



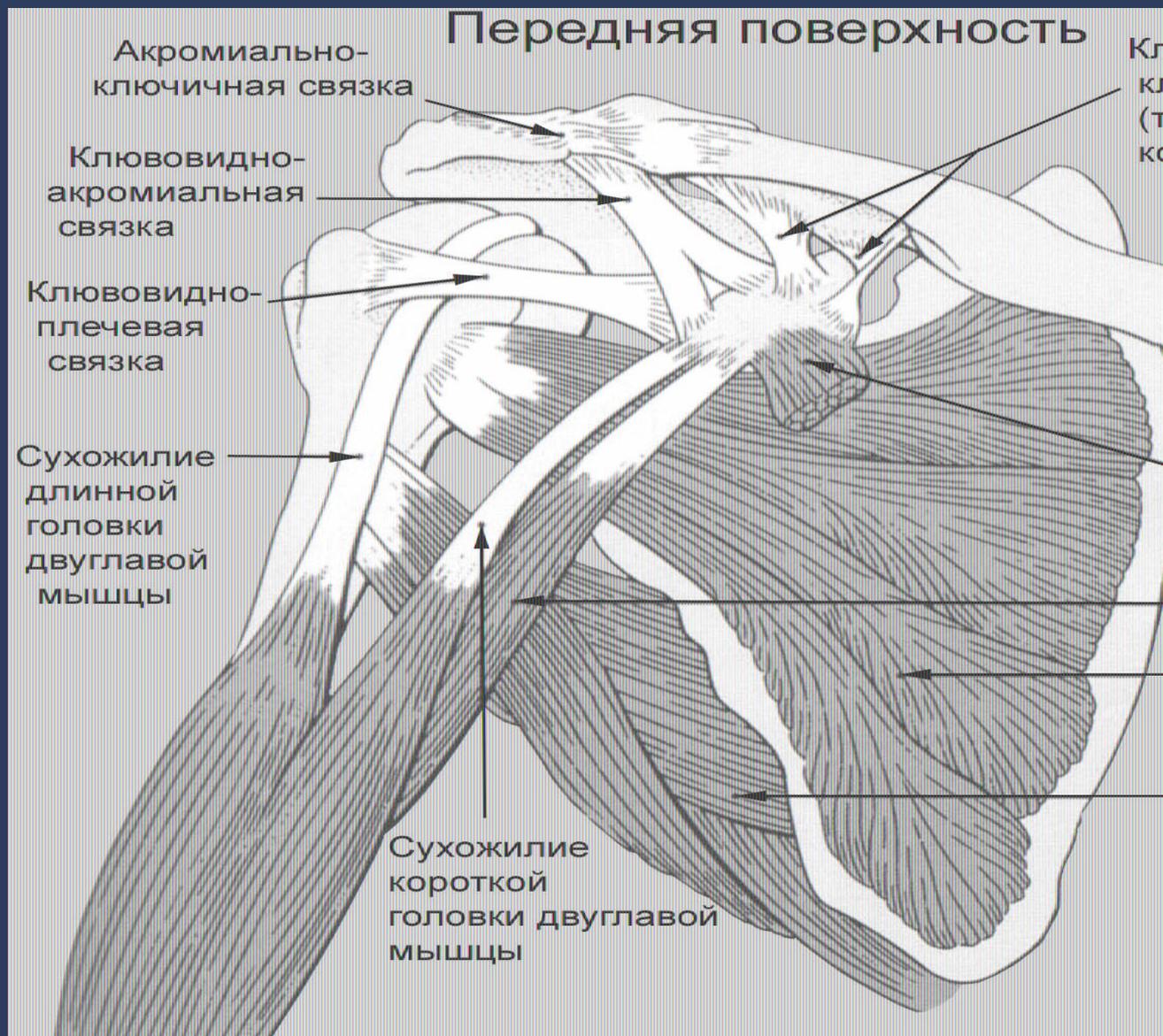
Военно-медицинская академия  
им. С.М.Кирова

Кафедра рентгенологии и  
радиологии

# ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО- РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

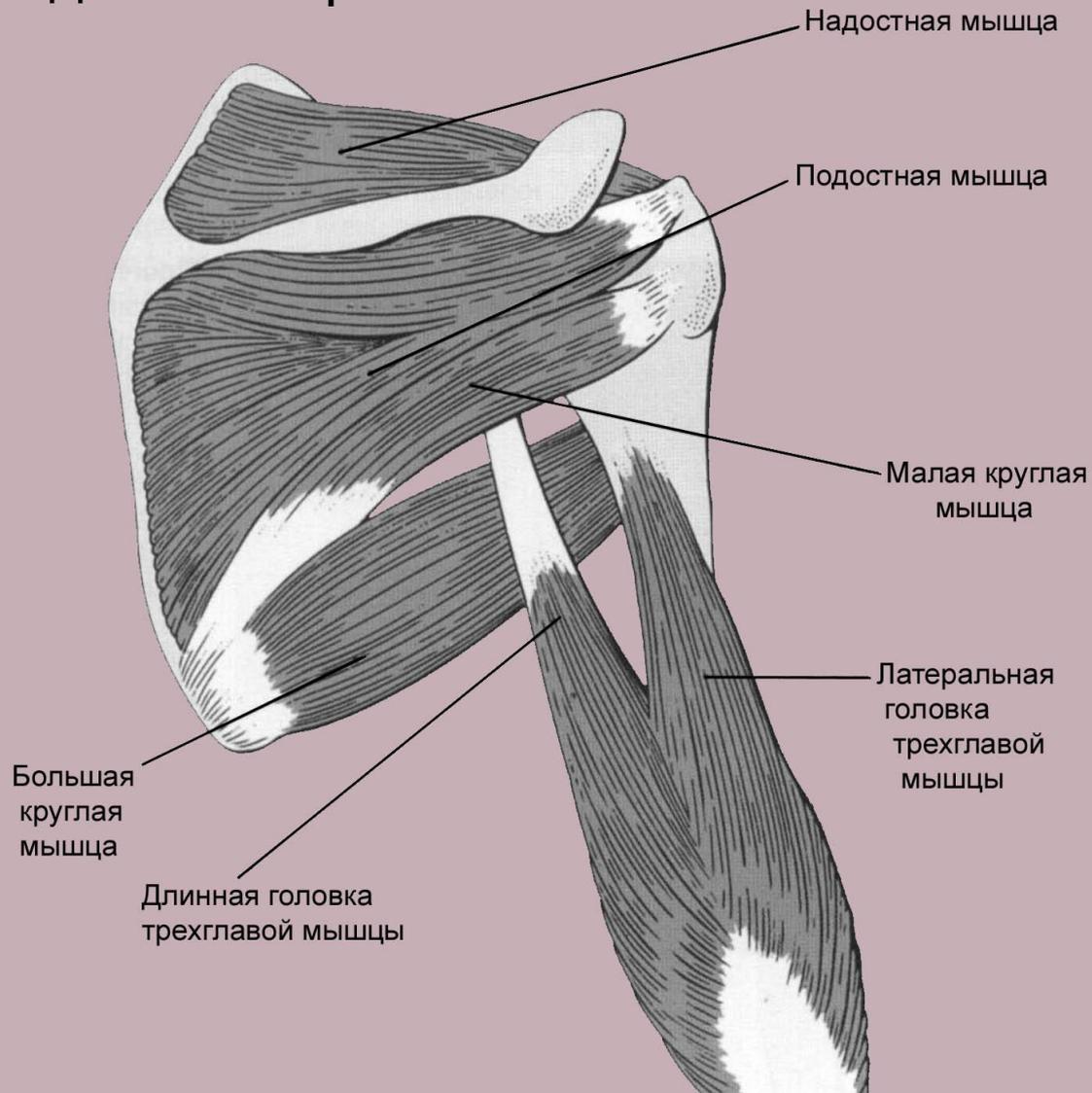
врач-рентгенолог Фёдорова Наталия Сергеевна  
Санкт-Петербург

# АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА, ПОЯС ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ



# АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА, ПОЯС ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

## Задняя поверхность



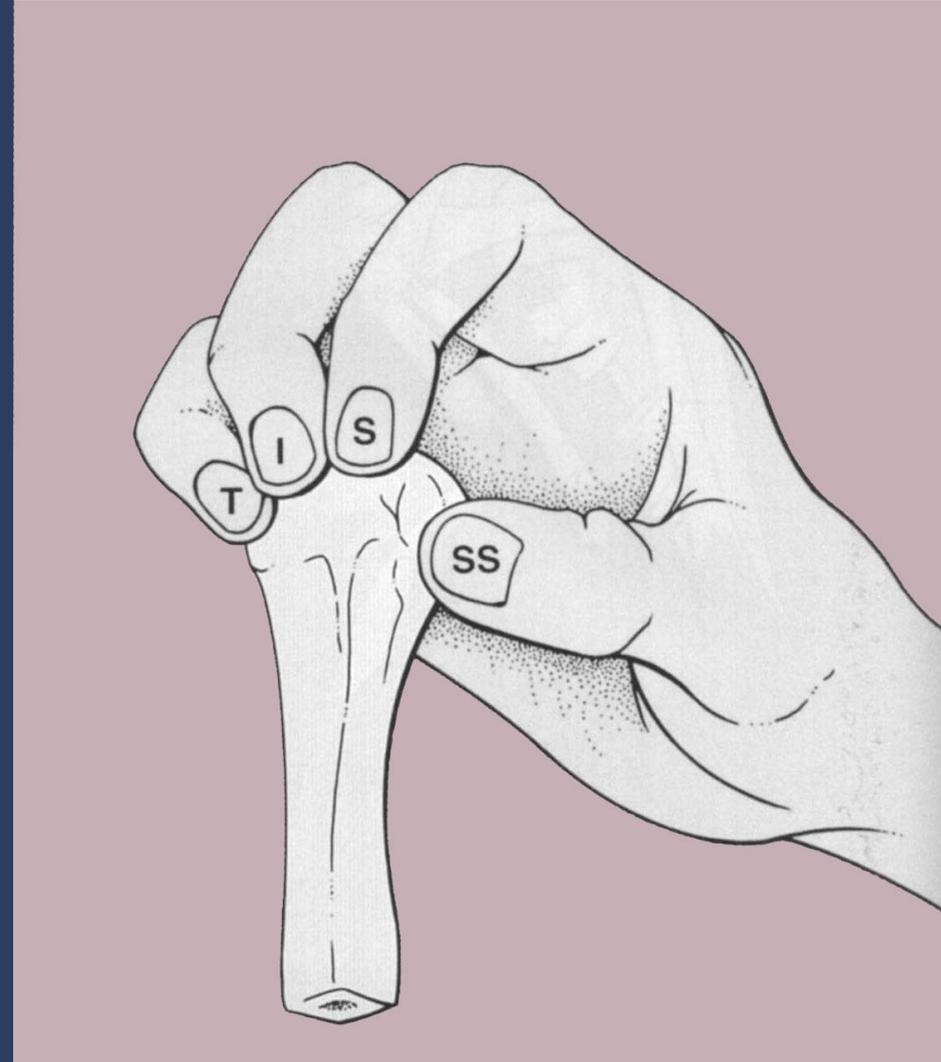
## Прикрепление мышц- ротаторов на плечевой кости

К большому бугорку:

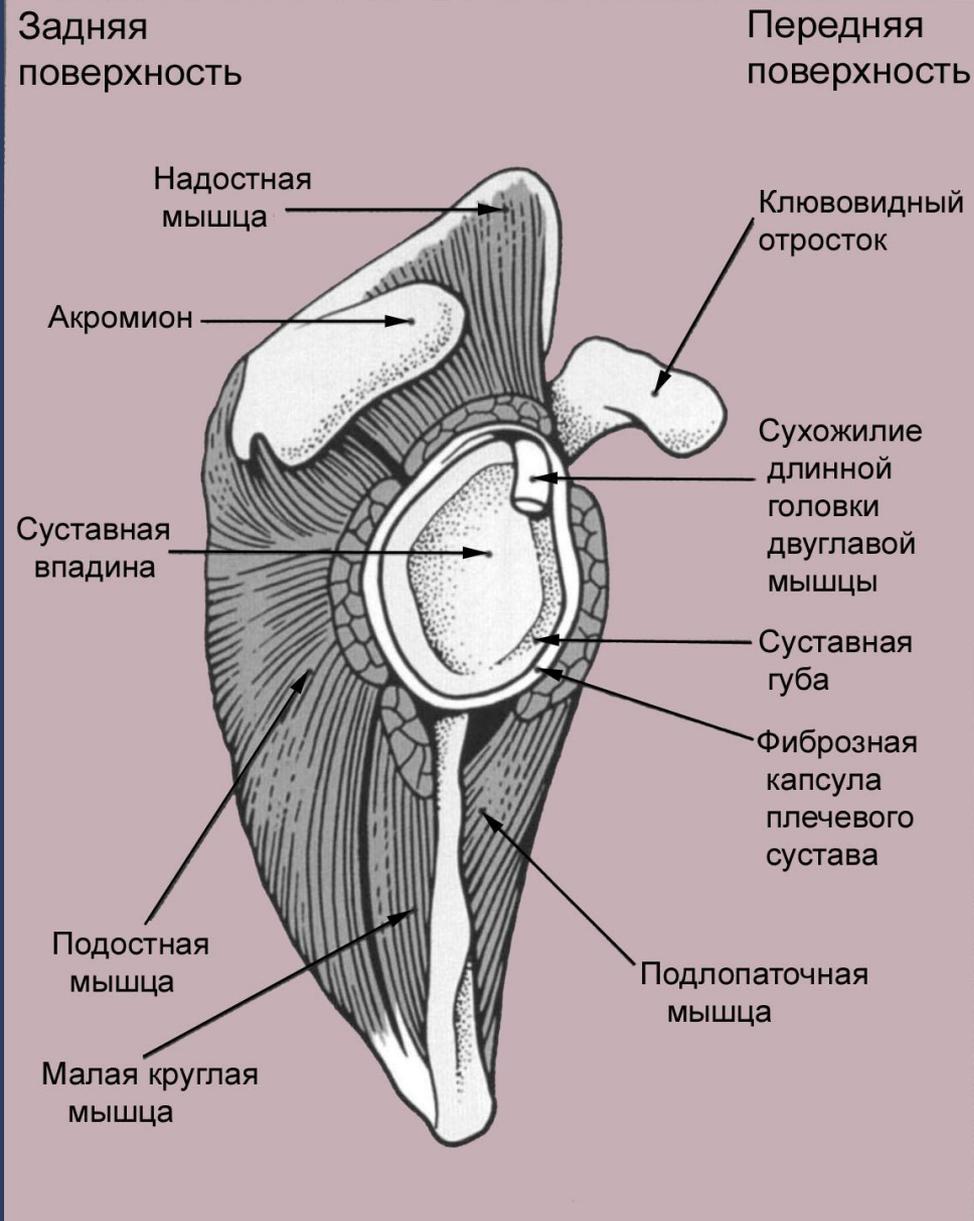
- S – сухожилие надостной мышцы;
- I – сухожилие подостной мышцы;
- T – сухожилие малой круглой мышцы

К малому бугорку:

- SS – сухожилие подлопаточной мышцы

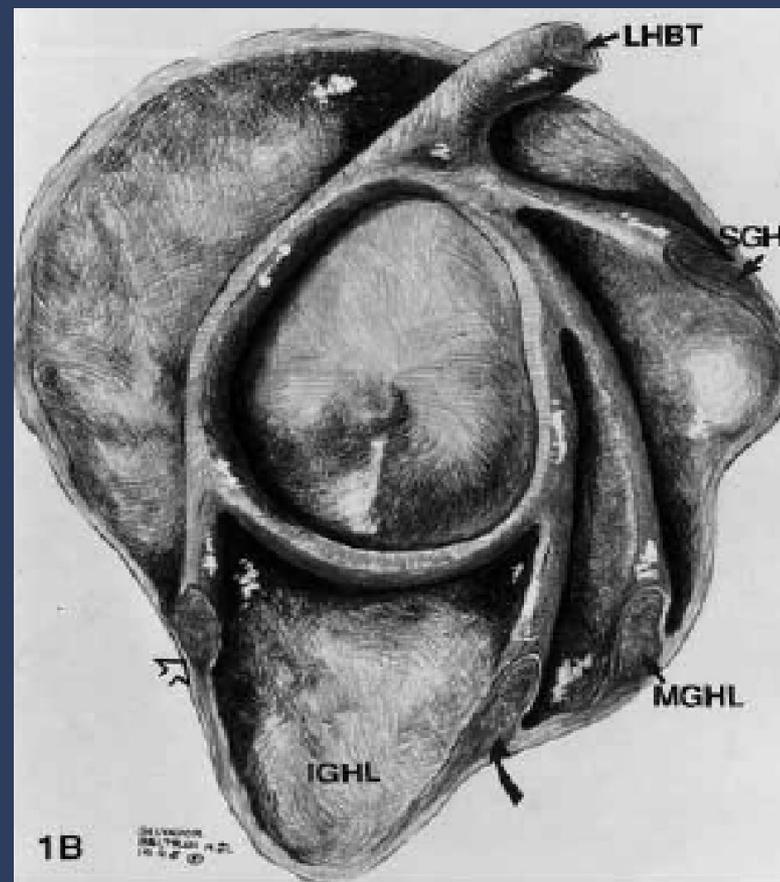
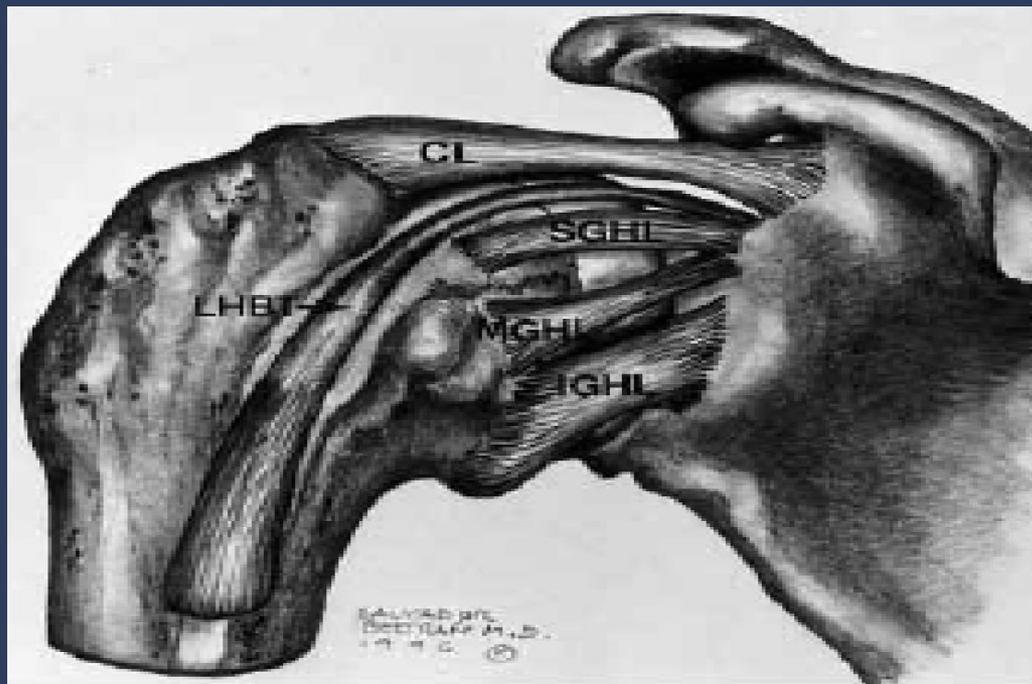


# АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА



# АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

## СУСТАВНО-ПЛЕЧЕВЫЕ СВЯЗКИ



# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

- СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ КАТУШКА ДЛЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА
- ПОЛОЖЕНИЕ ПАЦИЕНТА – ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ, ЛЕЖА НА СПИНЕ
- ВЕРХНЯЯ КОНЕЧНОСТЬ РАСПОЛАГАЕТСЯ ВДОЛЬ ТУЛОВИЩА ПАРАЛЛЕЛЬНО ТЕЛУ В ПОЛОЖЕНИИ НАРУЖНОЙ РОТАЦИИ ПЛЕЧА



# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

- ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕДНЕ-НИЖНЕГО СЕГМЕНТА СУСТАВНОЙ ГУБЫ И СУСТАВНО-ПЛЕЧЕВЫХ СВЯЗОК
- ВЕРХНЯЯ КОНЕЧНОСТЬ ПРИПОДНЯТА, В ПОЛОЖЕНИИ НАРУЖНОЙ РОТАЦИИ ПЛЕЧА



- Последовательности:
  - PD FS-ВИ – протон-взвешенные изображения с методикой жироподавления
  - T1-ВИ
  - T2-ВИ
  - T2\*-GRE-ВИ
  - 3d последовательности (3d-T2\*-GRE)
  - T1-FS-ВИ

# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

- Толщина среза – до 3-3,5 мм.
- Расстояние между срезами (dist. factor, slice gap) – до 10%
- Матрица – 256x256 (не меньше)
- FOV – 140-160 мм (100-120 мм)
- Обязательное применение импульсных последовательностей с методикой жироподавления.

# НЕПРЯМАЯ МР-АРТРОГРАФИЯ

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ МЕТОДИКА МРТ, ПОЗВОЛЯЮЩАЯ УТОЧНЯТЬ И ДЕТАЛИЗИРОВАТЬ ТРАВМАТИЧЕСКИЕ И ДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕ- И ВНУТРИСУСТАВНЫХ СТРУКТУР СУСТАВОВ

## Методика

**1 этап Традиционная МРТ плечевого сустава в трех плоскостях**

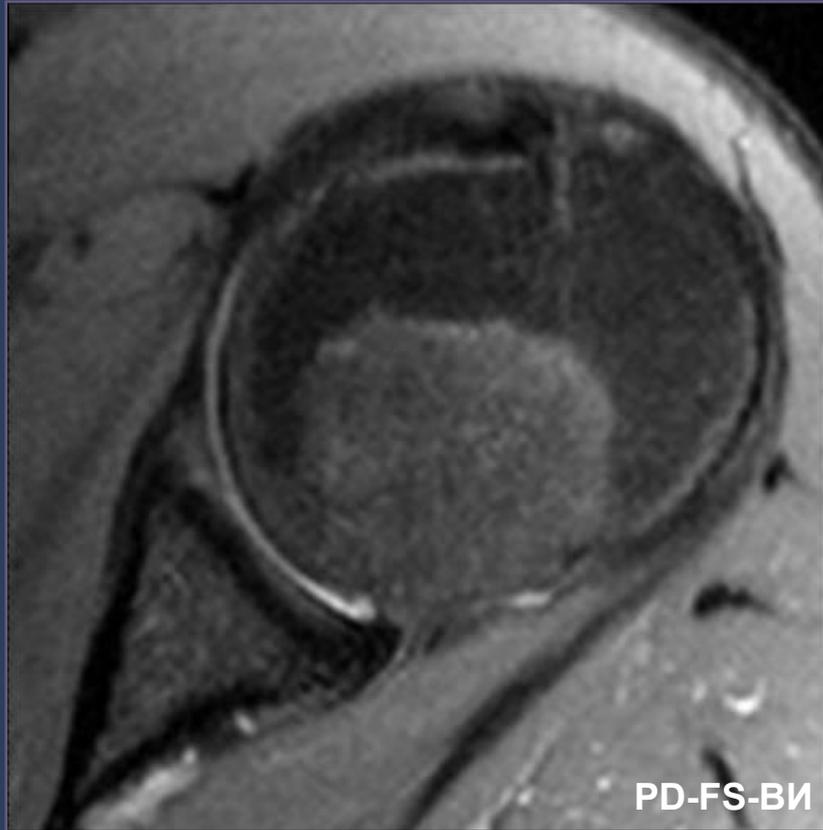
**2 этап Внутривенное введение парамагнитного контрастного вещества в дозе 0,1 ммоль/кг массы тела пациента**

**3 этап Выполнение пациентом физических упражнений в течение 30 минут с приемлемой для больного нагрузкой на верхнюю конечность, необходимые для диффузии парамагнитного контрастного вещества в полость сустава**

**4 этап Постконтрастное МР-исследование с получением отсроченных T1-FS-ВИ в трех плоскостях**

# НЕПРЯМАЯ МР-АРТРОГРАФИЯ

- Пострадавший А., 19 лет. Военнослужащий, спортсмен.
- В анамнезе вывих плеча и многократные подвывихи во время занятий борьбой.



аксиальная плоскость  
(до введения контрастного вещества)



аксиальная плоскость  
(после введения контрастного вещества)

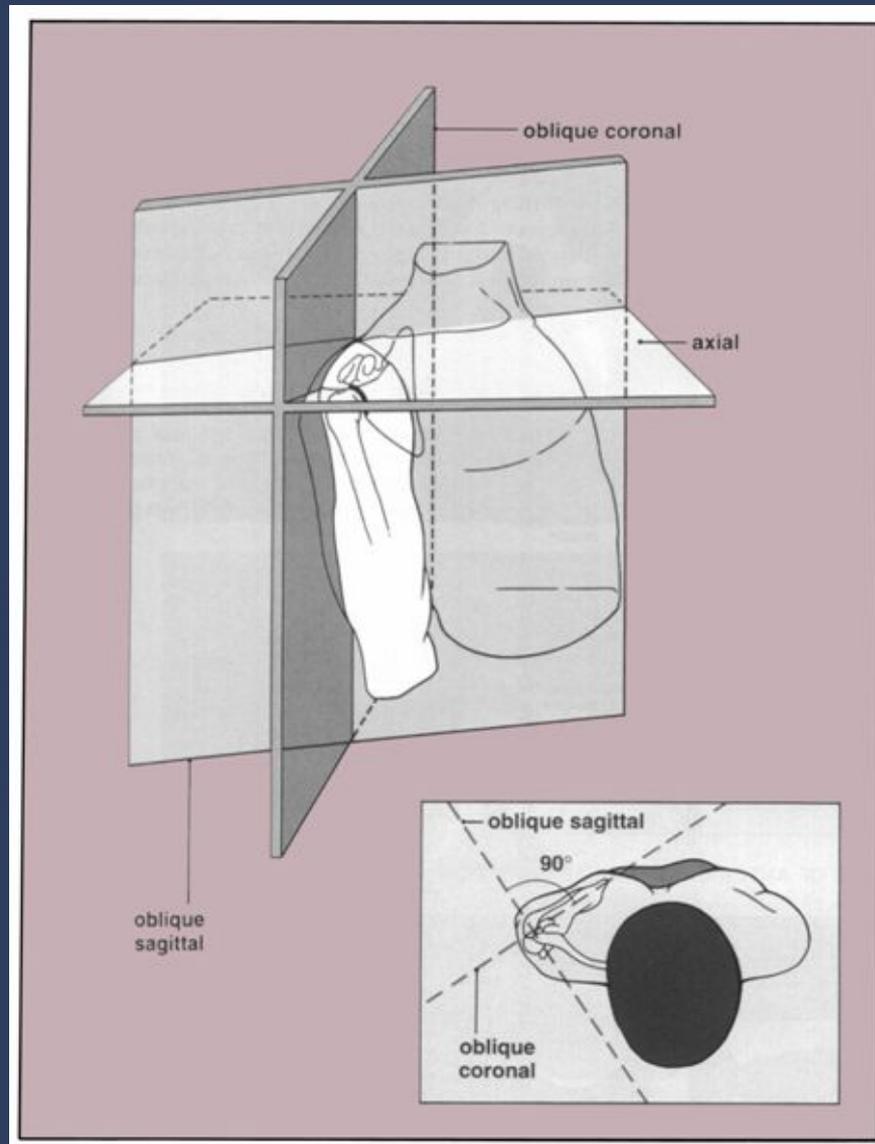
- Разрыв передних отделов суставной губы плечевого сустава
- Положительный симптом «затекания» контрастированной синовиальной жидкости

# ПРЯМАЯ МР-АРТРОГРАФИЯ

- Введение контрастного препарата в полость плечевого сустава.
- Недостатки:
  - инвазивность
  - необходимость соблюдения стерильных условий

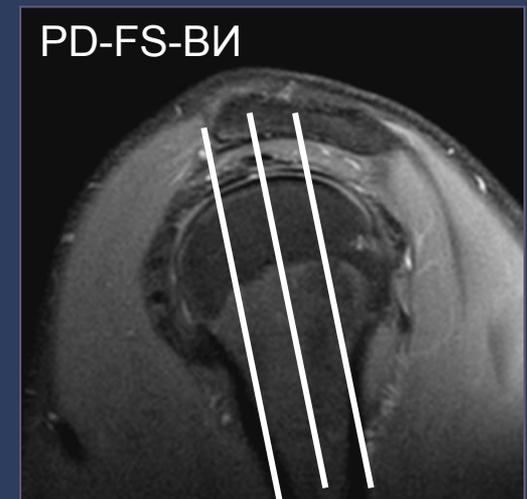
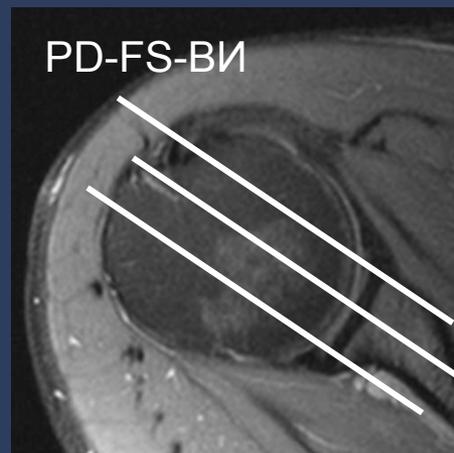
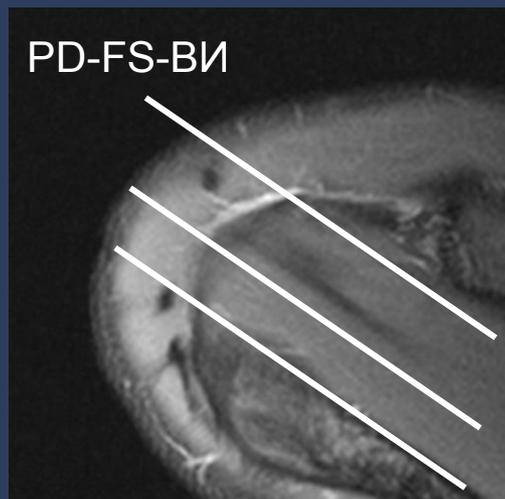
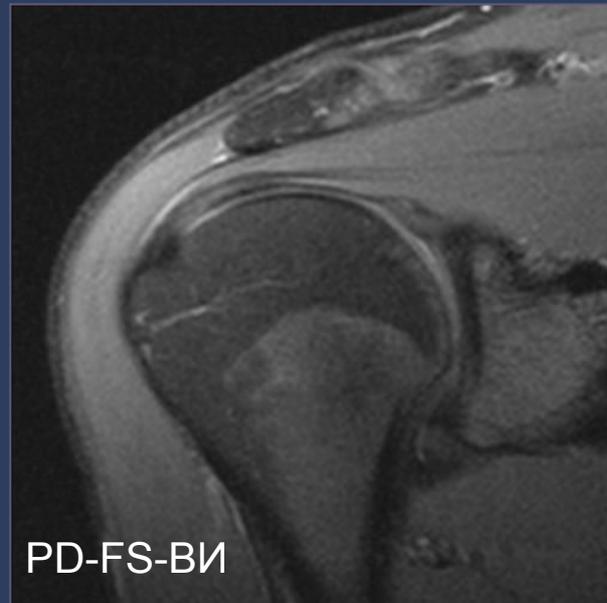
# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

## Позиционирование плоскостей сканирования



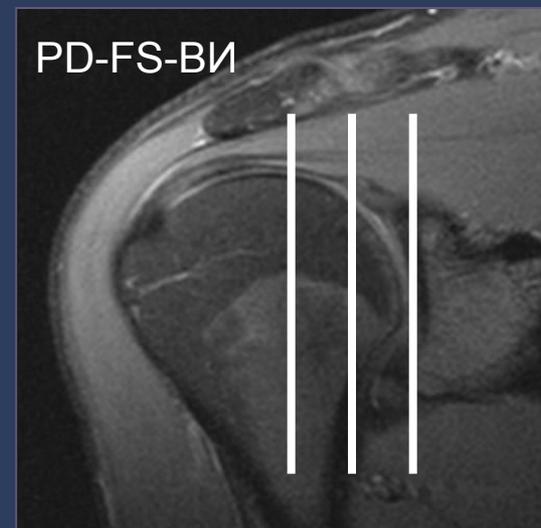
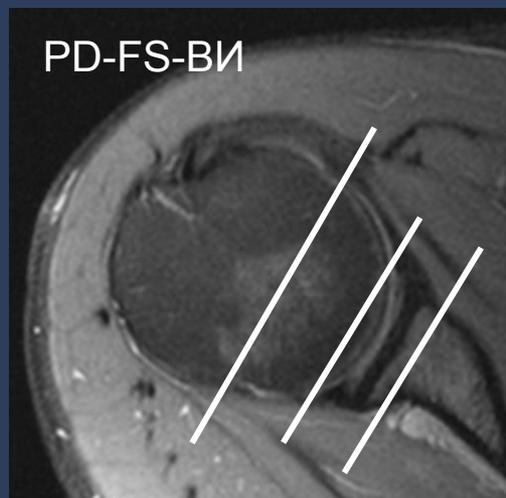
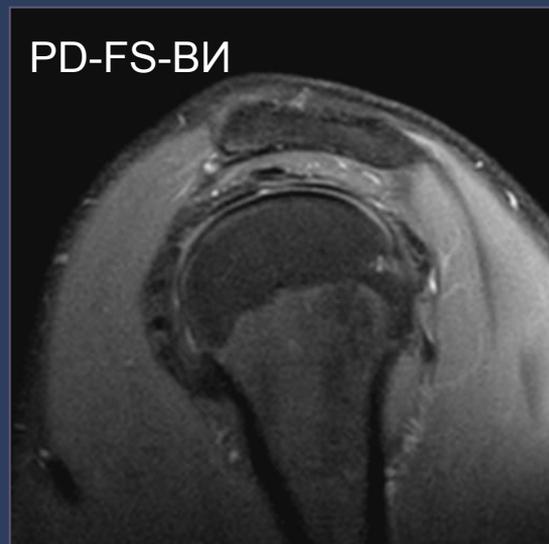
# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

## Позиционирование плоскостей сканирования Корональная плоскость



# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

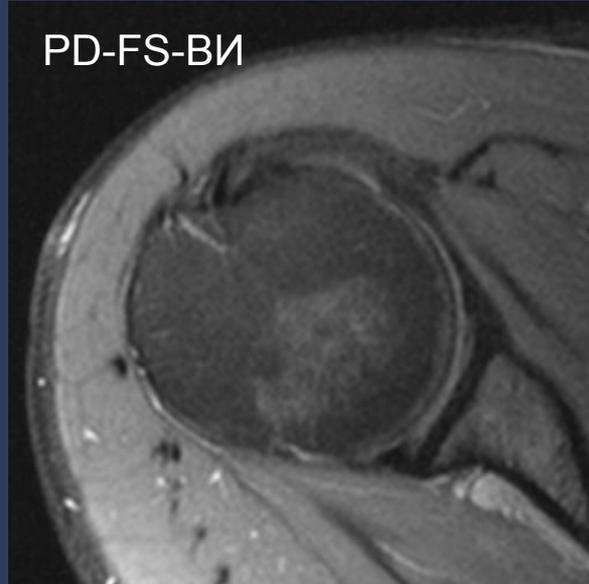
## Позиционирование плоскостей сканирования Сагиттальная плоскость



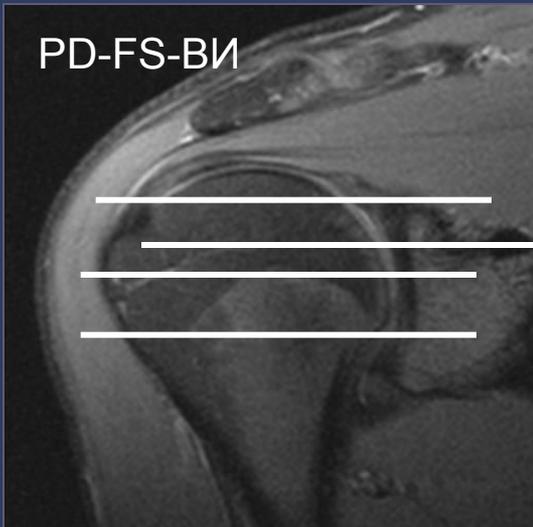
# МЕТОДИКА МРТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

## Позиционирование плоскостей сканирования Аксиальная плоскость

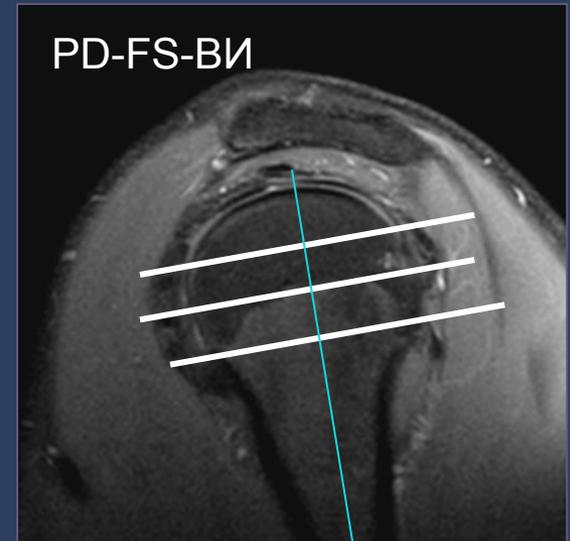
PD-FS-ВИ



PD-FS-ВИ

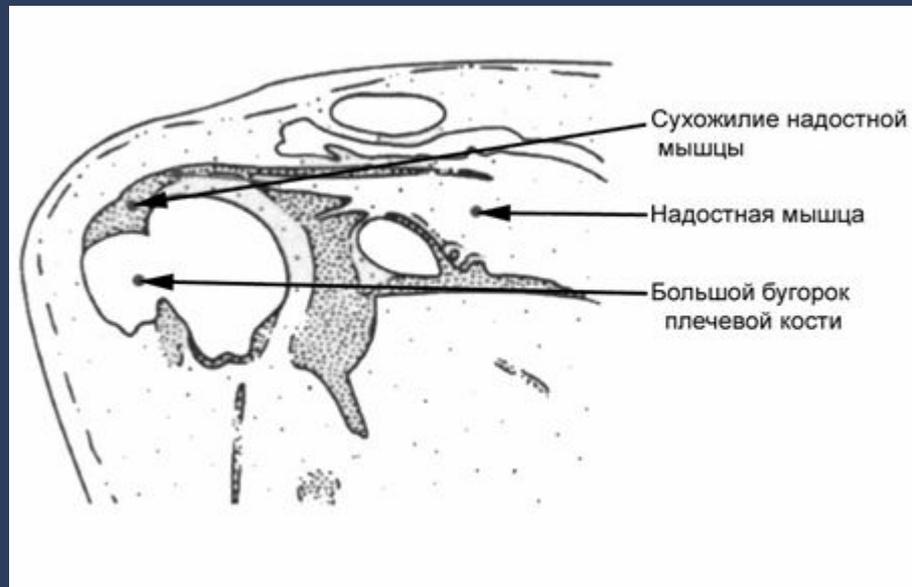
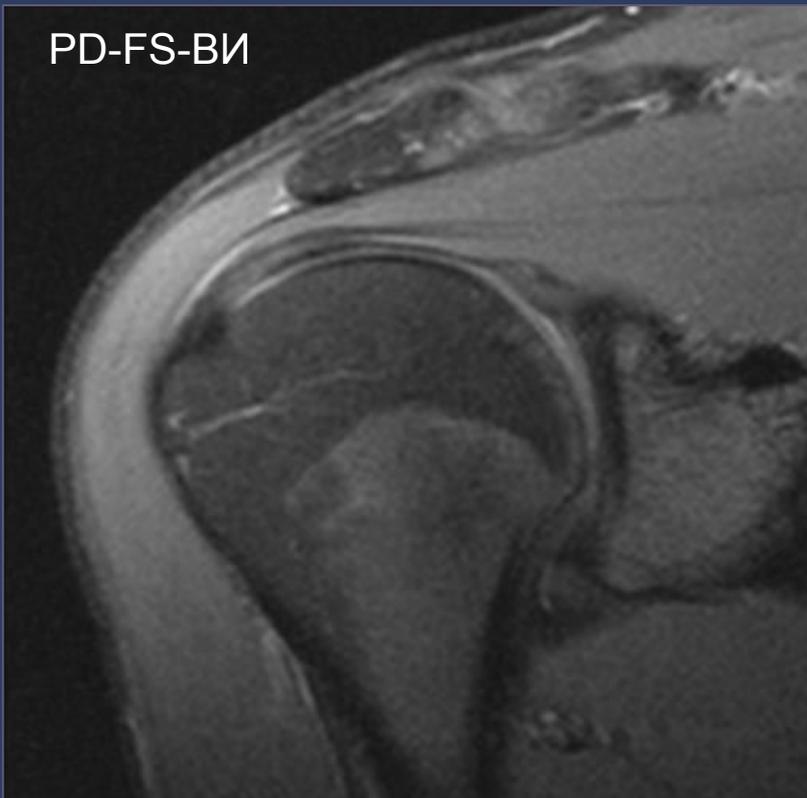


PD-FS-ВИ



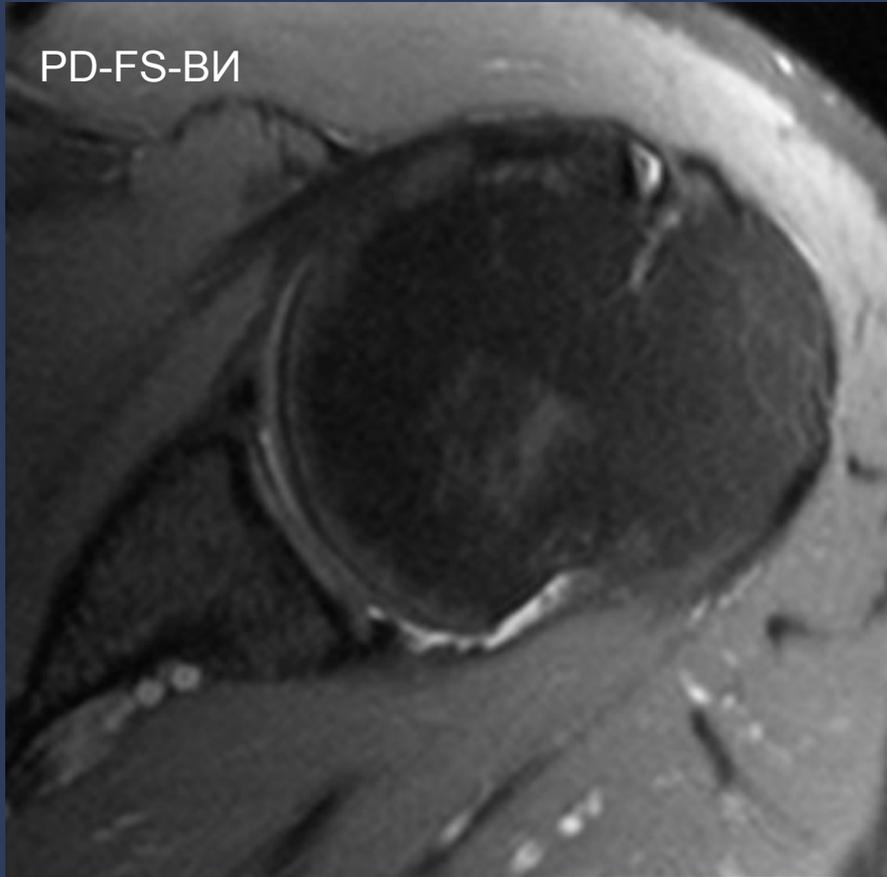
# МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА, КОРОНАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ

PD-FS-ВИ

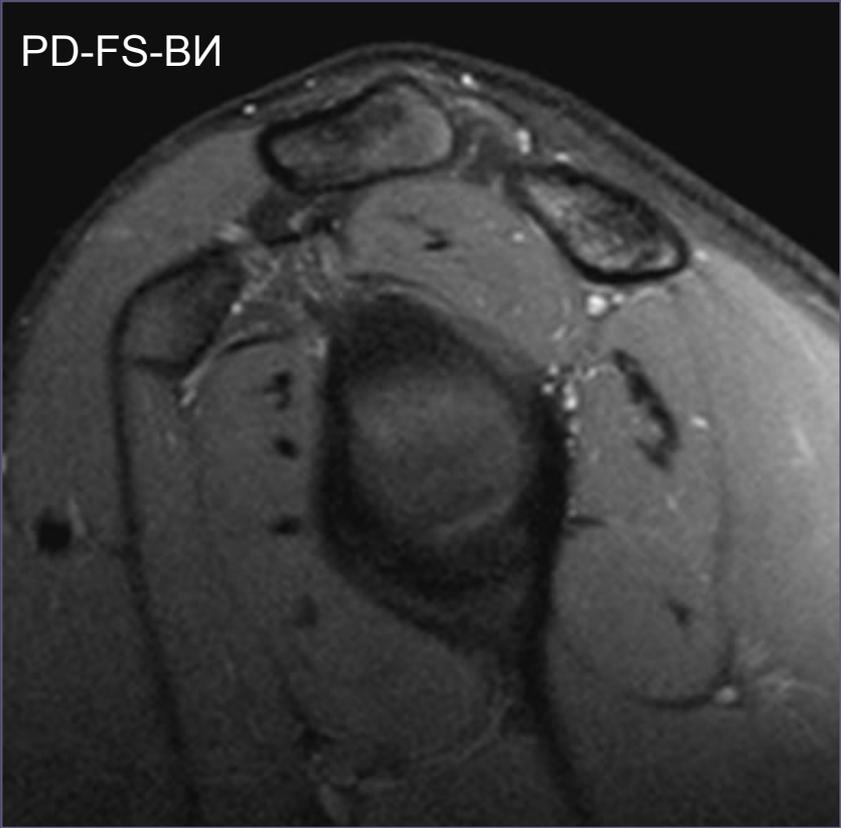
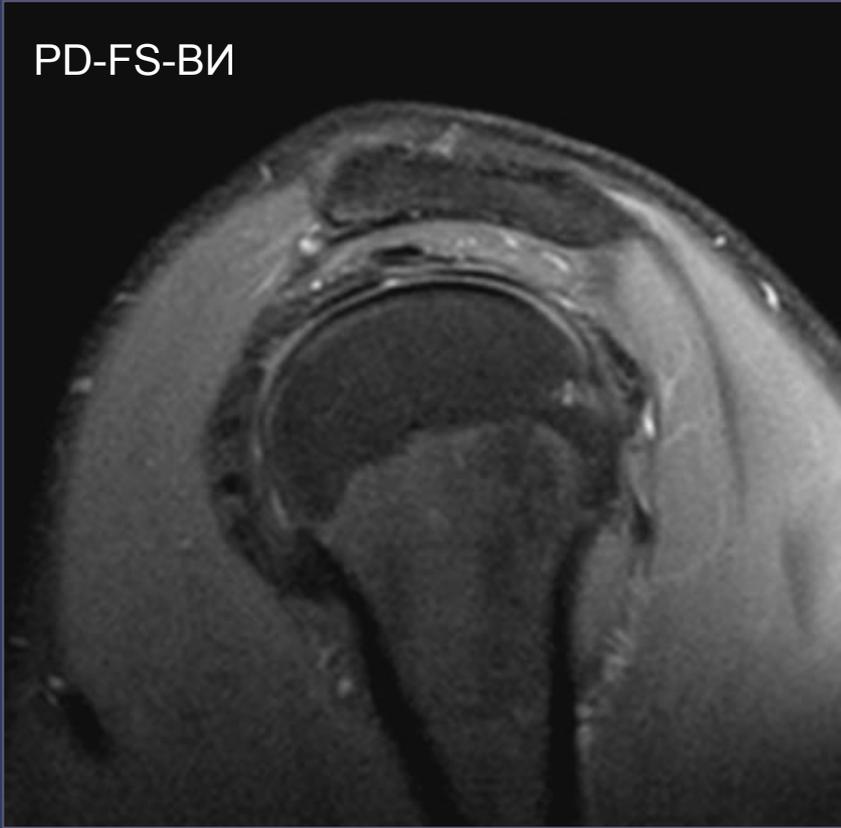


# МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА, АКСИАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ

PD-FS-ВИ



# МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА, САГИТТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ

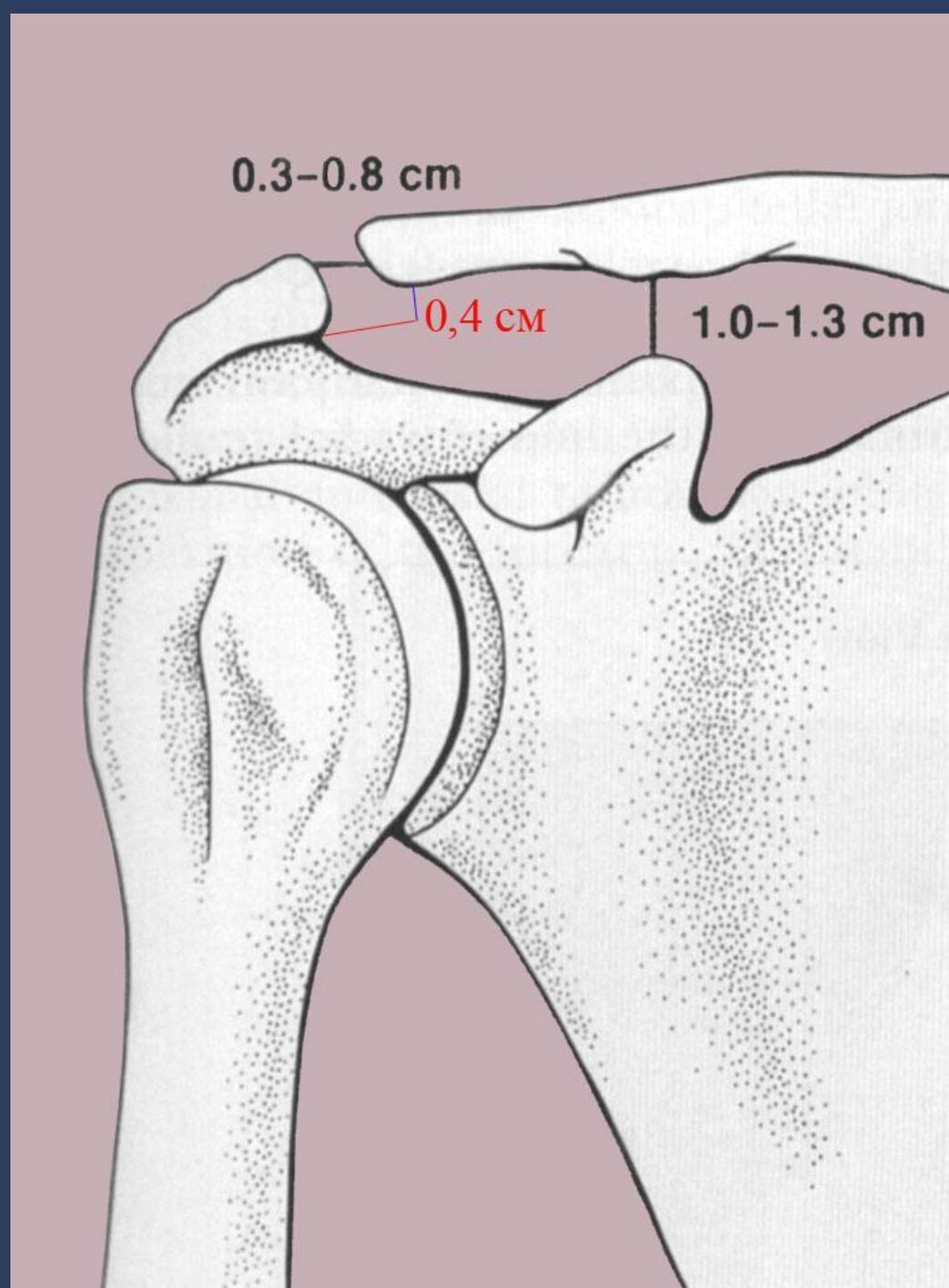


# ПОВРЕЖДЕНИЯ АКРОМИАЛЬНО- КЛЮЧИЧНОГО СОЧЛЕНЕНИЯ

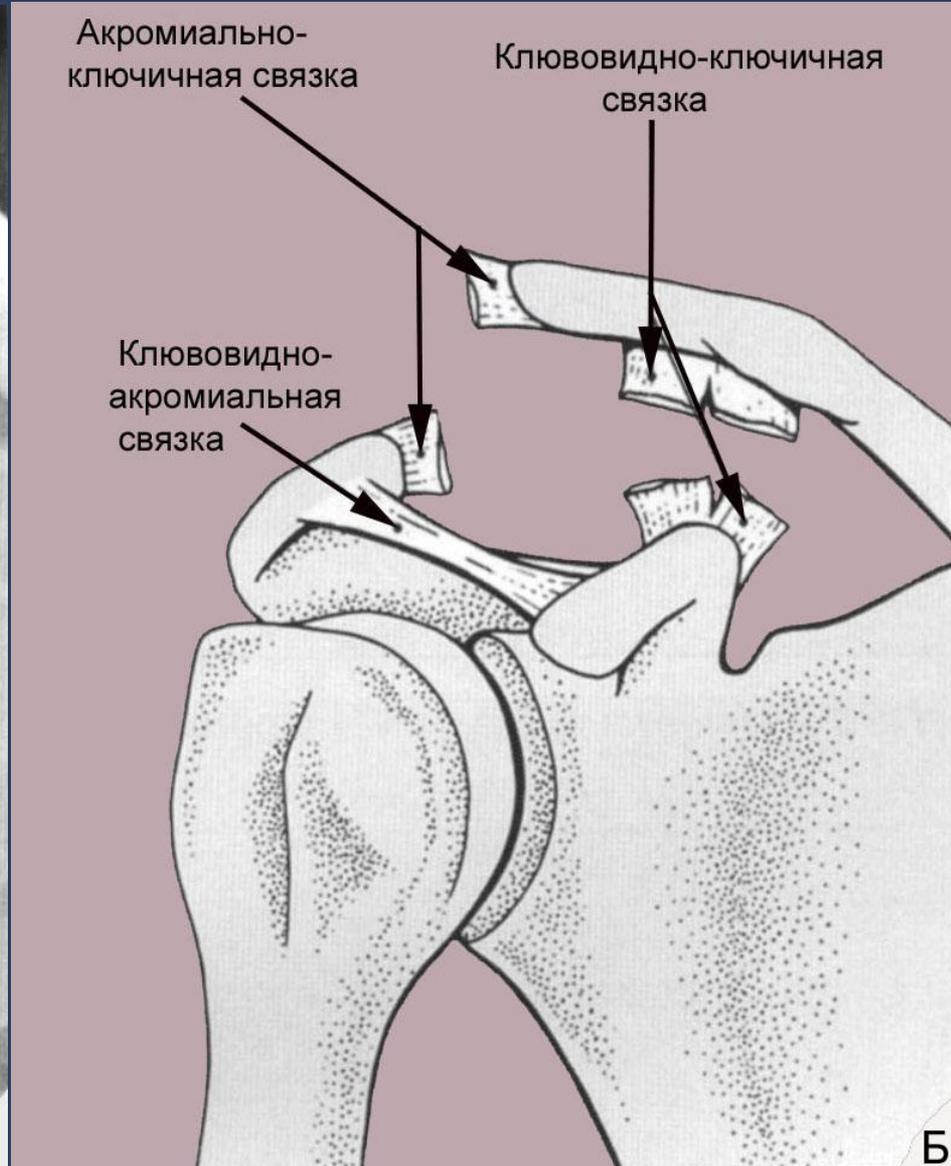
## Степени повреждения акромиально-ключичного сочленения

- I «Растяжение связок» - минимальное расширение акромиально-ключичного сочленения на 0,3 – 0,8 см; клювовидно-ключичное расстояние не изменено.
- II Неполный разрыв связок – акромиально-ключичное расстояние увеличено на 1 –1,5 см; клювовидно-ключичное расстояние увеличено на 25 - 50%.
- III Полный разрыв связок (вывих акромиального конца ключицы) – расширение акромиально-ключичного расстояния более чем на 1,5 см; увеличение клювовидно-ключичного расстояния более чем на 50%; выраженное смещение акромиального конца ключицы вверх.

I степень  
повреждения акромиально-  
ключичного сочленения –  
«растяжение связок»

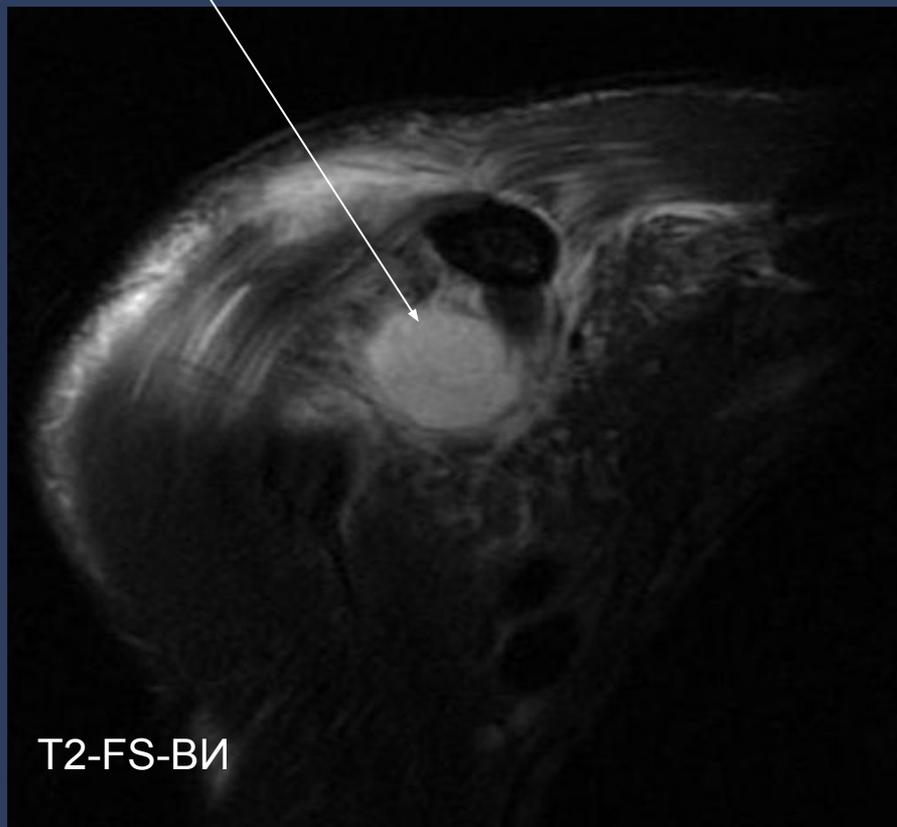


III степень повреждения акромиально-ключичного сочленения –  
разрыв акромиально-ключичной и  
клювовидно-ключичной связок:  
вывих акромиального конца ключицы

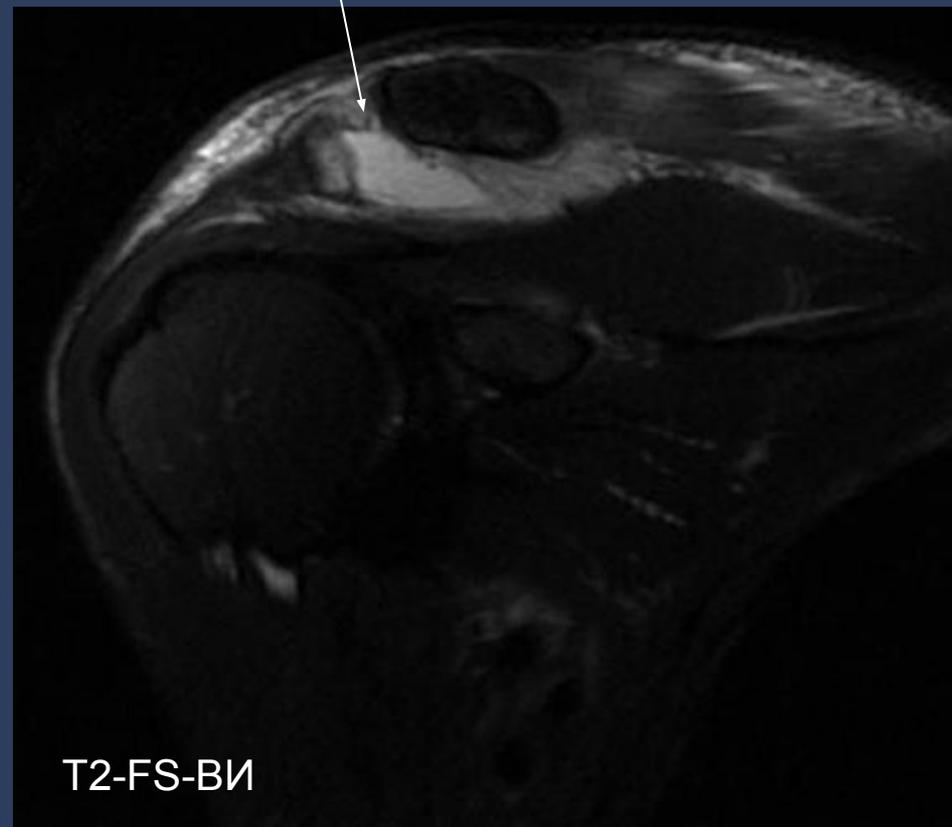


III степень повреждения акромиально-ключичного сочленения –  
разрыв акромиально-ключичной и  
клювовидно-ключичной связок:  
вывих акромиального конца ключицы

Разрыв клювовидно-ключичной связки

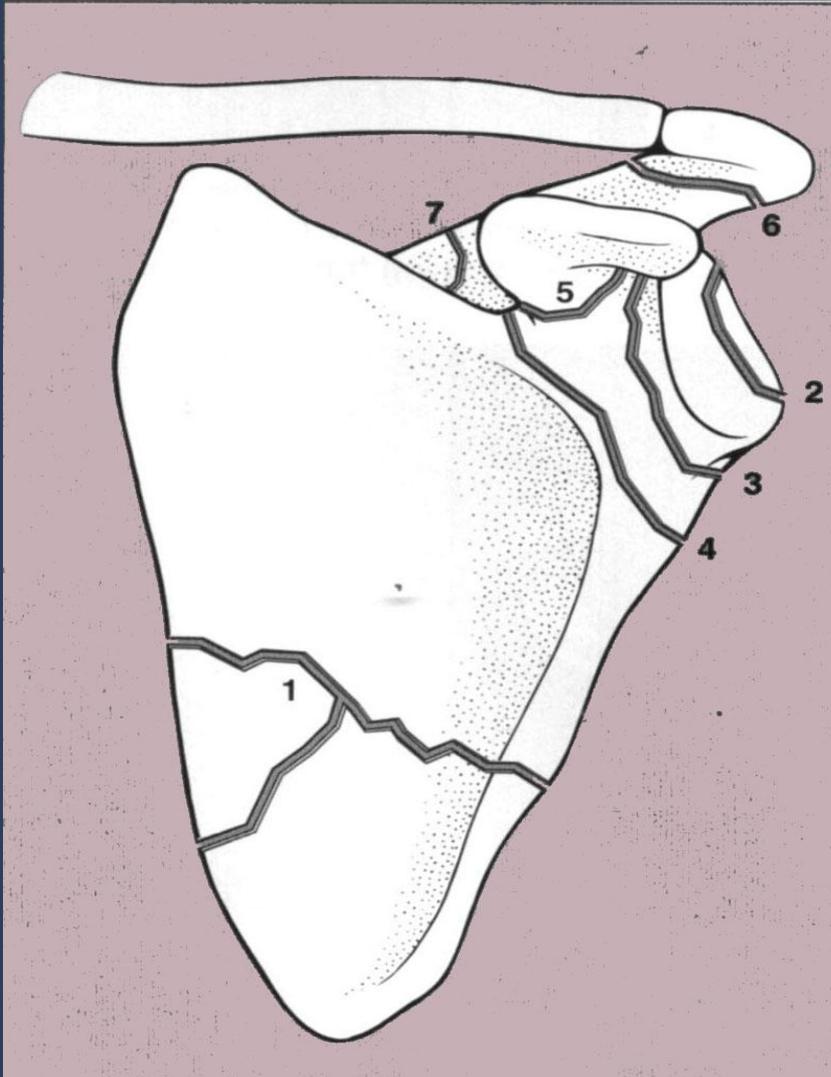


Разрыв акромиально-ключичной связки



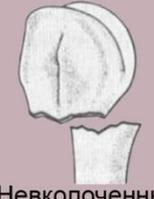
# Переломы в области плечевого сустава

# Виды переломов лопатки по анатомической локализации



- 1.Тело лопатки
- 2.Суставная впадина
- 3.Анатомическая шейка
- 4.Хирургическая шейка
- 5.Клювовидный отросток
- 6.Акромион
- 7.Ость лопатки

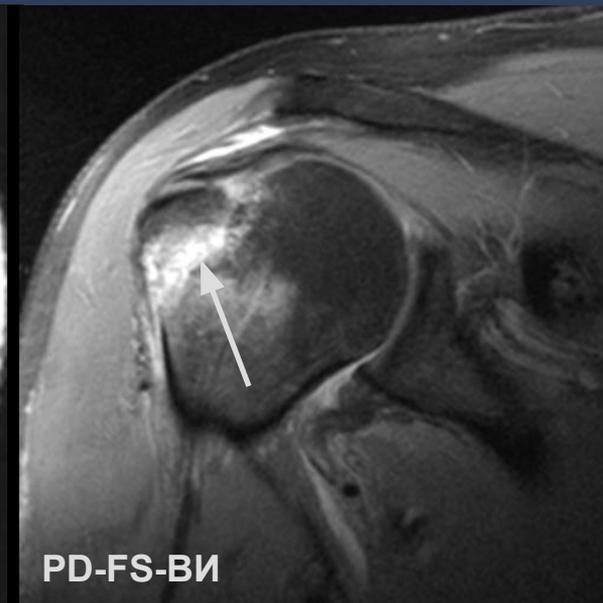
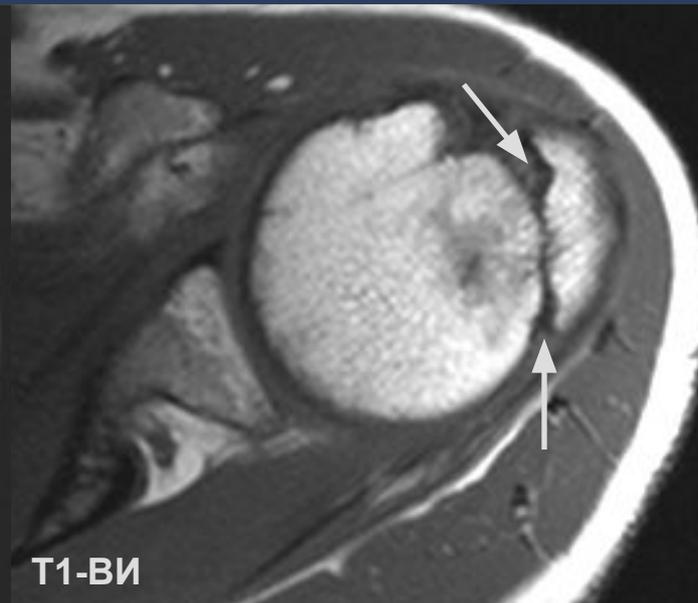
# Переломы проксимального конца плечевой кости (Neer, 1975)

Анатомическое расположение перелома	Одно-компонентный (смещение минимальное или отсутствует)	2х- компонентный (смещение одного отломка)	3х- компонентный (2 отломка смещены)	4х- компонентный (3 отломка смещены)
Вовлечение в перелом нескольких анатомических областей				
Перелом головки (перелом по анатомической шейке)				
Перелом хирургической шейки		 Вколоченный	 Невколоченный	
		 Раздробление		
Перелом большого бугорка				
Перелом малого бугорка				

# Переломы проксимального конца плечевой кости

- 5% от переломов костей верхней конечности
- Сопутствующие повреждения: суставно-плечевых связок, суставной губы, сухожилий мышц, сосудов и нервов.
- Осложнения: остеоартроз, нестабильность плечевого сустава, нейропатии, контрактура плечевого сустава.

# Переломы проксимального конца плечевой кости



*Перелом большого бугорка головки плечевой кости  
со смещением*

# Переломы проксимального конца плечевой кости

Переломы бугорков плечевой кости:

- ведут к потере функции сухожилий
- необходимо дополнительно обследовать состояние сухожилий
- нередко происходят повреждения суставной губы

# Вывихи плеча

# Вывихи плеча

- Передние вывихи - 75%
- Нижние вывихи - 24%
- Задние вывихи – 1%



# Вывихи плеча

Сопровождаются:

- разрыв суставной губы (остеохондральное повреждение Банкарта; отрыв хрящевой части губы – хрящевое повреждение Банкарта)
- ушиб суставной губы без ее отрыва
- разрывы или отрывы сухожилий «мышц-ротаторов»
- разрыв капсулы сустава
- переломы головки плечевой кости (перелом Хилла-Сакса)
- отрывы бугорков плечевой кости

Требуется дополнительное исследование!

# Вывихи плеча

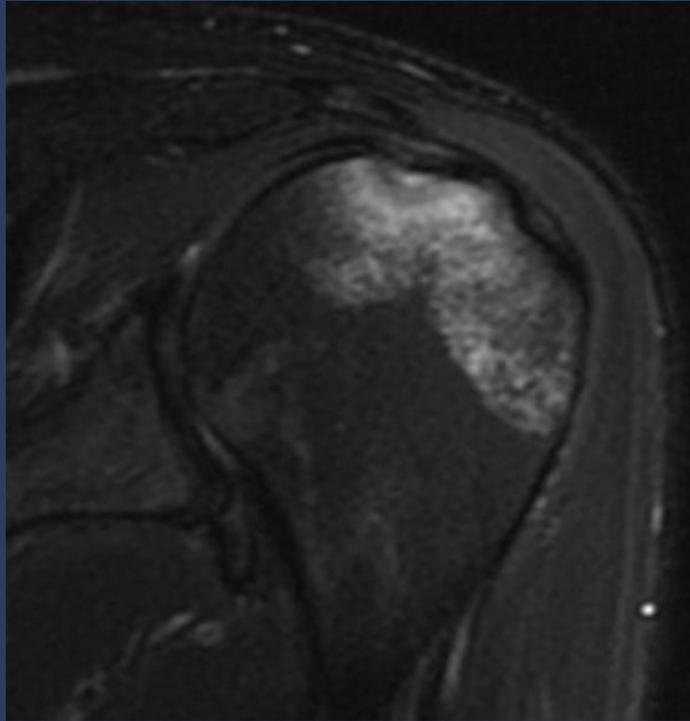
## Признаки «привычного вывиха» плеча

Клинические – повторяющиеся передненижние вывихи плеча; самостоятельное вправление.

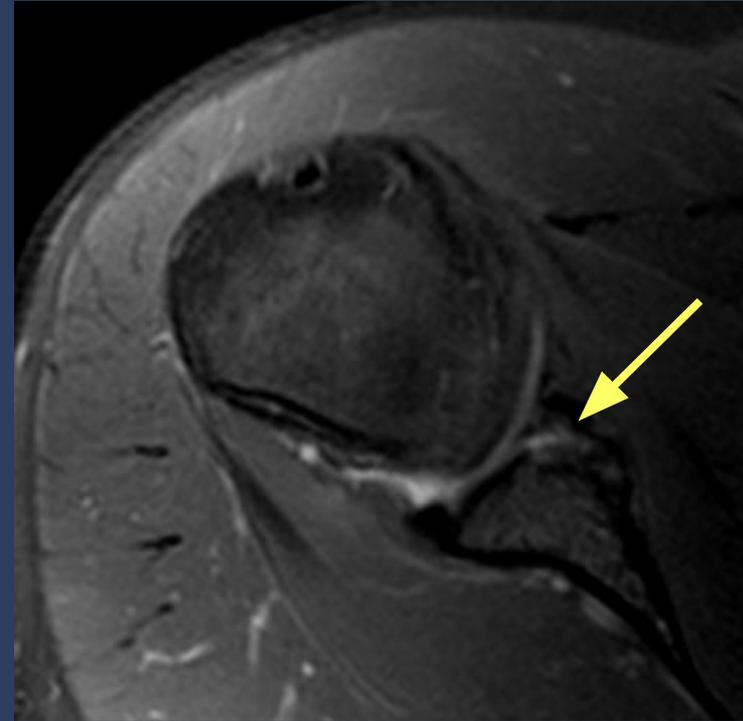
МР-признаки:

- костно-хрящевой перелом головки плечевой кости (перелом Хилла-Сакса)
- повреждение Банкарта (хрящевое/костно-хрящевое)
- повреждение сухожилий

# Вывихи плеча



«Свежий» вдавленный костно-хрящевой перелом головки плечевой кости (Хилла-Сакса), отек костного мозга

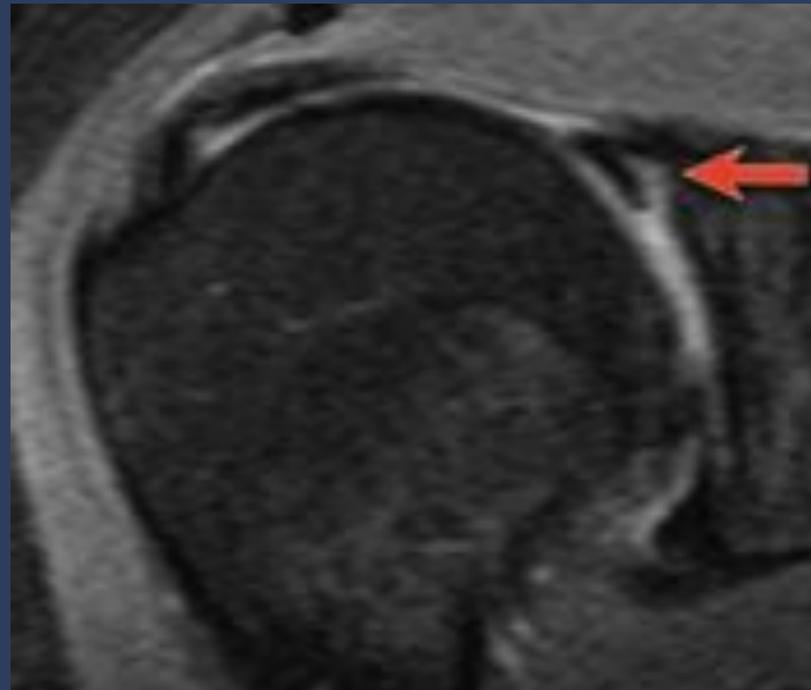


«Застарелый» вдавленный костно-хрящевой перелом головки плечевой кости (Хилла-Сакса), перелом передних отделов суставной впадины лопатки, разрыв суставной губы

Травматические  
повреждения суставной  
губы  
плечевого сустава

# ВАРИАНТЫ РАЗРЫВА СУСТАВНОЙ ГУБЫ

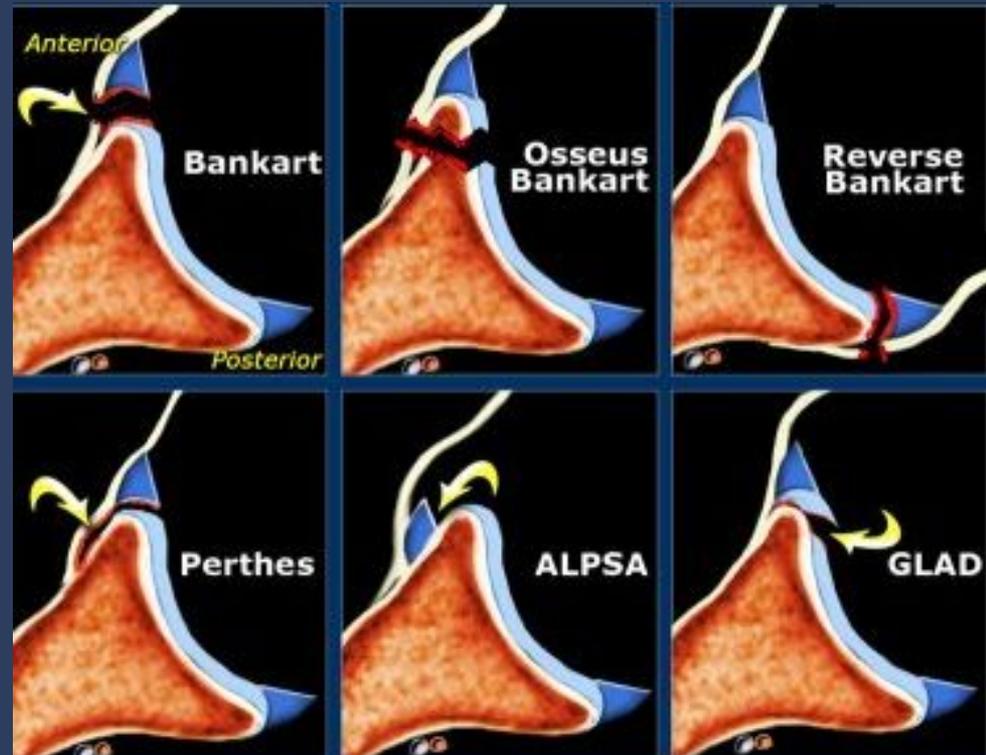
SLAP – Superior Labrum from Anterior to Posterior  
(разрыв верхнего сегмента суставной губы).



# ВАРИАНТЫ РАЗРЫВА СУСТАВНОЙ ГУБЫ

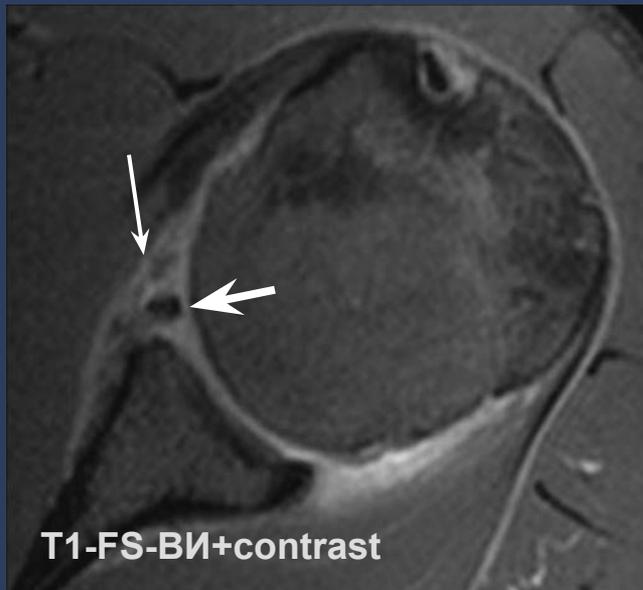
Bankart – повреждение передне-нижнего сегмента суставной губы.

Варианты повреждений Банкарта



# Варианты повреждения суставной губы

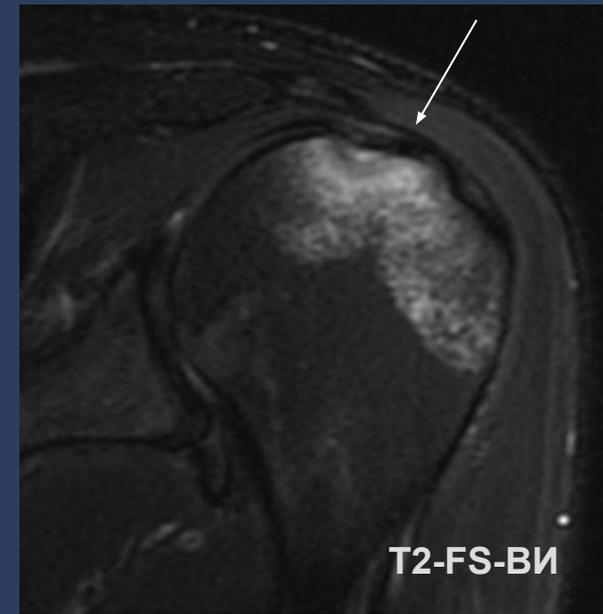
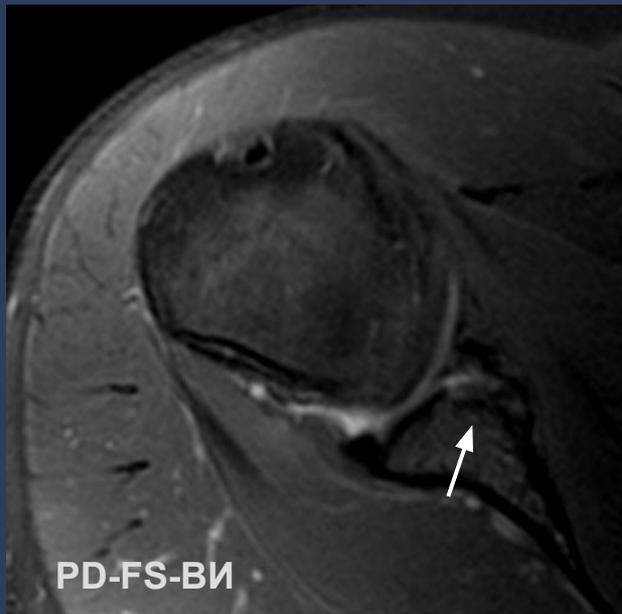
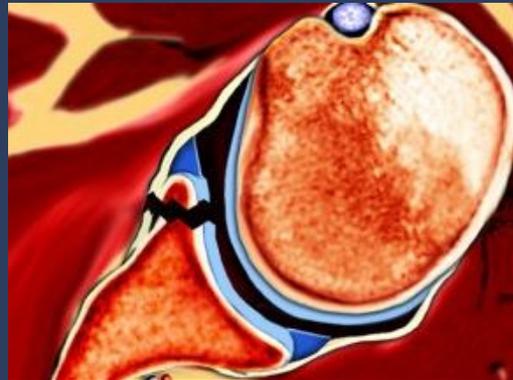
Отрыв суставной губы вместе со связками капсулы от края суставной впадины лопатки в передненижнем отделе (хрящевое повреждение Банкарта).



# Варианты повреждения суставной губы

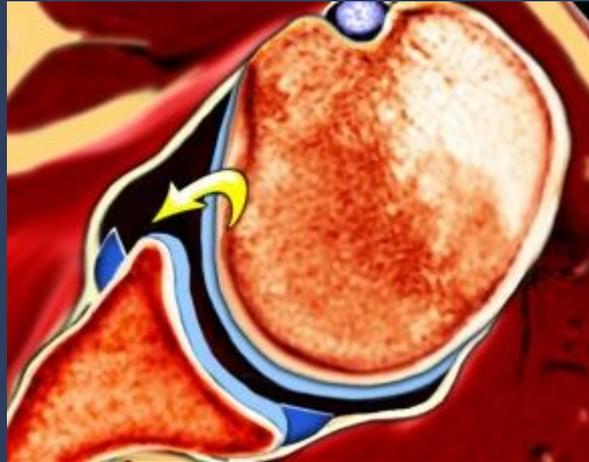
Перелом костного края суставной впадины лопатки в передненижнем отделе (костный Банкарт).

Костно-хрящевой (вдавленный) перелом головки плечевой кости в задневерхних отделах (повреждение Хилла-Сакса).

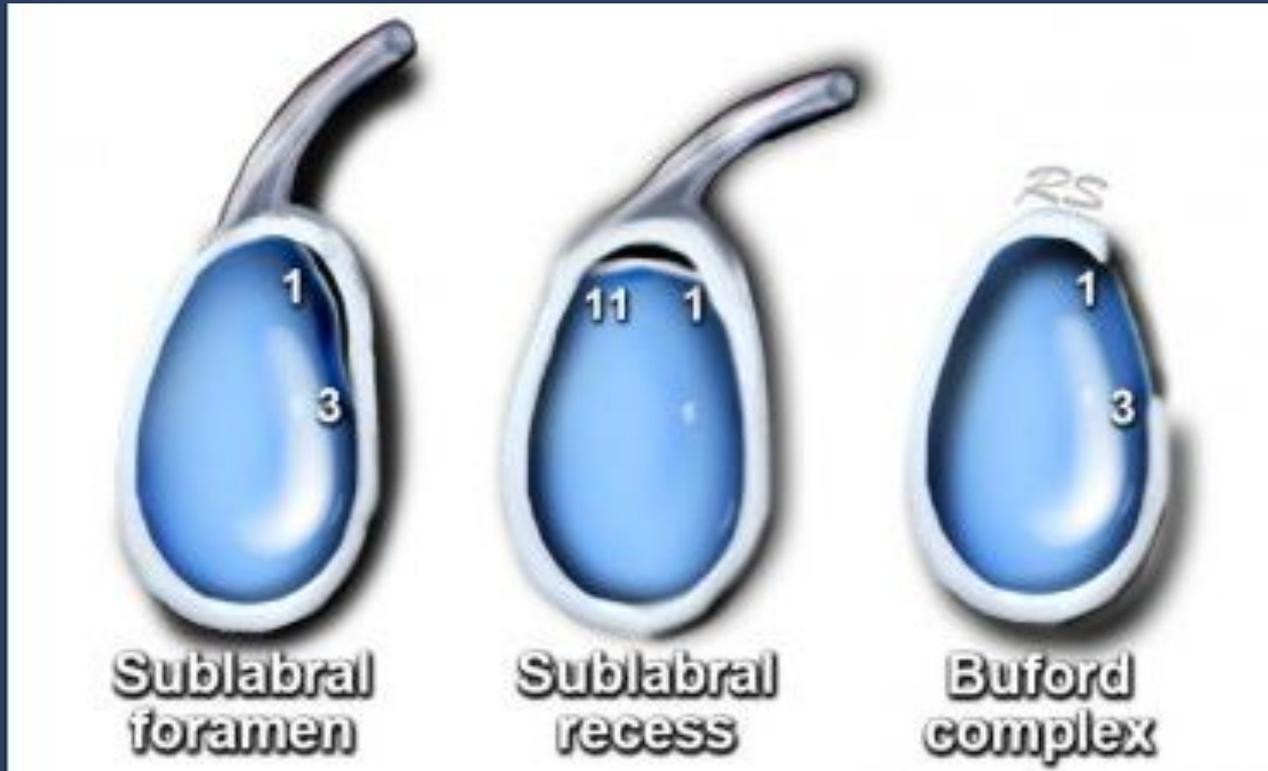


# Варианты повреждения суставной губы

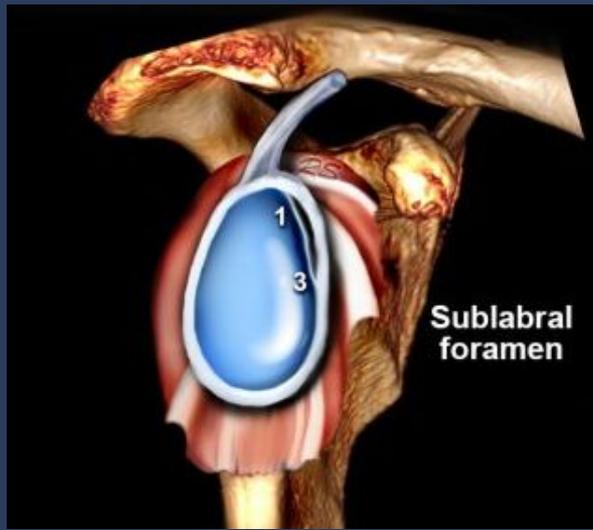
Отслоение надкостницы (без ее разрыва), отрыв суставной губы в передненижнем отделе, смещение фрагмента губы медиально и книзу (ALPSA).



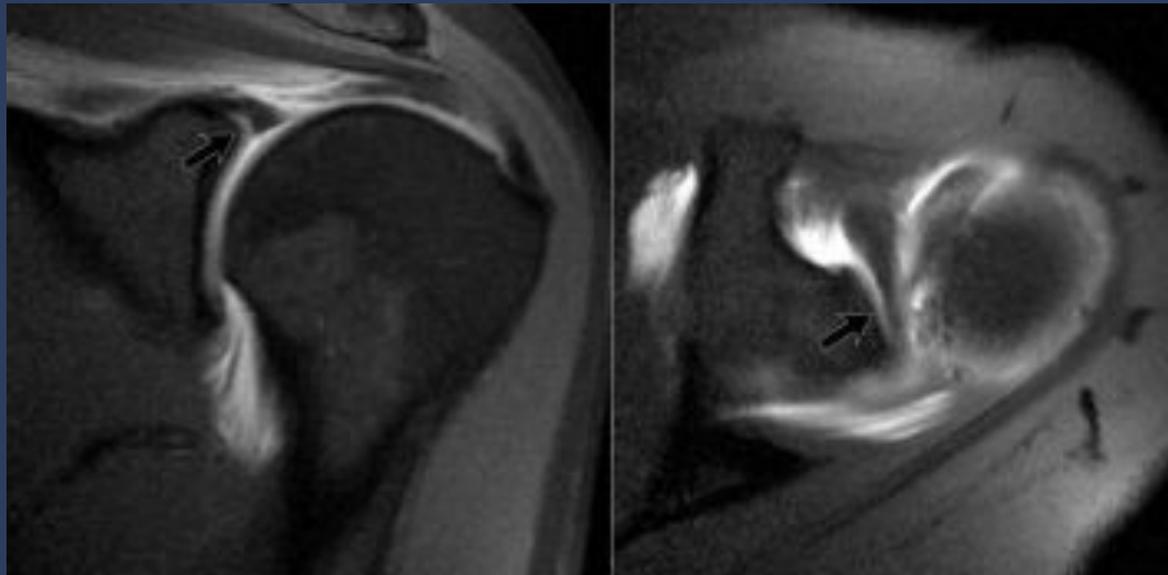
# МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ СУСТАВНОЙ ГУБЫ



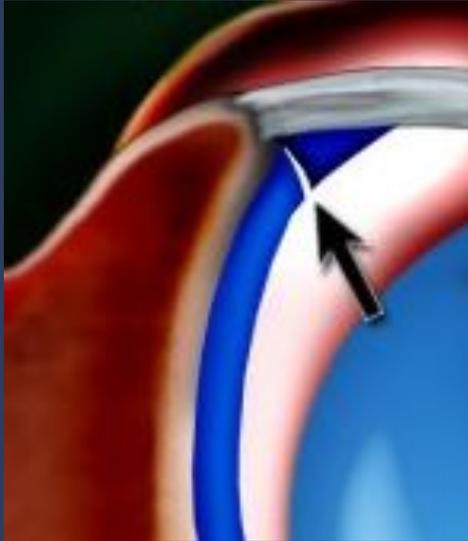
# МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ СУСТАВНОЙ ГУБЫ



Отверстие в месте  
прикрепления передне-  
верхнего сегмента суставной  
губы (11%).



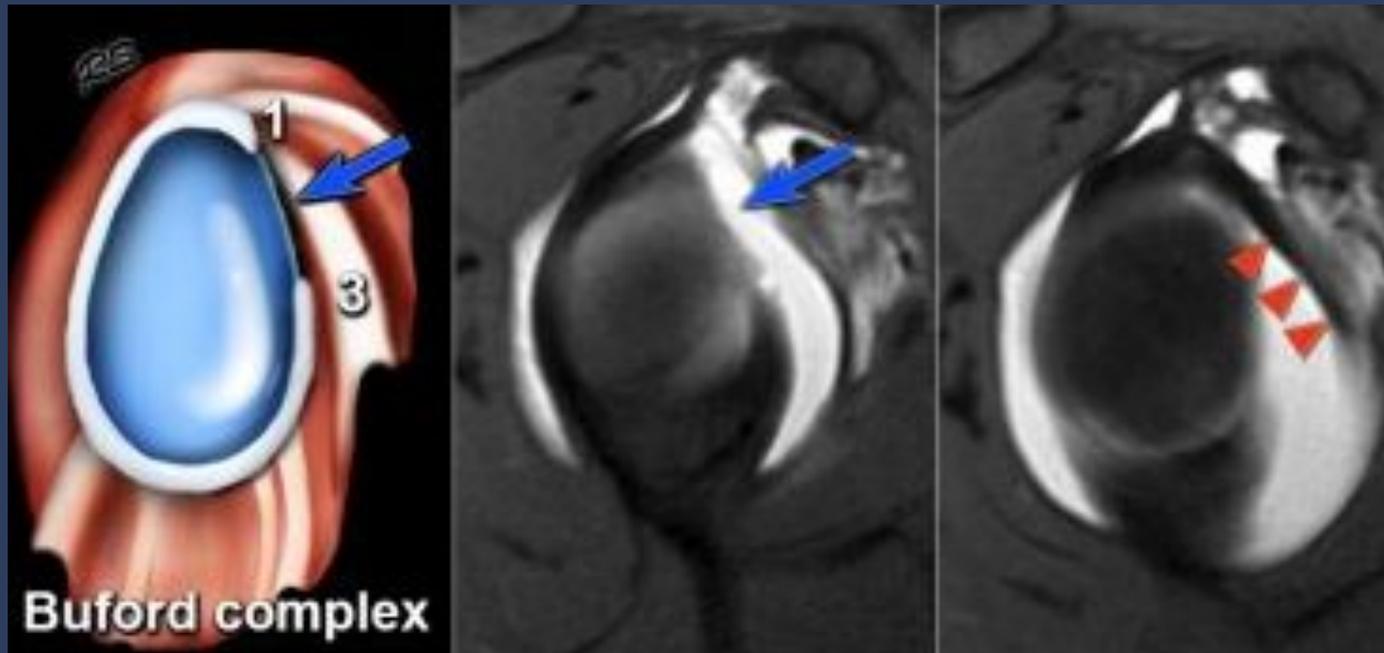
## МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ СУСТАВНОЙ ГУБЫ



Карман в месте прикрепления сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча к суставной впадине лопатки.



# МР-АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ СУСТАВНОЙ ГУБЫ



Комплекс Буфорда – аплазия суставной губы в передневерхних отделах, средняя суставно-плечевая связка утолщена («шнуровидный тяж»).  
Встречается в 1,5%.

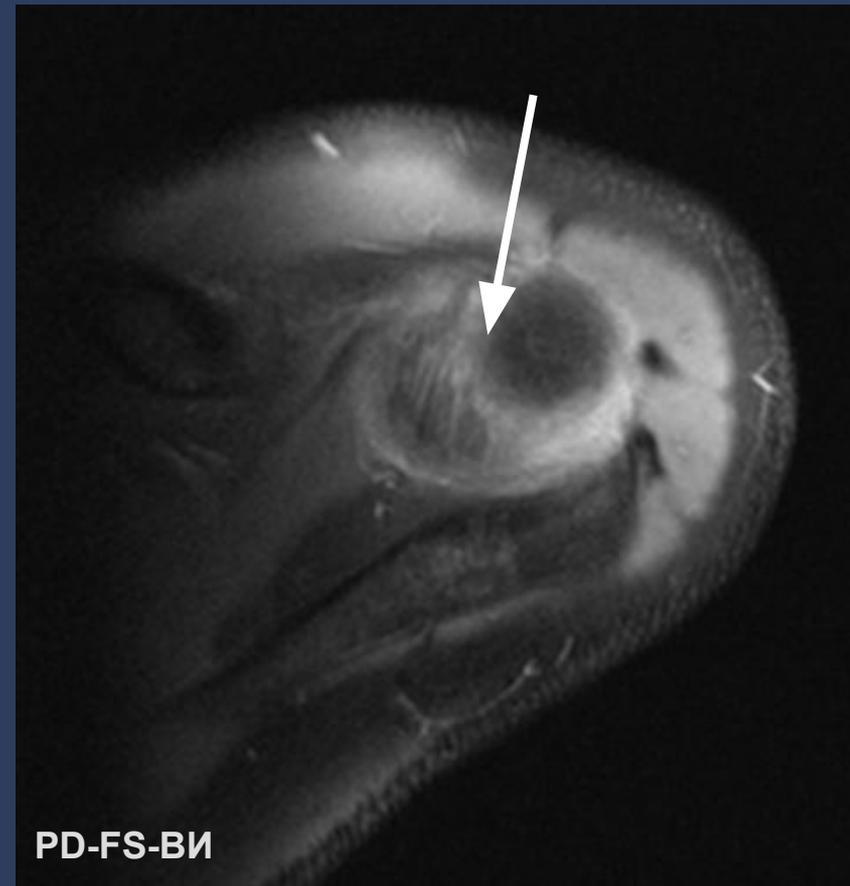
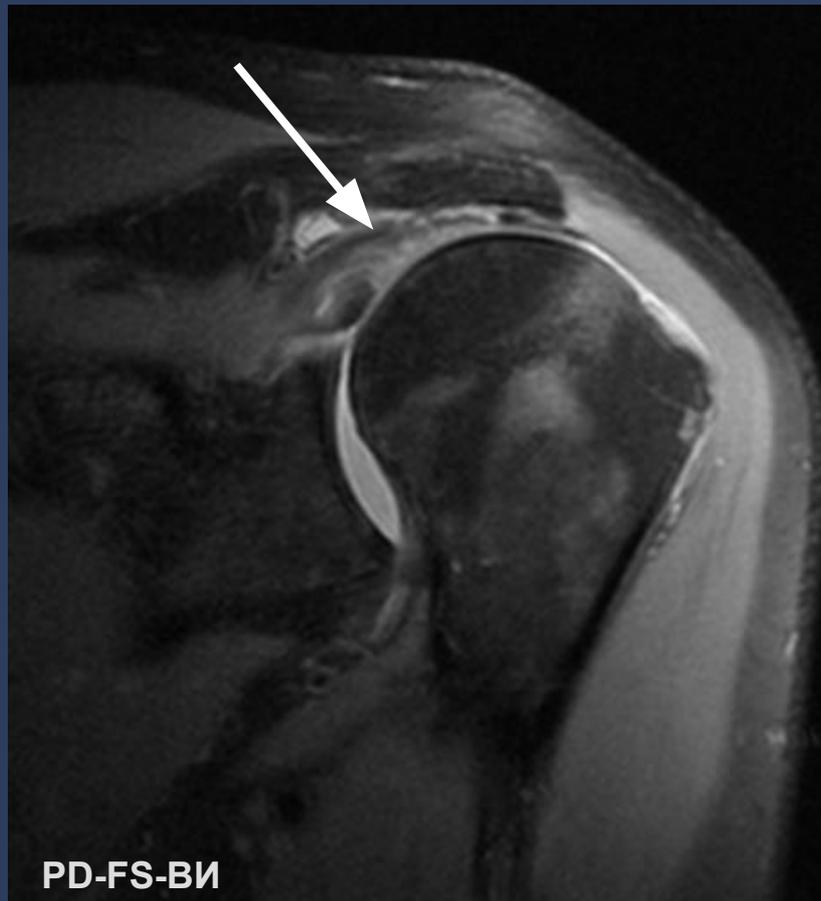
Травматические  
повреждения сухожилий  
«манжеты ротаторов»  
плечевого сустава

# РАЗРЫВ СУХОЖИЛИЙ «МАНЖЕТЫ-ВРАЩАТЕЛЕЙ»

## КЛАССИФИКАЦИЯ

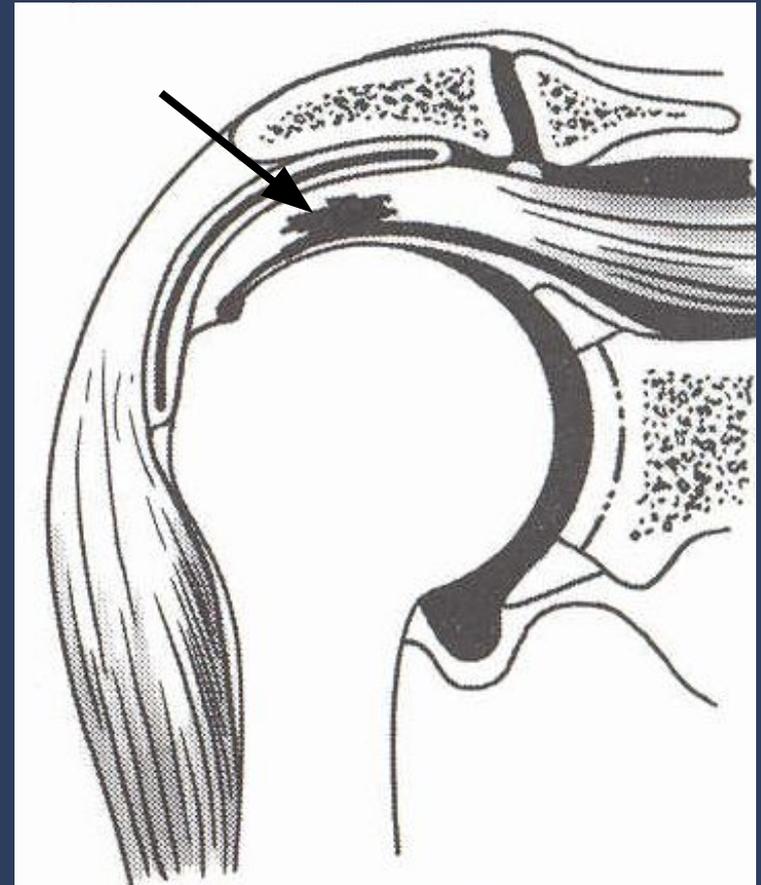
- **Полный разрыв сухожилий «манжеты-вращателей»**
- **Частичный разрыв сухожилий «манжеты-вращателей»:**
  - дефект суставной поверхности сухожилия, сообщающийся с полостью сустава
  - дефект акромиальной поверхности сухожилия
  - внутрисухожильный дефект без сообщения с полостью сустава

# ПОЛНЫЙ РАЗРЫВ СУХОЖИЛИЯ НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ

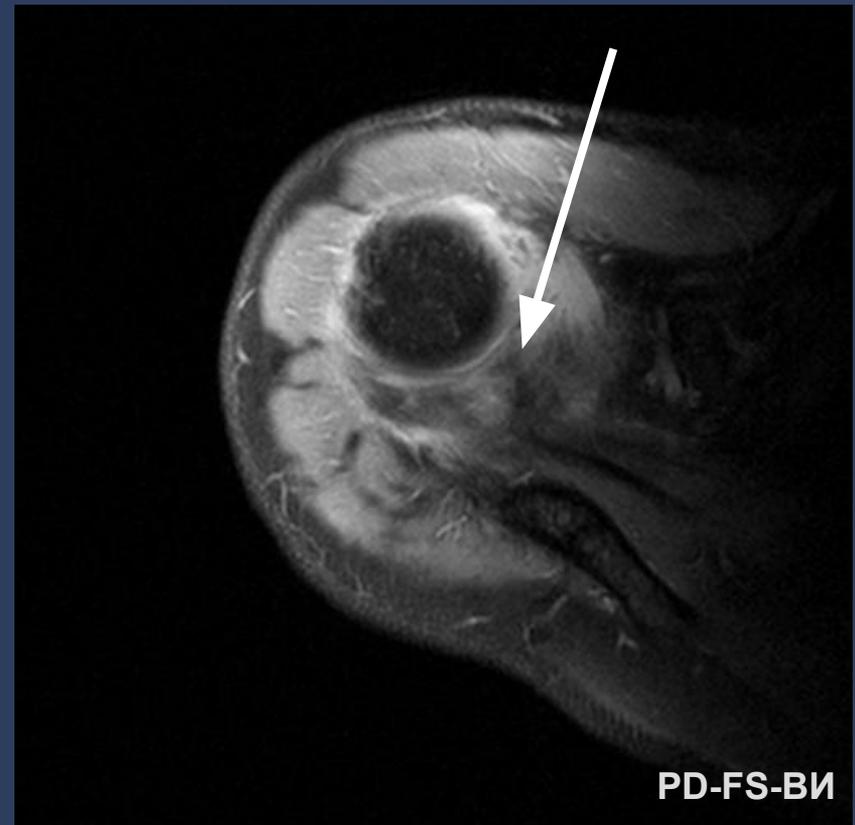
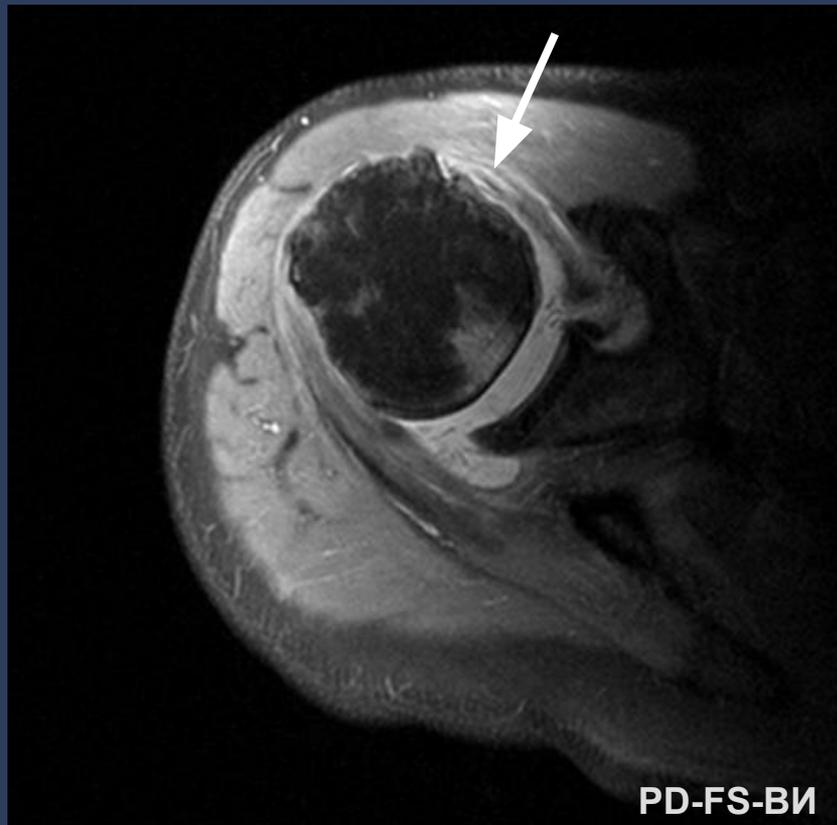


# ЧАСТИЧНЫЙ РАЗРЫВ СУХОЖИЛИЯ НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ

ДЕФЕКТ СУСТАВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУХОЖИЛИЯ

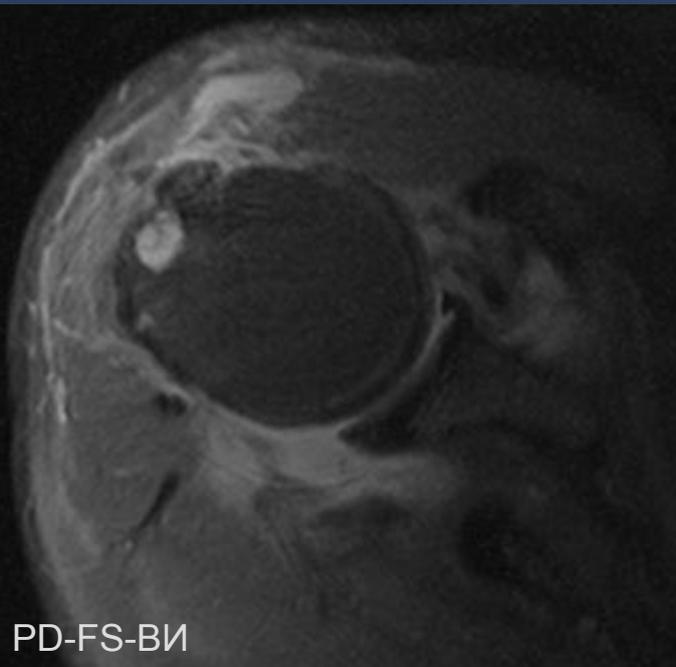
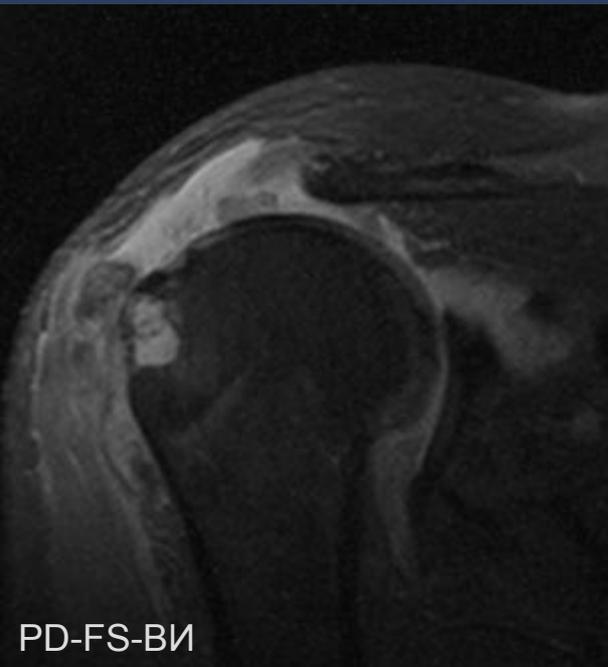


# ПОЛНЫЙ РАЗРЫВ СУХОЖИЛИЯ НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ, ЧАСТИЧНЫЙ РАЗРЫВ СУХОЖИЛИЯ ПОДЛОПАТОЧНОЙ МЫШЦЫ

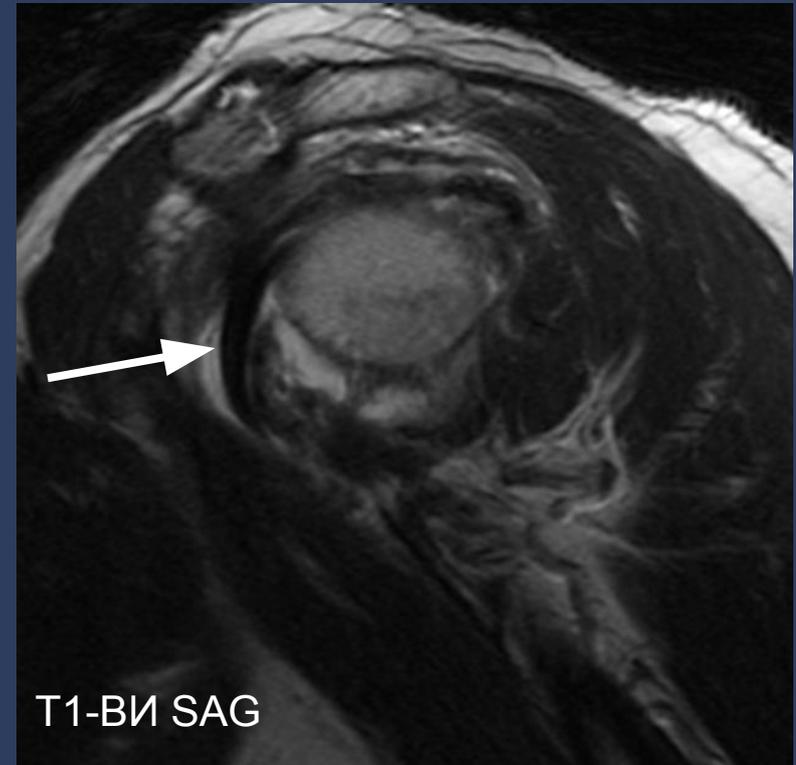
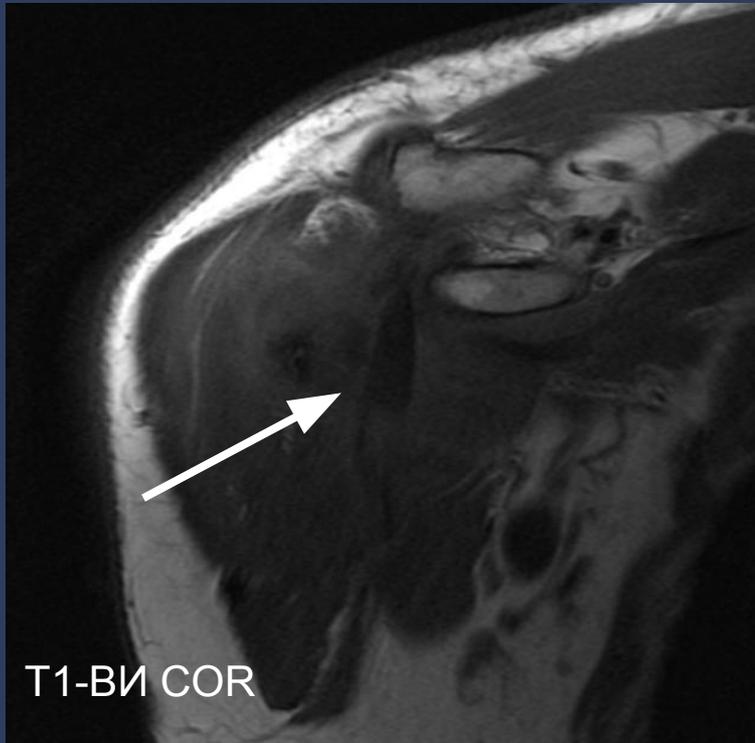


# КОМПЛЕКСНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ СТРУКТУР ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

Полный разрыв сухожилий надостной и подостной мышц. Разрыв средней (акромиальной части) дельтовидной мышцы. Разрыв длинной головки двуглавой мышцы плеча. Разрыв капсулы. Верхний подвывих головки.



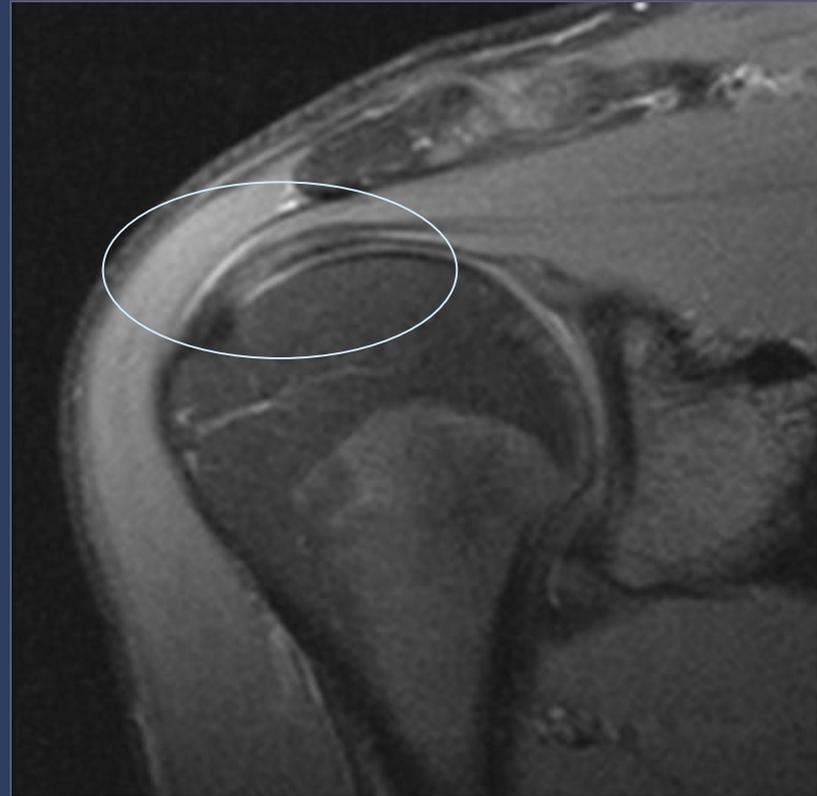
# Медиальный вывих длинной головки двуглавой мышцы плеча



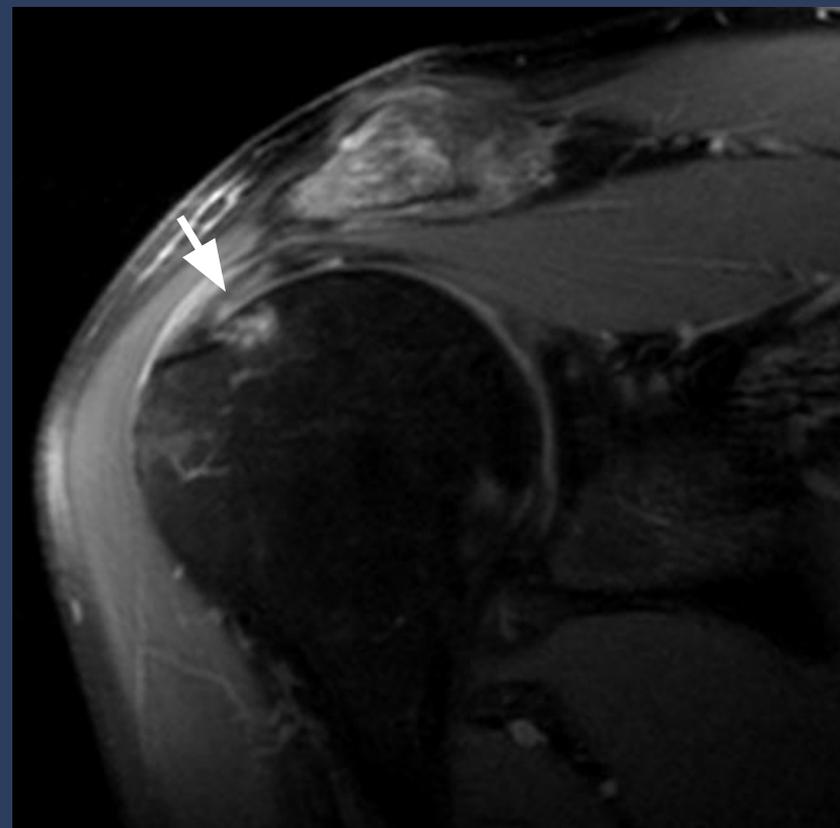
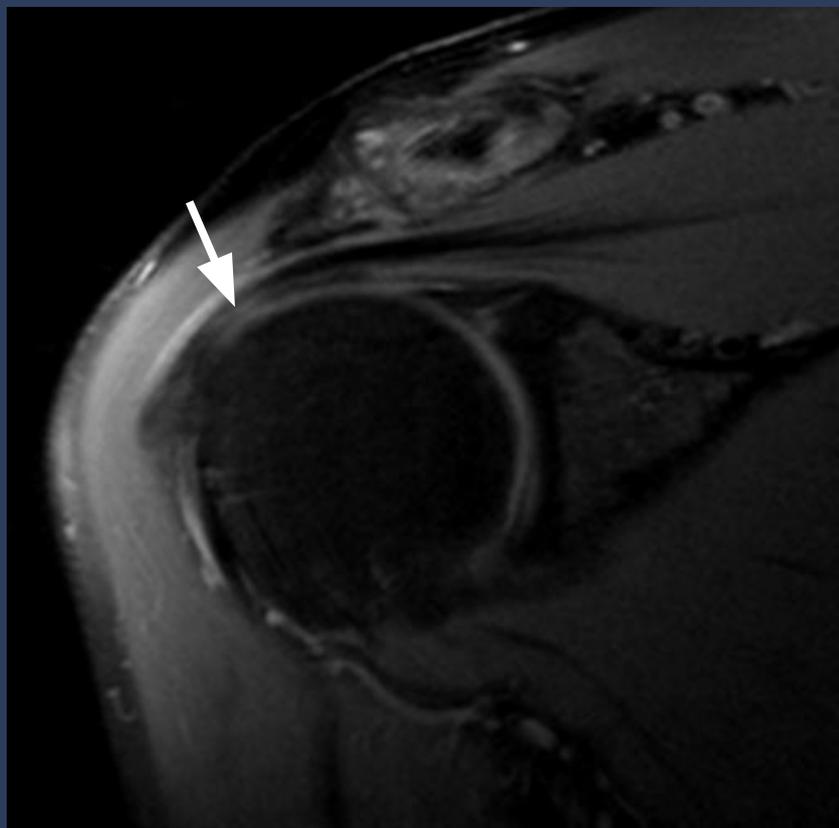
# Тендиноз сухожилий мышц «манжеты-ротаторов» плечевого сустава

## «Magic angle»

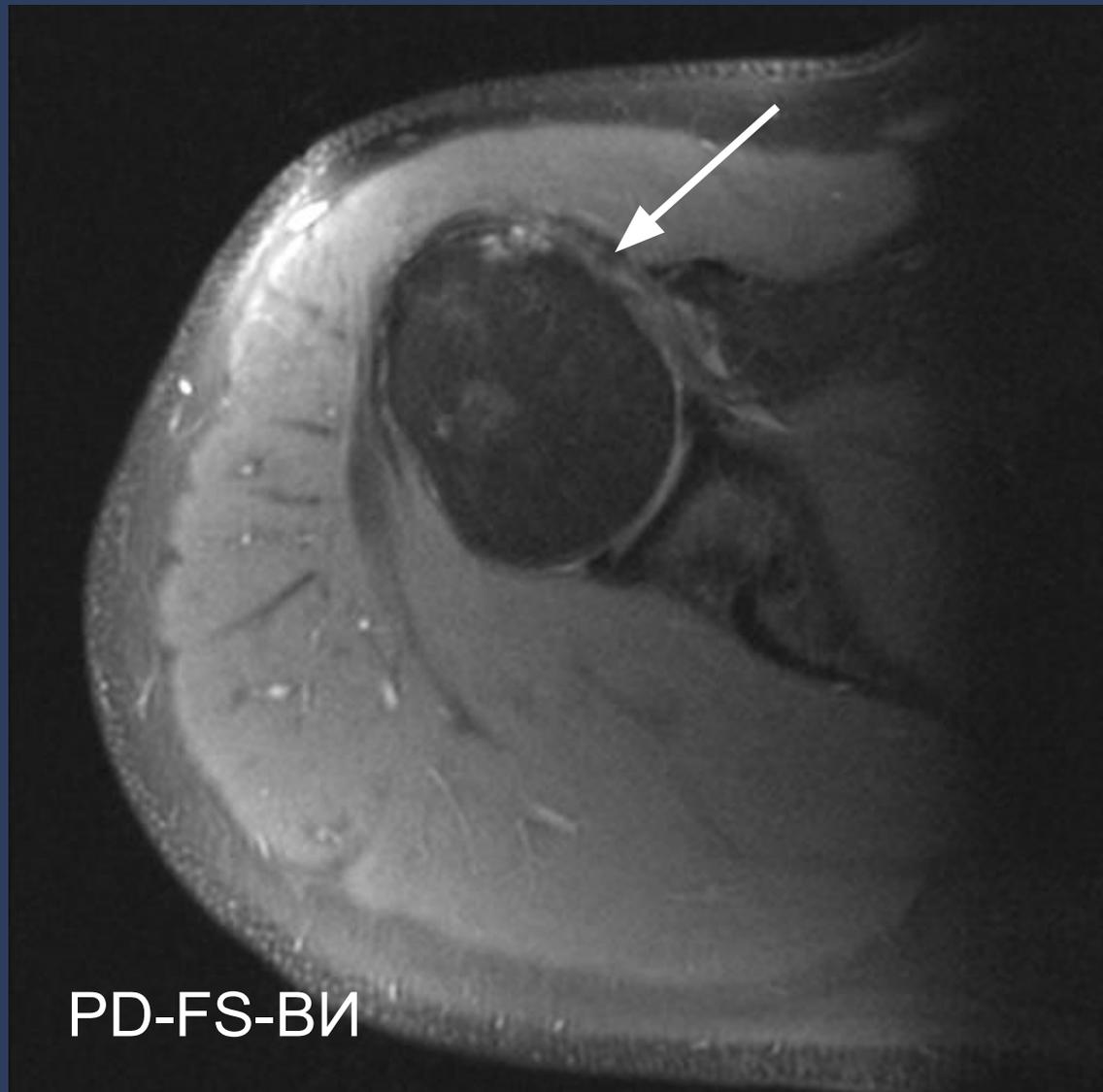
- Эффект “магического угла” возникает, когда сухожилие формирует угол  $55^\circ$  с основным вектором намагниченности при использовании последовательностей с  $TE = 10-20$  мс.
- Локальное повышение МР-сигнала от волокон сухожилия во всех плоскостях.
- Последовательность T2-ВИ минимизирует эффект «magic angle».
- Необходимо дифференцировать с тендиномом, разрывом сухожилия.
- При подозрении на патологические изменения сухожилия необходимо дополнить исследование последовательностью с  $TE > 40$  мс или изменить положение сустава.



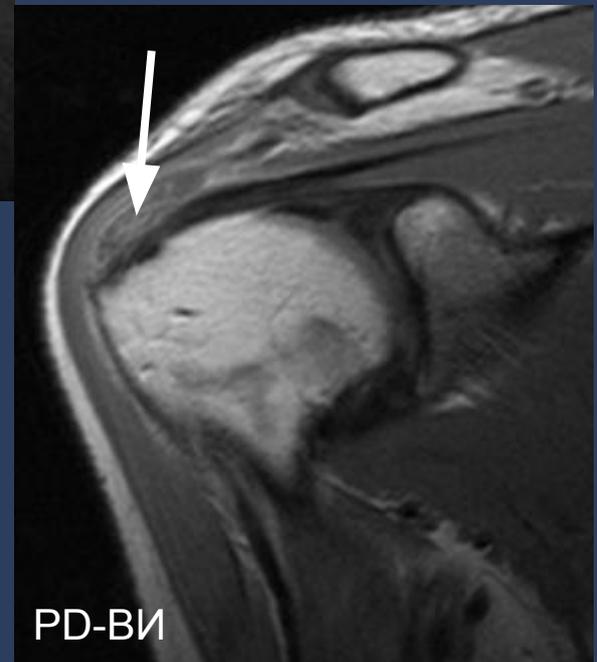
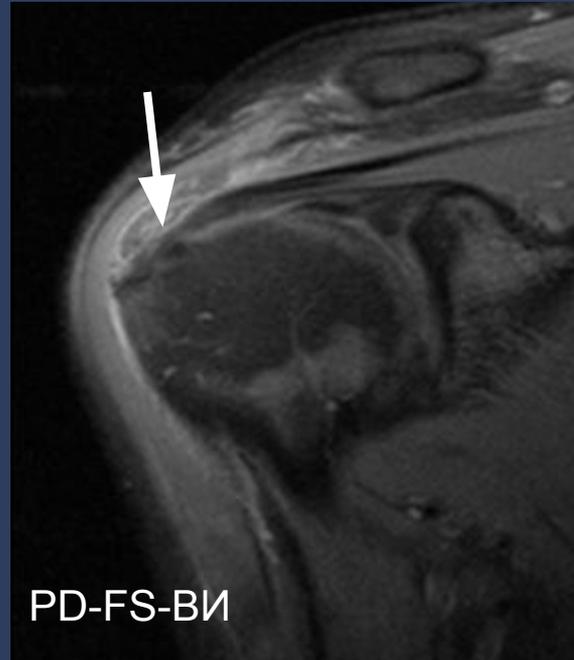
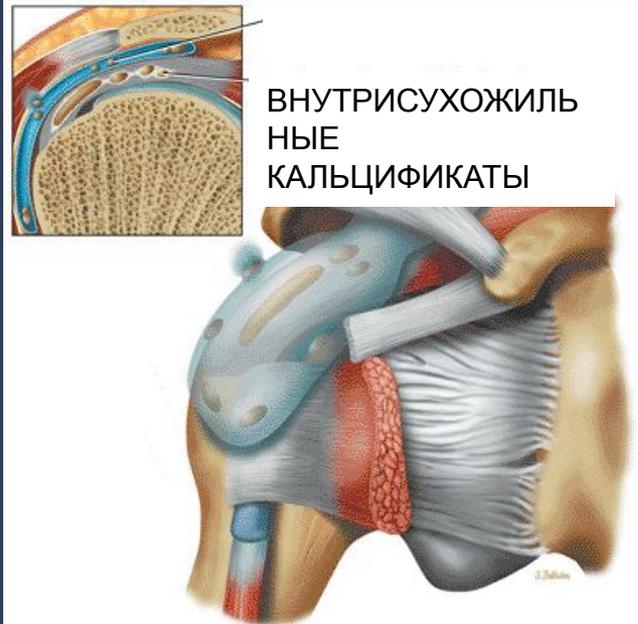
# Тендиноз сухожилия надостной мышцы, кистовидная перестройка большого бугорка плечевой кости



# Тендиноз сухожилия подлопаточной мышцы



# КАЛЬЦИНИРУЮЩИЙ ТЕНДИНИТ СУХОЖИЛИЯ НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ



# ПОДАКРОМИАЛЬНЫЙ ИМПИНДЖМЕНТ- СИНДРОМ

# ИМПИНДЖМЕНТ-СИНДРОМ

Конфликт – соударение головки плеча и акромиального отростка

Хроническая микротравма мягких тканей (сухожилий мышц-ротаторов)

## Симптомы:

- Болезненность и ограничение амплитуды движений при отведении и сгибании плеча.
- Боли в ночное время суток.

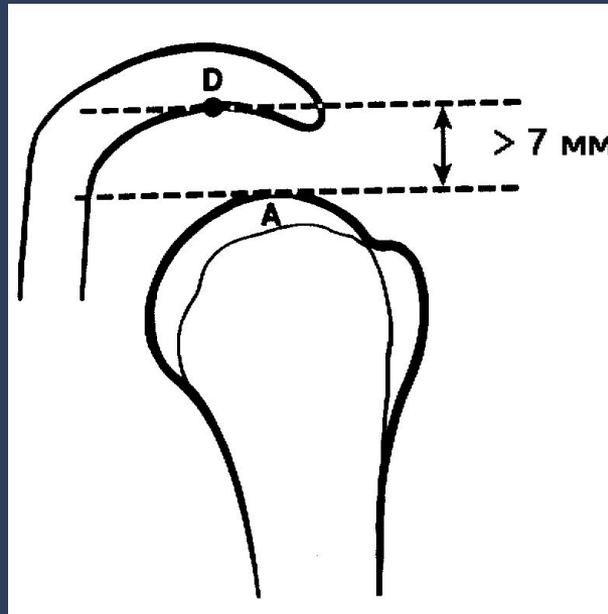
# ИМПИНДЖМЕНТ-СИНДРОМ

## ПАТОГЕНЕЗ

Хронический конфликт (соударение) между головкой плеча и корако-акромиальной дугой, микротравматизация сухожилия надостной мышцы

## Сужение субакромиального пространства

Увеличение объема мягких тканей (рубцовый процесс в субакромиальной сумке, тендиноз сухожилия надостной мышцы)



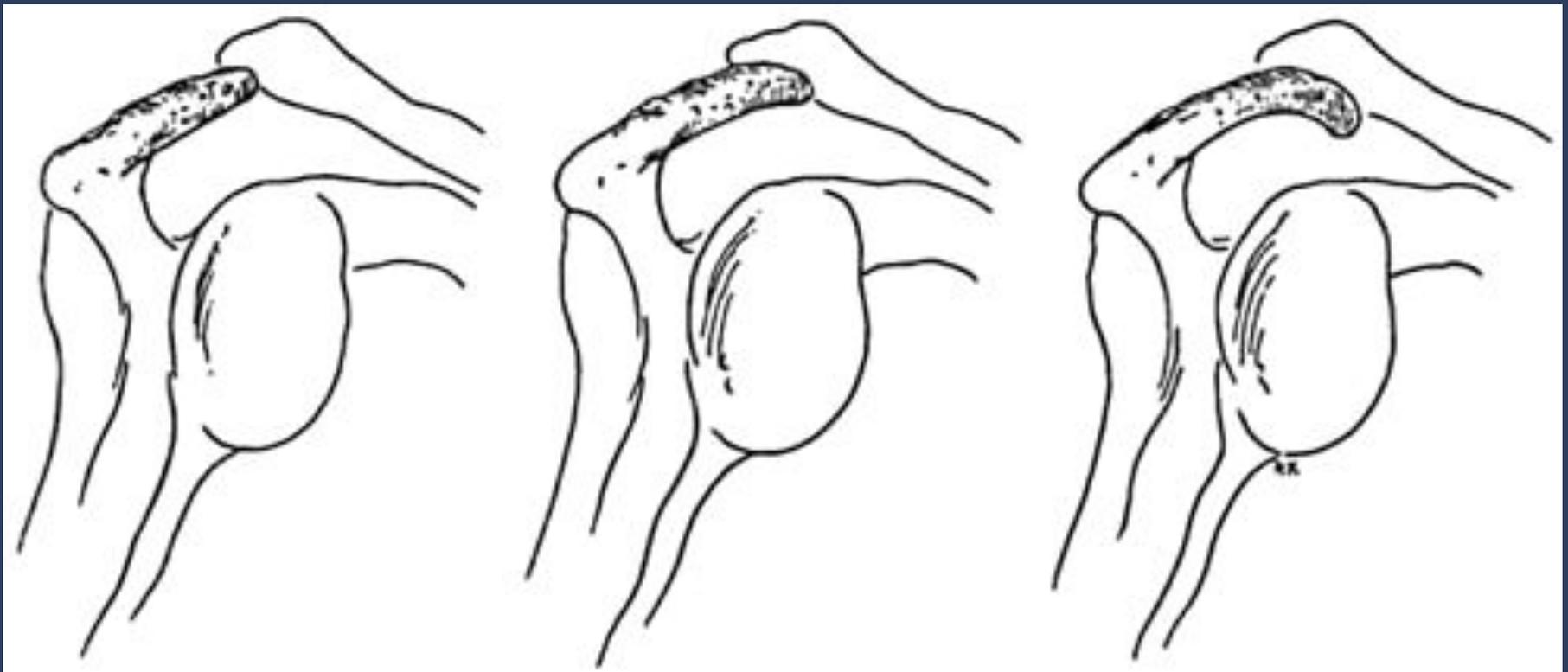
Уменьшение субакромиального пространства (остеофиты акромиона, варианты строения акромиона неправильно сросшиеся переломы)

# Типы акромиона по Биглиани

I-й тип –  
плоский

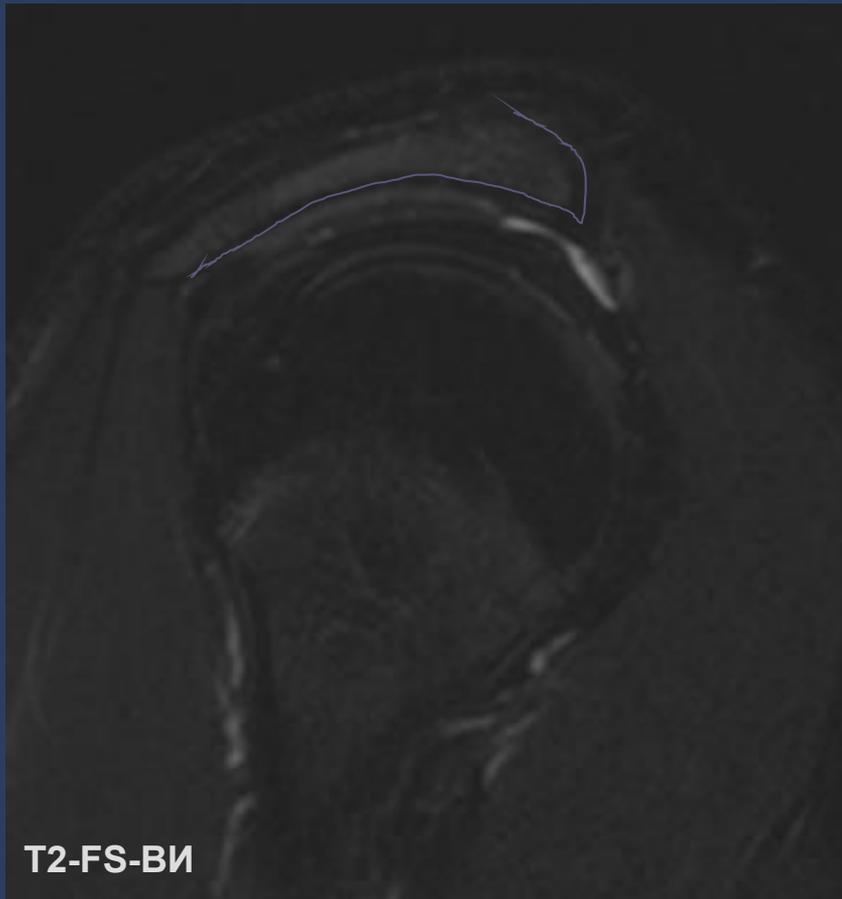
II-й тип –  
изогнутый

III-й тип –  
крючковидный



# Типы акромиона по Биглиани

## III-й тип – крючковидный



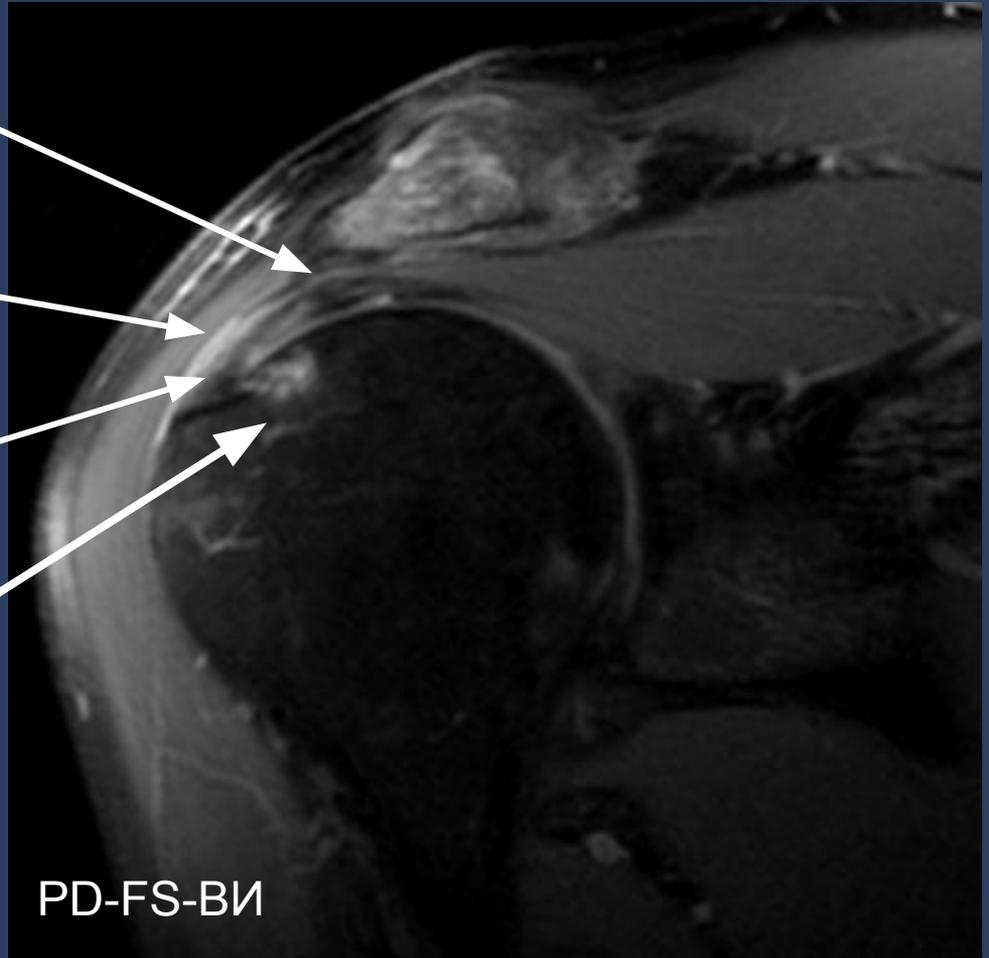
# ИМПИНДЖМЕНТ-СИНДРОМ

Сужение подакромиального пространства (до 6 мм)

Подакромиально-поддельтовидный бурсит, фиброзные изменения листков сумки

Тендиноз сухожилия надостной мышцы

Кистовидная перестройка большого бугорка



# АДГЕЗИВНЫЙ КАПСУЛИТ

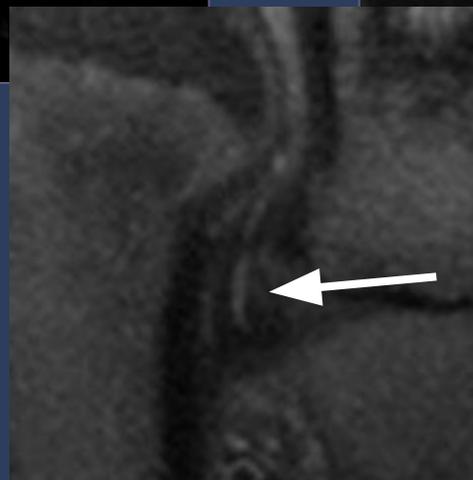
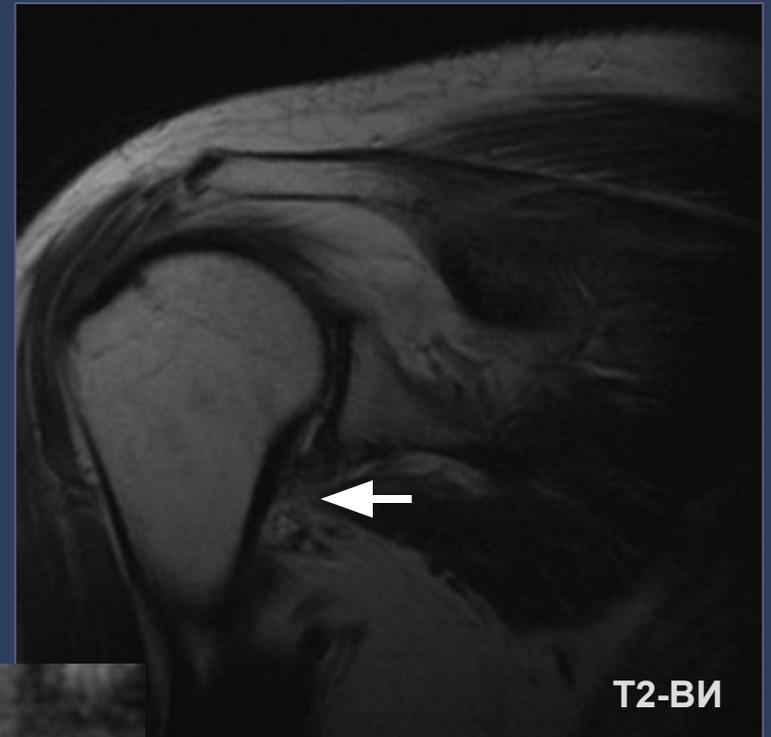
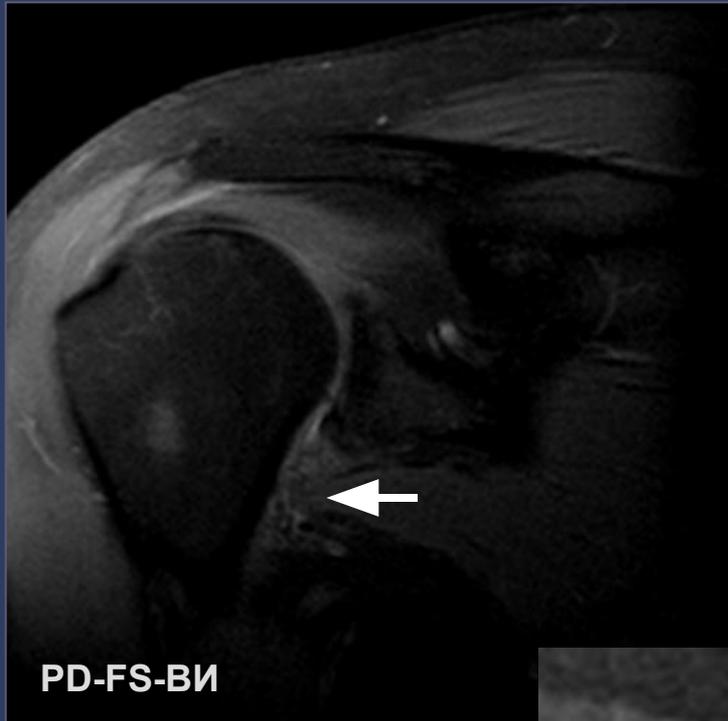


# АДГЕЗИВНЫЙ КАПСУЛИТ

**Адгезивный капсулит («синдром замороженного плеча») – это патологический процесс, характеризующийся хроническим продуктивным воспалением, утолщением и сокращением капсулы сустава.**

**Проявляется болью и ограничением всех видов движений в суставе (внутренняя ротация, наружная ротация и сгибание, отведение).**

# АДГЕЗИВНЫЙ КАПСУЛИТ



Нормальное количество  
жидкости в подмышечном  
кармане

# Остеоартроз плечевого сустава

# Остеоартроз плечевого сустава

- Первичный остеоартроз – прогрессирующая дегенерация структур сустава вызванная хронической перегрузкой.
- Плечевой сустав поражается реже других суставов.
- Вторичный остеоартроз – невоспалительные дегенеративные изменения сустава на фоне предрасполагающих факторов: травма, врожденная деформация, инфекция или метаболические нарушения.
- Вторичный посттравматический остеоартроз встречается у людей разного возраста.

# Классификации остеоартроза

*Артроскопическая классификация остеоартроза по системе SFA (Système Française D'Arthroscopie).*

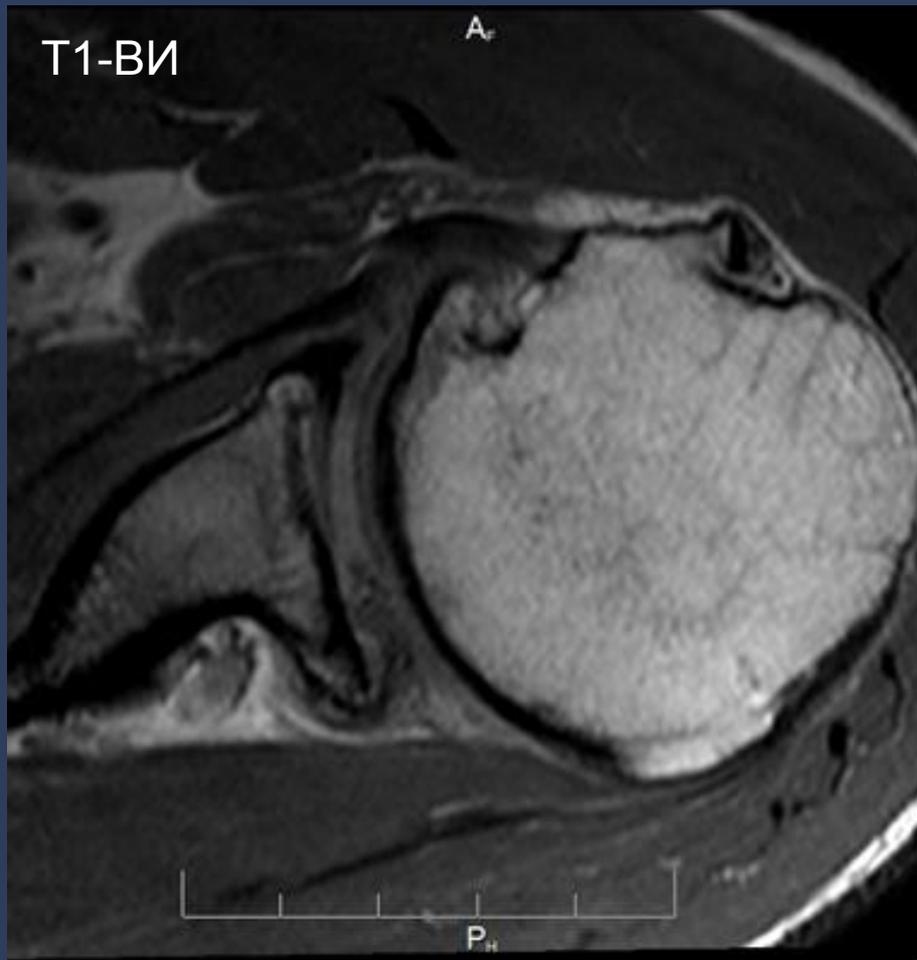
- I стадия – единичные участки размягчения и набухания суставного хряща.
- II стадия – поверхностные дефекты суставного хряща.
- III стадия – глубокие дефекты суставного хряща, достигающие субхондральной костной ткани.
- IV стадия – поражение субхондральной костной ткани.

*Модифицированная классификация Outerbridge/Collins(используют в МРТ).*

- 0-I стадия (S-стадия) – единичные участки размягчения суставного хряща.
- I стадия – единичные поверхностные небольшие по протяженности дефекты суставного хряща в зонах наибольшей стрессовой нагрузки.
- II стадия – единичные глубокие более протяженные дефекты суставного хряща в зонах наибольшей стрессовой нагрузки.
- III стадия – множественные глубокие дефекты суставного хряща с поражением субхондральной костной ткани в зонах стрессовой нагрузки; размягчение, поверхностные дефекты суставного хряща в зонах меньшей стрессовой нагрузки.
- IV стадия – обширные дефекты суставного хряща на всю толщину, занимающие большую площадь суставной поверхности кости, с поражением субхондральной костной ткани.

- O. Baysala et al. Comparison of MRI graded cartilage and MRI based volume measurement in knee osteoarthritis / Swiss Med Wkly. – 2004; P. 283-288.

# ОСТЕОАРТРОЗ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА



## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

- Истончение суставного хряща.
- Нарушение целостности суставного хряща.
- Участки трабекулярного отека субхондральной костной ткани нагрузочного характера.
- Субхондральная кистовидная перестройка.
- Краевые костные разрастания (остеофиты).
- Свободные костно-хрящевые тела.
- Деформация суставных поверхностей костей.
- Подвывихи.
- Анкилоз.
- Гипертрофия синовиальной оболочки.

# Хондроматоз плечевого сустава

# **ХОНДРОМАТОЗ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА**

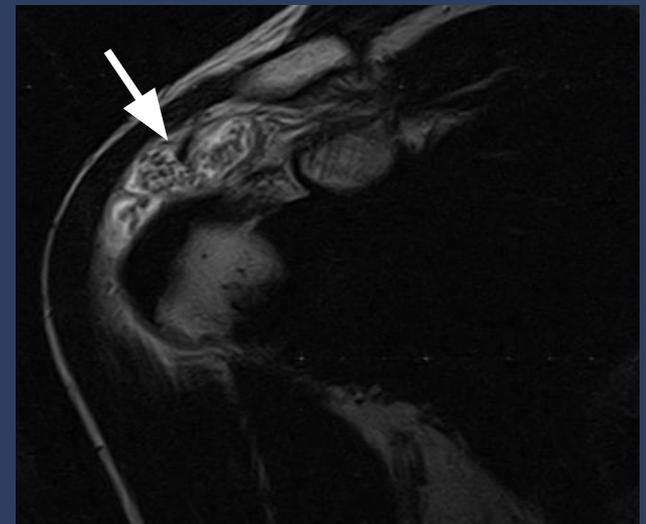
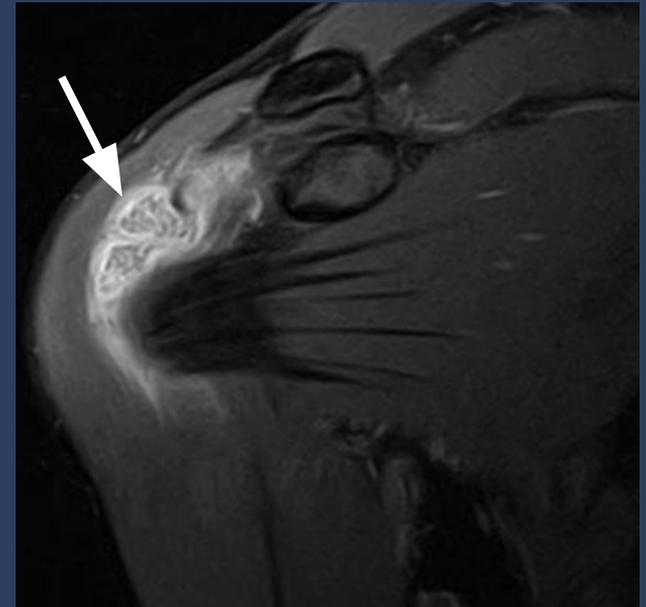
**Синонимы: хондроматоз синовиальной оболочки, синовиальная хондрометаплазия, синовиальный остеохондроматоз, посттравматический хондроматоз.**

**Хондроматоз сустава - гиперплазия синовиальной оболочки плечевого сустава, внутрисуставные свободные костно-хрящевые тела в полости плечевого сустава.**

# ХОНДРОМАТОЗ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

- Первичный (истинный) хондроматоз – результат доброкачественной пролиферации (гиперплазии) хрящевой ткани в синовиальной оболочке сустава в виде узелков.

- Вторичный – в результате травмы, дегенеративно-дистрофических изменений сустава.



# Асептический некроз головки плечевой кости

# Терминология

Асептический некроз – патологический процесс, характеризующийся омертвлением участка костной ткани в результате нарушения его питания

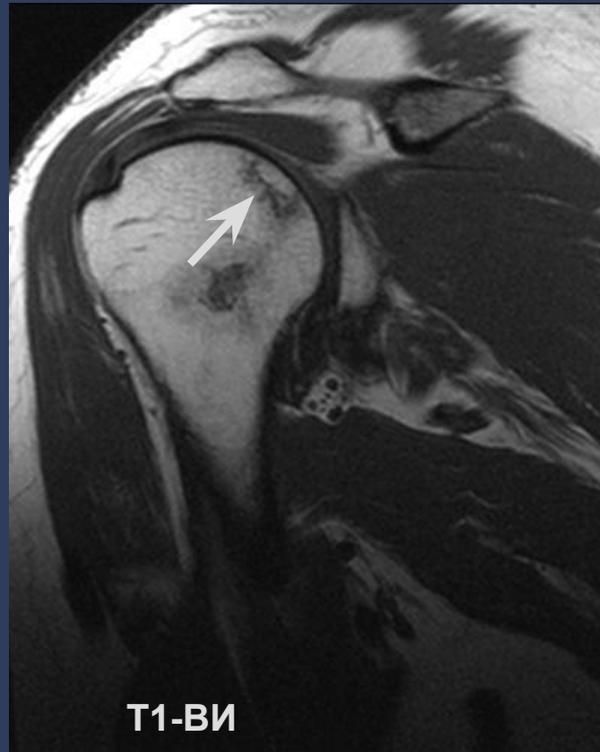
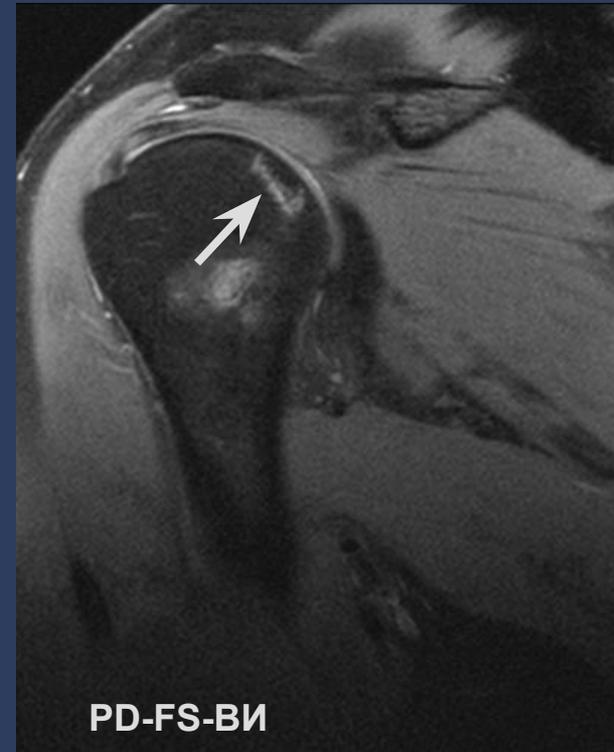
# Асептический некроз головки плечевой кости

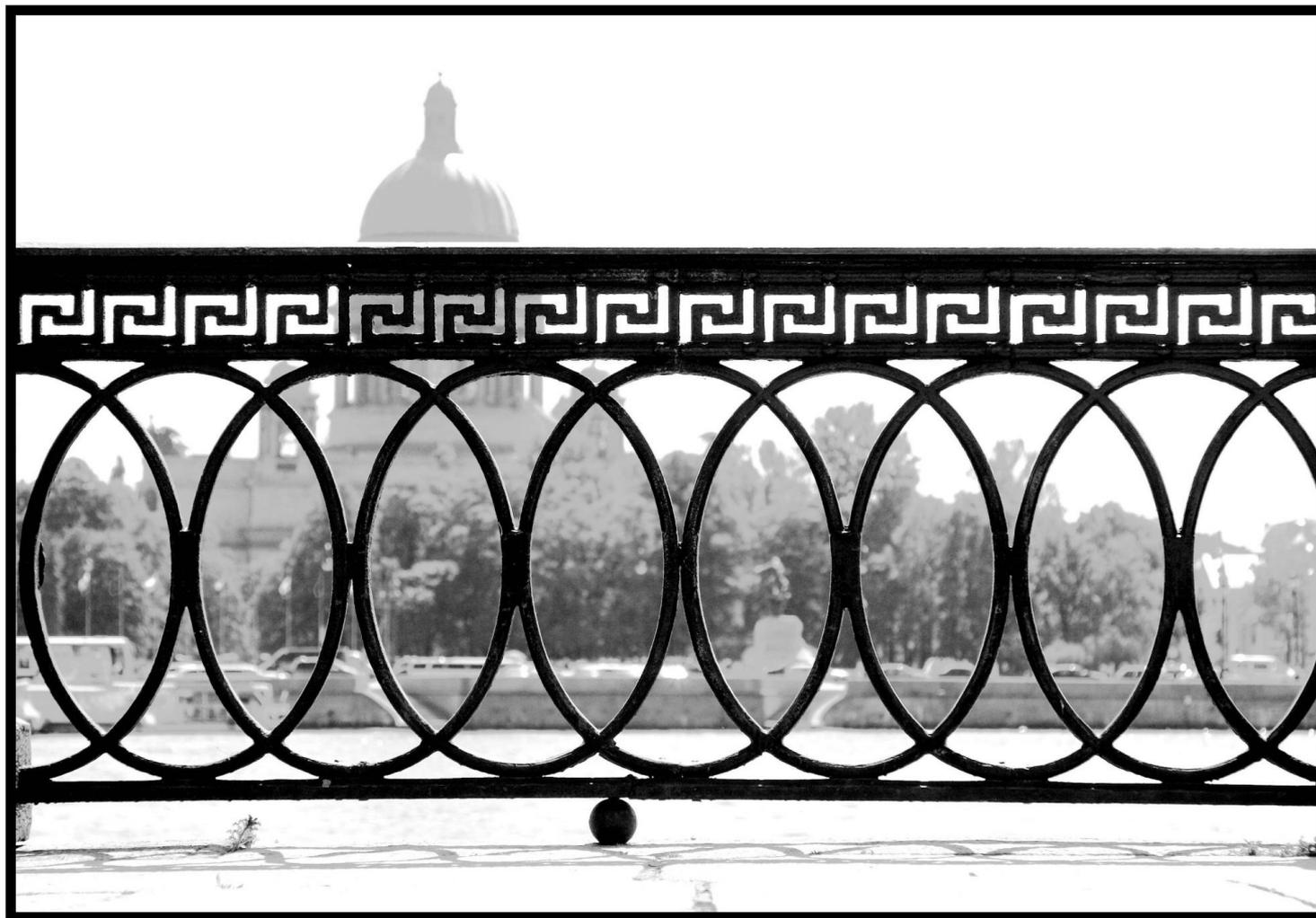
- Хроническая микротравматизация приводит к локальному нарушению кровоснабжения.
- Усиленные осевые нагрузки («конфликт – соударение» головки плечевой кости и акромиона.
- Ишемические изменения костного мозга
  - злоупотребление алкоголем
  - длительное применение глюкокортикостероидов
  - эндокринные нарушения
  - генетическая предрасположенность
- Локализация: в основном в передне-верхних отделах головки плечевой кости.

# МР-классификация асептического некроза головки плечевой кости

- I стадия – гиалиновый хрящ интактный, зона формирующегося асептического некроза имеет гиперинтенсивный на T2-ВИ и PD-FS-ВИ МР-сигнал вследствие трабекулярного отека костного мозга.
- II стадия - формирующийся участок асептического некроза демонстрирует «симптом двойной линии» на PD-FS-ВИ и «симптом одинарной линии» на T1-ВИ.
- III стадия - отграничение демаркационной линией участка сформированного асептического некроза серповидной формы.
- IV стадия - фрагментации, деформация головки плечевой кости.

# АСЕПТИЧЕСКИЙ НЕКРОЗ ГОЛОВКИ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ





Спасибо за внимание!