

НЕПРЯМАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ АРТРОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

Труфанов Г.Е.-правильно, Шаповалов В.М.-правильно, Вихтинская И.А.-правильно,
Декан В.С.-правильно, Пчелин И.Г.-правильно, Аверкиев Д.В.-правильно.

*Россия, г. Санкт-Петербург, кафедра рентгенологии и радиологии, кафедра военной
травматологии и ортопедии, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова.*

+7 (812) 329-71-59 Санкт-Петербург, Боткинская ул., 13

Введение. От 5 до 30% взрослого населения в мире по данным ВОЗ страдают от
болевого синдрома и нарушения функции плечевого сустава [22]. Любые патологические
процессы, приводящие к боли и нарушению функции плечевого сустава, существенно
сказываются на всей верхней конечности, часто приводят к нетрудоспособности и
ухудшению качества жизни больного. Самыми распространенными причинами таких
нарушений являются повреждения сухожилий мышц-вращателей плеча и вывихи плеча [2,
3].

Из всех крупных суставов человека вывихи наиболее часто происходят в плечевом
суставе (около 50-60%). Частота первичных передних травматических вывихов составляет
около 96%, задних – 2-4%, нижних – 1-2% и верхних – до 1% [2, 3, 7, 18]. Передние
вывихи плеча нередко приводят к развитию хронической нестабильности плечевого
сустава различной степени, вследствие повреждения статических стабилизирующих
структур [2, 7, 18].

Состояние, характеризующееся неоднократно повторяющимися вывихами в одном и
том же суставе без значимых внешних воздействий на него, в отечественной литературе
получило название привычный вывих, в зарубежной – хроническая рецидивирующая
нестабильность сустава. Под нестабильностью плечевого сустава понимают нарушение
центрации головки плечевой кости в суставной впадине лопатки вследствие
несостоятельности стабилизирующих структур [1].

До настоящего времени продолжают исследования по изучению особенностей
анатомии структур плечевого сустава, ведутся поиски новых эффективных и
малотравматичных способов диагностики и оперативной коррекции их повреждений при
травматических вывихах и нестабильности [1, 5, 10, 13].

Из многообразия классификационных систем нестабильности, существующих на
сегодняшний день, наиболее проста и применима в клинической практике классификация
Matsen (1991). В соответствии с ней выделяют травматическую, атравматическую и

смешанные формы нестабильности сустава. Наиболее часто (96%) встречается травматическая нестабильность, которая вызывается, как правило, адекватным травмирующим воздействием на сустав, является односторонней, может сопровождаться повреждением Банкарта.

Атравматическая нестабильность (4%) имеет в своей основе гиперэластичный капсульно-связочный аппарат или другие аномалии и варианты развития плечевого сустава, клинические проявления ее могут возникать при минимальных травмирующих воздействиях.

Из лучевых методов исследования для визуализации структур плечевого сустава в настоящее время приоритетное значение приобретает МРТ.

В последние годы активно развиваются и совершенствуются новые методики МРТ для оценки состояния внутрисуставных структур плечевого сустава. Выделяют методики прямой и непрямой артрографии [6, 12, 19, 20, 21].

Прямая МР-артрография представляет собой двухэтапную процедуру. На первом этапе в сустав вводят парамагнитное контрастное вещество (КВ), а на втором – проводят МР-сканирование [8]. Установлено, что для достижения адекватной величины МР-сигнала при использовании магнитного поля напряженностью 1,5 Тесла, обычный полумолярный раствор парамагнитного КВ следует развести в 250 раз до концентрации 2 мМ; если используется одномолярный раствор, то его, соответственно, разводят в 500 раз. Для полного заполнения плечевого сустава обычно достаточно 12-14 мл [15]. Получают отсроченные T1-ВИ плечевого сустава с жироподавлением в стандартных плоскостях, что позволяет максимально регистрировать контрастирующий эффект от парамагнитного КВ. Методика позволяет более четко определить границу между суставной губой и полостью сустава, выявить повреждения суставных губ, разрывы капсулы сустава и суставно-плечевых связок, краевые переломы, определить наличие свободных внутрисуставных тел [4, 16, 17].

В то же время, отмечается что, у прямой МР-артрографии есть недостатки и повсеместное применение её не всегда целесообразно вследствие инвазивности и трудоемкости методики, риска развития побочных реакций и осложнений [8, 19].

Предложена и внедряется в клиническую практику **методика непрямой МР-артрографии**. Концепция непрямой МР-артрографии основана на возможности проникновения парамагнитного КВ (после внутривенного введения) в полость сустава. Установлено, что скорость проникновения парамагнитного КВ в суставную полость зависит от концентрации парамагнитного КВ в крови, объема синовиальной жидкости,

давления суставной жидкости и крови, площади синовиальной мембраны и ее проницаемости [6, 14]. Проникновение в полость сустава парамагнитного КВ происходит вследствие двух физических процессов – перераспределения жидкости под давлением и диффузии. Перераспределение жидкости зависит от градиента давления между сосудом и суставом. При наличии контрастного вещества в кровеносном русле почти всегда имеется градиент давления плазмы и суставной жидкости. Патологические процессы, которые увеличивают внутрисуставное давление, снижают скорость перераспределения жидкости (например, гемартроз или выпот с высокой вязкостью при артритах или хронических инфекциях), а следовательно, снижают контрастирующий эффект парамагнитного КВ. Физические упражнения увеличивают приток жидкости в суставную полость за счет повышения артериального давления [6, 11, 14].

Вследствие различий концентрации парамагнитного КВ между суставной жидкостью и плазмой происходит его диффузия в сустав. Для увеличения этой разницы рекомендуют использовать одномолярное парамагнитное КВ. Физические упражнения также способствуют повышению концентрационного градиента вблизи синовиальной оболочки, вследствие равномерного распределения парамагнитного КВ в полости сустава. [6, 14].

Целью исследования явилась отработка методики непрямой МР-артрографии и определение её возможностей в выявлении повреждений статических стабилизирующих структур при хронической рецидивирующей нестабильности плечевого сустава.

Материалы и методы. Обследовано 22 пациента с хронической нестабильностью плечевого сустава. Среди них было 20 мужчин и 2 женщины. Возраст от 20 до 42 лет. У 20 больных в анамнезе были травмы плечевого сустава.

Клиническая картина зависела от вида повреждения мягкотканых структур, наличия или отсутствия повреждения костей, времени, прошедшего от момента травмы до обращения за медицинской помощью. Жалобы больных заключались в наличии ощущения «разболтанности» сустава, рецидивов вывихов или подвывихов плеча при определенных движениях или нагрузках. Время, прошедшее от момента травмы до выявления признаков повреждения мягкотканых структур плечевого сустава, варьировало от 6 месяцев до 2 лет.

Непрямую МР-артрографию этим пациентам выполняли на высокопольном МР-томографе (1,5 Тесла). Применяли специальную поверхностную радиочастотную катушку для плечевого сустава. Верхнюю конечность располагали вдоль туловища в нейтральном положении с небольшой наружной ротацией. Первоначально проводили стандартное МР-исследование с получением МР-томограмм, взвешенных по T1, T2 и протонной плотности, а также с жироподавлением. Затем внутривенно вводили парамагнитное КВ (одно- и

полумолярное парамагнитные КВ) в дозе 0,1 ммоль/кг и получали T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости с целью изучения синовиальных нарушений. После этого, для активизации процесса проникновения парамагнитного контрастного вещества из синовиальной оболочки в полость сустава, пациенты в течение 20-30 минут непрерывно выполняли возможные для них физические упражнения с нагрузкой на исследуемую верхнюю конечность – сгибание, разгибание, отведение, приведение плеча. Заключительным этапом методики являлось повторное, отсроченное на 30 минут исследование с получением T1-ВИ с жироподавлением. С целью изучения состояния всех структур плечевого сустава получали срезы в трех плоскостях – косой коронарной, косой сагиттальной и аксиальной. Срезы в аксиальной плоскости выполняли в положениях наружной и внутренней ротации плеча, поскольку эти изображения позволяли лучше судить о наличии жидкости в полости сустава или околосуставных сумках, о состоянии сухожилий подостной и подлопаточной мышц, передней и задней суставных губ. Затем получали срезы в косой фронтальной плоскости с целью изучения состояния сухожилий надостной мышцы, субакромиально-субдельтовидной сумки, сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча, верхней суставной губы, подмышечного кармана капсулы сустава. Срезы в косой сагиттальной плоскости получали для изучения сухожилий надостной, подостной, подлопаточной мышц, субакромиально-субдельтовидной сумки, нижней суставно-плечевой связки и нижней порции капсулы сустава.

У 5 пациентов с незначительным количеством свободной синовиальной жидкости исследуемый плечевой сустав перед физическими упражнениями дополнительно согревали грелкой. У 3 пациентов, для сравнения, был исследован здоровый плечевой сустав.

Результаты. При проведении МРТ плечевого сустава с использованием методики не прямой МР-артрографии у 20 пациентов были выявлены МР-признаки травматической передней и передненижней рецидивирующей хронической нестабильности плечевого сустава и у 2 пациентов – атравматической.

Атравматическая нестабильность плечевого сустава у двух пациентов была следствием уплощения (1) и дисплазии (1) суставной впадины лопатки и ее избыточной ретроверзии (рис. 1).

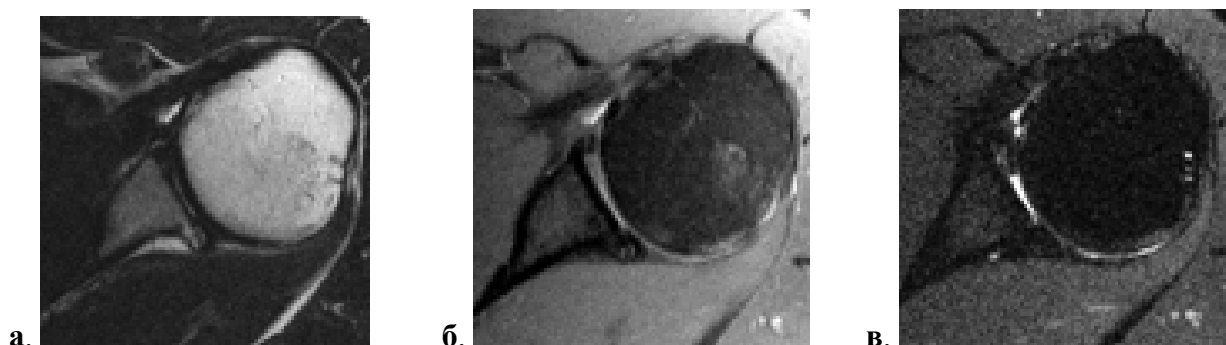


Рисунок 1. Нативные МР-томограммы, взвешенные по T2- и протонной плотности с жироподавлением, в аксиальной плоскости (а, б); непрямая МР-артрография, T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости (в).

Задняя атравматическая нестабильность плечевого сустава. Выявлен задний подвывих плеча, вследствие уплощения суставной впадины лопатки и избыточной ее ретроверзии. При не прямой МР-артрографии визуализируется равномерное распределение парамагнитного контрастного вещества в полости сустава. Затеков контрастированной синовиальной жидкости не выявлено. Целостность суставно-плечевых связок, капсулы сустава и задней суставной губы не нарушена.

Выявленные у 20 больных морфологические изменения, которые могут обуславливать механизм передней и передненижней травматической хронической рецидивирующей нестабильности плеча, а также сопутствующие нарушения представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Морфологические изменения, характерные для передней и передненижней травматической хронической рецидивирующей нестабильности плеча (n=20).

Локализация повреждений	Количество больных
Патологические изменения передней суставной губы:	20
- разрывы	18
- дегенеративные изменения	2
Разрывы средней суставно-плечевой связки и капсулы сустава	12
Повреждения головки плечевой кости:	18

- вдавленные переломы головки плечевой кости с формированием дефекта (повреждения Хилл-Сакса)	16
- ушибы	2
Повреждение костной части суставной впадины лопатки	14
- краевой перелом передненижнего края (перелом Банкарта)	6
- деформация передненижнего края	8
Синовит плечевого сустава	11
Бурсит:	9
- субакромиально-поддельтовидной сумки	8
- подлопаточной сумки	1

Из таблицы видно, что морфологические изменения при травматических хронических передних вывихах плеча представляли различные сочетания повреждений передней суставной губы (n=20), головки плечевой кости (n=18), средней суставно-плечевой связки и капсулы сустава (n=12), костной части суставной впадины лопатки (n=14), синовита (n=11), бурсита (n=9).

При хронической рецидивирующей нестабильности плеча у всех пациентов были выявлены патологические изменения передней суставной губы. Они варьировали от дегенеративных изменений (n=2) до полных разрывов передней суставной губы (n=18). Для дегенеративных изменений суставной губы характерным было повышение интенсивности МР-сигнала в области передней суставной губы на изображениях взвешенных по T2 и протонной плотности с жироподавлением (рис. 2). В случаях разрыва передней суставной губы на постконтрастных T1-ВИ с жироподавлением определялось проникновение контрастированной синовиальной жидкости в зону разрывов, чего не отмечалось при дегенеративных ее изменениях (рис. 3).

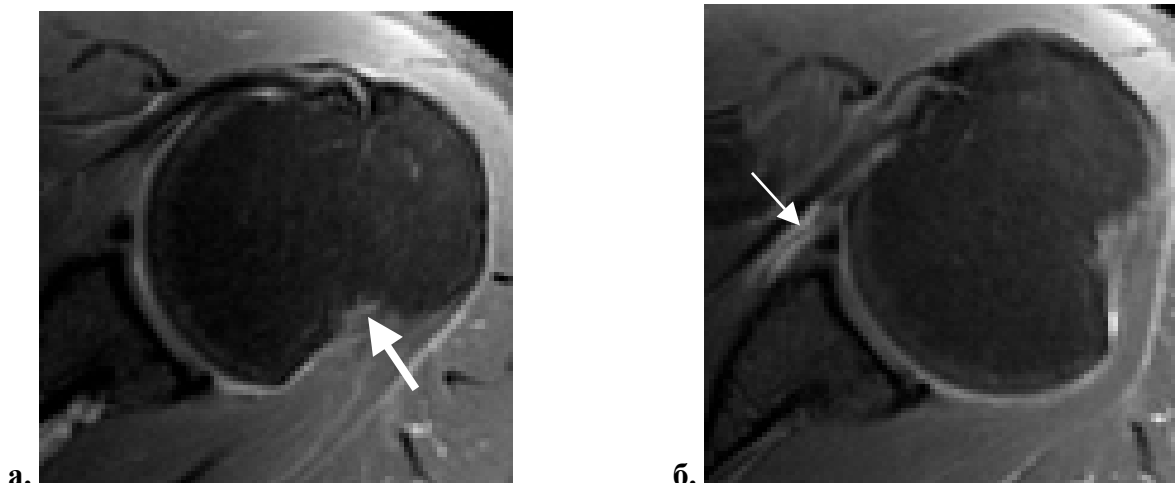


Рисунок 2. Непрямая МР-артрография, аксиальные T1-ВИ с жироподавлением при наружной (а) и внутренней (б) ротации плеча. Дегенеративные изменения передней суставной губы, разрыв передней суставно-плечевой связки и капсулы сустава, вдавленный перелом головки плечевой кости с формированием дефекта (повреждение Хилл-Сакса – толстая стрелка). При внутренней ротации плеча капсула сустава имеет волнистый контур, целостность ее нарушена, четко визуализируется затекание контрастированной синовиальной жидкости за пределы сустава (тонкая стрелка). МР-сигнал от передней суставной губы неоднородный, но целостность ее не нарушена, зон патологического затекания контрастированной синовиальной жидкости не определяется.

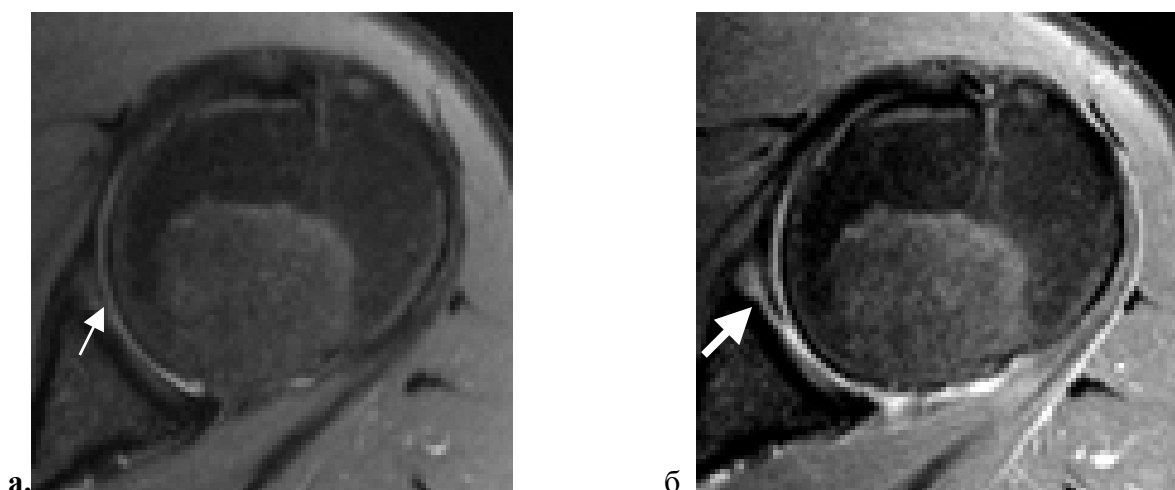


Рисунок 3. Нативная МР-томограмма, взвешенная по протонной плотности с жироподавлением, в аксиальной плоскости (а); непрямая МР-артрография, T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости (б). Внутрисуставной разрыв передней

суставной губы. На нативной МР-томограмме, взвешенной по протонной плотности с жироподавлением, в аксиальной плоскости (а) МР-сигнал от передней суставной губы неоднородно повышен – подозрение на разрыв или дегенеративные изменения (тонкая стрелка). На T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости при непрямой МР-артрографии (б) определяется затекание контрастированной синовиальной жидкости в зону разрыва передней суставной губы, которая характеризуется ярким гиперинтенсивным МР-сигналом (толстая стрелка).

Повреждение суставно-плечевых связок и капсулы сустава достаточно четко определялось при наличии выпота, и неотчетливо, при небольшом количестве свободной синовиальной жидкости. Отслоение и волнистый контур суставно-плечевых связок и капсулы сустава, а также проникновение контрастированной синовиальной жидкости за пределы плечевого сустава, являлись признаками их повреждения, более наглядно проявлявшимися на аксиальных томограммах при внутренней и наружной ротации плеча (рис. 2 и 4).

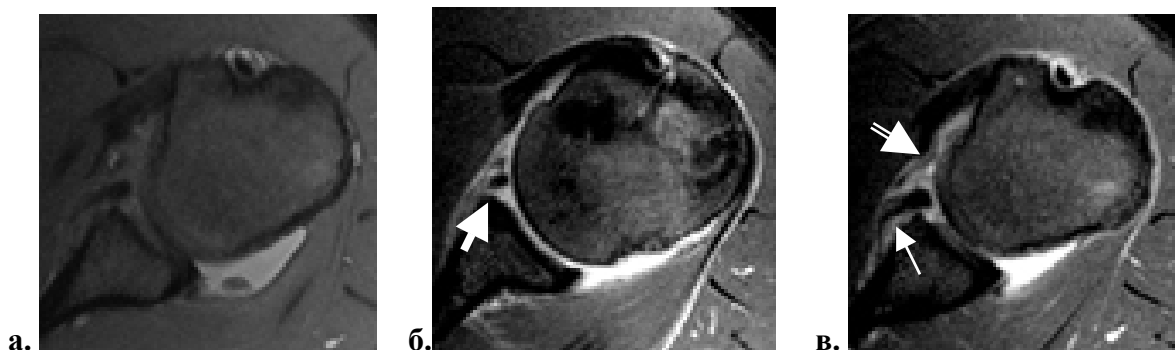


Рисунок 4. Нативная МР-томограмма, взвешенная по протонной плотности с жироподавлением, в аксиальной плоскости (а); непрямая МР-артрография, T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости (б, в). Разрыв передней суставной губы и деформация передненижнего края суставной впадины лопатки (тонкая стрелка), разрыв передней суставно-плечевой связки и капсулы сустава (двойная стрелка), отслоение надкостницы от передненижней части суставной впадины лопатки (толстая стрелка), синовит. На T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости при непрямой МР-артрографии (б) определяется затекание контрастированной синовиальной жидкости, которая характеризуется ярким гиперинтенсивным МР-сигналом, в зоны разрыва передней суставной губы и отслоения надкостницы, а также за пределы сустава.

На наличие повреждения костной части суставной впадины лопатки указывало нарушение структуры костной ткани, ее фрагментация и изменение МР-сигнала. Зона перелома характеризовалась гиперинтенсивным МР-сигналом на изображениях взвешенных по T2 и протонной плотности с жироподавлением. При проведении не прямой МР-артрографии на постконтрастных T1-ВИ с жироподавлением отмечали проникновение контрастированной синовиальной жидкости в зону перелома (рис. 5).

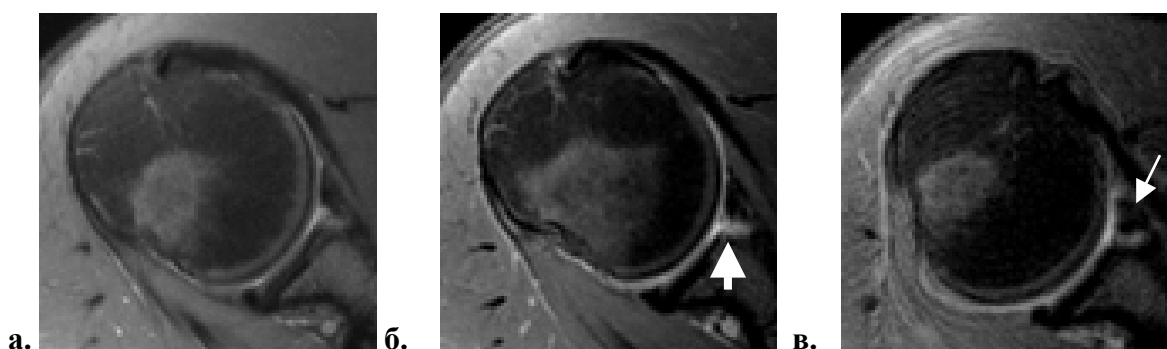


Рисунок 5. Нативная МР-томограмма, взвешенная по протонной плотности с жироподавлением, в аксиальной плоскости (а); не прямая МР-артрография, T1-ВИ с жироподавлением в аксиальной плоскости (б, в). Краевой перелом передненижнего края суставной впадины лопатки и разрыв передней суставной губы.

На нативной МР-томограмме в аксиальной плоскости, взвешенной по протонной плотности с жироподавлением, визуализируется участок неоднородного повышения МР-сигнала от передненижнего края суставной впадины лопатки. При не прямой МР-артрографии на T1-ВИ с жироподавлением при наружной (б) и внутренней (в) ротации плеча четко определяется затек контрастированной синовиальной жидкости в зоны дефектов передней суставной губы и передненижнего края суставной впадины лопатки (толстая стрелка). При внутренней ротации плеча отмечается их смещение (тонкая стрелка).

Вдаленный перелом головки плечевой кости с формированием дефекта (повреждение Хилл-Сакса) отчетливо визуализировался на изображениях, полученных в аксиальной плоскости (рис. 2). Такие дефекты имели как треугольную форму (n=14), так и округлую (n=2). Ушиб головки плечевой кости (n=2) визуализировался как участок без четких контуров диффузно неоднородно насыщенного гипоинтенсивного МР-сигнала на T1-ВИ и

гиперинтенсивного на изображениях взвешенных по T2 и протонной плотности с жироподавлением. При непрямой МР-артрографии в этом участке диффузно накапливалось парамагнитное КВ.

Синовит и бурсит проявлялись наличием свободной синовиальной жидкости в полости сустава и в околосуставных сумках, соответственно. Наличие жидкости характеризовалось ярким гиперинтенсивным МР-сигналом на изображениях, взвешенных по T2 и протонной плотности с жироподавлением (рис. 4).

При отсутствии патологических изменений в плечевом суставе контрастированная синовиальная жидкость определялась в небольшом количестве. Она распределялась в полости сустава равномерно, заполнения синовиальных околосуставных сумок не происходило.

У 18 пациентов с диагностированными разрывами передней суставной губы в сочетании с другими повреждениями было проведено оперативное лечение. Им было выполнено хирургическое укрепление передненижнего отдела плечевого сустава по методике Бристоу. Во время операции у всех пациентов определялась отслоенная свободно смещаемая передняя суставная губа, при переломе передненижнего края суставной впадины лопатки при пальпации отмечалось свободное смещение костного фрагмента, либо деформация суставной впадины лопатки.

Таким образом, результаты непрямой МР-артрографии у этих пациентов были подтверждены.

У 2 пациентов с дегенеративными изменениями суставной губы результаты непрямой МР-артрографии позволили отказаться от оперативного вмешательства.

Обсуждение. Метод МРТ прочно вошел в клиническую практику в начале 80-х годов. Благодаря быстрому усовершенствованию специальных поверхностных катушек для суставов, МРТ стала основным методом визуализации мягких тканей конечностей и суставов.

В настоящее время МРТ широко применяется для исследования плечевых суставов у взрослых. Основными показаниями являются подозрение на наличие разрыва манжеты-вращателей плеча, хроническая рецидивирующая нестабильность плечевого сустава, состояние после травматического вывиха плеча. Эти состояния по своей распространенности, трудопотерям, материальным затратам на лечение являются одной из ведущих причин стойкой утраты трудоспособности и инвалидности, вследствие неточной и несвоевременной диагностики, а следовательно и неадекватного лечения. Поэтому, в последние годы значительно возрос интерес к усовершенствованию и развитию новых

методик МРТ с использованием парамагнитных КВ для оценки состояния структур суставов. Особый интерес вызывает непрямая МР-артрография.

В первых исследовательских работах по использованию непрямой МР-артрографии суставов конечностей авторы оценивали эффекты различных доз внутривенно введенного парамагнитного контрастного вещества (0,1, 0,2, 0,4 ммоль/кг). В этих же работах было оценено влияние физических нагрузок на диффузию парамагнитного КВ. Было установлено, что плато максимального накопления парамагнитного КВ в суставе достигается в среднем через 30-35 минут. Рядом авторов были проведены исследования направленные на оптимизацию методики непрямой МР-артрографии. Изучались возможности применения нагревающей подушки и терапевтического ультразвука. Установлено, что в нагретом суставе интенсивность сигнала повышается на 104-125% по сравнению с противоположным суставом.

Опираясь на имеющиеся в литературе данные и накопленный нами опыт, была отработана и оптимизирована методика непрямой МР-артрографии плечевого сустава при хронической рецидивирующей нестабильности плечевого сустава. Особое значение при ее проведении играет отсрочка визуализации, так как для проникновения парамагнитного контрастного вещества в полость сустава из крови требуется достаточно длительное время. Необходимо отметить, что для качественной визуализации суставов при непрямой МР-артрографии следует использовать программы, позволяющие подавлять сигнал от жировой ткани. Кроме того, установлено, что кинетика накопления парамагнитного КВ в полости сустава меняется в зависимости от характера патологических изменений. Следует обращать внимание на количество свободной синовиальной жидкости в полости сустава. При ее недостатке, вместе с физическими упражнениями, целесообразно использовать прогревание сустава для увеличения поглощения синовиальной жидкостью внутривенно вводимого парамагнитного КВ.

Достоинства непрямой МР-артрографии в выявлении повреждений статических стабилизирующих структур плечевого сустава состоят в том, что она является малоинвазивной методикой, может проводиться в амбулаторных условиях, необременительна для больного, так как не требует предварительной дополнительной подготовки пациента, дает усиление контрастности окружающих мягких тканей и улучшение контрастного разрешения изображений.

Выводы: Непрямая МР-артрография плечевого сустава при хронической рецидивирующей нестабильности плечевого сустава позволяет получить хорошее контрастирование синовиальной жидкости, необходимое для оценки состояния

внутрисуставных повреждений. Применение этой методики позволяет оценивать и более детально выявлять повреждения суставных губ (проводить дифференциальную диагностику между ее разрывами и дегенеративными изменениями), суставно-плечевых связок и капсулы сустава, повреждения костной части суставной впадины лопатки (краевые переломы).

Таким образом, непрямую МР-артрографию целесообразно использовать в комплексной диагностике хронической рецидивирующей нестабильности плечевого сустава у взрослых. Особое значение эта методика может иметь при решении экспертных вопросов и планировании оперативного лечения.

Список литературы:

1. Доколин, С.Ю. Хирургическое лечение больных с передними вывихами плеча с использованием артроскопии: клиничко-экспериментальное исследование: Дисс... канд. мед. наук. / С.Ю. Доколин – СПб, 2002. – 151 с.
2. Рахимов, С.К. К патогенезу привычного вывиха плеча / С.К.Рахимов // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н.Приорова. – 1995. - № 1-2. – С. 41-44.
3. Тяжелов, А.А. Классификация нестабильности плечевого сустава / А.А.Тяжелов // Вестн. травматол. и ортопед. Им. Н.Н.Приорова. – 1999. - № 4. – С. 13-17.
4. Beltran, J. MR arthrography of the shoulder: variants and pitfalls / J.Beltran, J.Bencardino, J.Mellado et al. // RadioGraphics. – 1997. – Vol. 17., N. 8. - P. 1403-1412.
5. Beltran, J. The middle glenohumeral ligament: normal anatomy, variants and pathology / J.Beltran, J.Bencardino, M.Padron et al. // Skeletal Radiol. – 2002. – Vol. 31., N. 5. – P. 253–262.
6. Bergin, D. Indirect magnetic resonance arthrography / D.Bergin, M.Schweitzer // Skeletan Radiol. - 2003. - Vol. 32. N.10 - P. 551-558.
7. Blum, A. Gleno-humeral instabilities / A.Blum, H.Coudane, D.Molé //Eur. Radiol. – 2000. - Vol. 10., N. 1. – P. 63 – 82.
8. Elentuck, D. Direct magnetic resonance arthrography / D.Elentuck, W.Palmer // European Radiol. – 2004. - V. 14. N.11 - P. 1956-1967.
9. Gerber, C. Observations on the classification of instability / C.Gerber //Complex and revision problems in shoulder surgery. – Philadelphia, 1997. – P. 9-19.
10. Habermeyer, P. The intra-articular pressure of the shoulder: An experimental study on the role of the glenoid labrum in stabilizing the joint / P.Habermeyer, U.Schuller, E.Wiedemann //J. Arthroscopy. – 1992. – Vol. 8., N. 2. – P. 166-172.

11. Kaura, D.R., Schweitzer M.E., Weishaupt D., Morrison W. Optimization of indirect arthrography of the knee by application of external heat: initial experience / D.Kaura, M.Schweitzer, D.Weishaupt, W.Morrison // J. Magn. Reson. Imaging. - 2005. - V. 22. - P. 810-812.
12. Loew, R. MR arthrography of the shoulder: comparison of low-field (0.2 T) vs high-field (1.5 T) imaging / R.Loew, K.F.Kreitner, M.Runkel et al. //Eur. Radiol. – 2000. – Vol. 10., N. 6. – P. 989-996.
13. Mellado, J.M. Clinically significant skeletal variations of the shoulder and the wrist: role of MR imaging / J.M.Mellado, J.Calmet, S.Domenech et al. //Eur. Radiol. – 2003. – Vol. 13., N. 11. – P. 1735-1743.
14. Morrison, W.B. Indirect MR arthrography: concepts and controversies /W.B.Morrison //Semin. Musculoskelet. Radiol. - 2005. - V.9. - P. 125-134.
15. Palmer, W.E. MR arthrography: is it worthwhile? /W.E.Palmer // Top Magn Reson Imaging – 1996. - Vol. 8 - P.24-43.
16. Sanders, T.G. The glenolabral articular disruption lesion: MR arthrography with arthroscopic correlation / T.G.Sanders, P.F.Tirman, R.Linares et al. //Am. J. Roentgenol. – 1999. – Vol. 172., N. 1. – P. 171-175.
17. Schweitzer, M.E. MR arthrography of the labral-ligamentous complex of the shoulder / M.E.Schweitzer //Radiology. – 1994. – Vol. 190., N. 3. – P. 641-644.
18. Shankman, S. Glenohumeral instability: evaluation using MR arthrography of the shoulder / S.Shankman, J.Bencardino, J.Beltran et al. //Skeletal Radiol. – 1999. – Vol. 28., N. 7. – P. 365–382.
19. Steinbach, L.S. Special focus session: MR arthrography / L.S.Steinbach, W.E.Palmer, M.E.Schweitzer // Radiographics. 2002. - V. 22. - P. 1223-1246.
20. Vahlensieck, M. MRI of the shoulder / M.Vahlensieck //Eur. Radiol. – 2000. – Vol. 10. - P. 242-249.
21. Wagner, S.G. Shoulder instability: accuracy of MR Imaging performed after surgery in depicting recurrent injury – initial finding. / S.G.Wagner, M.F.Schweitzer, W. B.Morroson et al.// Radiology, 2002. - Vol. 222. - P. 196-203.
22. Woolf, A.D. Burden of major musculoskeletal conditions / A.D.Woolf, B.Pfleger //Bulletin of World Health Organization.- 2003. – Vol. 81., N. 9.