

ГБУЗ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ
ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ»

ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ ЛУЧЕВОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ



МЕТОДОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫХ СУСТАВОВ

Москва
2018



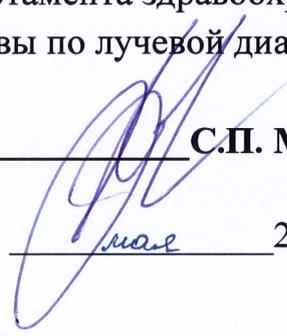
РАДИОЛОГИЯ МОСКВЫ
ДИАГНОСТИКА БУДУЩЕГО

**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

**ГБУЗ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ
ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ МОСКВЫ»**

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения города
Москвы по лучевой диагностике


С.П. Морозов

« 15 » мая 2018 года

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 7

« 13 » апреля 2018 года



**Методология выполнения МР-исследования
височно-нижнечелюстных суставов**

Методические рекомендации № 58

ISSN 2618-7124

УДК 615.84+616-073.75

ББК 53.6

М-54

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы»

Автор-составитель:

Буренчев Д.В. – д.м.н., заведующий отделением рентгенодиагностических и радиоизотопных методов исследований ГБУЗ "Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ"

М-54 Буренчев Д.В. Методология выполнения магнитно-резонансного исследования височно-нижнечелюстных суставов / Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 18. – М., 2018 – 18 с.

Рецензенты:

Васильев Александр Юрьевич – д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова МЗ РФ»

Араблинский Андрей Владимирович – д.м.н., профессор, заведующий отделом лучевой диагностики ГБУЗ «ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ»

Предназначение:

Данные методические рекомендации предназначены для врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов кабинетов магнитно-резонансной томографии амбулаторно-поликлинического и стационарного уровней.

*Данный документ является собственностью Департамента
здравоохранения города Москвы, не подлежит тиражированию и
распространению без соответствующего разрешения*

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2018

© ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы», 2018

© Коллектив авторов, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения	4
Введение	5
Основная часть.....	6
Принципы МР-исследования ВНЧ суставов	6
Техническое оснащение для проведения МР-томографии ВНЧ суставов...	6
Принципы построения исследования	7
Импульсные последовательности.....	8
Оформление протокола описания	12
Заключение.....	15
Иллюстрации	16
Список использованных источников	18



ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- МР** – магнитно-резонансный(-ая)
ВНЧ – височно-нижнечелюстной
МРТ – магнитно-резонансная томография
ИП – импульсная последовательность
FOV – field of view (поле обзора)
РЧК – радиочастотная катушка
ВИ – взвешенные изображения
GRE – gradient echo (градиентное эхо)
SE – spin echo (спиновое эхо)
IR – inversion recovery (последовательность инверсия-восстановление)
STIR – short time inversion recovery (последовательность инверсии-восстановления с коротким временем IR)

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день значительно увеличилась доступность МР исследований вследствие роста парка диагностического оборудования. Кроме того, увеличилось число исследований, проводимых в МР-кабинетах за рабочую неделю. Последнее связано как с технологическими изменениями в лучевой диагностике (увеличение доли высокопольных МР томографов, широкое внедрение новых быстрых протоколов исследования), так и с организационными решениями (использование оборудования в 2 смены и более, работа в выходные и праздничные дни).

Вместе с этим, значительные изменения претерпела и ортодонтическая помощь населению. Расширение арсенала методов и увеличение доступности различных форм протезирования увеличили количество пациентов, направляемых на проведение МРТ ВНЧ суставов. Кроме лиц с клиническими симптомами дисфункции височно-нижнечелюстных суставов заметное число составляют клинически благополучные пациенты. Последнее связано с необходимостью оценки преморбидного состояния ВНЧ суставов перед началом ортодонтического лечения.

Вследствие всего перечисленного, МР исследование ВНЧ суставов больше не является редкостью и входит в число распространенных методов диагностики. Претерпели изменения и сами методологические подходы к этому исследованию, что является прямым следствием особенностей клинического запроса. Еще 10-12 лет назад стандартным объемом исследования было выполнение МР томографии одного сустава на стороне клинических симптомов. Многочисленные исследования позволили пересмотреть этот подход. На сегодняшний день только одновременное исследование двух ВНЧ суставов является полноценным и отвечает на те вопросы, которые ставятся перед врачом-рентгенологом.

Отечественных работ, посвященных МР томографии ВНЧ суставов крайне мало. Это касается всех аспектов данной проблемы, в том числе, методологии выполнения исследований.

Целью настоящих методических рекомендаций является формулирование принципов и технических подходов МР томографии ВНЧ суставов, описание основных практических особенностей выполнения, анализа и протоколирования этих исследований.



ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ПРИНЦИПЫ МР-ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЧ СУСТАВОВ

1. Техническое оснащение для проведения МР томографии ВНЧ суставов

Напряженность магнитного поля не является ограничивающим параметром выполнения МР исследования ВНЧ суставов. Высокопольные МР системы имеют преимущества, связанные с большим динамическим и пространственным разрешением. Вместе с тем, данное исследование возможно проводить и на среднепольных МР томографах.

Необходимо учитывать ряд технических особенностей различных типов МР-томографов. В том числе, скорость выполнения импульсных последовательностей (ИП), изменение значения сигнал/шум при уменьшении толщины среза и величины поля обзора (FOV). Конечные значения таких параметров, как значения TE, TR, FOV необходимо корректировать с учетом индивидуальных особенностей приборов.

Для выполнения МРТ ВНЧ суставов минимально достаточными возможностями обладают стандартные радиочастотные катушки (РЧК) для исследования головы. Использование локальных РЧК является желательным, но не рассматривается как обязательное условие выполнения исследования. Локальные РЧК для МРТ ВНЧ суставов бывают специализированные или универсальные. В обоих случаях они позволяют повысить уровень сигнал/шум и, как следствие, уменьшить значение FOV.

Стандартная МРТ ВНЧ суставов включает проведение исследования как с закрытым, так и открытым ртом. В последнем случае необходимо использование каких-либо межзубных упоров для обеспечения неподвижного положения нижней челюсти. Такие приспособления должны соответствовать санитарным нормам, в том числе, быть одноразовыми или стерилизуемыми. Необходимо учитывать комфорт пациента и возможность стандартизации исследований. Для этих целей, в том числе, применяют одноразовые шприцы и загубники для гастроэндоскопии.

В стоматологии применяются прикусные блоки, специально разработанные для сохранения разведенных челюстей в одной позиции. Эти блоки подвергаются повторной стерилизации, удобны для установки

и имеют особенности формы, которые предотвращают выскальзывание блоков изо рта. Такие прикусные блоки являются наиболее удобными и для проведения МРТ ВНЧ суставов.

В остальном, проведение МРТ ВНЧ суставов не требует специальных технических приспособлений или дополнительных расходных материалов.

2. Принципы построения исследования

Основой МРТ ВНЧС выступают сагиттальные и коронарные срезы, ориентированные в соответствии с длинной осью суставной головки каждого из мышечковых отростков. Суставные головки имеют форму неправильных валиков, ориентированных в горизонтальной плоскости. Длинная ось суставной головки определяется на поперечных срезах, где она представлена фигурой, подобной эллипсу (рисунок 1). Суставные головки располагаются не строго во фронтальной плоскости и для них типичен небольшой разворот медиально. В норме длинные оси суставных головок сходятся под углом 138-140°. В связи с этим получение сагиттальных и фронтальных изображений для каждого из суставов выполняется отдельно. Данные изображения носят название косо-сагиттальных и косо-коронарных, поскольку их ориентация не соответствует стандартным анатомическим плоскостям.

Косо-сагиттальные срезы выстраиваются перпендикулярно длинной оси суставной головки (рисунок 2). Косо-коронарные срезы выстраиваются параллельно длинной оси суставной головки (рисунок 3).

Обязательной составляющей исследования ВНЧС является оценка взаимоотношения его элементов в двух позициях: привычной окклюзии и открытого рта. Таким образом, минимальный набор изображений при проведении МРТ ВНЧС включает аксиальные изображения для выявления суставных головок, а также косо-сагиттальные и косо-коронарные изображения для каждого из двух ВНЧ суставов в двух положениях (привычной окклюзии и открытого рта).

Распространенной методикой консервативного лечения дисфункции ВНЧ сустава является использование репонирующей шины, которая представляет собой специальным образом изготовленную капу из полимерного материала. Для оценки эффекта, оказываемого такой шиной или аналогичного приспособления, можно вводить третий этап исследования. В дополнение к положениям закрытого и открытого рта



проводится исследование с установленной репозирующей шиной, которое также включает косо-сагиттальные и косо-коронарные срезы для каждого из двух суставов.

Существует также методика функционального исследования - МР-кинематика ВНЧ суставов. В рамках этого исследования выполняется серия косо-сагиттальных срезов через середину суставной головки на нескольких этапах открывания рта (не менее 5-ти). Применение коротких импульсных последовательностей позволяет получить каждое отдельное изображение за несколько секунд. Во время выполнения МР-кинематики пациент поэтапно открывает рот от положения сомкнутых зубов до максимально возможного открытия, каждый раз задерживаясь на несколько секунд в новом положении. Полученные таким образом данные для каждого из суставов отображают изменения взаимоотношений их элементов во времени и могут быть проанализированы по-кадрово или в динамике (функция кинопетли на рабочей станции рентгенолога позволяет получить короткий киноролик). Прикусные блоки или иные межзубные упоры при проведении МР-кинематики не используются.

3. Импульсные последовательности

В отличие от ориентации плоскостей срезов, наборы ИП в практике МРТ ВНЧ суставов не стандартизированы. Исключение составляет общая рекомендация иметь в исследовании, как минимум, T₁ и T₂ взвешенные изображения (ВИ). В связи с этим, далее регламентируются именно принципы формирования исследования, а не жесткий стандарт выбора импульсных последовательностей (ИП).

Формирование конечного протокола исследование должно определяться задачей получения максимального объема диагностической информации при минимальном времени. Многие пациенты с дисфункцией ВНЧ суставов страдают от болевого синдрома. Кроме того, исследование в положении открытого рта может быть сопряжено с трудностями сглатывания слюны, рвотным рефлексом, утомлением мышц лица. Не допустимо безосновательное затягивание исследования, особенно в положении открытого рта.

Кроме быстрых вариантов классических T₁ и T₂ взвешенных изображений (ВИ) возможно применение Pd, T₂ с пресатурацией жира или STIR. Не целесообразно избыточное использование ИП на основе

градиентного-эхо (GRE). Эти последовательности имеют повышенную чувствительность к неоднородности магнитного поля. Различные стоматологические конструкции и зубные импланты приводят к большим искажениям на изображениях GRE, чем в ИП на основе спинового эхо (SE) или инверсии-восстановления (IR). Кроме того, GRE ИП извращают изображение костной и хрящевой структуры, значительно подвержены артефактам химического сдвига. В совокупности это делает их менее пригодными для проведения МРТ ВНЧ суставов.

Рекомендуемый протокол МРТ ВНЧ суставов:

1. Поперечные (аксиальные) T1 SE ВИ в положении привычной окклюзии.
2. Коронарные STIR T2 ВИ в положении привычной окклюзии.
3. Косо-сагиттальные Pd SE ВИ в положении привычной окклюзии.
4. Косо-коронарные Pd SE ВИ в положении привычной окклюзии.
5. Поперечные (аксиальные) T1 SE ВИ в положении открытого рта.
6. Косо-сагиттальные T2 SE ВИ в положении открытого рта.
7. Косо-коронарные Pd ВИ в положении открытого рта.
8. Поперечные (аксиальные) T1 SE ВИ в положении закрытого рта с установленной индивидуальной репозирующей шиной*.
9. Косо-сагиттальные Pd SE ВИ в положении закрытого рта с установленной индивидуальной репозирующей шиной*.
10. Косо-коронарные Pd SE ВИ в положении закрытого рта с установленной индивидуальной репозирующей шиной*.
11. Косо-сагиттальные T1 GRE ВИ на разных этапах открывания рта**.

* не обязательный третий этап исследования для оценки эффекта, оказываемого индивидуальной репозирующей шиной или аналогичной конструкцией.

** не обязательный четвертый этап исследования в случаях выполнения МР-кинематики ВНЧС.

В таблице 1 приведены технические параметры, отработанные для разных типов МР-томографов. Данные параметры можно использовать как ориентиры для настройки прибора. В целом, за основу рекомендуется брать разработанные производителем конкретного томографа протоколы из программного обеспечения. Если нужной



рубрики в библиотеке протоколов нет или предложенный производителем набор ИП не позволяет сформировать полноценное исследование, то возможно модифицировать протоколы, предназначенные для исследования головы. Опираясь на представленные в настоящих рекомендациях примеры параметров, а также на базовые принципы работы МРТ, сформировать пользовательский набор ИП не составит большого труда.

К числу базовых принципов работы по подбору конечных параметров ИП МРТ можно отнести следующие:

- для T₁ ВИ уменьшение значений TE/TR повышает взвешенность по T₁, но ухудшает отношение сигнал/шум;
- для T₂ ВИ увеличение значений TE/TR повышает взвешенность по T₂ и улучшает значение сигнал/шум, но увеличивает время исследования;
- число срезов в пакете ограничивает минимальное значение параметр TR, т.е. позволяет регулировать взвешенность по T₁; вместе с тем это не имеет существенного значения для управления взвешенностью по T₂, поскольку она определяется длинными TE/TR;
- уменьшение толщины срезов ухудшает отношение сигнал/шум; обычно это становится особенно заметно при толщине ≤ 2 мм.
- минимально достаточный интервал между срезами составляет 30% от толщины;
- уменьшение FOV позволяет увеличить пространственное разрешение, но ухудшает отношение сигнал/шум;
- увеличение FOV уменьшает пространственное разрешение и, как следствие, негативно влияет на детализацию изображений;
- при FOV менее размеров объекта (в нашем случае, головы пациента) возникают артефакты заворота; для их устранения необходимо применение дополнительных блоков сатурации (как правило, имеются как самостоятельный инструмент в настройках ИП);
- ИП подавления жира на базе IR более стабильны, чем фазочувствительные или основанные на приложении пресатурирующего импульса (обычно, обозначаются как FS - fat saturation), но и более длинные.

Таблица 1 - Примеры технических параметров для МРТ ВНЧ суставов.

ИП	МРТ 1,5 Тl		МРТ 0,35-0,5 Тl	
	TR, ms	TE, ms	TR, ms	TE, ms
PD SE	1300-2220	15-30	1500-1800	50-70
T ₂ SE	2000-2800	45-75	2200-3500	80-120
T ₁ SE	250-570	10-12	300-450	20-25

Ряд параметров имеют универсальные, не зависящие от типа томографа, значения:

- толщина срезов, которая является оптимальной в диапазоне 2-2,5 мм (не более 3 мм);
- значение FOV - оптимально от 100x100 мм до 140x140 мм (не более 160x160 мм).

Основной задачей аксиальных T₁ ВИ изображений выступает выявление головок нижней челюсти для последующего построения плоскостей косо-сагиттальных и косо-коронарных изображений. В связи с этим данный пакет требуется выполнять перед каждым этапом исследования.

STIR T₂ изображения ориентируются в стандартной фронтальной плоскости. Основной задачей, которую решает эта ИП, является оценка изменений в мышцах основания черепа с целью обнаружения зон отека непосредственно в мышцах или межмышечных клетчаточных пространствах, а также отека костного мозга.

Задачей косо-сагиттальных и косо-коронарных изображений выступает непосредственная оценка взаимоотношений элементов суставов, расположение, смещаемость и целостность суставного диска, изменения биламинарных структуры и зоны.

Таким образом, общее время стандартного минимального протокола МРТ ВНЧС составляет 15-18 мин из которых первая часть занимает 10-14 мин. Каждый дополнительный этап из выше приведенных увеличивает общую продолжительность исследование на 5-7 мин.



4. Оформление протокола описания

Описание МРТ ВНЧ суставов является неотъемлемой частью исследования и традиционно оформляется в виде протокола. В протоколе выделяют описательную часть и заключение. Целесообразно приводить описание правого и левого ВНЧ суставов по-отдельности. Описание должно включать следующие пункты:

- конфигурация и взаиморасположение сочленяющихся поверхностей;
- наличие или отсутствие избыточной жидкости в полости сустава;
- описание морфологических особенностей диска и его расположение в положении привычной окклюзии;
- взаиморасположение суставных поверхностей и суставного диска в положении открытого рта;
- биламинарная структура и биламинарная зона;
- наличие дополнительных образований в мягких тканях основания черепа;
- наличие отека или структурных изменений в мышцах жевательной группы (*m. masseter*, *m. temporalis*, *mm. pterygoideus lateralis et medialis*).

Общие требования к форме описания и заключения МРТ ВНЧ суставов не отличаются от исследований иных анатомических зон. В целом, используются общие для всех суставов семиотика дистрофических и травматических изменений, принципы оценки связочного аппарата, классификации дистрофических процессов. Вместе с тем, имеется специфическая для ВНЧ суставов составляющая. Так, самостоятельное внимание уделяется смещению суставного диска, в котором выделяют следующие элементы:

- направление смещения (вентральное, дорсальное, медиальное, латеральное и комбинированное [вентро-медиальное, вентро-латеральное и т.д.]);
- степень смещения (полное [вывих диска] или частичное);
- степень репозиции смещенного диска при открывании рта (полная или частичная).



Традиционно, расположение диска в суставной щели оценивается относительно полюса суставной головки и описывается в часах условного циферблата. При этом 12-ти часовая отметка условного циферблата ориентирована строго вертикально относительно полюса головки, трехчасовая отметка расположена кзади от головки, девятичасовая - кпереди. Считается, что в норме задний край диска в положении привычной окклюзии находится в секторе $\pm 10^\circ$ относительно 12-ти часовой отметки условного циферблата (т.е. $\pm 1/3$ часа в обе стороны от 12-ти часовой отметки). Большинство руководств допускает расширение данного диапазона до сектора 11-12 часов + $1/3$ часа в заднем направлении.

В парадигме метода условного циферблата под полным смещением (дислокацией) суставного диска подразумевается состояние, при котором диск не разделяет суставные поверхности. В подавляющем большинстве случаев полная дислокация возникает в вентральном направлении, что соответствует расположению заднего края диска на уровне 8-9-ти часов условного циферблата.

Еще одной специфической частью протокола описания выступает оценка расположения суставной головки в полости суставной ямки в условии привычной окклюзии. В нормальных условиях передние и верхние отделы суставной щели равны между собой, а также равны или несколько уже задних отделов. При этом ширина задних отделов суставной щели не должна быть уже 2 мм. С учетом этого, выделяют задние, передние, компрессионные, депрессионные и комбинированные нарушения установки суставной головки.

В остальном, описательная часть изменений в ВНЧ суставах не имеет специфических особенностей. С целью унификации протоколов целесообразно придерживаться общей терминологии, для чего в таблице 2 приведены основные термины в соотнесении с обсуждавшимися выше пунктами описательной части протокола.

**Таблица 2 - Рекомендуемая терминология в описании МР-исследования ВНЧ суставов**

Основной пункт описания		Терминология
Сочленяющиеся поверхности	конфигурация и структура	остеофит, экзофит
		узура
		субхондральный остеосклероз (равномерный/не равномерный)
		субхондральная псевдокиста
		субхондральный отек
		остеосклеротическая перестройка
		секвестр
	расположение	нормальное
		смещение заднее, переднее, компрессионное, депрессионное
	Избыточная жидкость в суставе	
Диск	структура и форма	нормальной высоты
		сниженной высоты
		растянутый
		однородной/не однородной структуры
		перфорация диска
		полный/не полный разрыв диска
	расположение	дислокация полная/частичная
		дислокация вентральная, дорсальная, медиальная, латеральная
		репозиция полная/частичная
		адгезия диска
Биламинарная зона		обычной структуры
		фиброзно-измененная
Биламинарная структура		траектория изменена/не изменена
		нормальной толщины
		утолщена равномерно/не равномерно
		истончена равномерно/не равномерно



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, выполнение МР-исследования ВНЧ суставов может быть выполнено средствами подавляющего большинства действующих сегодня кабинетов МРТ. Данное исследование требует четкого соблюдения группы правил, изложенных в представленных рекомендациях. Описание исследования предполагает знание основ анатомии ВНЧ суставов и общих для всей костно-суставной системы классификаций и семиотики. Небольшой объем специализированной терминологии представлен в настоящих рекомендациях.

ИЛЛЮСТРАЦИИ

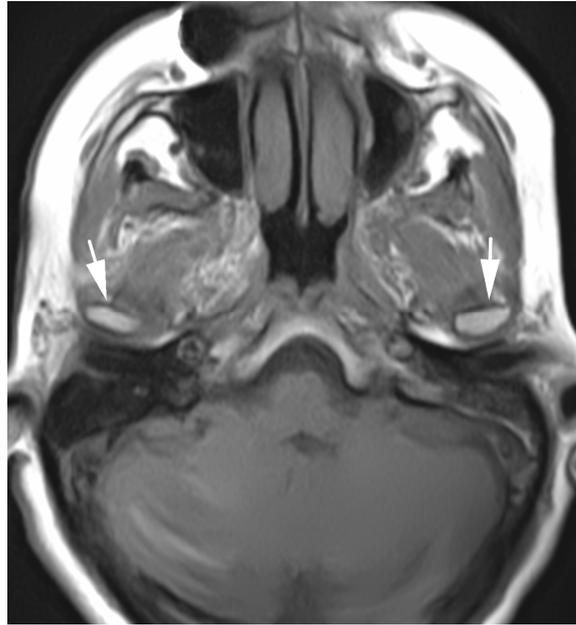


Рисунок 1 - Поперечное (аксиальное) изображение T1 SE. Определяются головки мыщелковых отростков нижней челюсти (стрелки)

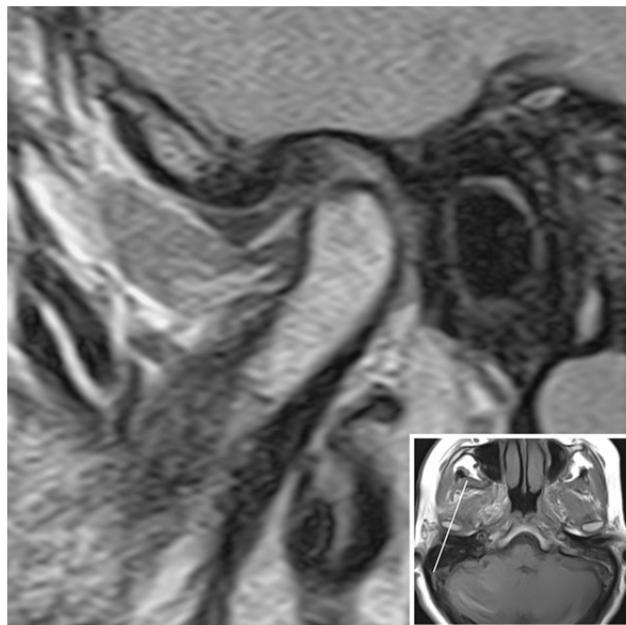


Рисунок 2 - Косо-сагиттальный срез через височно-нижнечелюстной сустав, Pd SE ВИ, положение привычной окклюзии. Определяется суставная ямка височной кости с расположенным кпереди от нее суставным бугорком. Суставная головка мыщелкового отростка нижней челюсти установлена в суставной ямке. Суставной диск имеет форму двояковогнутой линзы и разделяет суставные поверхности. Плоскость построения отмечена белой линией на вставочном изображении в нижнем правом углу

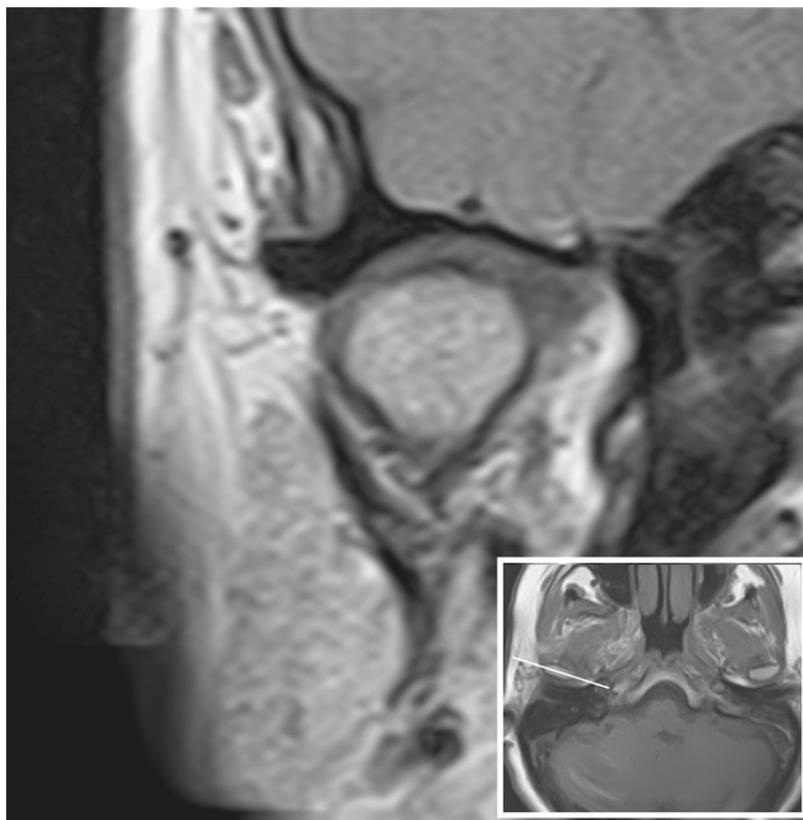


Рисунок 3 - Косо-коронарный срез через правый височно-нижнечелюстной сустав, Pd SE ВИ, положение привычной окклюзии. Определяется суставная головка мыщелкового отростка нижней челюсти и суставная ямка височной кости. Суставной диск разделяет сопрягающиеся поверхности. Плоскость построения отмечена белой линией на вставочном изображении в нижнем правом углу



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. American National Imaging Associates. Clinical guidelines for Temporomandibular joint (TMJ) MRI. – CPT Code: 70336. – NIA_CG_007. – Last revised data: May 2017.
2. Petsavage-Thomas J.M., Walker E.A. Unlocking the jaw: advanced imaging of the temporomandibular joint // Am. J. Rad. – 2014. – V. 203. – P. 1047–1058.
3. Taimimi D., Hatcher D. Speciality Imaging Temporomandibular joint. – Elsevier, Inc., – 2016. – 896 p.



ДЛЯ ЗАМЕТОК



ДЛЯ ЗАМЕТОК