патологий у атлетов. Как правило, эти кисты асимптомны и являются ультразвуковой или клинической находкой. Субстратом для возникновения этой кисты является растяжение сумки, расположенной между сухожилиями полуперепончатой и икроножной мышц. Дифференциально-диагностическим признаком кисты Бейкера является визуализация шейки кисты, коммуницирующей с полостью коленного сустава в области медиальной части подколенной ямки: между медиальной головкой икроножной мышцы и сухожилием полуперепончатой мышцы (Рис.43а). Как проявление воспалительной реакции в окружающих тканях возникает усиление васкуляризации, которое регистрируется в режиме энергетического картирования. Увеличение жидкости в полости сустава приводит к накоплению жидкости в сумке и возникновению кисты. Кисты имеют различные размеры и протяженность. Содержимое кист различное: "свежие" кисты имеют анэхогенное содержимое, застарелые - неоднородное (Рис.43б). При свежих кистах Бейкера содержимое жидкостное, тогда как при застарелых формах - желеобразное. Разрыв кисты Бейкера диагностируется при наличии характерного заостренного края и полоски жидкости по ходу волокон сухожилия икроножной мышцы. Более характерны разрывы в нижней части кисты. Режим панорамного сканирования позволяет на всем протяжении визуализировать кисту (Рис.43в).



Деформирующий артроз.

Заболевание возникает в результате нарушений метаболизма в суставном хряще, механических нагрузок при избыточной массе тела, физических перегрузок. Вне зависимости от причины возникновения клинические проявления артроза сходны и зависят от фазы: обострение, подострая фаза или ремиссия. УЗИ позволяет выявить самые начальные изменения в костных структурах, которые не выявляются при рентгенологическом исследовании. Основными УЗ-признаками, позволяющими установить наличие деформирующего артроза, считаются: неравномерное истончение гиалинового хряща, неровные контуры бедренной и большеберцовой костей, наличие краевых остеофитов, сужение суставной щели и пролабирование менисков (рис.44). Наличие гиперэхогенных краевых остеофитов при нормальных размерах суставной щели и толщины гиалинового хряща характеризуют ранние проявления болезни. Прогрессирование болезни характеризуется формированием краевых остеофитов с

акустической тенью, сужением суставной щели и выраженным истончением гиалинового хряща. В дальнейшем наступает истончение гиалинового хряща (менее 1 мм) с образованием грубых остеофитов и пролабирование мениска на треть ширины. В стадии выраженных изменений наблюдается полное пролабирование мениска, деформация его внутрисуставной части, отсутствие суставной щели, грубые массивные остеофиты по всем краям суставной поверхности ([рис.44а,б,в,г](#)).

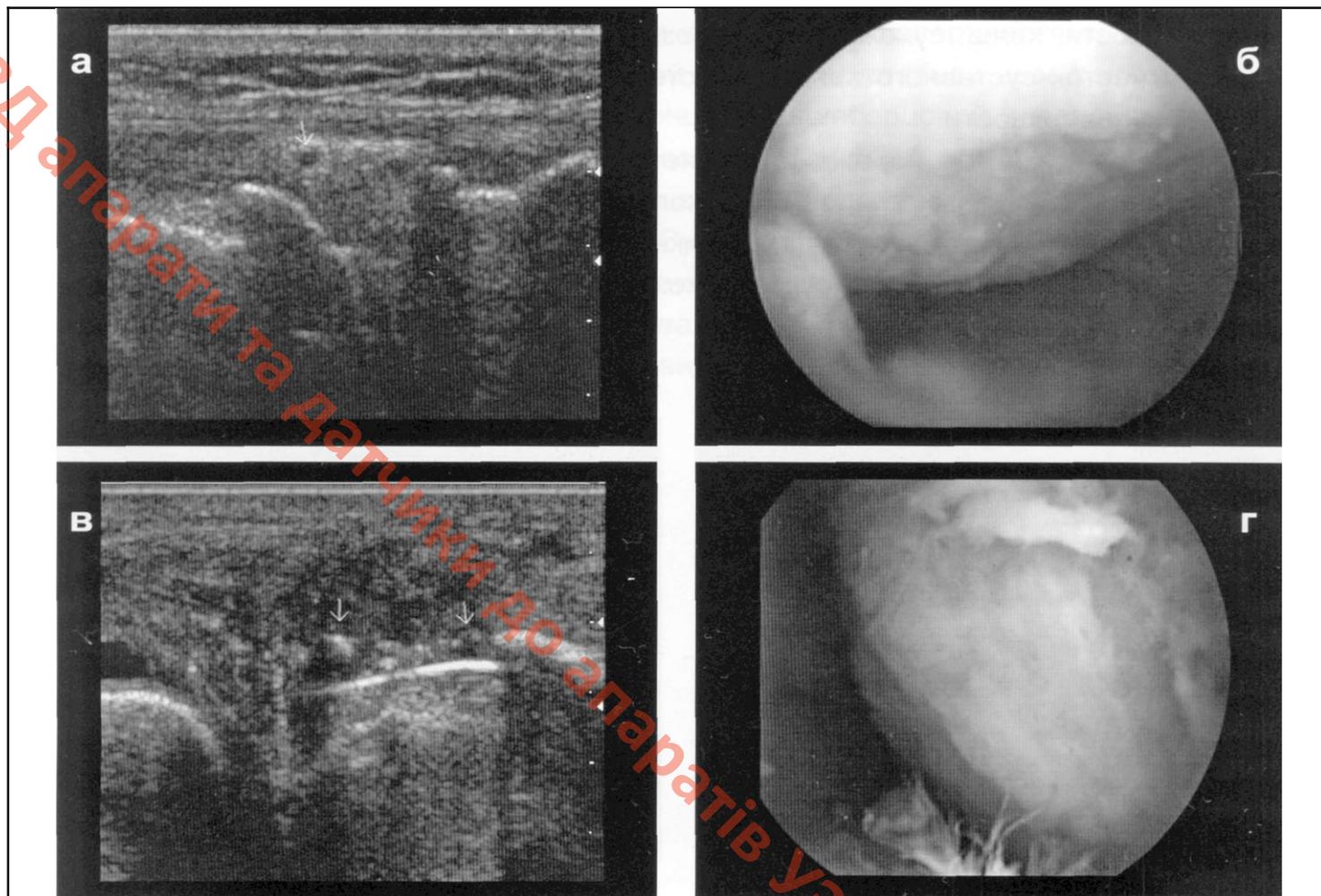


Рис.44а,б,в,г Деформирующий артроз (а,б) и выраженный деформирующий артроз (в,г) коленного сустава.

а - невыраженные изменения костных тканей в виде истончения гиалинового хряща и неровности кости,
б - артроскопия того же больного.

в - изменения костных тканей в виде краевых костных разрастаний, пролабирование мениска, жидкость в полости сустава,

г - артроскопия того же больного.

Патология хрящевой ткани.

Патологические изменения гиалинового хряща характеризуются нарушением его обычной толщины и обызвествлениями. Истончение гиалинового хряща чаще встречается у людей старшего возраста. При воспалительном синовите или септическом артрите также происходит резкое разрушение протеогликанов и истончение хряща. При прогрессировании патологического процесса происходит образование зон некроза, формирование кист и оссификатов. Единичные остеофиты образуются первично по краю гиалинового хряща в кортикальном слое кости. Такие изменения являются нормой для людей старшего возраста.

Истончение хряща наблюдается при остеоартритах. Хрящ разрушается, а новый хрящ образуется уже в виде остеофитов. Некоторые дефекты поверхности хрящевой ткани замещаются рубцовой тканью, которая по своему морфологическому составу близка к хрящевой. Это происходит в результате локальных поражений с образованием так называемого фиброзного хряща. Такие изменения хорошо определяются на МР-томограммах из-за низкой интенсивности сигнала в зоне поражения. Утолщение хряща возникает при акромегалии. Это первые признаки заболевания. Также хрящ может увеличиваться в размерах при микседеме и некоторых мукополисахаридозах, при обширных эрозиях.

Хондропатии. Болезнь Кенига.

Заболевания возникают в молодом возрасте и поражают эпифиз большеберцовой кости, хрящ, сухожилие и серозную сумку. Поражение обычно одностороннее. Участок суставного хряща вместе с прилегающей костью отделяется от суставной поверхности.

Типичным местом поражения является внутренний мыщелок бедра, реже - другие участки суставных концов и надколенник. У взрослых расслаивающий остеохондрит (Рис.45) может иногда возникнуть после механического повреждения. Отторгнутое свободное тело в суставе может расти и достигает довольно крупных размеров (Рис.46).

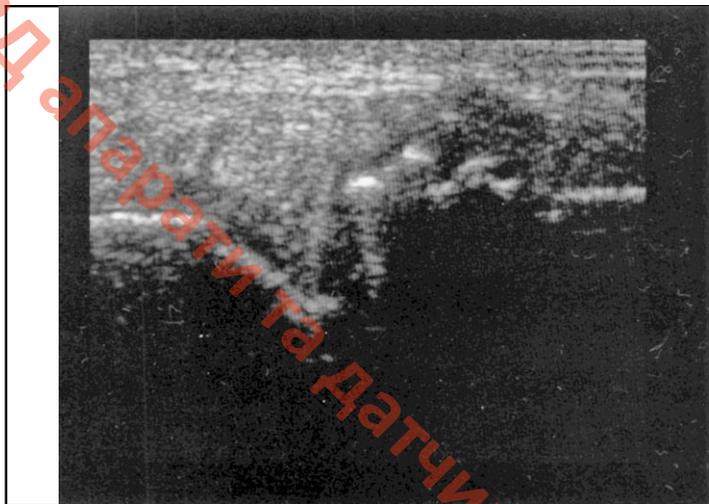


Рис.45 Остеохондрит: истончение гиалинового хряща и костные разрастания.

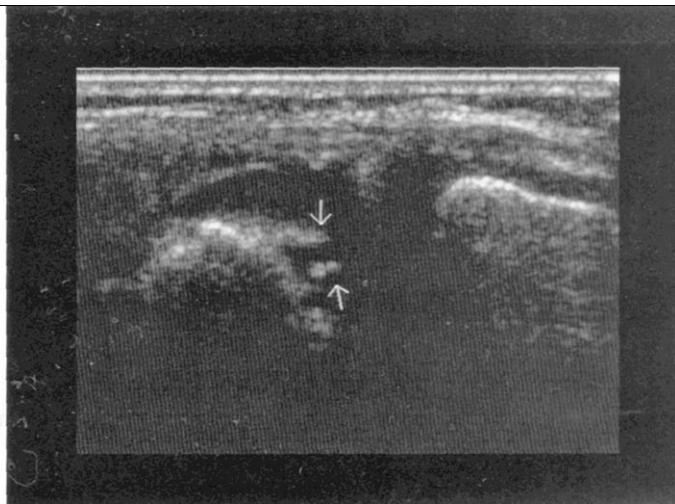


Рис.46 Остеохондропатии. Болезнь Кеннига.

Глава 7

Ультразвуковое исследование голеностопного сустава

Следует отметить, что с появлением новых широкополосных и высокочастотных датчиков информативность ультразвукового исследования сухожилий и связок голеностопного сустава значительно повысилась и ультразвуковой метод сегодня имеет преимущество перед МРТ. К тому же ультразвуковое исследование сухожилий и связок голеностопного сустава технически не сложное, так как большинство исследуемых структур располагаются поверхностно, легко доступны и параллельны поверхности сканирования. Для исследования данного сустава рекомендуется использовать датчик в диапазоне 7,5-13 МГц с небольшой рабочей поверхностью для удобства сканирования.

1. Анатомия голеностопного сустава

Голеностопный сустав образован суставными поверхностями дистальных концов большеберцовой и малоберцовой костей и суставной поверхностью блока таранной кости (Рис. 1а). Дистальные концы большеберцовой и малоберцовой костей образуют межберцовый синдесмоз. На передней и задней поверхностях находятся передние и задние межберцовые связки, натянутые от переднего и заднего краев к латеральной лодыжке. Суставная капсула прикрепляется по краю суставного хряща и на передней поверхности тела таранной кости к шейке таранной кости. Связки голеностопного сустава проходят по его боковым поверхностям (Рис. 1б). Медиальная связка или дельтовидная подразделяется на следующие части: передняя большеберцово-таранная часть идет от переднего края медиальной лодыжки вниз и вперед и прикрепляется к заднемедиальной поверхности таранной кости. Вторая часть - большеберцово-ладьевидная, которая длиннее предыдущей, начинается от медиальной лодыжки и достигает тыльной поверхности ладьевидной кости. Большеберцово-пяточная часть связки натянута между концом медиальной лодыжки и таранной кости. Задняя большеберцово-таранная часть идет от заднего края медиальной лодыжки вниз и прикрепляется к заднемедиальным отделам тела таранной кости. На латеральной поверхности голеностопного сустава залегают следующие связки: передняя таранно-малоберцовая связка, следует от переднего края латеральной лодыжки к боковой поверхности шейки таранной кости. Пяточно-малоберцовая связка, начинается от наружной поверхности латеральной лодыжки и направляется вниз и назад и задняя таранно-малоберцовая связка идет от заднего края латеральной лодыжки почти горизонтально к латеральному бугорку заднего отростка таранной кости.

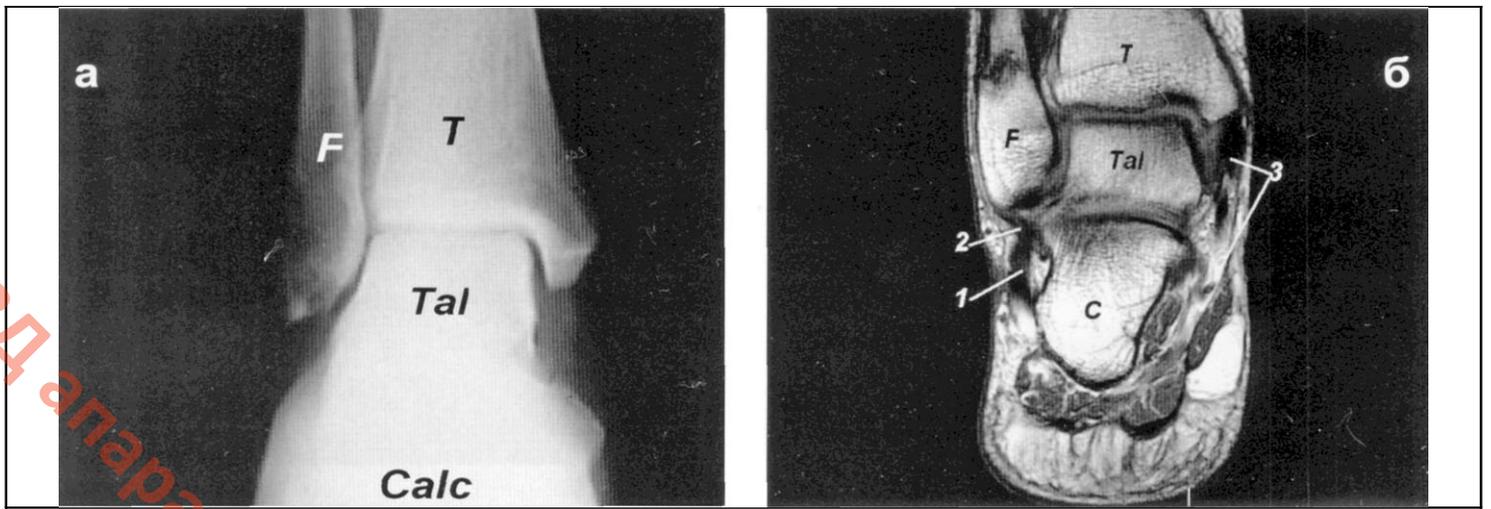


Рис. 1а,б

а - рентгенограмма голеностопного сустава в прямой проекции: малоберцовая кость (F), большеберцовая кость (T), таранная кость (Tal), пяточная кость (Calc).

б - МР-томограмма голеностопного сустава (T2-взвешенное изображение, фронтальный срез): малоберцовая кость (F), большеберцовая кость (T), таранная кость (Tal), пяточная кость (C), 1 - передняя таранно-малоберцовая связка, 2 - пяточно-малоберцовая связка, 3 - дельтовидная связка.



Рис.2а,б КТ и МРТ голеностопного сустава.

а - компьютерная томограмма голеностопных суставов (трехмерная реконструкция, поверхностная обработка изображения): видны изображения сухожилий и связок голеностопного сустава.

б - МР-томограмма голеностопного сустава (T2-взвешенное изображение, сагиттальный срез): большеберцовая кость (T), таранная кость (Talus), пяточная кость (Calc), ладьевидная (Nav), клиновидная кость (Cun), плюсневая кость (Mtars), ахиллово сухожилие (AT), подошвенная фасция (PT), сухожилие задней большеберцовой мышцы (TibPT), сухожилие длинного сгибателя пальцев (FDL).

В дистальном отделе голени в области стопы располагаются синовиальные влагалища, содержащие длинные сухожилия мышц голени. Различают три передних отдела влагалища: расположенные под *retinaculum mm. extensorum inferius*, медиальные и латеральные. В каждом из них залегают сухожилия. На передней поверхности стопы залегают сухожилия передней большеберцовой мышцы, длинного разгибателя большого пальца и сухожилие длинного разгибателя пальцев. На медиальной поверхности позади медиальной лодыжки проходят сухожилия задней большеберцовой мышцы, длинного сгибателя пальцев, сухожилие длинного сгибателя большого пальца и задний большеберцовый нерв. С латеральной стороны позади латеральной лодыжки располагаются сухожилия длинной и короткой малоберцовых мышц. По задней поверхности проходит ахиллово сухожилие, которое является самым мощным сухожилием, образующимся от соединения сухожилий камбаловидной и икроножной мышц (Рис.2а,б).

Ахиллово сухожилие - самое крупное, сформировано за счет слияния волокон икроножной и камбаловидной мышц. Оно не имеет синовиальной оболочки и в месте прикрепления образует слизистую сумку пяточного сухожилия. Описанные выше мышцы сгибают голень в коленном суставе,

производят сгибание стопы, поднимают пятку. На подошвенной стороне поверхностная фасция носит название подошвенного апоневроза. Большая часть волокон которого берет начало от бугра пяточной кости и, направляясь кпереди, распадается соответственно числу пальцев.

2. Методика ультразвукового исследования

При выполнении УЗИ голеностопного сустава следует придерживаться определенной последовательности действий и стремиться получить стандартные позиции. Согласно анатомическим регионам, для рассмотрения всех элементов сустава используют четыре стандартных доступа: передний, медиальный, латеральный и задний.

Передний доступ.

Данный доступ обеспечивает визуализацию сухожилий передней большеберцовой мышцы, длинного разгибателя большого пальца и сухожилие длинного разгибателя пальцев, а также синовиальные влагалища сухожилий передней группы. Пациент находится в положении лежа на спине, конечность согнута, датчик установлен в нижней трети голени (Рис.3а). Исследование начинают с оценки состояния сухожилий передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя большого пальца. Следуя проксимально вверх, изучают структуру мышечной ткани, получают продольные (Рис.3б) и поперечные (Рис.4а) срезы данных мышц голени.

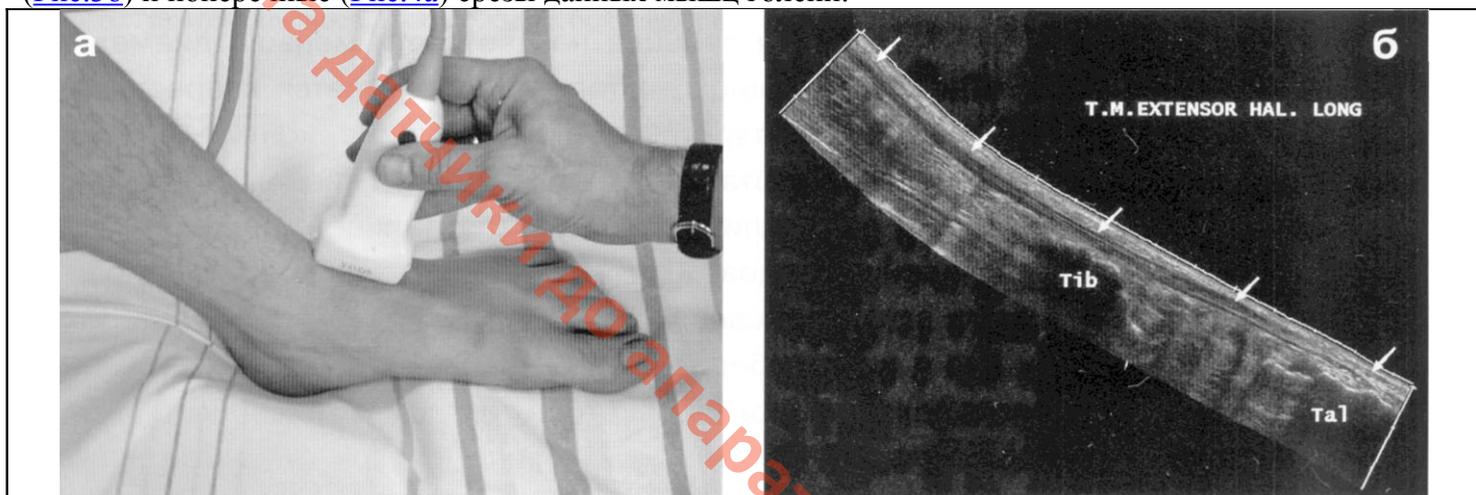


Рис.3а,б

а - позиция для оценки сухожилий передней группы голеностопного сустава. Продольное сканирование.
б - панорамное сканирование сухожилия длинного разгибателя большого пальца (стрелки), продольный срез: большеберцовая кость (**Tib**), таранная кость (**Tal**).

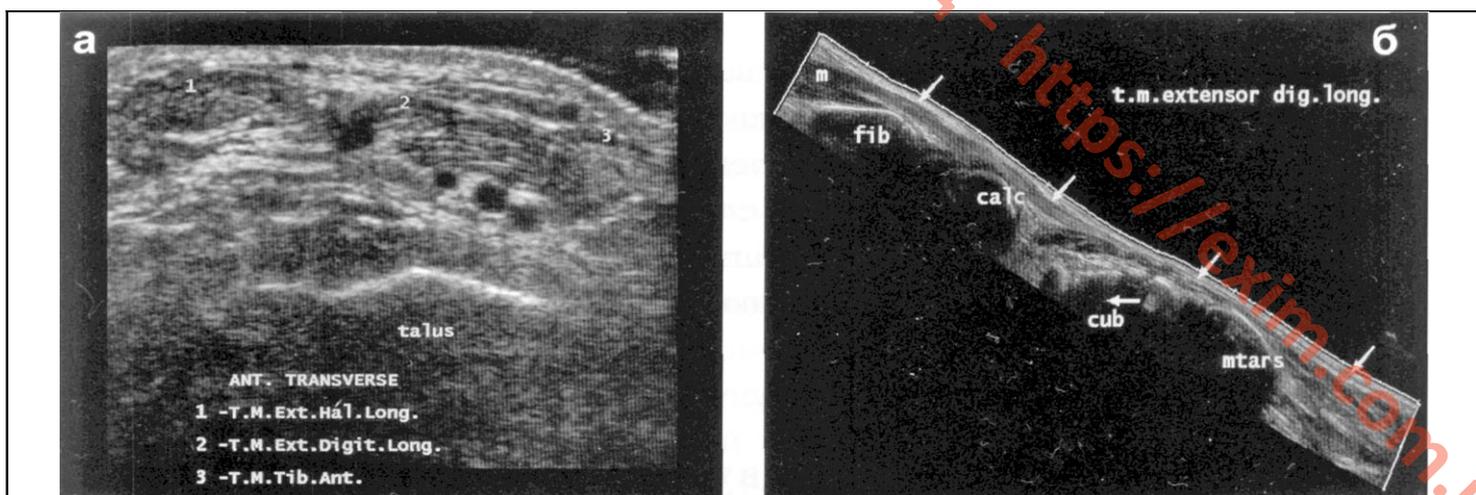


Рис.4а,б

а - сухожилия передней группы голеностопного сустава, поперечный срез: **1** - сухожилие длинного разгибателя большого пальца, **2** - сухожилие длинного разгибателя пальцев, **3** - сухожилие передней большеберцовой мышцы.

б - панорамное сканирование сухожилия длинного разгибателя пальцев (стрелки): малоберцовая кость (**F**), пяточная кость (**C**), кубовидная (**Cub**), плюсневая (**mtars**), мышца (**m**).

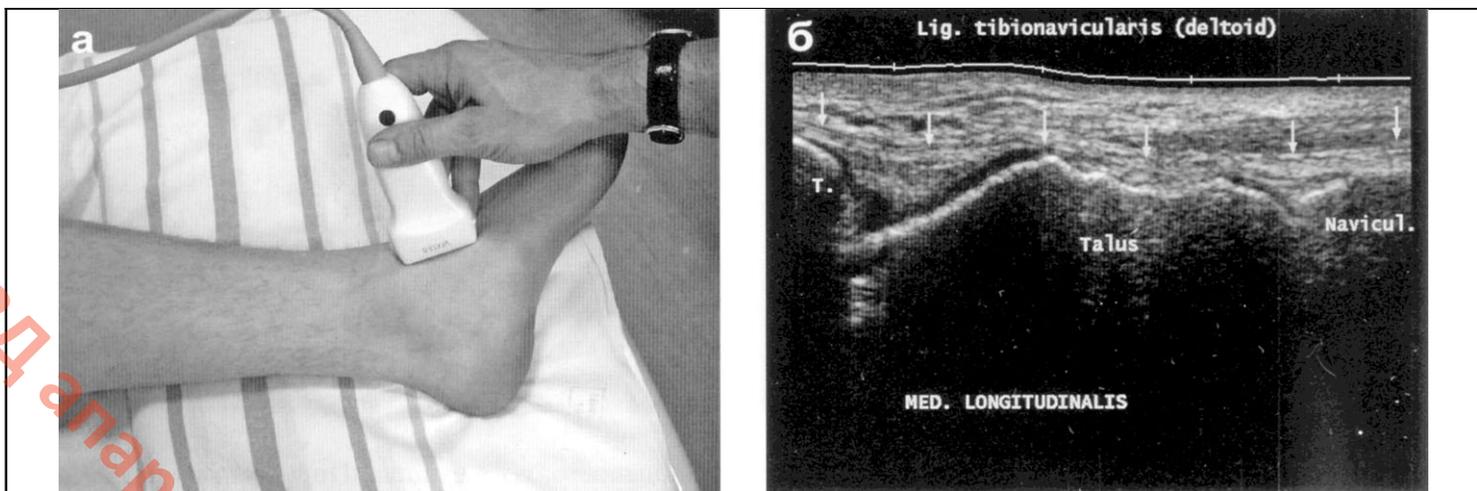


Рис.7а,б

а - позиция для оценки дельтовидной связки.

б - панорамное сканирование большеберцово-ладьевидной связки, входящей в состав дельтовидной связки (стрелки): большеберцовая кость (**Т**), таранная кость (**Talus**), ладьевидная кость (**Nav**).

Латеральный доступ.

Данный доступ обеспечивает визуализацию сухожилия длинной малоберцовой мышцы, сухожилия короткой малоберцовой мышцы и их синовиальные влагалища, переднюю таранно-малоберцовую связку, пяточно-малоберцовую связку, переднюю большеберцово-малоберцовую связку и латеральный отдел сустава.

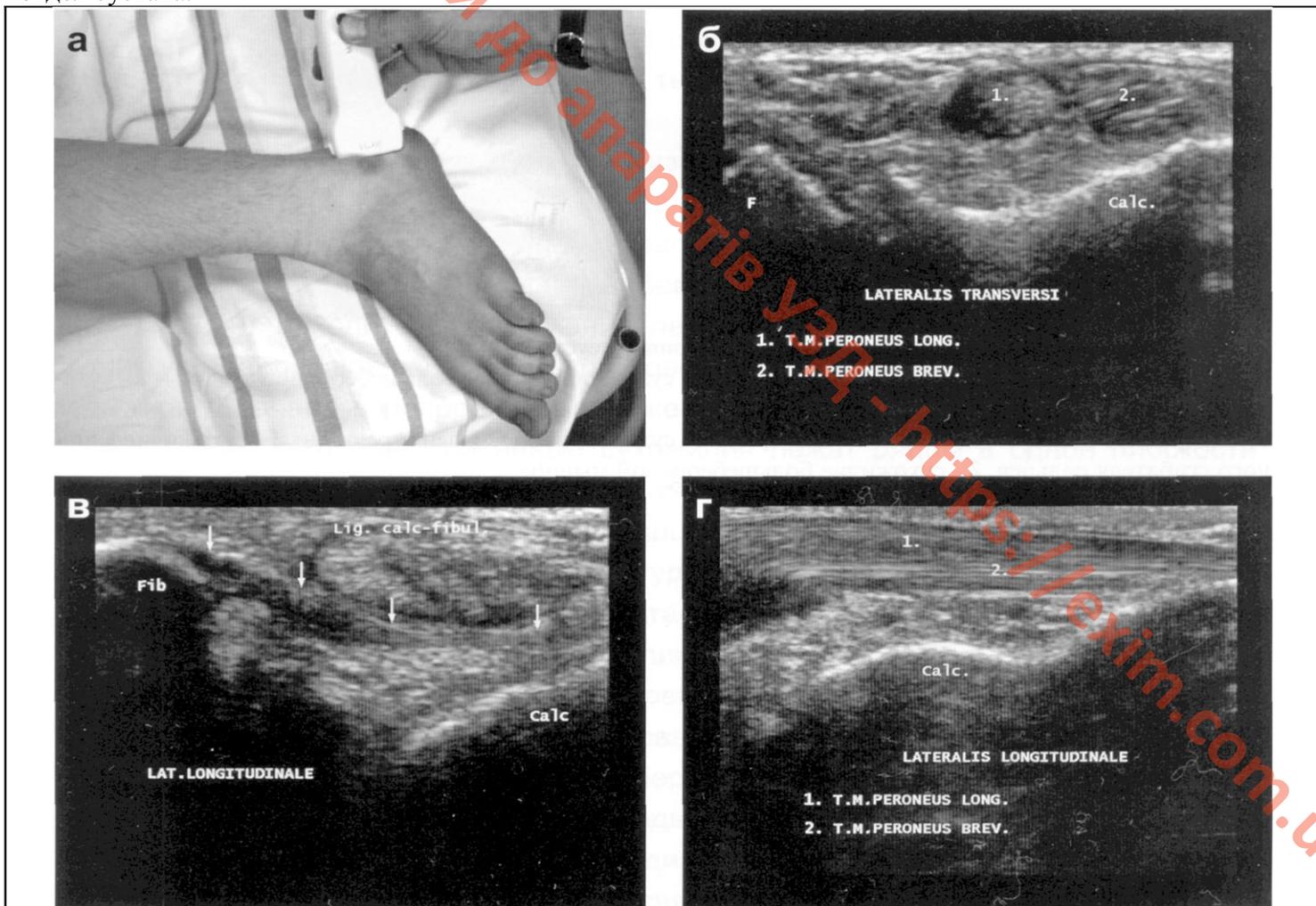


Рис.8а,б,в,г

а - позиция для оценки сухожилий латеральной группы голеностопного сустава. Поперечный срез.

б,в - сухожилия длинной и короткой малоберцовой мышцы (**б** - поперечный срез, **в** - продольный срез): **1** - сухожилие длинной малоберцовой мышцы, **2** - сухожилие короткой малоберцовой мышцы, малоберцовая кость (**F**), пяточная кость (**Calc**).

г - пяточно-малоберцовая связка (стрелки): малоберцовая кость (**Fib**), пяточная кость (**Calc**).

Пациент находится в положении лежа на спине, конечность выпрямлена, ротирована кнутри. Датчик устанавливается на латеральной поверхности сустава, позади латеральной лодыжки (Рис.8а). Четко визуализируются сухожилия длинной и короткой малоберцовой мышцы. Сухожилие короткой малоберцовой мышцы, располагается кпереди от других. В норме во влагалище сухожилий может присутствовать небольшое количество жидкости, толщиной до 3 мм (Рис.8б,в). При ротации датчика книзу определяются волокна пяточно-малоберцовой связки, которая начинается от наружной поверхности латеральной лодыжки и направляется вниз до латеральной поверхности пяточной кости (Рис.8г). При ротации нижнего края датчика определяются волокна передней таранно-малоберцовой связки (Рис.9а). Для визуализации передней большеберцовой-малоберцовой связки датчик устанавливается на латеральной поверхности сустава в поперечном положении - между дистальными отделами большеберцовой и малоберцовой костей (Рис.9б).

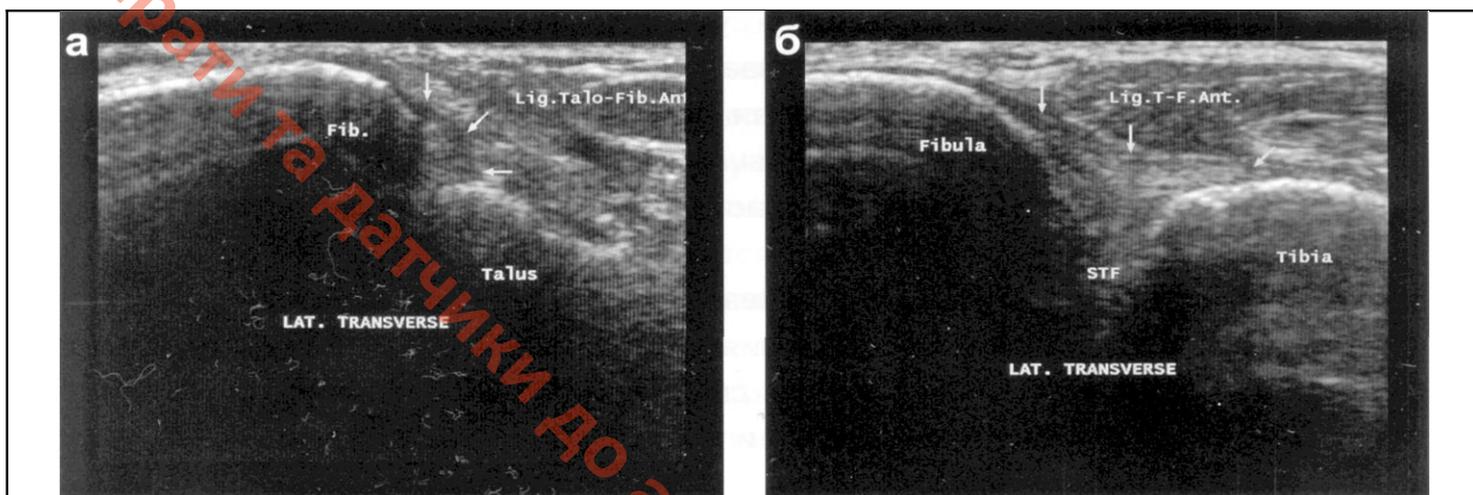


Рис.9а,б

а - таранно-малоберцовая связка (стрелки): малоберцовая кость (**Fib**), таранная кость (**Tal**).

б - передняя межберцовая связка (стрелки): большеберцовая кость (**Tibia**), малоберцовая кость (**Fibula**), межберцовый синдесмоз (**STF**).

Задний доступ.

При этом доступе визуализируются волокна Ахиллова сухожилия, позадипяточная bursa, оценивается кортикальный слой пяточной кости и состояние подошвенного апоневроза. Пациент находится в положении лежа на животе, со свисающей свободно стопой. Датчик располагают продольно длинной оси волокон Ахиллова сухожилия (Рис. 10а). Сканирование начинают от места перехода камбаловидной и икроножной мышц в сухожилие и постепенно двигаются к месту прикрепления сухожилия на пяточной кости. В этом месте обычно визуализируется позадипяточная bursa, диаметр которой не должен превышать 2,5 мм. Ахиллово сухожилие не имеет синовиальной оболочки и при ультразвуковом сканировании по его краям видны гиперэхогенные линии - паратенон. Обязательно получение как продольного, так и поперечного срезов (Рис.10б).

Средний передне-задний диаметр сухожилия при поперечном сканировании - 5-6 мм. Важно помнить, что при разрывах Ахиллова сухожилия необходимо проведение функциональной пробы, которая заключается в оценке состояния места разрыва при сгибании и разгибании стопы. Если в обеих этих позициях имеет место расхождение разорванных волокон (диастаз), то необходимо оперативное лечение, если нет - то консервативное.

По показаниям проводят исследование подошвенной области стопы. Оценивают структуру и область прикрепления подошвенного сухожилия. Датчик устанавливают в области пяточного бугра и сканируют продольно ходу волокон сухожилия (Рис. 11а). Получают продольные и поперечные срезы сухожилия (Рис.11б).

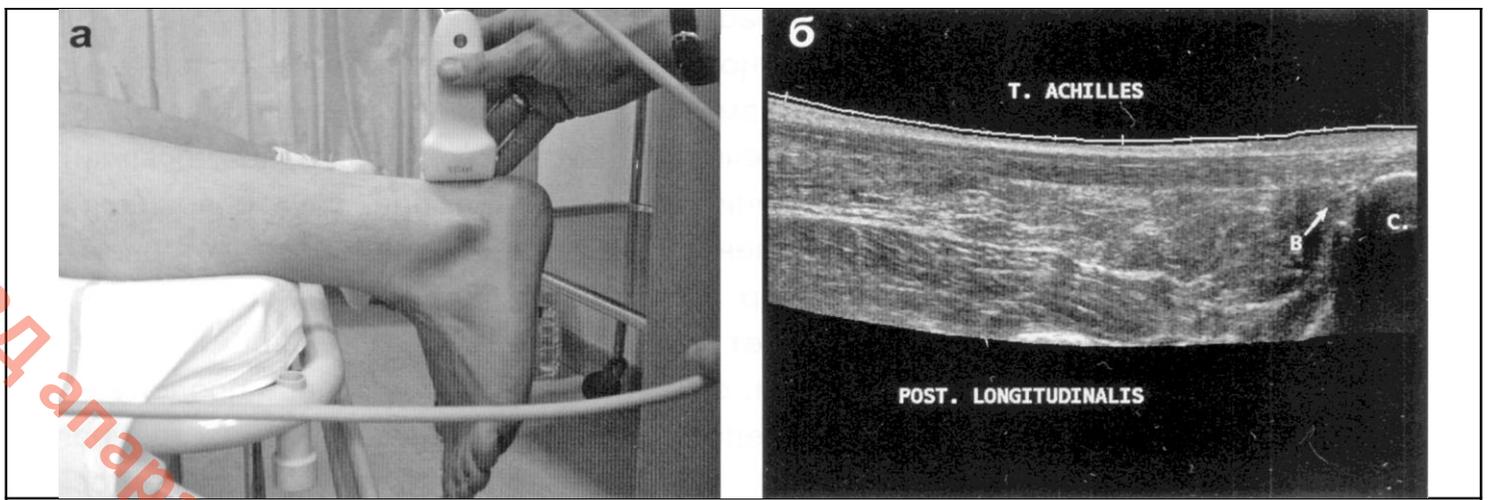


Рис.10а,б

а - позиция для оценки ахиллова сухожилия при продольном сканировании.

б - панорамное сканирование ахиллова сухожилия, продольный срез: пяточная кость (С), позадипяточная сумка (В).

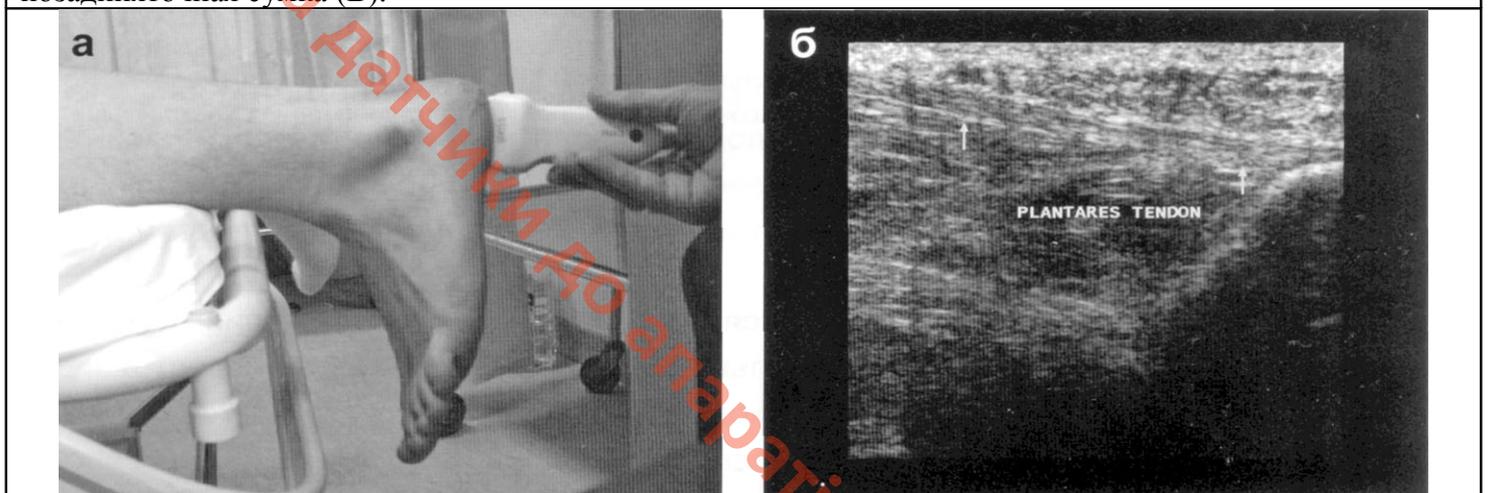


Рис.11а,б

а - позиция для оценки подошвенной фасции при продольном сканировании.

б - подошвенная фасция (стрелки). Продольный срез.

3. Ультразвуковая диагностика повреждений голеностопного сустава

Разрывы связок голеностопного сустава.

Повреждения связок голеностопного сустава встречаются в основном у спортсменов. Типичным механизмом травмы является подворачивание стопы кнутри или кнаружи в момент нагрузки на конечность (бег, соскок со снаряда, прыжки). Возможен и другой механизм повреждения, причиной которого служит вращение стопы относительно продольной оси голени. Такие травмы чаще всего встречаются у лыжников, когда при спуске с гор носок лыжи задевает за какое-нибудь препятствие, а сам лыжник продолжает движение вперед по инерции. В этот момент стопа, фиксированная ботинком, остается на месте, а голень продолжает поступательное движение вперед, вследствие чего появляется насильственная эверсия стопы (вращение стопы в голеностопном суставе вокруг продольной оси голени кнаружи). Исходя из вышеописанных механизмов развития травмы, повреждаются различные связочные компоненты голеностопного сустава. Так, например, наружные боковые связки повреждаются при супинации и инверсии стопы, а дельтовидная и межберцовые связки могут пострадать при пронации и эверсии (Рис.12а).

По тяжести повреждений следует различать надрывы (растяжение связок) и разрывы связок. При частичном разрыве пациенты жалуются на локальную боль в местах прикрепления поврежденных связок к кости, которые усиливаются при пальпации. В области повреждения визуализируется припухлость и кровоподтек, обусловленные гемартрозом. Характерным клиническим признаком повреждения передних порций боковых связок является усиление болей при проверке симптома "выдвижного ящика". При повреждениях межберцовых связок у большинства пациентов можно отметить усиление локальных болей при разгибании стопы в голеностопном суставе. При надрывах и

разрывах наружных боковых связок боли усиливаются при выведении стопы в положение супинации и инверсии, а при травмах дельтовидной и межберцовых связок - пронации и эверсии.

При разрыве дельтовидной связки характерным признаком явился диастаз между внутренней лодыжкой и внутренней боковой поверхностью таранной кости. Таранная кость смещается кнутри. При ультразвуковом исследовании отмечается разволокнение и нарушение типичного хода волокон связки. При этом связка утолщается, снижается ее эхогенность. На фоне эхогенной жировой клетчатки хорошо выявляются гипозоногенные волокна разорванной связки (Рис.12б).

При частичном разрыве передней таранно-малоберцовой связки в зоне разрыва определяется участок пониженной эхогенности - гематома и отек окружающих мягких тканей (Рис.12в).

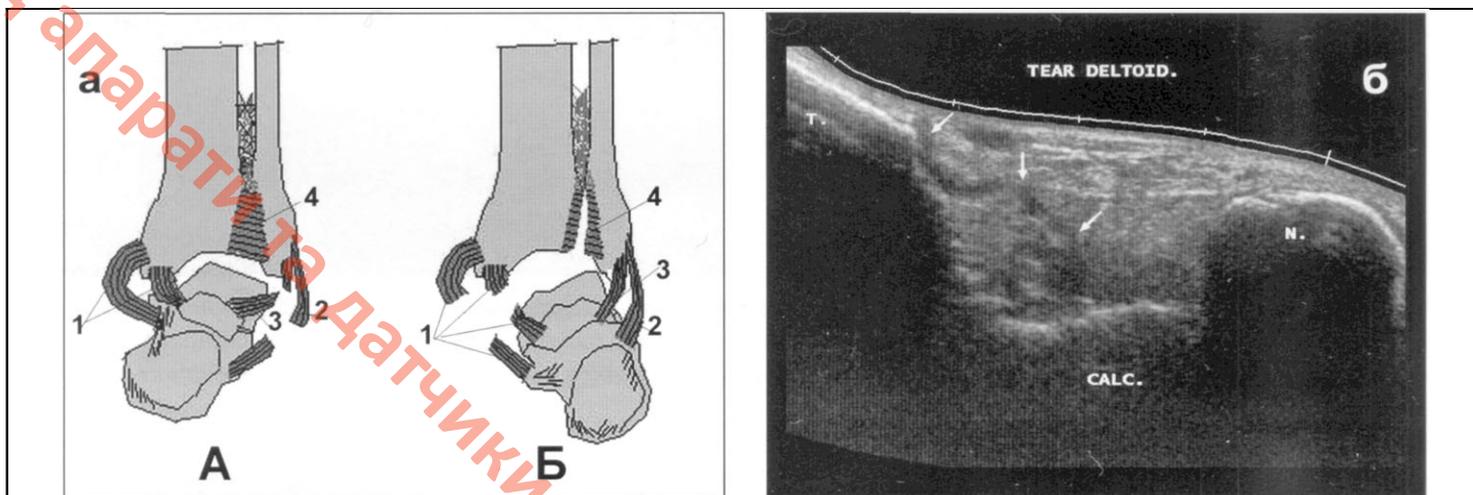


Рис.12а,б,в

а - схематическое изображение разрывов связок голеностопного сустава (**А** - латеральной группы, **Б** - медиальной группы): **1** - дельтовидная связка, **2** - таранно-малоберцовая связка, **3** - пяточно-малоберцовая связка, **4** - задняя межберцовая связка.

б - разрыв дельтовидной связки, составляющих ее волокон большеберцово-ладьевидной связки с образованием гематомы и отека в месте разрыва (разорванная связка обозначена стрелками): большеберцовая кость (**Т**), ладьевидная кость (**Н**), пяточная (**Calc**).

в - разрыв таранно-малоберцовой связки с образованием гематомы в месте разрыва: таранная кость (**Т**), малоберцовая кость (**Ф**).

Разрыв сухожилий голеностопного сустава.

Общей проблемой для группы латеральных или перониальных сухожилий (сухожилие длинной малоберцовой мышцы и сухожилие короткой малоберцовой мышцы) являются сублюксация и дислокация. Разрывы этих сухожилий чрезвычайно редки. Обычно они наблюдаются при травмах пяточной кости и латеральной лодыжки, которые сопровождаются дислокацией перониальных сухожилий. Иногда присутствуют признаки тендинита и теносиновита. Клиническая картина характеризуется рецидивирующим течением, болями по ходу сухожилия, усиливающимися при пальпации. Сухожилие утолщено в объеме, структура его неоднородная за счет отека (Рис. 13а,б).

Что касается группы медиальных сухожилий (сухожилие задней большеберцовой мышцы, сухожилие длинного сгибателя пальцев и сухожилие длинного сгибателя большого пальца), то для них более характерно наличие воспалительных изменений и присутствие тендинитов, тендинозов и теносиновитов. Разрывы сухожилия задней большеберцовой мышцы могут наблюдаться в проекции медиальной лодыжки, причем наличие хронического разрыва наиболее типично.

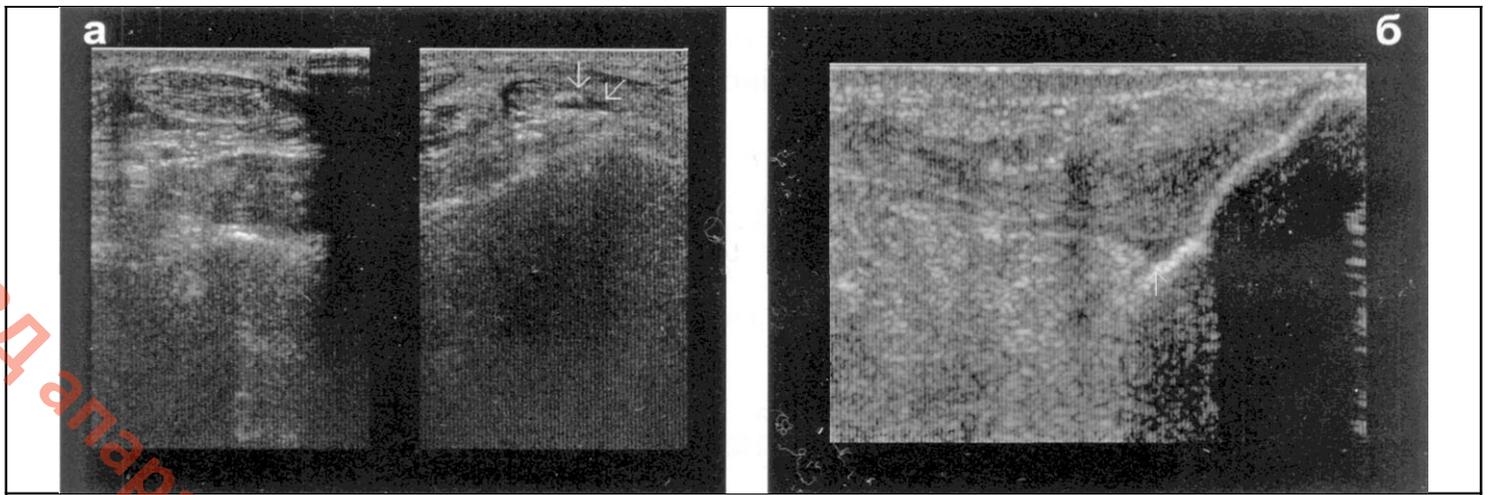


Рис.13а,б Частичный разрыв сухожилия короткой головки малоберцовой мышцы (стрелки).

а - поперечный срез: сравнение с контрлатеральным отделом.

б - продольный срез: стрелкой обозначено место отрыва сухожилия с образованием гематомы.

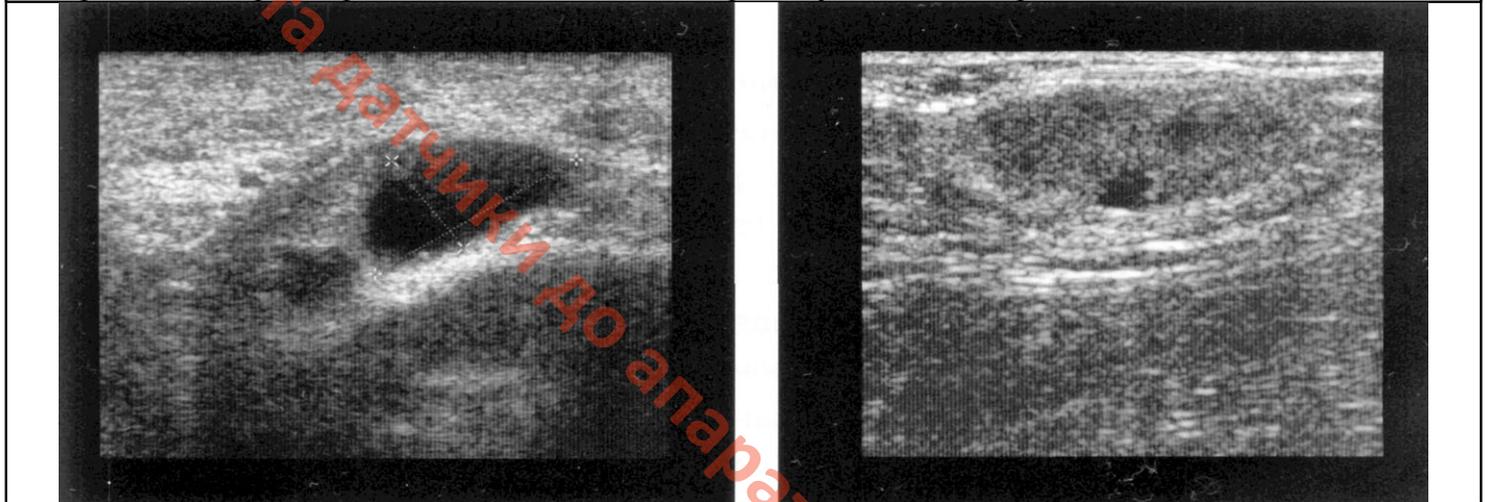


Рис.14 Полный разрыв сухожилия задней большеберцовой мышцы. Симптом пустого "футляра".

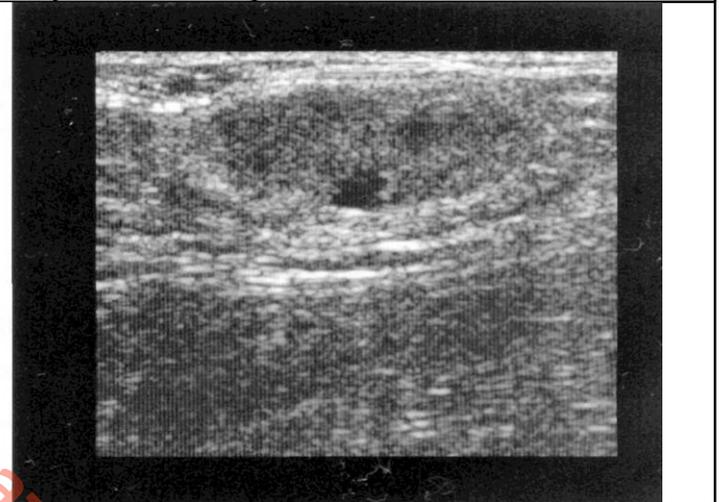


Рис.15 Частичный разрыв сухожилий передней группы: геморрагический выпот в синовиальном влагалище сухожилия, разволокнение в месте разрыва.

При ультразвуковом исследовании при разрыве видны гипоэхогенный участок в сухожилии и жидкость в его влагалище ([Рис.14](#)). Разрывы сухожилий передней группы очень редки. Они встречаются при балетной травме, у футболистов. Ультразвуковые проявления такие же, как и при разрыве сухожилий медиальной и латеральной группы. Также наблюдается прерывистость хода волокон, выпот в синовиальном влагалище сухожилия ([Рис.15](#)).

Тендинит сухожилий голеностопного сустава.

При наличии тендинита также будет наблюдаться жидкость во влагалище, окружающем сухожилие, но само сухожилие будет выглядеть обычно. Диагноз в таком случае уже будет формулироваться как теносиновит. Теносиновит обычно является следствием механического воздействия на сухожилие или как результат заболевания - ревматоидного артрита. Для ревматоидного поражения характерно уменьшение диаметра сухожилия, тогда как для обычного воспаления характерно наоборот утолщение сухожилия ([Рис.16](#), [Рис.17](#)). Необходимо дифференцировать выпот в синовиальном влагалище сухожилия и гигромы. Гигромы имеют ограниченную протяженность и закругленные края ([Рис.18](#), [Рис.19](#)).

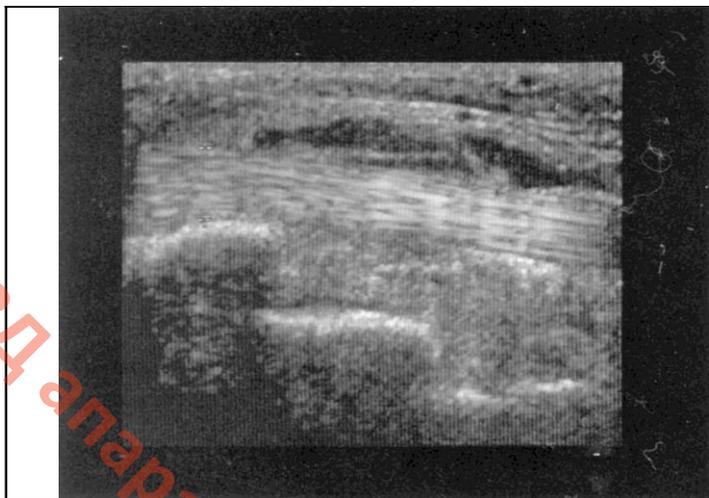


Рис.16 Теносиновит сухожилия задней большеберцовой мышцы (продольный срез): целостность сухожилия не нарушена, определяется выпот в синовиальном влагалище.

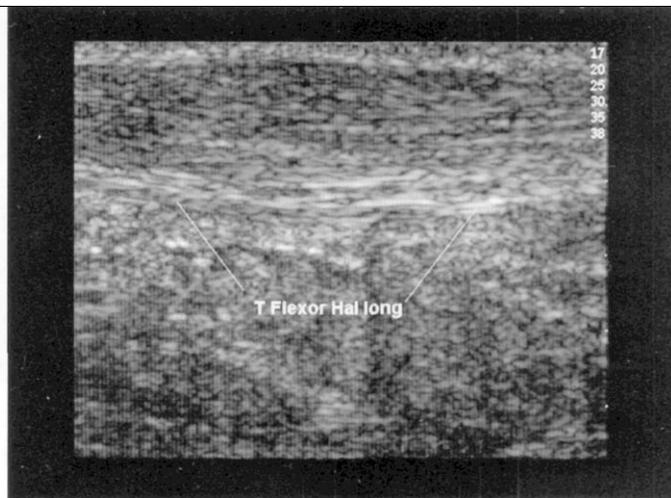


Рис.17 Тендинит сухожилия длинного сгибателя пальцев (продольный срез): сухожилие резко утолщено, эхогенность его снижена.

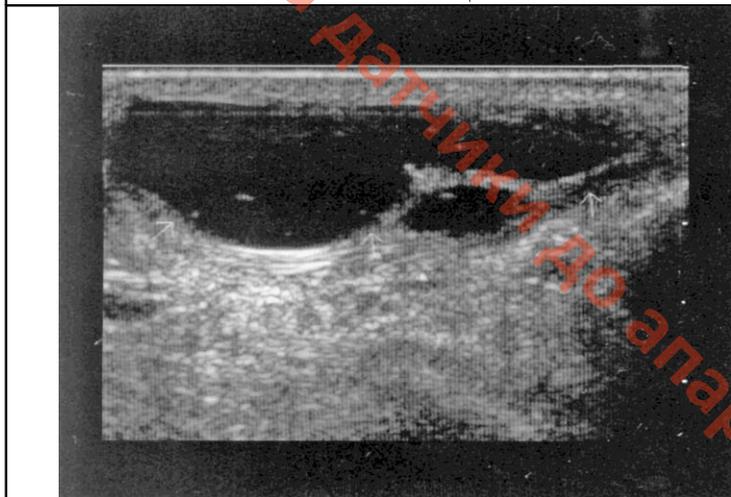


Рис.18 Гигрома сухожилия длинного разгибателя большого пальца (стрелки).

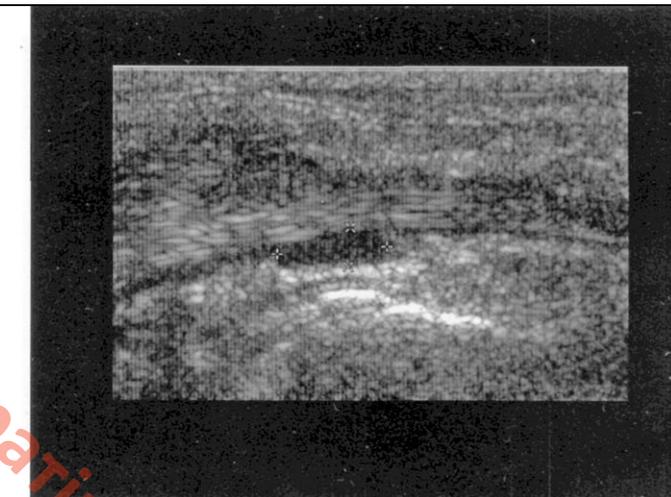


Рис.19 Гигрома сухожилия длинной головки малоберцовой мышцы (маркеры).

Разрыв ахиллова сухожилия.

Разрывы ахиллова сухожилия возникают исключительно вследствие травмы. Они могут встречаться не только у спортсменов, подверженных чрезмерным стрессовым нагрузкам, но и у простых людей после неловкого движения и неадекватной нагрузки на сухожилие. Иногда, в случаях неполного разрыва, диагноз может быть просмотрен клиницистом.

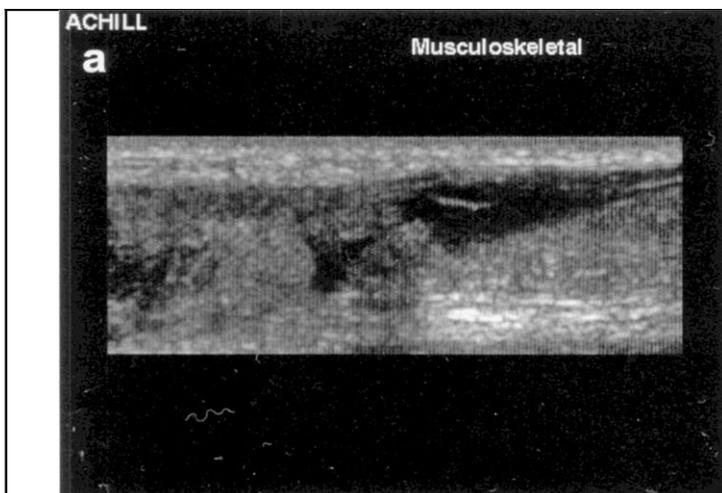


Рис.20а,б Полный разрыв ахиллова сухожилия с образованием гематомы. Трехмерная волнометрическая реконструкция, а - сагиттальный срез, б - аксиальный срез на уровне разрыва.

Данные УЗИ играют важную роль при постановке диагноза. При полных разрывах ахиллова сухожилия определяется нарушение целостности волокон, появление в месте разрыва гипоэхогенной зоны различной протяженности, диастаз волокон. Зона разрыва, как правило, располагается на 2-6 см выше места прикрепления сухожилия. Иногда, при полном разрыве сухожилие не обнаруживается в типичном месте. Гематома вокруг разрыва, как правило, небольшая, из-за слабой васкуляризации сухожилия ([Рис.20а,б](#)).

С помощью УЗИ можно достаточно надежно установить уровень и размеры разрыва, а также отличить частичный разрыв от полного. Так, при частичном разрыве сухожилия дефект ткани локализуется в толще сухожилия и прерывается только один контур ([Рис.21 а,б,в,г](#), [Рис.22а,б](#)).

Следует помнить, что при разрыве кисты Бейкера жидкость может спуститься вниз до уровня Ахиллова сухожилия и симулировать его поражение. Разрывы медиальной головки икроножной мышцы также могут вызывать боли в проекции мышечно-сухожильного перехода.

С помощью УЗИ можно достаточно легко исключить патологические изменения Ахиллова сухожилия. При застарелых разрывах Ахиллова сухожилия, давностью до 6 недель, в месте разрыва обычно виден стойкий дефект ткани, сочетающийся с участками фиброза и мелкими кальцификатами. Сухожилие, как правило, утолщено, а эхогенность его снижена ([Рис.23а](#)). УЗИ позволяет вести мониторинг лечения при повреждениях ахиллова сухожилия.

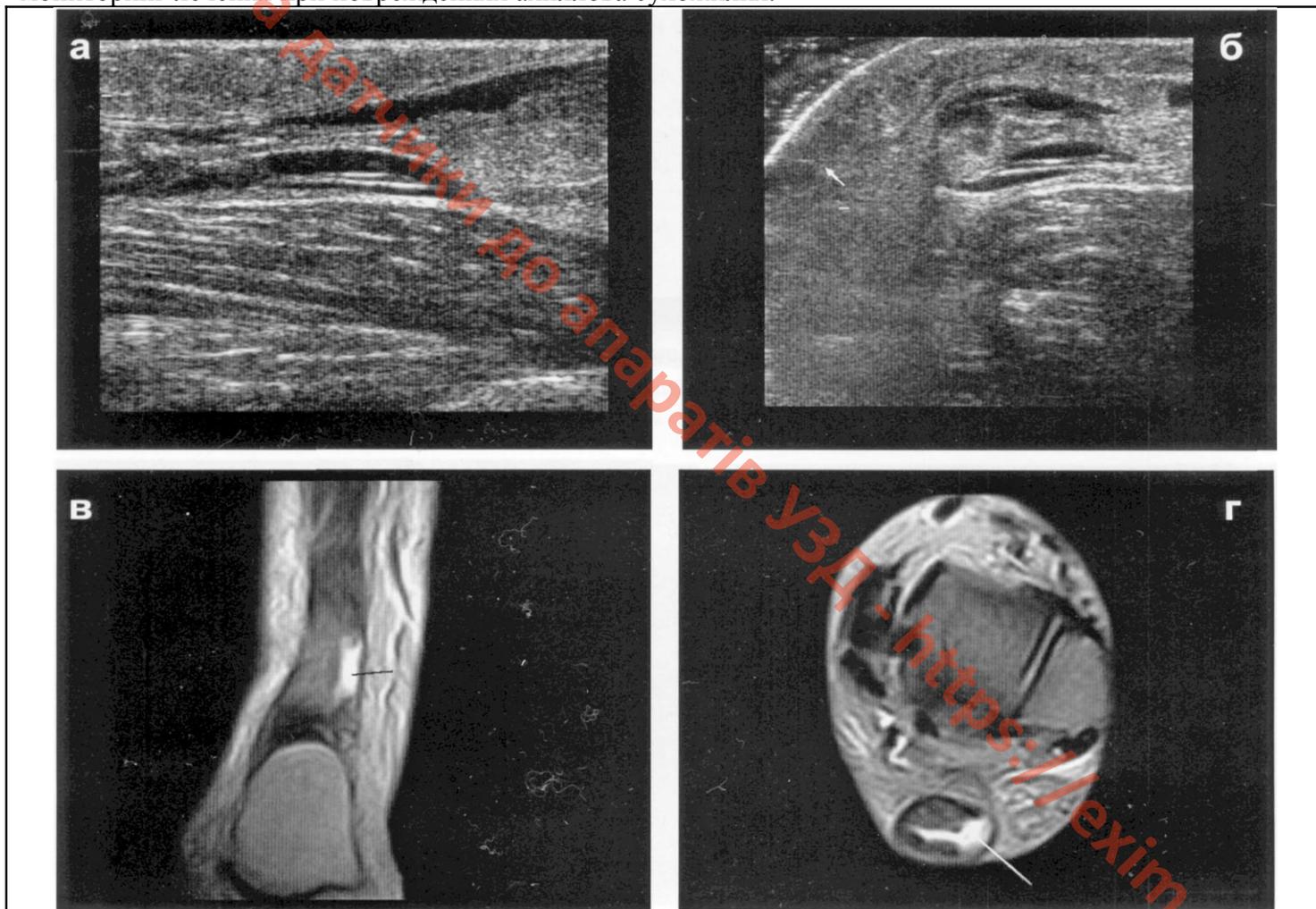


Рис.21а,б,в,г Частичный разрыв ахиллова сухожилия.

а - эхотомограмма, продольный срез: визуализируются отдельные волокна соединяющие разорванные концы сухожилия.

б - эхотомограмма, поперечный срез: четко видны зоны разрыва волокон.

в - МР-томограмма ахиллова сухожилия (фронтальный срез, T2-взвешенное изображение): виден гиперинтенсивный участок, отражающий наличие гематомы в месте разрыва волокон ахиллова сухожилия.

г - МР-томограмма голеностопного сустава (T2-взвешенное изображение, аксиальный срез): гиперинтенсивная зона в месте частичного разрыва волокон (стрелка).

При хирургическом восстановлении разорванных концов сухожилия в структуре сухожилия визуализируются гиперэхогенные лигатуры ([Рис.23б](#)). С помощью методик УЗ-ангиографии можно

точно оценивать сосудистую реакцию в зоне операции и в окружающих тканях, и, следовательно, своевременно выявить возможное воспаление ([Рис.23в](#)).

Функциональные пробы, выполненные под контролем ультразвука, помогают выявить диастаз, оценить характер восстановления активности сухожилия.

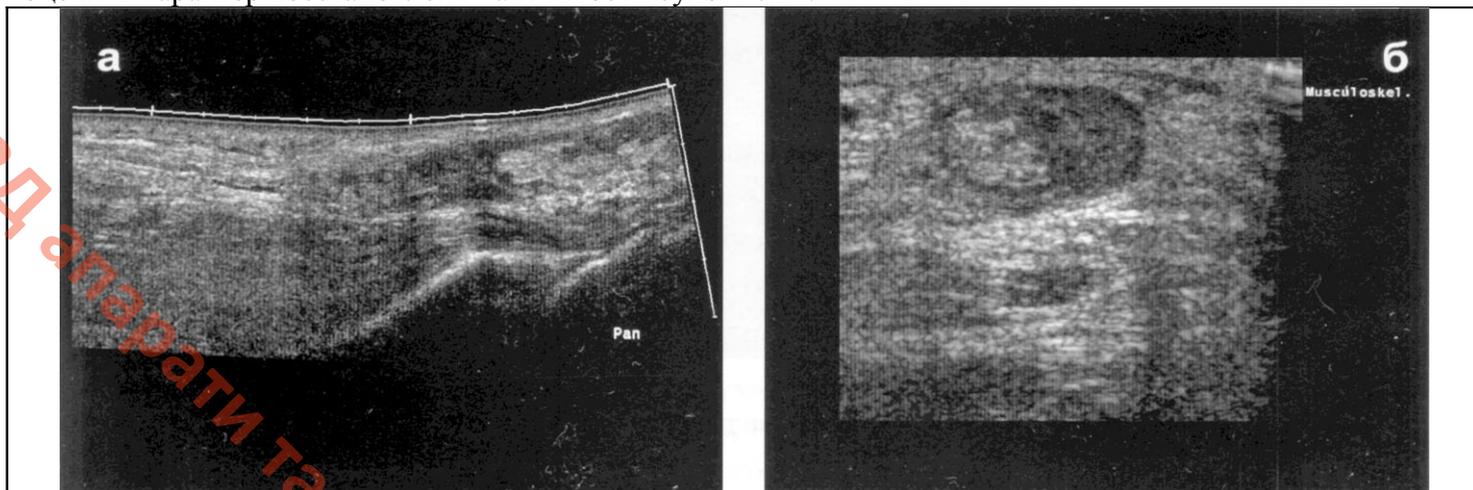


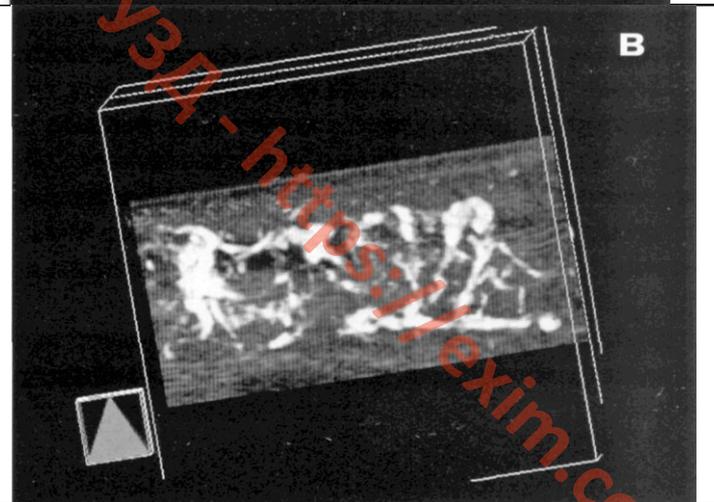
Рис.22а,б Частичный разрыв ахиллова сухожилия

а - панорамное сканирование, продольный срез: гипоэхогенная зона в месте разрыва волокон,
б - поперечный срез: прерывается только один контур.



Рис.23а,б,в

а - застарелый разрыв ахиллова сухожилия (панорамное сканирование, продольный срез): видно утолщенное сухожилие, сочетающееся с участками фиброза и мелкими кальцификатами.
б - состояние после сшивания разорванных концов ахиллова сухожилия: на фоне утолщенного и деформированного сухожилия видны гиперэхогенные лигатуры.
в - гиперваскуляризация через 1 месяц после сшивания ахиллова сухожилия. Трехмерная реконструкция.



Тендинит ахиллова сухожилия.

При остром воспалительном процессе в Ахилловом сухожилии на эхограммах сухожилие резко утолщено, эхогенность его снижена ([Рис.24а,б](#)). В воспалительный процесс может вовлекаться позапяточная bursa. При развитии воспалительных изменений размеры ее увеличиваются более 3-х мм. В данном случае позади ахиллова сухожилия визуализируется гипоэхогенная растянутая сумка ([Рис.25](#)). В стенках бursы может регистрироваться воспалительный кровоток ([Рис.26](#)).

Переход воспаления в хронический процесс сопровождается появлением неоднородности в структуре и наличием кальцификатов в ахилловом сухожилии. Кальцификаты также образуются в месте бывшего разрыва сухожилия и чаще локализуются в месте прикрепления сухожилия к пяточной кости ([Рис.27](#)). В данной зоне впоследствии часто возникают повторные разрывы.

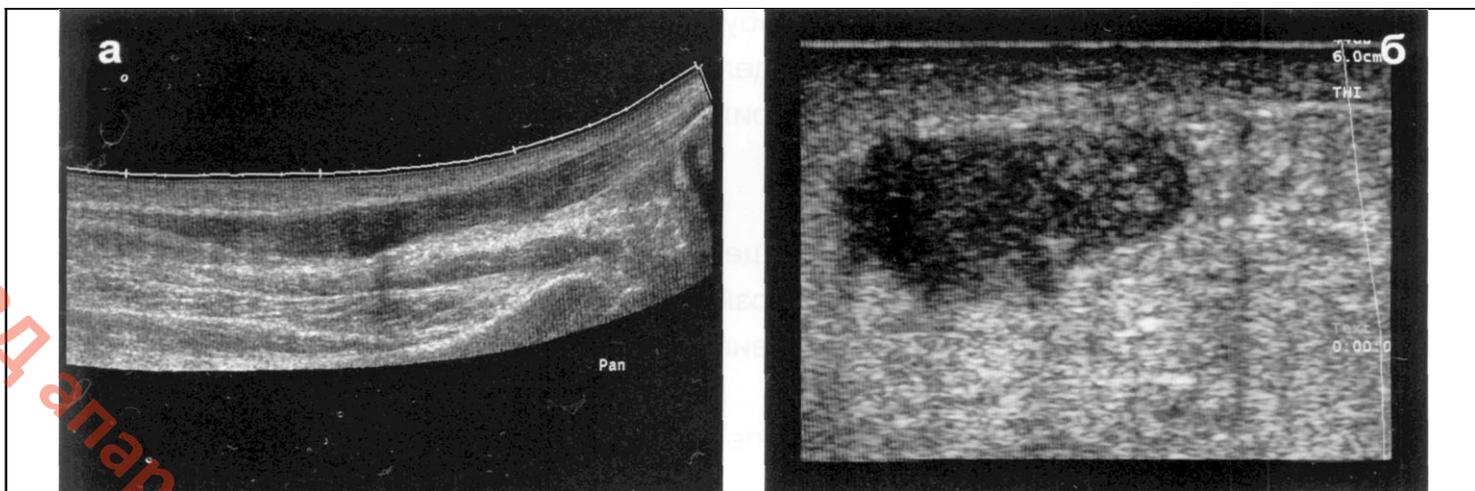


Рис.24а,б Острый тендинит ахиллова сухожилия,
а - панорамное сканирование вдоль волокон сухожилия: видно утолщенное гипоэхогенное сухожилие,
б - поперечный срез: резко увеличенный передне-задний размер и нарушенная эллипсоидная форма сухожилия.



Рис.25 Ахиллобурсит.
 Видно резко утолщенное гипоэхогенное ахиллово сухожилие и растянутая позадипяточная сумка.

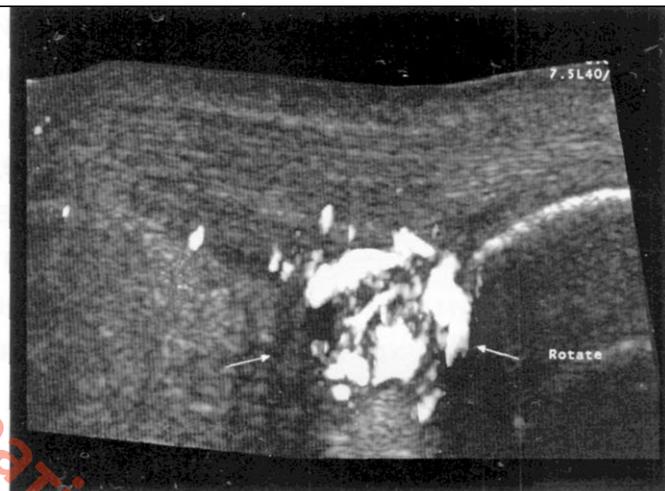


Рис.26 Ретропателлярный бурсит.
 Отмечается резкое расширение позадипяточной бурсы, с наличием гипervasкуляризации в зоне воспаления.



Рис.27 Кальцинирующий тендинит ахиллова сухожилия:
 в месте прикрепления ахиллова сухожилия к пяточной кости в толще деформированного сухожилия видна группа кальцинатов.

Клиническая картина характеризуется жгучими болями при опоре на пятку, определяемыми больными как чувство "гвоздя в пятке".

Тендиоз ахиллова сухожилия.

С возрастом, вследствие развития дегенеративных изменений в ахилловом сухожилии структура его меняется. Сухожилие становится неоднородным, утолщенным, появляются кальцификаты. При неадекватной нагрузке на сухожилие возможен его частичный или полный разрыв.

Пяточная шпора.

Костные разрастания в виде шипа или клина в области подошвенной поверхности бугра пяточной кости или у места прикрепления пяточного сухожилия называют пяточными шпорами.

Чаще всего пяточные шпоры являются следствием инволютивных изменений человеческого организма.

Клинические симптомы обусловлены прежде всего изменениями в мягких тканях: воспалением глубоких слизистых сумок (подпяточный бурсит, ахиллобурсит) и явлениями периостита. Эхографически в области пяточного бугра определяются гиперэхогенные включения вокруг которых возникает воспалительная инфильтрация за счет постоянной травматизации (Рис.28).

Мортоновская неврома.

Это относительно редко встречающееся заболевание является одной из причин метатарзалгии. Одной из причин возникновения мортоновской невромы считают сдавление веточек общих подошвенных пальцевых нервов головками плюсневых костей.

Травма, давление тесной обуви, перегрузки также влияют на развитие заболевания.

Клиническая картина характеризуется сильнейшими жгучими болями в области третьего межпальцевого промежутка на стопе, возникающими при стоянии и ходьбе в тесной обуви и ослабевающими после разгрузки стопы или снятия тесной обуви. Эхографически характеризуется возникновением утолщения между 3 и 4 межпальцевыми промежутками (Рис.29).

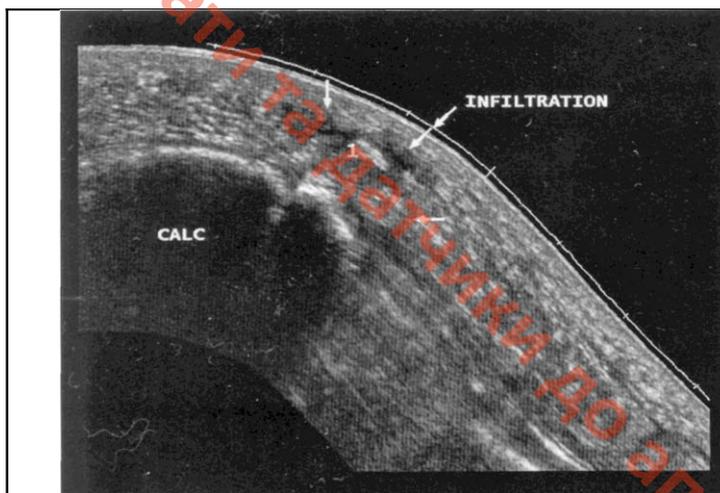


Рис.28 Пяточная шпора:
инфильтрация и отек тканей в области гиперэхогенных включений (1) выше пяточного бугра (Calc).



Рис.29 Мортоновская неврома:
увеличение в размерах и снижение эхогенности межпальцевого нерва (стрелки).

Артроз.

При остеоартрозе в первую очередь поражается суставной хрящ. Как известно, при различных движениях хрящ выполняет роль амортизатора, уменьшая давление на сочленяющиеся поверхности костей и обеспечивая их плавное скольжение относительно друг друга. Основными причинами дистрофических изменений суставного хряща голени являются перегрузка, здорового суставного хряща или его повреждение. Из-за постоянной нагрузки происходит старение и разрушение части волокон.

Хронические воспалительные процессы в суставе, системные метаболические изменения, такие, например, как подагра, эндокринные нарушения (гипотиреоз) ведут к изменению структуры суставного хряща. Слой хряща становится все тоньше, вплоть до его полного разрушения. Вместе с хрящом изменяется и костная ткань под ним. По краям сустава формируются костные выросты - остеофиты (Рис.30).

Чаще всего встречается артроз плюснефалангового сустава 1 пальца стопы, который характеризуется болями, возникающими при физической нагрузке. Постоянные болевые ощущения и их связь с физической нагрузкой отличают это заболевание от подагры. Постепенно развивается ограничение сгибания большого пальца в суставе, происходит его деформация.

Ревматоидный артрит.

Хроническая стадия заболевания характеризуется периваскулярной инфильтрацией синовиальной оболочки. Проплиферация синовиальной оболочки ведет к образованию узелков, к деформации сустава и анкилозу, так как со временем эти узелки подвергаются фиброзу и кальцификации. Воспаление периартикулярных мягких тканей, развивающееся параллельно с изменениями сустава, приводит к развитию отека и сопровождается болью при движении (Рис.31).

Ограничение подвижности сустава и фиксация его в положении сгибания приводит к постепенному развитию деформации самого сустава, контрактурам мышц и сухожилий, развитию нестабильности сустава.

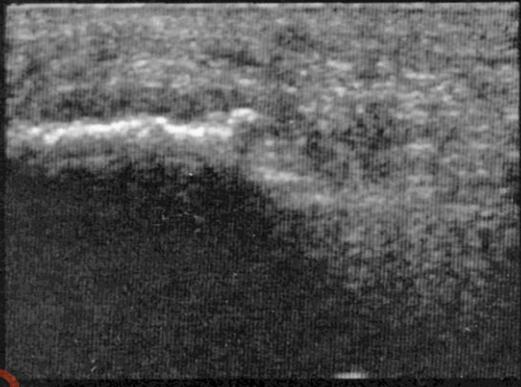


Рис.30 Артроз голеностопного сустава:
виден краевой остеофит и эрозии костной ткани.

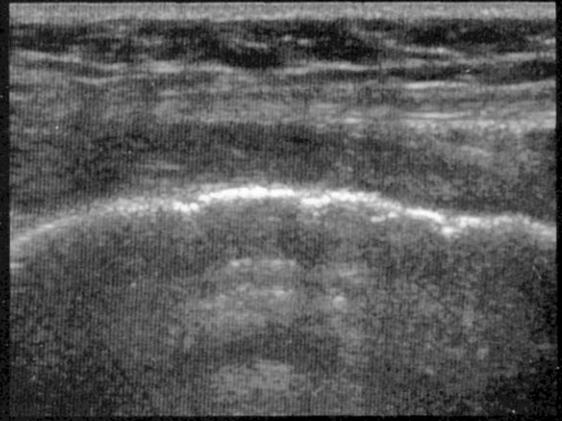


Рис.31 Ревматоидный артрит голеностопного сустава:
нарушение контуров кости с образованием эрозий.

УЗД апаратів та датчики до апаратів УЗД - <https://exim.com.ua/>

Список литературы

1. Башуров К. "Болезнь Гоффа коленного сустава". Травматология и ортопедия России 1995, №4, с.89-91.
2. Голикова Н.М., Ушакова О.А. "Дифференциальная диагностика заболеваний коленного сустава". Тезисы докладов по биологии мышц 1988, с.188-190.
3. Горбатенко С.А. "Ультразвуковая диагностика повреждения и заболевания мягких тканей опорно-двигательного аппарата". Методические рекомендации. М. 1991, с.25.
4. Зубарев А.В., Николаев А.П., Долгова И.В., Лазарев А.Ф. "Современная ультразвуковая диагностика в травматологии". Медицинская визуализация 1999, №1, с. 11-20.
5. Зубарев А.В., Николаев А.П., Долгова И.В., Лазарев А.Ф. "Современная ультразвуковая диагностика в травматологии" Медицинская визуализация 1999, №1, с. 11-34.
6. А.В. Зубарев. "Диагностический ультразвук". Реальное время 1999, с.40-69, 70-116, 117-164, 247-260, 261-271.
7. Соков Л.П., Романов М.Ф. "Деформирующие артрозы крупных суставов". Москва 1991.
8. Зубарев А.В., Долгова И.В., Архипов С.В. "Современная ультразвуковая диагностика заболеваний и повреждений плечевого сустава" Эхография, том. 1 № 4 ,2000, стр. 414-423.
9. Зубарев А.В. и др. "Ультразвуковая диагностика" глава в монографии "Диагностика и лечение повреждений и заболеваний плечевого сустава", под редакцией Миронова С.П., Архипова С.В.
10. Зубарев А.В., Николаев А.П., Лазарев А.Ф., Долгова И.В. "Возможности ультразвукового метода при повреждениях менисков" Журнал "Кремлевская медицина" № 1 1999г, стр. 57-60.
11. Миронов С.П. "Хирургическая артроскопия коленного сустава у спортсменов". В сб.: "Актуальные вопросы травматологии и ортопедии", под ред. Шапошникова Ю.Г. Москва 1991, с.65-67.
12. Миронов С.П., Орлецкий А.К. "Повреждение связок коленного сустава". Москва 1999.
13. Соков Л.П., Романов М.Ф. "Деформирующие артрозы крупных суставов". Москва 1991.
14. Франке К. "Спортивная травматология". Медицина 1981, с.238.
15. Цыкунов М.Б., Орлецкий А.К. "Клиническая и инструментальная оценка состояния активных стабилизаторов при повреждении капсульно-связочного аппарата коленного сустава". Вестник травматологии и ортопедии 1997, № 1, с.27-33.
16. Bucklein W., Vollert K., Wohlgemuth A., Bohndorf K. "Ultrasonography of acute musculoskeletal disease". Eur Radiol 2000, 10:290-296.
17. Bianchi S, Martinoli C, Keller A, Bianchi-Zamorani MP. "Giant iliopsoas bursitis: sonographic findings with magnetic resonance correlations". J Clin Ultrasound. 2002 Sep; 30(7): 37-41.
18. Blei C.L., Nirschl R.P., Grant E.G. "Achilles tendon: US diagnosis of pathologic conditions. Work in progress". Radiology 1986, 159: 765-767.
19. Burns P., Lee T., Vidt L. Introduction to ultrasonography of ankle tendons.// Clin Podiatr Med Surg. 2002. V.19. P.441-456.
20. Cardinal E., Buckwalter K.A., Capello W.N., et al. "US of the snapping iliopsoas tendon". Radiology 1996, 198:521-522. Weybright PN, Jacobson JA, Murry KH, Lin J, Fessell DP, Jamadar DA, Kabeto M, Hayes CW. "Limited effectiveness of sonography in revealing hip joint effusion: preliminary results in 21 adult patients with native and postoperative hips". AJR Am J Roentgenol. 2003; Jul;181(1): 215-8.
21. Clement H, Grechenig W, Mayr J, Peicha G. "Ultrasound diagnosis in hip trauma" Orthopade. 2002 Mar;31(3):295-9.
22. Connell D., Burke F., Coombes P. Sonographic examination of lateral epicondylitis.// AJR Am J Roentgenol. 2001. V.176. P.777-782.
23. Chiou H.J., Chou Y.H., Chang C.Y. The role of high-resolution ultrasonography in management of calcific tendonitis of the rotator cuff.// Ultrasound Med Diol. 2001. V.27. P. 735-743.
24. Choi YS, Lee SM, Song BY, Paik SH, Yoon YK. "Dynamic sonography of external snapping hip syndrome". J Ultrasound Med. 2002 Jul;21(7):753-8.
25. Chiou H.J., Chou Y.H., Wu J.J. Evaluation of calcific tendonitis of the rotator cuff: role of color Doppler ultrasonography.// J Ultrasound Med. 2002. V.21. P. 289-295.
26. Devred P, Treguier C, Ducou-Le-Pointe H. "Echography of the hip and other imaging techniques in pediatrics" J Radiol. 2001 Jun;82(6 Pt 2):803-16.

27. Dryant L., Shnier R., Bryant C, Murrell G.A. A comparison of clinical estimation, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and arthroscopy in determining the size of rotator cuff tears.// J Shoulder Elbow Surg. 2002. V.11. P.219-224.
28. Farber J.M., Buxkwalter K.A. Sports-related injuries of the shoulder: instability.// Radiol Clin North Am. 2002. V. 40. P.235-249.
29. Forbes J.R., Helms C.A., Janzen D.L.: "Acute pes anserine bursitis: MR imaging". Radiology 1995, 194:525.
30. Fornage B.D., Rifkin M.D., Touche D.H., et al. "Sonographic of the patellar tendon: Preliminary observations". Am J Roentgenol 1984, 143:179-182.
31. Karasick D., Schweitzer M.E. The os trigonum syndrome: imaging features.// AJR Am J Roentgenol. 1996. V.166. P. 125-129.
32. Khoury N.J., Saltzman C.L. Peroneus longus and brevis tendon tears: MR imaging evaluation.// Radiology. 1996. V.200. P.833-841.
33. Kneeland J.B., Rubin D.A. lateral epicondylitis.//American College of Radiology. 2000. P. 163-172.
34. Lee H.S., Joo K.B., Park C.K., Kim Y.S. Sonography of the shoulder after arthrography: preliminary results.// J Clin Ultrasound. 2002. V.30. P.23-32.
35. Martinoli C, Bianchi S., Zamorani M.P. Ultrasound of the elbow.// Europ J Ultrasound. 2001. V.14. P21-27.
36. Masciocchi C, Barile A., Satragno L. Musculoskeletal MRI: dedicated systems. // Eur. Radiol. 2000. V.10. P.250-255.
37. McNalli E.G., Ostlere S.J. Assessment of patellar maltracking using combined static and dynamic MRI.// Eur. Radiol. 2000. V.10. P.1051-1055.
38. Mellerowicz H., Hauer R.W., Schmidt W.A., Banzer D. Technique and diagnostic value of musculoskeletal ultrasonography in rheumatology. Ultrasonography of the shoulder//J Rheumatol. 2002. V.61. P.577-589.
39. Mitchell B, McCrory P, Brukner P, O'Donnell J, Colson E, Howells R. "Hip joint pathology: clinical presentation and correlation between magnetic resonance arthrography, ultrasound, and arthroscopic findings in 25 consecutive cases". Clin J Sport Med. 2003 May; 13(3): 152-6.
40. Moller M., Kalebo P., Tidebrant G., Movin T., Karlsson J. The ultrasonographic appearance of the ruptured Achilles tendon during healing: a longitudinal evaluation of surgical and nonsurgical treatment, with comparisons to MRI appearance.// Knee Surg Sports Nhamatol Arthrosc. 2002.V.10. P.49-56.
41. Nazarian L.N., Rawool N.M., Martin C.E. Synovial fluid in the hindfoot and ankle: detection of amount and distribution with US.// Radiology. 1995. V.197. P.275-278.
42. Niitsu. M., Endo. H., Ikeda K. MR imaging of the flexed knee: comparison to the extended knee in delineation of meniscal lesions.// Eur. Radiol.2000. V10. P. 1824-1827.
43. O'Driscoll S.W. Classification and evaluation of recurrent instability of the elbow.// Clin Orthop. 2000. V.370. P.34-43.
44. Pasternack W.A., Davison G.A. Plantar fibromatosis: staging by magnetic resonance imaging.// J. Foot Ankle Surg. 1993. V.32. P.390-396.
45. Popovic N., Ferrara M.A., Daenen B, Georis P. Imaging overuse injury of the elbow in professional team handball players: a bilateral comparison using plain films, stress radiography, ultrasound, and magnetic resonance imaging.// J. Sports Med. 2001. V.22. P. 60-67.
46. Reiser M.F. Foot and ankle.// J. Syllabus. Musculoskeletal Diseases.2001. P.78-83.
47. Reeder S.B., Pelc N.J., Alley M.T. Rapid imaging of articular cartilage with steady-state free precession and multipoint fat-water separation.// AJR 2003. P.357-362.
48. Rotator cuff tears: the effect of the reconstruction method on three-dimensional repair site area.//Arthroscopy. 2002. V.18. P.519-526.
49. Sarria L., Cabada T., Cozcolluela R. Carpal tunnel syndrome: usefulness of sonography.// Eur. Radiol. 2000. V.10. P. 1920-1925.
50. Schuurman A.N. Reversed palmaris longus muscle on MRI.// Eur. Radiol. 2000. V.10. P. 1242-1244.
51. Schmidt WA, Hauer RW, Banzer D, Bohl-Buhler M, Braun J, Mellerowicz H, Sattler H, Backhaus M. "Technique and value of arthrosonography in rheumatologic diagnosis. 2: Ultrasound diagnosis of the hip area" Z Rheumatol. 2002 Apr;61(2): 180-8.
52. Sattler H. "Ultrasonography in inflammatory rheumatic diseases" Orthopade. 2002 Feb;31(2):154-5.

53. Sykes C, Connell D. Ultrasound elbows MRI in joint examinations. //diagnostic imaging [europe.2003.june](#). P.31-33.
54. Savnik A., Amris K., Rogind H. MRI of the plantar structures of the foot after falanga torture.// Eur. Radiol. 2000. V.10. P. 1655-1659.
55. Schweitzer M.E. Foot and ankle.// J. Syllabus. Musculoskeletal Diseases.2001. P.84-88.
56. Tjin A Ton E.R., Schweitzer M.E., Karasick D. Pictorial essay. MR imaging of peroneal tendon disorders.// AJR Am J Roentgenol. 1997. V.168. P.135-140.
57. Tyrrell N.M., Cassar-Pullicino V.N. Intra-articular ganglion cysts of the cruciate ligaments.// Eur. Radiol.2000. V10. P.1233-1238.
58. Vahlensieck M. MRI of the shoulder.// Eur. Radiol. 2000. V.10. P. 242-249.
59. Vahlensieck M. MRI of the shoulder.// Eur. Radiol. 2000. V.10. P. 242-249.
60. Wagner S.C., Schweitzer M.E., Morrisson W.B., Fenlin J.M., Bartolozzi A.R. Shoulder instability: accuracy of MR imaging performed after surgery in depicting recurrent injury.// Radiology.2002. V.1. P.196-203.
61. Wallny T.A., Schild R.L., Schulze Bertelsbeck D. Three-dimensional ultrasonography in the diagnosis of cuff lesions.// Ultrasound Med Biol. 2001. V. 27. P.745-749.
62. Watt I. Arthritis.// Eur. Radiol. 2001. V. 11. P.273-288.
63. Zanetti M., Hodler J. Imaging of degenerative and posttraumatic disease in the shoulder joint with ultrasound.// Eur J Radiol. 2000. V.35. P. 119-125.