

РАЗДЕЛ 2

Плечевой сустав



Манипуляции на плечевом суставе	36
Анатомия плечевого сустава	42
Положение плечевой кости в отведении и наружной ротации (ABER)	58
Оценка плечевого сустава	62
Повреждение Банкарта и его разновидности	64
Повреждения задней суставной губы лопатки	70
Повреждение верхней суставной губы лопатки спереди назад (SLAP) и разрывы интервала вращателей	76
Хрящевые и костно-хрящевые повреждения плечевого сустава	80
Отрыв переднего и заднего пучков НСПС, разрыв ССПС	82
Растяжение суставной капсулы и адгезивный капсулит	86
Изменения после хирургической коррекции нестабильности плечевого сустава	88
Разрыв вращательной манжеты	92
Изменения после хирургического восстановления вращательной манжеты	96

КЛЮЧЕВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ПОДГОТОВКА

- МР-артрография улучшает визуализацию разрывов суставной губы и связок, но имеет ограничения при разрыве вращательной манжеты плеча

ПРОЦЕДУРА

- Рентгеноскопический доступ может быть передним и задним
 - Доступ в области интервала вращателей дает меньше артефактов, чем доступ в средней или нижней частях сустава
 - Выбор локализации в области изгиба головки плечевой кости дает большее пространство для среза иглы
 - Плечо должно быть ротировано наружу
 - Игла может быть слегка изогнута в выбранном месте введения для следования изгибу головки плечевой кости
 - Продвижение иглы к головке плечевой кости, ослабление давления, инъекция под контролем дискретной рентгеноскопии
- Ультразвуковой доступ может быть передним, задним или в положении пациента лежа на боку
 - Датчик позиционируется поперечно над плечевым суставом

- Игла продвигается от медиального края к латеральному в направлении головки плечевой кости
- Правильность расположения подтверждается свободным вытеканием анестетика из иглы в полость сустава

ИСХОДЫ

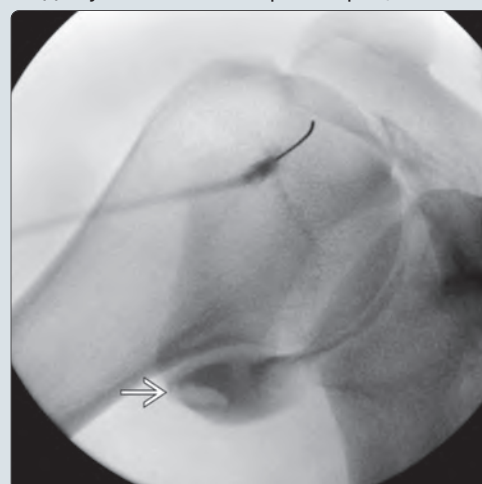
- Неправильное выполнение инъекций встречается довольно часто
 - Патологические скопления контраста при МР-артрографии должны быть сопоставлены с данными артрографии
- Внесуставная инъекция
 - Контраст не очерчивает поверхность сустава
 - Часто визуализируется округлое скопление контрастного вещества
- Инъекция в капсулу, сумку сустава или в межмышечное пространство
 - Как правило, смешанная инъекция, контраст также проникает в полость сустава
 - Может имитировать разрыв при МРТ
- Перерастяжение сустава может имитировать отрыв суставно-плечевой связки от плечевой кости при ее разрыве, либо может распространяться глубже в подлопаточную мышцу

Передний доступ

(Слева) Пациент располагается лежа на спине с ротированной наружу рукой. Показаны два возможных доступа – в средней трети сустава и в области интервала вращателей. (Справа) Передне-задняя артрограмма: игла находится высоко в области головки плечевой кости (доступ в области интервала вращателей). В этом положении возможна инъекция связки двуглавой мышцы, имитирующая травму. В области аксиллярного кармана визуализируются свободные хрящевые тела ➡.



Доступ в области интервала вращателей



Задний доступ

(Слева) При заднем доступе пациент располагается лежа на животе с приподнятым пораженным плечом и ротированной наружу рукой. Точка доступа в этом положении может быть выше или ниже головки плечевой кости. (Справа) Передне-задняя артрограмма: идеальное верхнее расположение при заднем доступе. Игла должна находиться немного ниже верхнего края головки плечевой кости.



Задний доступ



ПОДГОТОВКА

Показания

- МР-артрография улучшает визуализацию при подозрении на травму суставной губы, связок или капсулы сустава
- Минимальное преимущество перед МРТ без контрастирования при оценке вращательной манжеты
- Лечебные инъекции, как правило, выполняются при адгезивном капсулите, артрите или неоперабельных разрывах суставной губы

Начало работы

- Список оборудования
 - Иглы: 25G, 38 мм для анестезии, спинальные иглы 20–25G для проведения инъекции
 - Стандартный набор для артрографии

ПРОЦЕДУРА

- Лучший вариант доступа
 - Рентгеноскопический доступ может быть передним или задним
 - Ультразвуковой доступ может быть передним, задним или в положении пациента лежа на боку
- **Положение пациента лежа на спине** (передний доступ)
 - Рука ротирована наружу
 - Несколько возможных вариантов положения иглы
 - Интервал вращателей: выше головки плечевой кости
 - Немного медиальнее сухожилия двуглавой мышцы
 - Инъекция во влагалище сухожилия двуглавой мышцы может имитировать разрыв вращателей
 - Средняя треть сустава: проекция по центру головки плечевой кости
 - Инъекция в среднюю суставно-плечевую связку может имитировать ее разрыв
 - Нижняя часть сустава: проекция нижнемедиального отдела головки плечевой кости
 - Инъекция в капсулу может имитировать отрыв суставно-плечевой связки от плечевой кости
- **Положение пациента лежа на животе** (задний доступ)
 - Плечо приподнято при помощи подставки, простыней
 - Рука ротирована наружу
 - Две точки вкола
 - Верхняя: выше и медиальнее головки плечевой кости
 - Нижняя: нижнемедиальная проекция головки плечевой кости
- **Положение пациента лежа на боку** (для инъекций в плечевой сустав или сумку под контролем УЗИ)
 - Пациент лежит на противоположной стороне
 - Подушка находится под пораженной рукой для расслабления плеча
 - Игла проводится задним доступом при инъекции в плечевой сустав, боковым — при инъекции в сумку
- Инъекции в акромиально-ключичный или грудино-ключичный суставы
 - Лечебные инъекции под рентгеноскопическим или ультразвуковым контролем
 - Пациент располагается лежа на спине, визуализация сустава в профиль
 - Проведение иглы 25G в полость сустава, подтверждение положения при введении воздуха или контраста

Этапы процедуры

- **Рентгеноскопический контроль**
 - Положение пациента лежа на животе или на спине
 - Выбор локализации в области изгиба головки плечевой кости дает большее пространство для среза иглы
 - Игла может быть слегка изогнута в выбранном месте введения для следования изгибу головки плечевой кости
 - Продвижение иглы к головке плечевой кости

- Введение лидокаина для подтверждения свободного доступа в полость сустава
- Поворот острия иглы, если раствор поступает не свободно
- Введение под контролем дискретной рентгеноскопии, сохранение изображений

Ультразвуковой контроль

- Положение пациента соответственно доступу
- Датчик позиционируется поперечно над плечевым суставом
- Игла продвигается от медиального края к латеральному в направлении головки плечевой кости
- Правильность расположения подтверждается свободным вытеканием анестетика из иглы в полость сустава
- Введение контраста или лекарственного вещества под непосредственным контролем визуализации

ИСХОДЫ

Трудности

- Внесуставная инъекция
 - Контраст не очерчивает поверхность сустава
 - Часто визуализируется округлое скопление контрастного вещества
- Экстравазация контраста
 - Часто вследствие перерастяжения сустава
 - Может наблюдаться в области вращательной манжеты, глубоко в подлопаточном или подмышечном кармане
 - Может сопутствовать адгезивному капсулиту
- Инъекция в капсулу, сумку сустава или в межмышечное пространство
 - Как правило, смешанная инъекция, контраст также проникает в полость сустава
 - Может имитировать разрыв при МРТ
- Внутривещевые и внутрикостные инъекции
 - Вызваны чрезмерным давлением на иглу
 - Визуализируется скопление контраста у кончика иглы
- Инъекции в задний промежуток
 - Задний промежуток — потенциальное пространство между сухожилиями надостной и подостной мышц
 - Случайное введение часто происходит, когда инъекция выполняется выше головки плечевой кости
 - Контрастное вещество заполняет углубление между сухожилиями надостной и подостной мышц.

ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

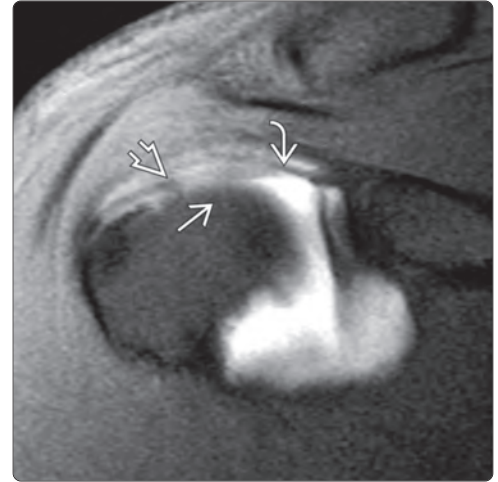
1. Ogul H et al: Extra-articular contrast material leaks into locations unrelated to the injection path in shoulder MR arthrography. *Eur Radiol.* 24(10):2606-13, 2014
2. Pavic R et al: Diagnostic value of US, MR and MR arthrography in shoulder instability. *Injury.* 44 Suppl 3:S26-32, 2013
3. Magee T: 3-T MRI of the shoulder: is MR arthrography necessary? *AJR Am J Roentgenol.* 192(1):86-92, 2009

Инъекция в области интервала вращателей

(Слева) Передне-задняя артрограмма: идеальное положение при доступе в области интервала вращателей – рука ротирована на кнаружи, а игла находится ниже и медиальнее сухожилия двуглавой мышцы. (Справа) Косая корональная T1 FS MP-артрограмма, этот же пациент: визуализируется местоположение иглы и относительное расположение верхней суставно-плечевой и клювовидно-плечевой связок, формирующих петлю сухожилия двуглавой мышцы.

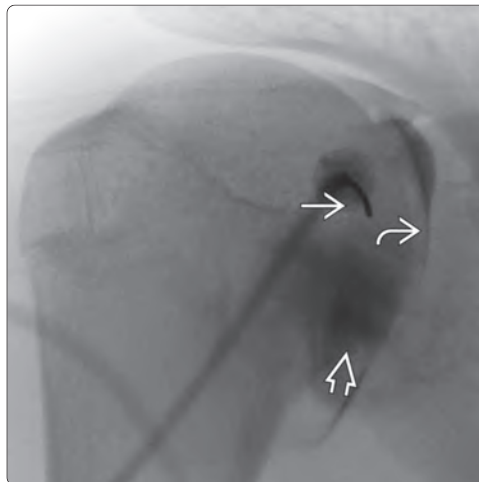


Инъекция в области интервала вращателей

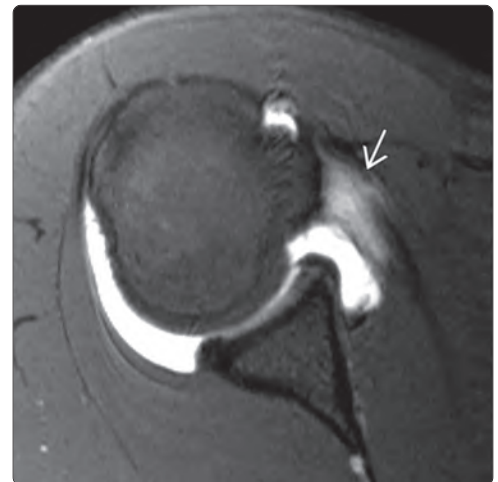


Контраст частично в сухожилии подлопаточной мышцы

(Слева) Передне-задняя прицельная рентгенография: при переднем доступе в средней области головки плечевой кости визуализируется кончик иглы. Контраст, который очерчивает контур сустава, находится в его полости. Вместе с тем овоидное скопление контраста не соответствует внутрисуставному расположению. (Справа) Аксиальная T1 FS MP-артрограмма, этот же пациент: визуализируется овоидное скопление контрастного вещества вследствие отчасти неверно выполненной инъекции. Овоидная форма скопления не соответствует частичному разрыву.

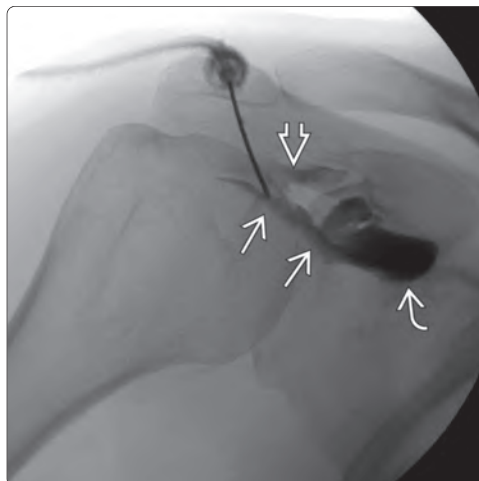


Контраст частично в сухожилии подлопаточной мышцы

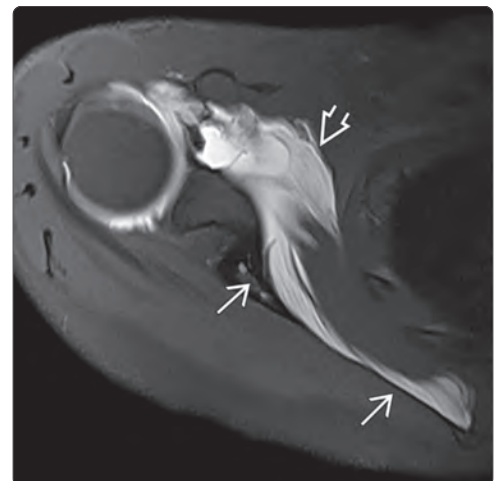


Частично внесуставное выполнение инъекции

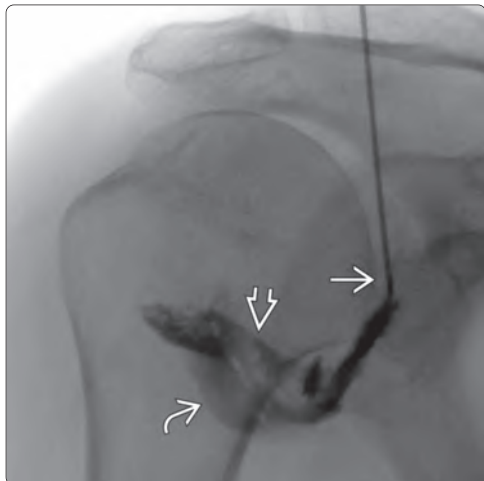
(Слева) Передне-задняя прицельная рентгенография: визуализируется линейное скопление контраста, не соответствующее контуру сустава. Некоторое количество контраста находится в полости сустава, заполняя передний и подлопаточный карманы. Эти находки указывают на частичное внесуставное введение. (Справа) Аксиальная T1 FS MP-артрограмма, этот же пациент: подтверждается неправильное местоположение контраста глубже подлопаточной мышцы, а также впереди от сустава. Анализ артрограмм полезен для распознавания ятрогенной природы случая.



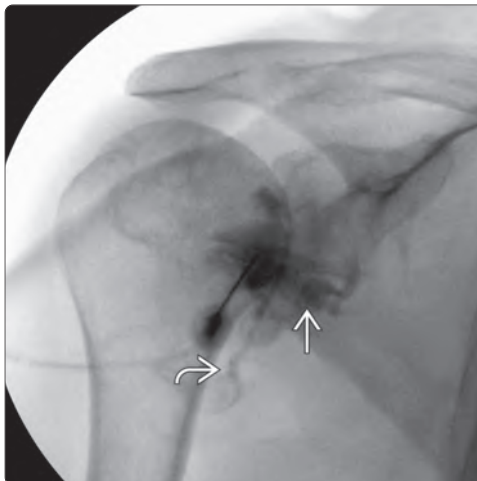
Частично внесуставное выполнение инъекции



Инъекция вне суставной полости

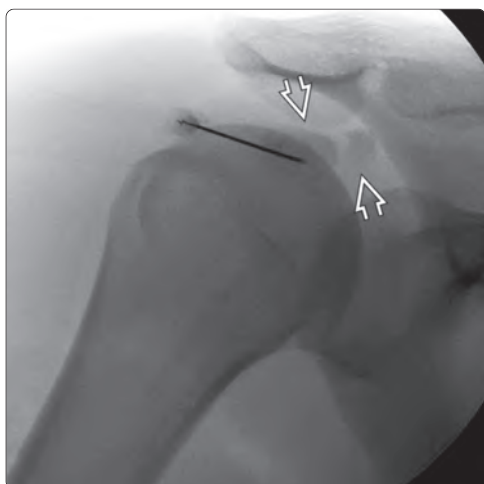


Неправильно выполненная инъекция

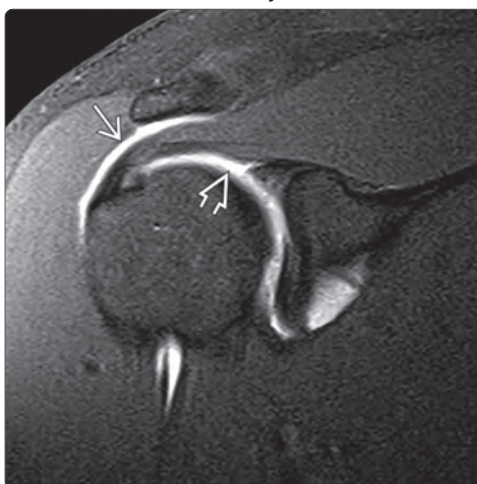


(**Слева**) Передне-задняя артрограмма: определяется косой ход иглы при переднем доступе, что затрудняет суждение о глубине введения. Кроме того, игла располагается слишком медиально. Контраст определяется вне суставной полости и в нижней суставно-плечевой связке. (**Справа**) Передне-задняя артрограмма: контраст визуализируется в подлопаточной мышце, а также в пространстве снаружи капсулы. Контраст не очерчивает края сустава, что указывает на полное его введение вне полости сустава.

Введение контраста в суставную сумку

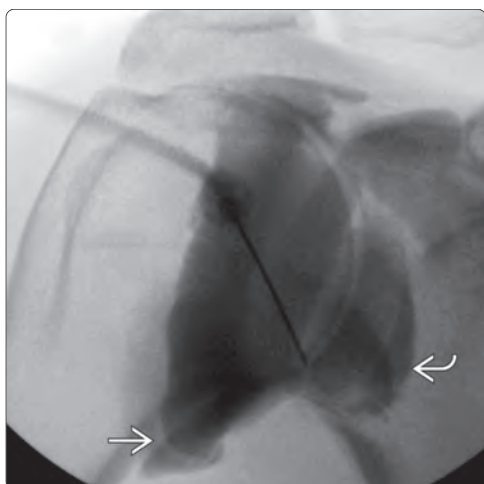


Введение контраста в суставную сумку и полость сустава

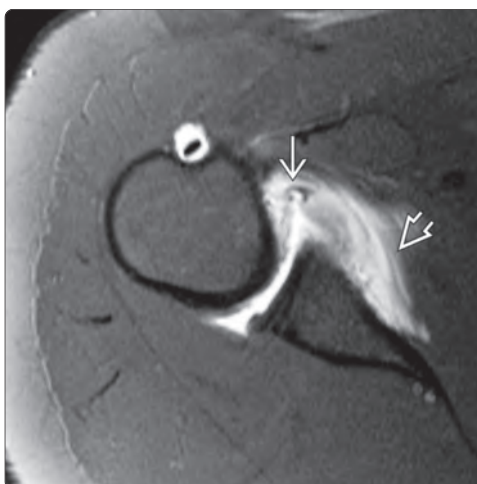


(**Слева**) Передне-задняя прицельная рентгенография: визуализируется контраст, заполняющий субакромиальную/поддельтовидную сумку, что указывает на недостаточное продвижение иглы. Неправильное местоположение было распознано, и игла была проведена глубже в полость сустава. (**Справа**) Корональная T1 ВИ FS МР-артрограмма, этот же пациент: визуализируется ятрогенное введение контраста в сумку, а также в полость сустава. Для постановки правильного диагноза необходимо четкое сопоставление артрограмм со снимками МРТ.




Инъекция в нижний отдел полости сустава

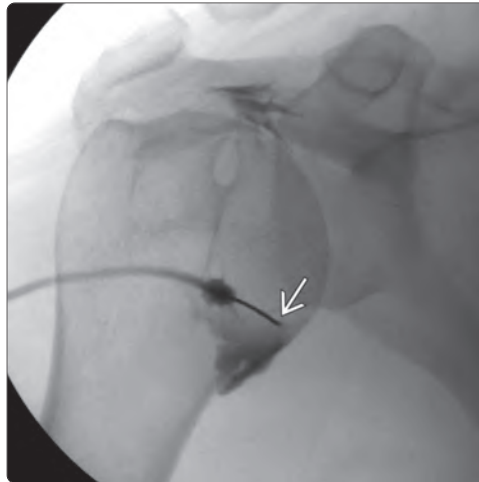


Инъекция: нижний отдел головки плечевой кости



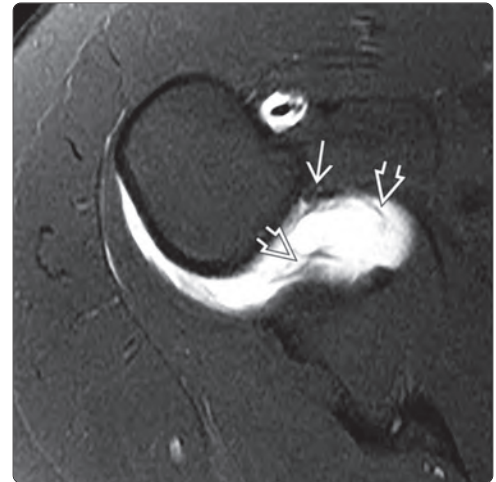
(**Слева**) Передне-задняя рентгенограмма: визуализируется игла (передненижний доступ), частично находящаяся в полости сустава и частично – в капсуле. Ятрогенная экстравазация видна вдоль шейки плечевой кости и суставной впадины лопатки. (**Справа**) Аксиальная T1 FS МР-артрограмма, этот же пациент: визуализируется контраст в нижней суставно-плечевой связке, имитирующий разрыв и отслойку вдоль медиального края лопатки глубже подлопаточной мышцы. При артрографии эти области выглядели нормально.

(Слева) Передне-задняя прицельная рентгенография: визуализируется игла  в месте прикрепления нижней суставно-плечевой связки к плечевой кости. Контраст был введен частично в полость сустава, а частично – в связку и вне сустава. Затруднение при введении контраста является ключом к определению неправильного положения иглы. (Справа) Аксиальная T1 FS МР-артрограмма, этот же пациент: визуализируется неровность в месте крепления нижней суставно-плечевой связки к плечевой кости , а также другие неровные участки в подмышечном кармане , подозрительные в отношении травмы.



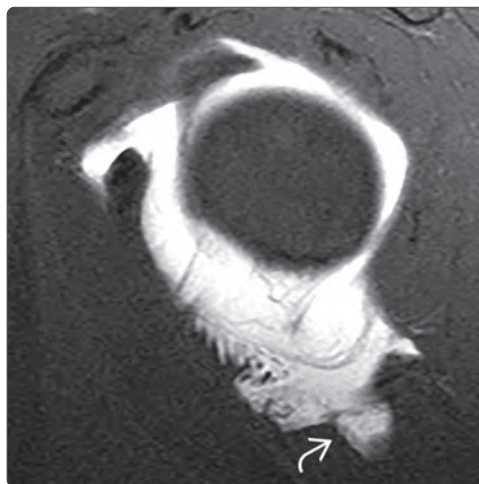
Артефакт отрыва суставно-плечевой связки от места ее прикрепления к плечевой кости вследствие низкого введения

Артефакт отрыва суставно-плечевой связки от места ее прикрепления к плечевой кости вследствие низкого введения

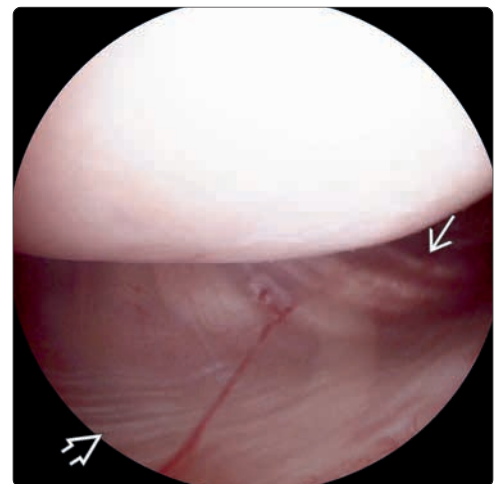


Артефакт отрыва суставно-плечевой связки от места ее прикрепления к плечевой кости вследствие низкого введения

(Слева) Сагиттальная PD FS МР-артрограмма, этот же пациент: визуализируется контраст за пределами нормального контура сустава . Диагностирован отрыв суставно-плечевой связки, хотя возраст и анамнез пациента должны были навести на мысль о дальнейшем анализе простых рентгенологических изображений. (Справа) Артроскопия, этот же пациент: визуализируется не измененная нижняя суставно-плечевая связка  и подмышечный карман . Головка плечевой кости визуализируется в верхней части изображения.

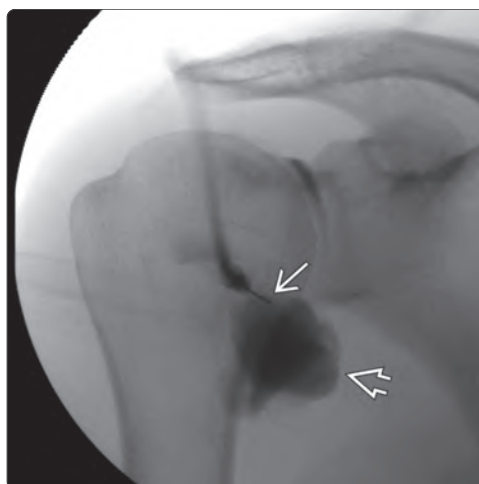


Частичное введение контраста вне полости сустава



Частичное введение контраста вне полости сустава

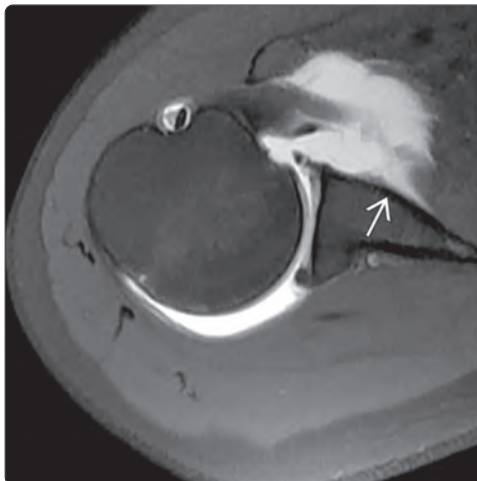
(Слева) Передне-задняя прицельная рентгенография: визуализируется игла, расположенная в месте крепления нижней суставно-плечевой связки к плечевой кости . Шаровидная экстравазация контраста  не является характерной неровной полостью, образующейся при разрыве нижней суставно-плечевой связки. (Справа) Корональная T1 FS МР-артрограмма, этот же пациент: определяются множественные скопления контраста в виде луковичной шелухи , обусловленные его содержанием между волокнами связки. Очаги разрыва не визуализируются. Нижняя суставно-плечевая связка не была изменена при артроскопии.



Перерастяжение полости сустава

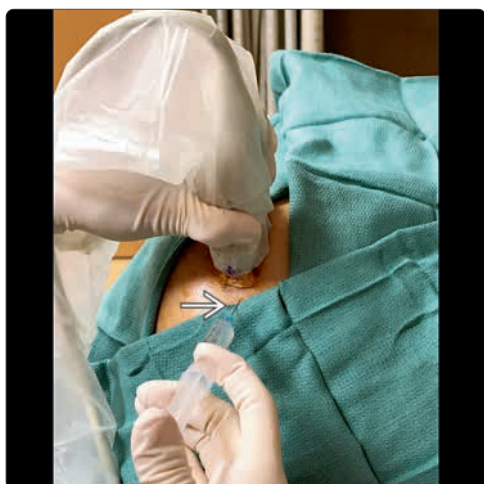


Перерастяжение полости сустава

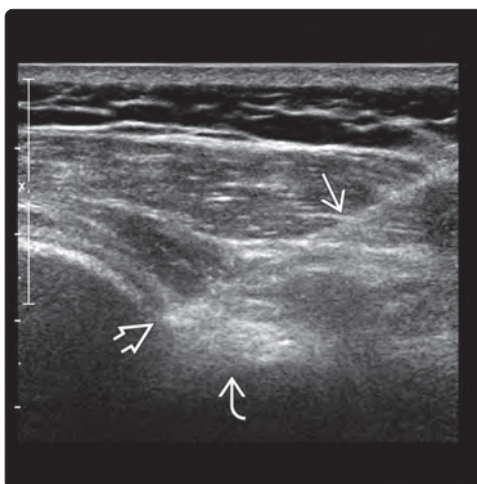


(Слева) Передне-задняя прицельная рентгенография: визуализируется контраст, очерчивающий плечевой сустав, распространяющийся за пределы нормального контура в медиальном направлении . (Справа) Аксиальная T1 FS MP-артрограмма, этот же пациент: визуализируется контраст, распространяющийся вдоль переднего края лопаточной кости , имитируя отрыв подлопаточной мышцы. Перерастяжение сустава контрастом может имитировать разрывы подлопаточной мышцы или подмышечного кармана.

Расположение для инъекции под контролем УЗИ



Инъекция под контролем УЗИ, задний доступ

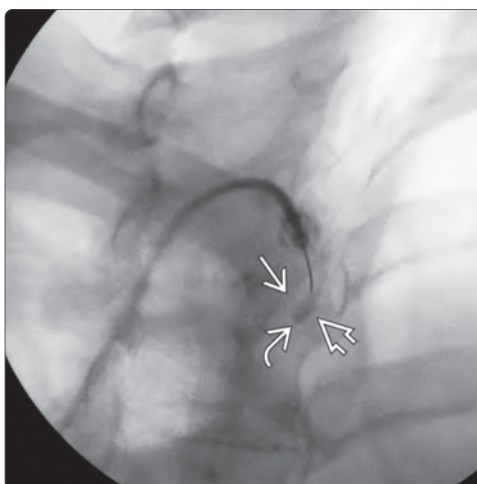


(Слева) Пациент располагается на левом боку для проведения инъекции из заднего доступа. Этот доступ хорошо переносится крупными и/или взволнованными пациентами. Руку поддерживает подушка. Место введения иглы находится на расстоянии от датчика, для создания более горизонтальной траектории. (Справа) УЗИ, аксиальная плоскость: визуализируется введение иглы задним доступом , контакт иглы с головкой плечевой кости латеральнее губы суставной впадины лопатки . Для подтверждения свободного поступления раствора в полость сустава инъекция выполнена под ультразвуковым контролем.

Инъекция в акромиально-ключичный сустав



Инъекция в грудино-ключичный сустав



(Слева) Передне-задняя прицельная рентгенография: визуализируется игла в полости акромиально-ключичного сустава и контраст, заполняющий полость . (Справа) Передне-задняя косая прицельная рентгенография: визуализируется игла, расположенная между головкой ключицы и суставной поверхностью рукоятки грудины . Контраст заполняет небольшую полость сустава . Этот сустав можно легко визуализировать, используя линейный датчик.

ЛУЧЕВАЯ АНАТОМИЯ

Краткий обзор

- Плечевой сустав обладает высокой подвижностью, склонен к нестабильности
 - Вращательная манжета и суставно-плечевые связки способствуют его стабилизации
 - В некоторой степени стабильности способствует также губа суставной впадины лопатки
- **Капсула сустава**
 - Берет свое начало у края суставной впадины лопатки или шейки лопатки в направлении анатомической шейки плечевой кости
 - При артрографии визуализируются нормальные завороты сустава
 - Подмышечный, подлопаточный, интервал вращателей, передний и задний завороты, влагалище сухожилия двуглавой мышцы
- **Суставная впадина лопатки**
 - Повернута кпереди, имеет форму неглубокой чаши
 - Центральный хрящевой отдел представлен небольшой областью с ровным краем, которая может занимать различное положение
- **Губа суставной впадины лопатки**
 - Волокнистые хрящевые структуры выступают по окружности костной части суставной впадины
 - Располагается на суставной поверхности, перекрывает гиалиновый хрящ
 - Углубляет костную впадину, улучшает конгруэнтность и стабильность сустава
 - В поперечном сечении может иметь форму треугольника или окружности
 - Передняя губа больше задней
- **Вращательная манжета:** четыре мышцы, берущие свое начало на лопатке и прикрепляющиеся к плечевой кости
 - Надостная: от надостной ямки лопатки к большому бугорку плечевой кости
 - Отводит плечо, а также опускает головку плечевой кости
 - Подостная: от задней поверхности лопатки к большому бугорку плечевой кости
 - Вращает плечо кнаружи
 - Малая круглая мышца: от латерального края лопаточной кости к большому бугорку плечевой кости
 - Вращает плечо кнаружи
 - Подлопаточная мышца: от передней поверхности лопаточной кости к малому бугорку плечевой кости
 - Поверхностные волокна простираются через передний край большого бугорка в виде части поперечной связки
 - Вращает плечо внутрь, приводит плечо
- **Суставно-плечевые связки:** утолщения капсулы сустава, вариативное строение
 - Верхняя суставно-плечевая связка
 - Стабилизирует приведенное плечо и противостоит нижнему подвывиху
 - Тонкий горизонтальный пучок у верхнего края сустава
 - Берет свое начало у суставной губы сразу кпереди от сухожилия двуглавой мышцы
 - Прикрепляется к малому бугорку
 - Сливается с клювовидно-плечевой связкой
 - Средняя суставно-плечевая связка
 - Стабилизирует отведенное плечо
 - Косо ориентирована в нижнелатеральном направлении от верхней части суставной губы
 - Берет свое начало кпереди от верхней суставно-плечевой связки
 - Сливается со связкой надлопаточной мышцы
 - Прикрепляется к малому бугорку
 - Увеличивается при отсутствии передневерхней губы (комплекс Буфорда)

- Нижняя суставно-плечевая связка
 - Стабилизирует отведенное плечо
 - Передний пучок: от передненижней губы к хирургической шейке плечевой кости
 - Задний пучок: от задненижней губы к хирургической шейке плечевой кости

● **Клювовидно-плечевая связка**

- Стабилизирует длинную головку двуглавой мышцы, формирует петлю совместно с верхней суставно-плечевой связкой и сухожилием подлопаточной мышцы
- Стабилизация при нижнем и заднем подвывихе
- Берет свое начало у заднего края клювовидного отростка, крепится к большому и малому бугоркам плечевой кости
- Широкая тонкая связка или изгиб капсулы с латеральным и медиальным сгущением (пучки)
- Латеральные пучки сливаются с капсулой, сухожилием подлопаточной мышцы, поперечной связкой
 - Прикрепляются у переднего края сухожилия подлопаточной мышцы
- Медиальный пучок сливается с капсулой, верхней суставно-плечевой связкой и дистальной частью сухожилия надостной мышцы

● **Клювовидно-суставная связка**

- Прилежит и часто срастается с верхней суставно-плечевой и клювовидно-плечевой связками; вариативна

● **Интервал вращателей**

- Пространство треугольной формы между сухожилиями надостной и подлопаточной мышц
 - Широкое в медиальной части, узкое в латеральной, оканчивается в месте крепления надостной и подостной мышц к плечевой кости
 - Верхняя стенка сформирована клювовидно-плечевой связкой

● **Сухожилие длинной головки двуглавой мышцы**

- Берет свое начало у верхней губы суставной впадины и надсуставного бугорка лопатки
- Располагается латерально над головкой плечевой кости
- Проходит в межбугорковой борозде

● **Петля сухожилия двуглавой мышцы**

- Стабилизирует внутрисуставную часть сухожилия двуглавой мышцы
- Сформировано клювовидно-плечевой связкой, верхней суставно-плечевой связкой, сухожилием подлопаточной мышцы

● **Поперечная связка плеча**

- Верхняя стенка межбугорковой борозды плечевой кости
- Состоит из сухожилия подлопаточной мышцы и волокон клювовидно-плечевой связки
- Анатомы спорят, следует ли выделять ее как отдельную структуру

● **Заднее пространство интервала вращателей**

- Потенциальное пространство между сухожилиями надостной и подостной мышц

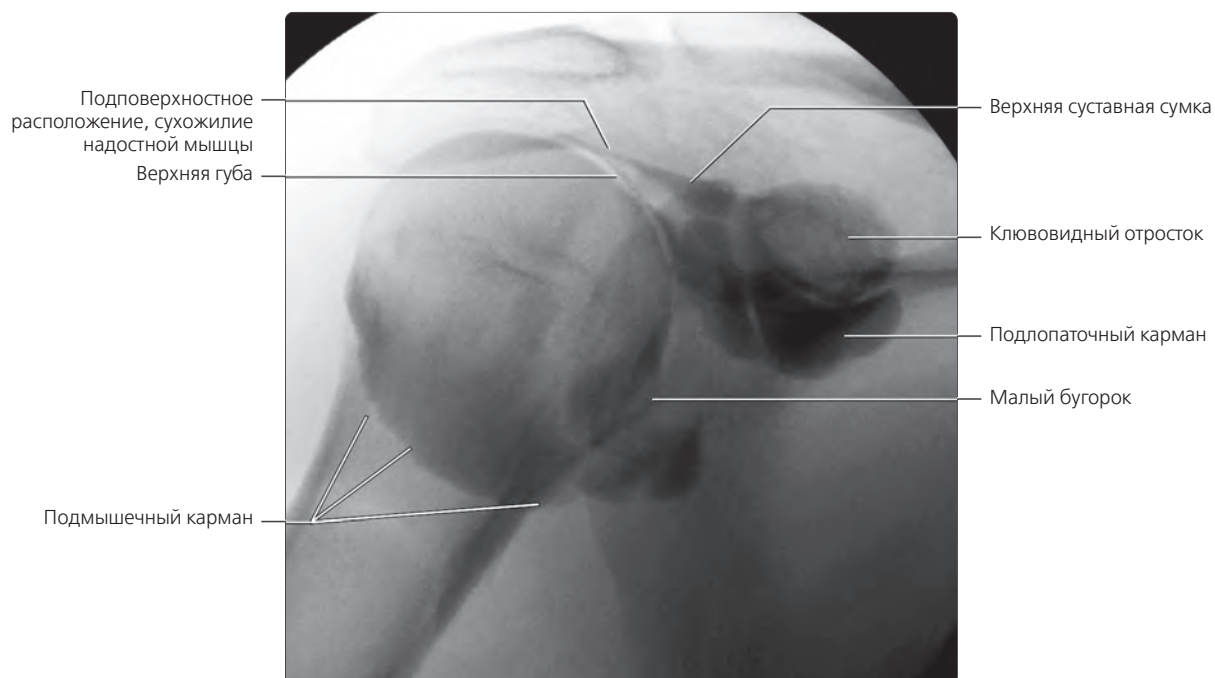
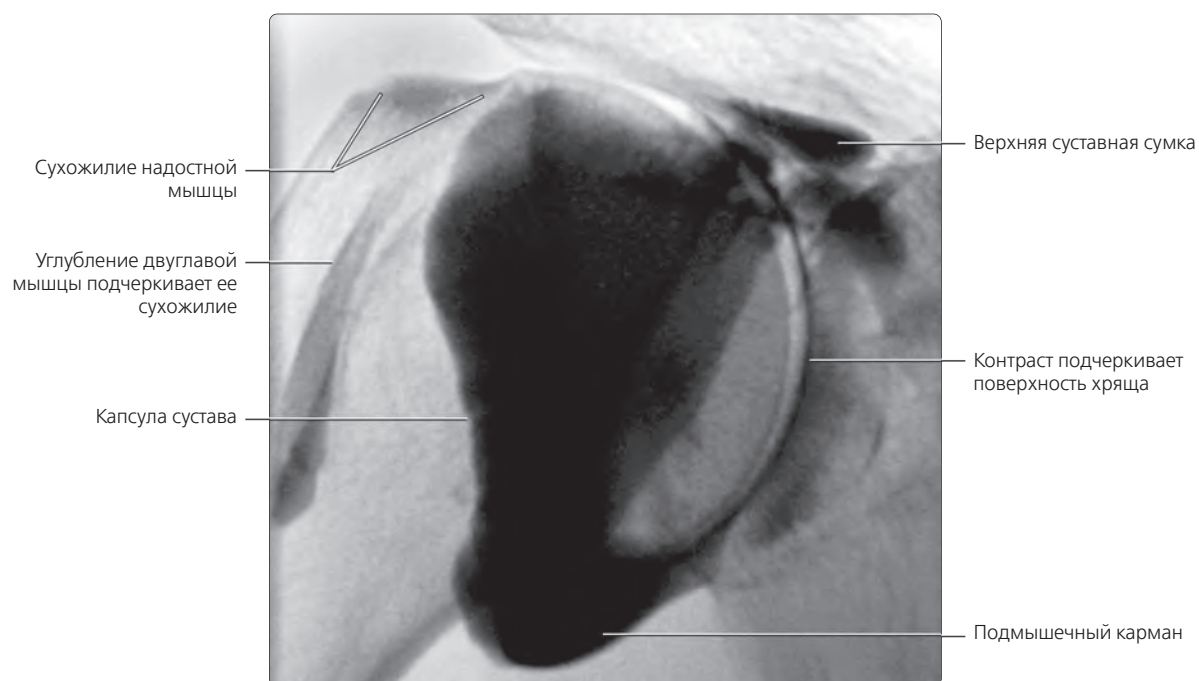
ТРУДНОСТИ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

- Передняя губа: комплекс Буфорда, борозда или пространство под губой
- Варианты строения верхней губы: верхняя губа может иметь менисковидную форму в месте прикрепления к ней длинной головки двуглавой мышцы плеча и кпереди от нее

ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

1. Zappia M et al: Imaging of the coracoglenoid ligament: a third ligament in the rotator interval of the shoulder. *Skeletal Radiol.* 46(8):1101-1111, 2017
2. Gyftopoulos S et al: MRI-arthroscopy correlation for shoulder anatomy and pathology: a teaching guide. *AJR Am J Roentgenol.* 204(6):W684-94, 2015
3. Beltran LS et al: Biceps and rotator interval: imaging update. *Semin Musculoskelet Radiol.* 18(4):425-35, 2014

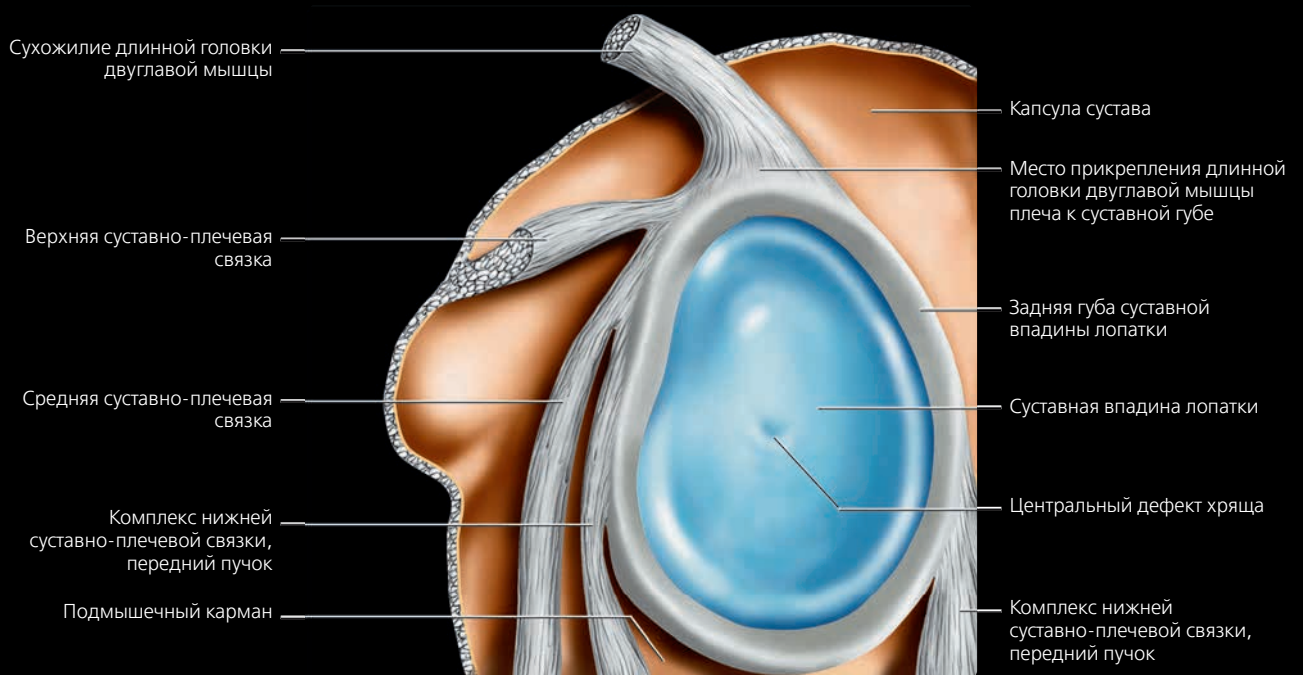
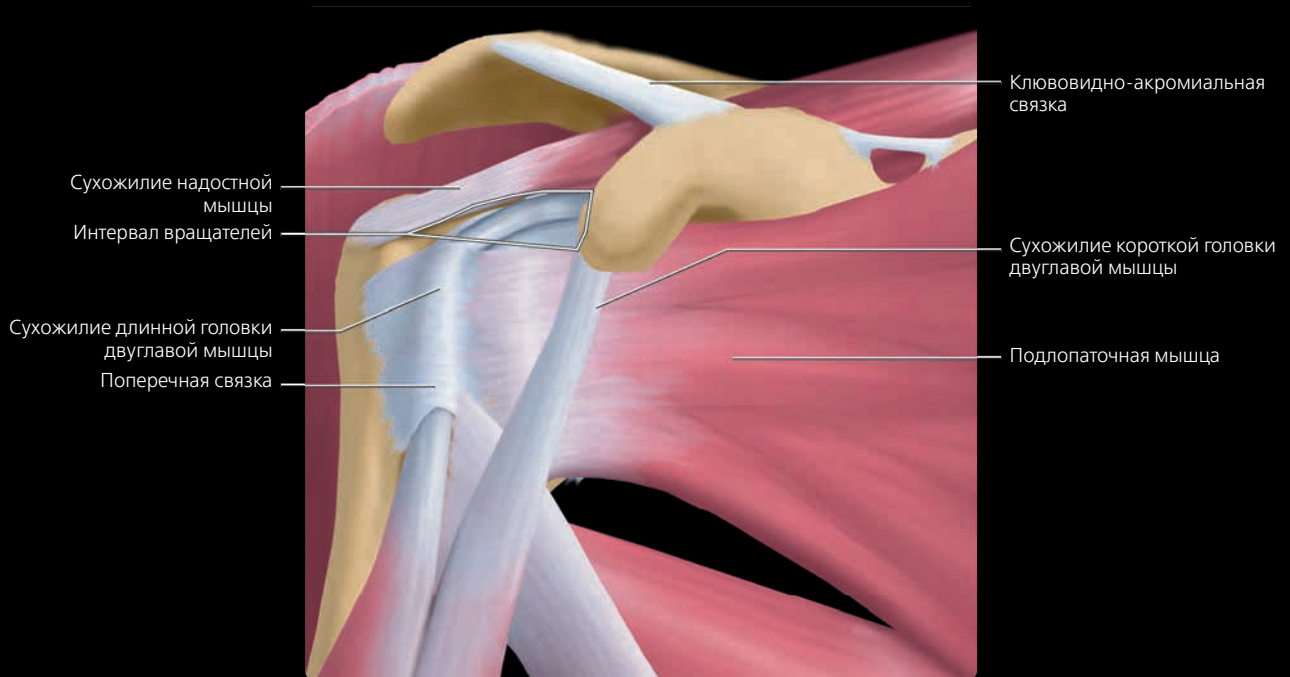
АРТРОГРАММА В НОРМЕ



(Сверху) Передне-задняя артрограмма плеча, ротированного кнаружи: визуализируется нормальный косой контур прикрепления капсулы к анатомической шейке плечевой кости. Распространение контраста латеральнее данной линии и/или латеральнее большого бугорка указывает на разрыв вращательной манжеты. Обратите внимание на нормальное заполнение кармана двуглавой мышцы и подмышечного кармана.

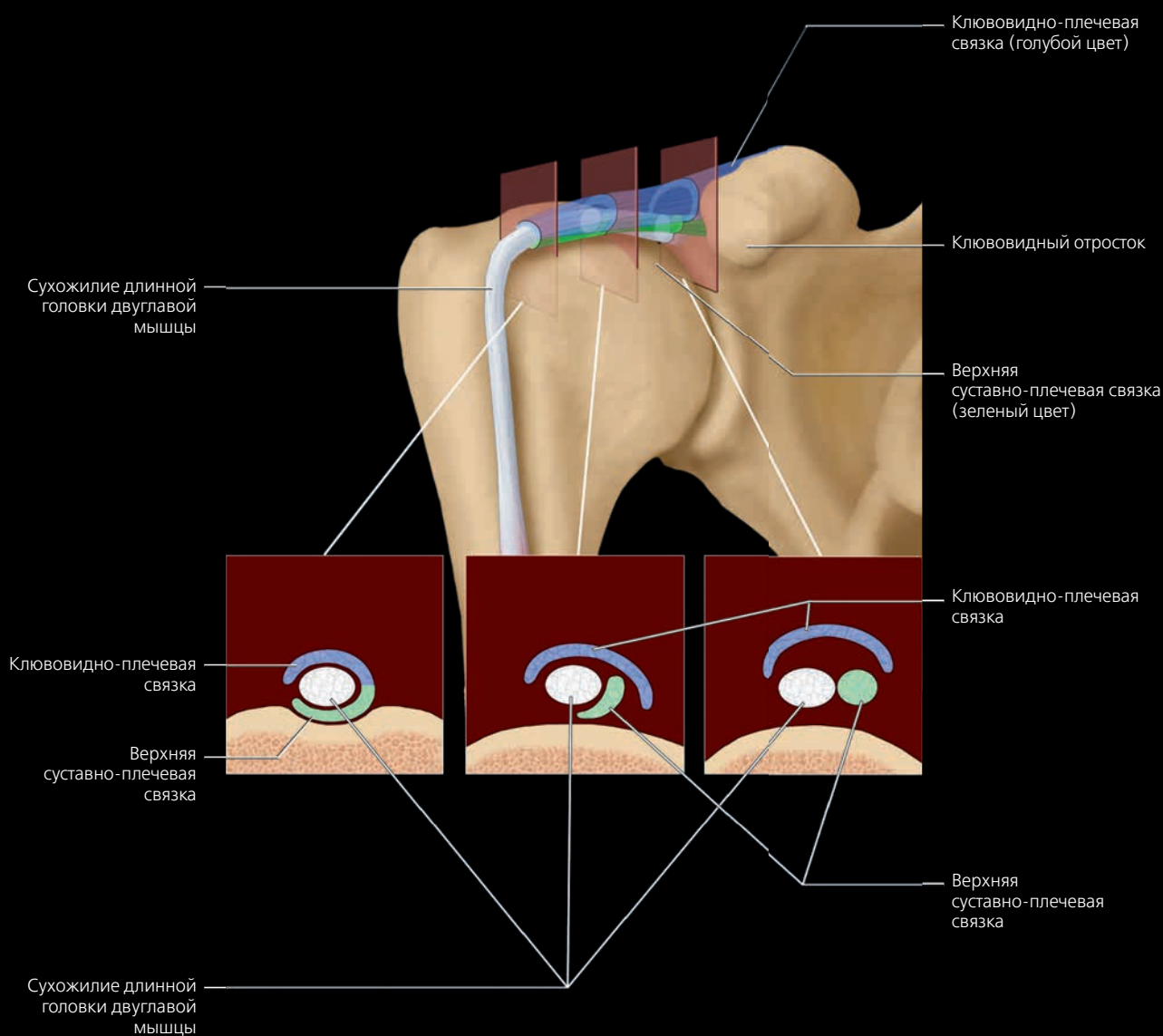
(Снизу) Передне-задняя артрограмма плеча, ротированного внутрь: визуализируется контраст, заполняющий подлопаточный карман. Подлопаточный карман (иначе называемый сумкой) образует сумку, перекидывающуюся через верхний край подлопаточной мышцы. Свободные тела часто мигрируют в нее или в подмышечный карман.

ПЛЕЧЕВОЙ СУСТАВ



(Сверху) Рисунок, вид спереди: показаны взаимоотношения мышц-вращателей плеча и интервала вращателей — участка треугольной формы, расширяющегося медиально и сужающегося латерально, с вершиной у переднего края большого бугорка. **(Снизу)** Показано сагиттальное сечение внутрисуставной части области плеча, удалена головка плечевой кости. Верхняя и средняя суставно-плечевая связки берут свое начало рядом с сухожилием двуглавой мышцы, но верхняя суставно-плечевая связка имеет горизонтальное направление и образует часть петли сухожилия двуглавой мышцы. Средняя суставно-плечевая связка имеет косое нижнелатеральное направление и обеспечивает стабильность передней части. Пучки нижней суставно-плечевой связки берут свое начало около экватора суставной впадины лопатки спереди и сзади и образуют переднюю и заднюю границы подмышечного кармана.

ИНТЕРВАЛ ВРАЩАТЕЛЕЙ



Схематично оказана нормальная анатомия интервала вращателей. Поперечные сечения в латеральной, средней и медиальной частях интервала вращателей представлены вдоль нижней части изображения. У латеральной части интервала, сразу проксимальнее входа в межбугорковую борозду плечевой кости, медиальный пучок клювовидно-плечевой связки (голубой цвет) и верхняя суставно-плечевая связка образуют петлю вокруг сухожилия длинной головки двуглавой мышцы. В средней части интервала вращателей клювовидно-плечевая связка покрывает верхнюю поверхность сухожилия двуглавой мышцы, а верхняя суставно-плечевая связка образует T-образное соединение с клювовидно-плечевой связкой. Около медиального края интервала вращателей верхняя суставно-плечевая связка представляет собой округлую структуру, лежащую кпереди от сухожилия двуглавой мышцы; обе структуры покрыты U-образной клювовидно-плечевой связкой [иллюстрация с изменениями из OP Krief: MR of the Rotator Interval Capsule, AJR (2005) 184:1490].