



Ассоциация врачей МРТ-диагностики

УКЛАДКИ, ПОКАЗАНИЯ, ПАРАМЕТРЫ СКАНИРОВАНИЯ ПРИ КЛИНИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Руководство
для врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов

Под редакцией члена-корреспондента РАН
профессора Г.Г. Кармазановского



УДК 616-073.756.8(035)
ББК 53.6
У44

Авторский коллектив:

Дугаров Ж.Б.-Д., Полякова Д.И., Гусева Е.В., Пастыков А.С., Сыромятникова Л.А., Юдина Е.А., Яковлева П.С., Коробов А.В., Кульнева Т.В., Гордеев М.А., Золотухина Е.Е., Измалков Д.В., Подгорная П.А., Рыгина М.С., Темникова М.О., Попов А.Ю.

У44 Укладки, показания, параметры сканирования при клиническом применении магнитно-резонансной томографии / Дугаров Ж.Б.-Д., Полякова Д.И., Гусева Е.В., Пастыков А.С., Сыромятникова Л.А., Юдина Е.А., Яковлева П.С., Коробов А.В., Кульнева Т.В., Гордеев М.А., Золотухина Е.Е., Измалков Д.В., Подгорная П.А., Рыгина М.С., Темникова М.О., Попов А.Ю.; Под ред. Г.Г. Кармазановского. – М.: Издательский дом Видар-М, 2019. – 200 с. : ил.

ISBN 978-5-88429-247-5

В руководстве освещены общие вопросы МРТ-исследования человека, укладок пациента и планирования МРТ-исследований, минимально необходимые и дополнительные импульсные последовательности для выполнения МРТ-исследований, виды импульсных последовательностей и их параметры, а также рекомендуемый набор МР-томограмм для печати на рентгеновской пленке. Каждый раздел руководства иллюстрирован.

Целью данного руководства явились стандартизация проведения МРТ-исследований, оптимизация используемых импульсных последовательностей и времени сканирования, унифицирование набора МР-томограмм для печати на рентгеновской пленке, что, в свою очередь, должно позволить правильно оценивать состояние обследуемой области и проводить анализ МРТ-исследований в динамике.

Издание предназначено для врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов, но может быть полезно врачам других специальностей, курсантам факультета повышения квалификации, ординаторам кафедр лучевой диагностики и студентам медицинских вузов.

УДК 616-073.756.8(035)
ББК 53.6

Рецензент: Андрей Леонидович Юдин – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии ФГБОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

ISBN 978-5-88429-247-5

© Оформление. «Издательский дом Видар-М»,
2019

Оглавление

Предисловие	6
Введение	8
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МРТ-ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА	9
1.1. Показания к проведению МРТ-исследования	10
1.2. Безопасность МРТ-исследования	13
<i>Общие положения</i>	13
<i>Магнитная безопасность</i>	15
<i>Электробезопасность</i>	16
<i>Механическая безопасность</i>	16
<i>Пожарная безопасность</i>	16
<i>Меры безопасности при работе с газообразным гелием</i>	17
<i>Противопоказания к проведению МРТ-исследования</i>	17
1.3. Подготовка пациента к МРТ-исследованию	17
1.4. МРТ-исследования с внутривенным контрастированием	19
<i>Показания к МРТ исследованию с внутривенным контрастированием</i>	19
<i>Общие положения о венопункции при проведении МРТ-исследования</i>	24
<i>Проведение внутривенного контрастирования при выполнении МРТ-исследования</i>	28
<i>Оценка проведения динамического контрастирования</i>	30
2. УКЛАДКА И ПЛАНИРОВАНИЕ МРТ-ИССЛЕДОВАНИЙ	33
2.1. МРТ головы	34
<i>МРТ головного мозга</i>	34
<i>МРТ гипофиза (полости турецкого седла)</i>	37
<i>МРТ глазниц</i>	39
<i>МРТ придаточных пазух носа</i>	42
<i>МРТ внутреннего слухового прохода</i>	44
<i>МРТ головного мозга при эпилепсии</i>	46
<i>МРТ тройничного нерва</i>	48
<i>МРТ шишковидной железы</i>	50
2.2. МРТ позвоночника	53
<i>МРТ шейного отдела позвоночника</i>	53
<i>МРТ грудного отдела позвоночника</i>	57
<i>МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника</i>	61
<i>МРТ крестцово-копчикового отдела позвоночника</i>	64
2.3. МР-ангиография сосудов	68
<i>МР-ангиография артерий головного мозга</i>	68
<i>МР-флебография сосудов головного мозга</i>	71
<i>МР-ангиография сосудов шеи</i>	73
2.4. МРТ суставов	76
<i>МРТ височно-нижнечелюстных суставов</i>	76
<i>МРТ грудино-ключичных суставов</i>	80
<i>МРТ плечевого сустава</i>	84
<i>МРТ локтевого сустава</i>	88
<i>МРТ лучезапястного сустава</i>	91
<i>МРТ кисти</i>	95

	<i>МРТ крестцово-подвздошных суставов</i>	99
	<i>МРТ тазобедренных суставов</i>	102
	<i>МРТ коленного сустава</i>	107
	<i>МРТ голеностопного сустава</i>	109
	<i>МРТ стопы</i>	113
2.5.	МРТ органов брюшной полости	116
2.6.	МРТ органов забрюшинного пространства	120
2.7.	МРТ органов малого таза	124
	<i>МРТ органов женского малого таза</i>	124
	<i>МРТ органов мужского малого таза</i>	131
2.8.	МРТ мужских наружных половых органов	135
2.9.	МРТ мягких тканей шеи	139
2.10.	МРТ средостения	142
2.11.	МРТ молочных желез	146

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ НАБОР ОСНОВНЫХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ МРТ-ИССЛЕДОВАНИЙ . . . 151

3.1.	МРТ головы	152
	<i>МРТ головного мозга</i>	152
	<i>МРТ гипофиза (полости турецкого седла)</i>	152
	<i>МРТ глазниц</i>	152
	<i>МРТ придаточных пазух носа</i>	153
	<i>МРТ внутреннего слухового прохода</i>	153
	<i>МРТ головного мозга при эпилепсии</i>	153
	<i>МРТ тройничного нерва</i>	154
	<i>МРТ шишковидной железы</i>	154
3.2.	МРТ позвоночника	154
	<i>МРТ шейного отдела позвоночника</i>	154
	<i>МРТ грудного отдела позвоночника</i>	155
	<i>МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника</i>	155
	<i>МРТ крестцово-копчикового отдела позвоночника</i>	155
3.3.	МР-ангиография сосудов	156
	<i>МР-ангиография артерий головного мозга</i>	156
	<i>МР-флебография сосудов головного мозга</i>	156
	<i>МР-ангиография сосудов шеи</i>	156
3.4.	МРТ суставов	157
	<i>МРТ височно-нижнечелюстных суставов</i>	157
	<i>МРТ грудино-ключичных суставов</i>	157
	<i>МРТ плечевого сустава</i>	157
	<i>МРТ локтевого сустава</i>	158
	<i>МРТ лучезапястного сустава</i>	158
	<i>МРТ кисти</i>	158
	<i>МРТ крестцово-подвздошных суставов</i>	159
	<i>МРТ тазобедренных суставов</i>	159
	<i>МРТ коленного сустава</i>	159
	<i>МРТ голеностопного сустава</i>	160
	<i>МРТ стопы</i>	160
3.5.	МРТ органов брюшной полости	161
3.6.	МРТ органов забрюшинного пространства	161
3.7.	МРТ органов малого таза	162

<i>MPT органов женского малого таза</i>	162
<i>MPT органов мужского малого таза</i>	162
3.8. МРТ мужских наружных половых органов	163
3.9. МРТ мягких тканей шеи	163
3.10. МРТ средостения	164
3.11. МРТ молочных желез	164
4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ НАБОР МР-ТОМОГРАММ ДЛЯ ПЕЧАТИ НА РЕНТГЕНОВСКОЙ ПЛЕНКЕ.	165
4.1. МРТ головы.	166
<i>MPT головного мозга</i>	166
<i>MPT гипофиза (полости турецкого седла)</i>	167
<i>MPT глазниц</i>	168
<i>MPT придаточных пазух носа</i>	169
<i>MPT внутреннего слухового прохода</i>	170
<i>MPT головного мозга при эпилепсии</i>	171
<i>MPT тройничного нерва</i>	172
<i>MPT шишковидной железы</i>	173
4.2. МРТ позвоночника.	174
<i>MPT шейного отдела позвоночника</i>	174
<i>MPT грудного отдела позвоночника</i>	175
<i>MPT пояснично-крестцового отдела позвоночника</i>	176
<i>MPT крестцово-копчикового отдела позвоночника</i>	177
4.3. МР-ангиография сосудов	178
<i>MR-ангиография артерий головного мозга</i>	178
<i>MR-флебография сосудов головного мозга</i>	179
<i>MR-ангиография сосудов шеи</i>	180
4.4. МРТ суставов	181
<i>MPT височно-нижнечелюстных суставов</i>	181
<i>MPT грудино-ключичных суставов</i>	182
<i>MPT плечевого сустава</i>	183
<i>MPT локтевого сустава</i>	184
<i>MPT лучезапястного сустава</i>	185
<i>MPT кисти</i>	186
<i>MPT крестцово-подвздошных суставов</i>	187
<i>MPT тазобедренных суставов</i>	188
<i>MPT коленного сустава</i>	189
<i>MPT голеностопного сустава</i>	190
<i>MPT стопы</i>	191
4.5. МРТ органов брюшной полости	192
4.6. МРТ органов забрюшинного пространства	193
4.7. МРТ органов малого таза.	194
<i>MPT органов женского малого таза</i>	194
<i>MPT органов мужского малого таза</i>	195
4.8. МРТ мужских наружных половых органов	196
4.9. МРТ мягких тканей шеи	197
4.10. МРТ средостения	198
4.11. МРТ молочных желез	199

Предисловие от научного редактора

Уважаемые читатели!

Следуя логике одной известной передачи, в которой решались вопросы «Что? Где? Когда?», диагностический процесс можно характеризовать триадой «Как? Что? и Кому?» «Что?» – это диагноз, «Кому?» – к какому специалисту следует обратиться для решения той или иной проблемы и остается вопрос «Как?» К сожалению, он остается за кадром. И действительно, в своем большинстве учебники и учебные пособия делают акцент на семиотике, в то время как вопросу «А как проводить исследование?» уделяется либо мало внимания, либо авторы вообще обходят его стороной, исходя из принципа – и так все понятно. Однако это далеко не так. Чтобы сделать отличный выстрел, стрелок не только должен прицелиться, но и хорошо подготовиться: улечься поудобнее, чтобы нигде не мешало и не давило, взять хорошее ружье, смазанное, чищенное, с любовью подготовленное. Проходя мимо, схватив случайно самый современный автомат и направив его на мишень, вряд ли попадешь в «яблочко». Ко всему нужно готовиться. Эта книга как раз об этом – о подготовке всех участников диагностического процесса (врачей, рентгенолаборантов и пациентов) к выполнению исследования – сразу, точно и с диагностическим результатом. Книга будет полезна тем, кто не так часто проводит те или иные процедуры и хочет освежить в памяти данные о подготовке к рутинному или же, наоборот, к особому, редко выполняемому исследованию, а также тем, кто только начинает свой самостоятельный путь в профессии и хочет стать Специалистом. Книга полезна и организаторам диагностического процесса, так как позволяет понять, как правильно управлять рабочим временем и точно планировать очередность и продолжительность одного или целого комплекса исследований. Эта книга может стать прекрасным учебным пособием для студентов старших курсов и ординаторов. В любом случае, она никого не оставит равнодушным, потому как на таких книгах и основана повседневная практика. Это книга-конспект, книга-шпаргалка. А значит, она должна быть на столе (консоли) в каждом кабинете МРТ либо на книжной полке с удобным доступом.

Член-корреспондент РАН, профессор Г.Г. Кармазановский

Предисловие

от научного рецензента

Руководство «Укладки, показания, параметры сканирования при клиническом применении магнитно-резонансной томографии» подготовлено авторским коллективом в составе: Дугаров Ж.Б.-Д., Полякова Д.И., Гусева Е.В., Пастыков А.С., Сыромятникова Л.А., Юдина Е.А., Яковлева П.С., Коробов А.В., Кульнева Т.В., Гордеев М.А., Золотухина Е.Е., Измалков Д.В., Подгорная П.А., Рыгина М.С., Темникова М.О., Попов А.Ю. под редакцией Г.Г. Кармазановского. Издание посвящено одной из важнейших практических задач современной лучевой диагностики – правильной методике выполнения магнитно-резонансных исследований.

В руководстве представлены сведения о физико-технических основах магнитно-резонансной томографии, мерах безопасности при работе в кабинетах МРТ, подготовке пациентов к проведению исследования различных областей организма. Подробно описан алгоритм венепункции, чему, к сожалению, в настоящее время уделяется мало внимания за время учебы в вузе. При составлении руководства авторы ставили перед собой цель стандартизировать проведение МР-исследований, что полностью раскрыто в данном пособии. Руководство может быть использовано в повседневной практической работе рентгенолаборантов кабинетов МРТ, станет «хорошим помощником» малоопытным специалистам, только начинающим свою трудовую деятельность в области лучевой диагностики.

Таким образом, рассматриваемое руководство «Укладки, показания, параметры сканирования при клиническом применении магнитно-резонансной томографии» будет полезно студентам, ординаторам, аспирантам для подготовки к занятиям по МР-диагностике заболеваний различных органов и систем человека, а также может быть рекомендовано в качестве руководства для рентгенолаборантов по специальности «Рентгенология».

*Заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии
ФГБОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России
доктор медицинских наук, профессор А.Л. Юдин*

Введение

Руководство предназначено, прежде всего, для врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов, но может быть полезно врачам других специальностей, курсантам факультета повышения квалификации, ординаторам кафедр лучевой диагностики и студентам медицинских вузов.

Мы старались изложить материал, следуя стратегии «настольной книги», которая должна дать исчерпывающую информацию по всем разделам клинического применения оборудования для проведения магнитно-резонансной томографии (МРТ), быть удобной и доступной.

В руководстве освещены общие вопросы МРТ-исследования человека, укладок пациента и планирования МРТ-исследований, минимально необходимые и дополнительные импульсные последовательности для выполнения МРТ-исследований, виды импульсных последовательностей и их параметры, а также рекомендуемый набор МР-томограмм для печати на рентгеновской пленке.

Целью данного руководства явились стандартизация проведения МРТ-исследований, оптимизация используемых импульсных последовательностей и времени сканирования, унифицирование набора МР-томограмм для печати на рентгеновской пленке, что, в свою очередь, должно позволить правильно оценивать состояние обследуемой области и проводить анализ МРТ-исследований в динамике.

Мы будем искренне признательны за Ваши отзывы и критические замечания.

Авторский коллектив:

Дугаров Ж.Б.-Д., Полякова Д.И., Гусева Е.В., Пастыков А.С., Сыромятникова Л.А., Юдина Е.А., Яковлева П.С., Коробов А.В., Кульнева Т.В., Гордеев М.А., Золотухина Е.Е., Измалков Д.В., Подгорная П.А., Рыгина М.С., Темникова М.О., Попов А.Ю.

1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ
МРТ-ИССЛЕДОВАНИЯ
ЧЕЛОВЕКА

1.1. Показания к проведению МРТ-исследования

С учетом противопоказаний (см. соответствующий раздел) МРТ-исследование возможно применить для диагностики следующих патологических состояний:

Голова

1. Аномалии и пороки развития головного мозга.
2. Опухоли головного мозга:
 - диагностика доброкачественных опухолей;
 - диагностика внутримозговых опухолей с оценкой их злокачественности;
 - дифференциальная диагностика злокачественных и доброкачественных опухолей;
 - оценка радикальности удаления опухолей и оценка эффективности комбинированного лечения;
 - планирование стереотаксического вмешательства и/или биопсии при опухолях головного мозга.
3. Заболевания сосудов головного мозга:
 - диагностика артериальных аневризм и сосудистых мальформаций;
 - диагностика острого и хронического нарушения мозгового кровообращения;
 - диагностика стенозирующих и окклюзирующих заболеваний.
4. Демиелинизирующие заболевания головного мозга.
5. Инфекционные поражения головного мозга.
6. Паразитарные заболевания.
7. Гипертензионно-гидроцефальный синдром.
8. Черепно-мозговая травма.
9. Заболевания и повреждения органа зрения и ЛОР-органов.
10. Контроль эффективности лечения различных заболеваний и травм головного мозга.

Грудь

1. Исследование органов дыхания и средостения:
 - диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей средостения;
 - определение жидкости в полости перикарда, плевральной полости;
 - выявление мягкотканых образований в легких.
2. Исследование сердца:
 - оценка функционального состояния миокарда, сердечной гемодинамики;
 - выявление прямых признаков инфаркта миокарда;

- оценка морфологического состояния и функции структур сердца;
- диагностика внутрисердечных тромбов и опухолей.
- 3. Исследование молочных желез:
 - дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей;
 - оценка состояния регионарных лимфатических узлов;
 - оценка состояния имплантатов после протезирования молочных желез;
 - диагностика воспалительных заболеваний;
 - пункционная биопсия образований под контролем МРТ.

Позвоночник и спинной мозг

1. Аномалии и пороки развития позвоночника и спинного мозга.
2. Травма позвоночника и спинного мозга:
 - диагностика позвоночно-спинномозговой травмы;
 - диагностика кровоизлияний и ушибов спинного мозга;
 - диагностика посттравматических изменений позвоночника и спинного мозга.
3. Опухоли позвоночника и спинного мозга:
 - диагностика опухолей костных структур позвоночника;
 - диагностика опухолей спинного мозга и его оболочек;
 - диагностика метастатических поражений.
4. Сосудистые заболевания спинного мозга:
 - диагностика артериовенозных мальформаций;
 - диагностика спинального инсульта.
5. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника:
 - диагностика протрузий и грыж межпозвонковых дисков;
 - оценка компрессии спинного мозга, нервных корешков и дурального мешка;
 - оценка стеноза позвоночного канала.
6. Воспалительные заболевания позвоночника и спинного мозга.
7. Оценка результатов консервативного и оперативного лечения заболеваний и повреждений позвоночника и спинного мозга.

Живот

1. Исследование паренхиматозных органов (печень, поджелудочная железа, селезенка):
 - диагностика очаговых и диффузных заболеваний (первичные доброкачественные и злокачественные опухоли, метастазы, кисты, воспалительные процессы);
 - диагностика повреждений при травме живота;
 - диагностика портальной и билиарной гипертензии.
2. Исследование желчных путей и желчного пузыря:

- диагностика желчнокаменной болезни с оценкой состояния внутрипеченочных и внепеченочных протоков;
- диагностика опухолей желчных путей и желчного пузыря;
- уточнение характера и выраженности морфологических изменений при остром и хроническом холецистите, холангите;
- постхолецистэктомический синдром;
- ятрогенные повреждения желчных путей.

3. Исследование желудка:

- дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей;
- оценка местной распространенности рака желудка;
- оценка состояния регионарных лимфатических узлов при злокачественных опухолях желудка.

4. Исследование почек и мочевых путей:

- диагностика опухолевых и неопухолевых заболеваний;
- оценка распространенности злокачественных опухолей почек;
- диагностика мочекаменной болезни;
- установление причин гематурии, анурии;
- дифференциальная диагностика почечной колики и других острых заболеваний органов брюшной полости;
- диагностика повреждений при травме живота и поясничной области;
- диагностика специфического и неспецифического воспаления (туберкулез, гломерулонефрит, пиелонефрит).

5. Исследование лимфатических узлов.

6. Исследование сосудов брюшной полости:

- диагностика аномалий и вариантов строения;
- диагностика аневризм;
- выявление стенозов и окклюзии;
- оценка состояния межсосудистых анастомозов.

Таз

1. Аномалии и врожденные нарушения развития.

2. Травмы органов таза:

- диагностика внутритазовых кровоизлияний;
- диагностика повреждений мочевого пузыря.

3. Исследование внутренних половых органов у мужчин (простата, семенные пузырьки):

- диагностика воспалительных заболеваний;
- диагностика доброкачественной гиперплазии простаты;
- дифференциальная диагностика злокачественных и доброкачественных опухолей;
- оценка распространенности злокачественного опухолевого процесса.

4. Исследование женских внутренних половых органов (матка, яичники):

- диагностика воспалительных и невоспалительных заболеваний;
- дифференциальная диагностика злокачественных и доброкачественных опухолей;
- оценка распространенности злокачественного опухолевого процесса;
- диагностика врожденных пороков и заболеваний плода.

Конечности

1. Аномалии и врожденные нарушения развития конечностей.
2. Травмы и их последствия:
 - диагностика повреждений мышц, сухожилий, связок, менисков, суставной губы гленоида;
 - диагностика внутрисуставных повреждений (жидкость, кровь и т.д.);
 - оценка целостности капсулы крупных суставов.
3. Воспалительные заболевания (артрит, бурсит, синовит).
4. Дегенеративно-дистрофические заболевания.
5. Нейродистрофические поражения.
6. Системные заболевания соединительной ткани.
7. Опухоли костей и мягких тканей:
 - дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных заболеваний;
 - оценка распространенности опухолей.

1.2. Безопасность МРТ-исследования

Общие положения

Все медицинское электрическое оборудование требует надлежащего обращения и технического обслуживания, особенно в отношении безопасности человека. Оборудование кабинета МРТ размещается так, чтобы удовлетворять строгим требованиям безопасности.

1. Если известно (или имеется подозрение), что в части оборудования или системы имеется неисправность или система неправильно отрегулирована, **не следует использовать ее**, пока не будет произведен ремонт сертифицированным специалистом.

2. Не следует начинать МРТ-исследование при открытой двери кабинета.

3. Не следует использовать поверхностные катушки, контуры развязки и кабели, если они имеют повреждения.

4. Не следует удалять, изменять, перенастраивать или блокировать какие-либо защитные приспособления на оборудовании или в кабинете для МРТ-исследований.

5. Необходимо:

- чтобы медицинский персонал (врачи, рентгенолаборанты) усвоили и строго соблюдали все замечания об **опасности** и маркировке безопасности на МР-системе;
- чтобы медицинский персонал (врачи, рентгенолаборанты) строго следовали всем указаниям по технике безопасности, а также всем предупреждениям и предостережениям для обеспечения безопасности как пациентов, так и медицинского персонала. В частности, для эффективной и безопасной работы с МР-оборудованием необходимо прочесть, понять и усвоить действия при чрезвычайных ситуациях, экстренных мерах медицинского характера, понять и усвоить сведения о доступе в область контролируемого доступа и обращении с устройством аварийного отключения поля.

6. Медицинское учреждение обязано обеспечить в чрезвычайных ситуациях следующие мероприятия:

- экстренные меры медицинского характера;
- доступ посторонних лиц в область контролируемого доступа;
- необходимость аварийного отключения поля;
- меры пожарной безопасности.

7. Необходимо разработать процедуру быстрой эвакуации пациента из кабинета для МРТ-исследований в экстренных случаях, при необходимости – с аварийным отключением поля («Кнопка **аварийной остановки** магнита»).

8. Необходимо принять меры предосторожности и разработать соответствующий план использования необходимого оборудования вне кабинета для МРТ-исследований на случай возникновения необходимости экстренной помощи, особенно для следующих групп пациентов:

- пациенты с риском остановки сердца;
- пациенты с предрасположенностью к эпилептическим припадкам или клаустрофобии;
- тяжелобольные, пациенты, находящиеся под действием седативных препаратов, со спутанным сознанием или без сознания;
- пациенты, с которыми невозможно поддерживать надежную вербальную связь.

Предупреждение!

Электронное или другое металлическое оборудование (в том числе кислородные баллоны), необходимое в случае возникновения чрезвычайной ситуации, **нельзя** вносить в кабинет для МРТ-исследований. При проведении сканирования пациентов, находящихся под воздействием анестезии, запрещается использовать воспламеняющиеся анестетические смеси, содержащие воздух, кислород или закись азота.

Магнитная безопасность

Зона контролируемого доступа. В зоне контролируемого доступа напряженность поля рассеяния превышает 0,5 мТл (5 Гс) (рис. 1.1).

Напряженность поля свыше 0,5 мТл регистрируется на следующем расстоянии от центра магнита (см. таблицу 1.1).

Зона контролируемого доступа должна быть обозначена на всех входах соответствующим предупредительным знаком (рис. 1.2).

Врач-рентгенолог кабинета МРТ несет ответственность за установление необходимых правил и чрезвычайных процедур для регулирования доступа в зону контроля для обеспечения безопасности пациентов и персонала.

Запрещается вносить в зону контролируемого доступа железные или другие намагничивающиеся предметы:

- ножницы, карманные ножи, зажигалки, ключи, монеты и т.д.;
- пылесосы, полотерные машины и т.д.;
- оборудование, выполненное из намагничивающихся материалов (кресла-каталки, тележки, носилки и т.д.).

Пациенты, у которых имеются металлические имплантаты или имплантаты с электрическим, магнитным или механическим управлением (такие как кардиостимулятор), не должны входить в зону контролируемого доступа.

Таблица 1.1. Регистрация напряженности поля свыше 0,5 мТл на расстоянии от центра магнита

Напряженность поля, Тл	Направление X, м	Направление Y, м	Направление Z, м
1,5	2,4	2,4	3,8
3,0	3,0	3,0	5,2

Рис. 1.1. Схематическое изображение силовых линий напряженностью 0,5 мТл (5 Гс) для МР-систем 1,5 и 3,0 Тл (вид сверху).

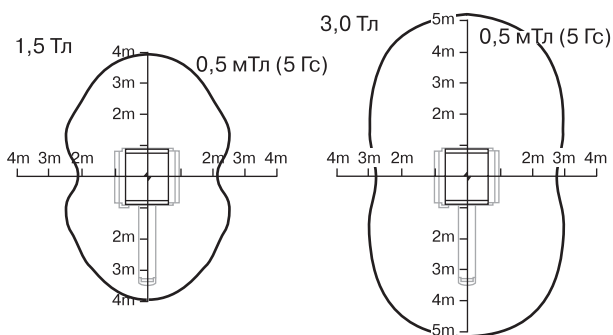


Рис. 1.2. Предупредительный знак.

ОПАСНО – МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ВЫСОКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

Информация на магнитных носителях, таких как магнитные полосы на кредитных картах, дискетах и лентах, может быть стерта при напряженности магнитного поля, превышающей 0,5 мТл (5 Гс). Необходимо предупредить пациентов, что требуется оставлять вне зоны контролируемого доступа магнитные носители информации.

Не разрешается вносить в помещения для МРТ-исследований высокочастотные радиопередающие устройства (например, мобильные телефоны) даже в выключенном состоянии (характеристики таких устройств могут превышать стандарты излучения электромагнитной совместимости и при определенных условиях мешать нормальному функционированию системы. Это может в экстремальных ситуациях привести к тяжелым или летальным травмам, а также послужить причиной ошибочного диагноза).

Электробезопасность

Не разрешается снимать крышки или кабели с оборудования. Внутри оборудования имеется высокое электрическое напряжение.

Не допускается попадание воды или других жидкостей в оборудование, поскольку это может привести к короткому замыканию или коррозии.

Механическая безопасность

Необходимо проследить, чтобы какие-либо предметы, например магнитное кресло-каталка, не находились вблизи стола для пациента при опускании опоры.

Не разрешается снимать кожухи со стола, поскольку некоторые его части подвижны.

Пожарная безопасность

В случае возникновения пожара в кабинете для МРТ-исследований:

1. При наличии амагнитного огнетушителя – следует немедленно приступить к локализации очага возгорания, предварительно обеспечив безопасность для пациента.

2. При отсутствии амагнитного огнетушителя – сначала необходимо обеспечить безопасность пациента, затем отключить магнитное поле, нажав на кнопку аварийной остановки магнита («Кнопка **аварийной остановки** магнита»), и только после проделанных действий приступить к локализации очага возгорания.

Отключать магнитное поле следует только в экстренных ситуациях, так как при отключении магнитного поля происходит выброс гелия («квенч»), что несет высокие эксплуатационные расходы, а восстановление работоспособности аппарата занимает длительное время.

Меры безопасности при работе с газообразным гелием

В случае неисправности системы вытяжной вентиляции (например, при блокировке системы вентиляции) и отключении магнитного поля в кабинете для МРТ-исследований может создаваться высокая концентрация газообразного гелия, который будет образовывать облака холодного тумана.

Для предотвращения негативного воздействия газообразного гелия на здоровье пациента и медицинского персонала необходимо:

- открыть двери и окна помещений для МРТ-исследований (при необходимости разбить окно);
- немедленно эвакуировать пациента и персонал из кабинета для МРТ-исследований.

Противопоказания к проведению МРТ-исследования

- Любой электрический, магнитный или механический активированный имплантат без сертификата изделия (например, кардиостимулятор, биостимулятор инсулиновой помпы, нейростимулятор, кохлеарный имплант и слуховые аппараты); при наличии сертификата изделия требуется изучить сертификат на МР-совместимость изделия.
- Беременность в I триместре (в случае, если риск превышает его пользу).
- Наличие металлического инородного тела орбиты, слухового прохода и ферромагнитных предметов в других частях тела.
- Наличие в организме не фиксированного металлического предмета (шрапнель, пуля).

1.3. Подготовка пациента к МРТ-исследованию

- В случае предварительной записи на МРТ-исследование следует предупредить пациента о необходимости по мере возможности надеть одежду, содержащую минимум металлических предметов (металлические замки, молнии, пуговицы), и не использовать накануне МРТ-исследования лекарственные средства наружного применения (мази) в области обследования.
- Перед процедурой сканирования необходимо получить письменное согласие пациента на проведение МРТ-исследования.
- Попросить пациента убрать из одежды и оставить вне зоны МРТ-исследования все металлические предметы, включая ключи, монеты, кошелек, пластиковые карты с магнитными полосами, ювелирные изделия (в том числе пирсинг), слуховые аппараты, шпильки и булавки.
- При необходимости для пациентов, страдающих клаустрофобией, обеспечить сопровождающего (например, родственника или сотруд-

ника), который будет находиться рядом с пациентом во время МРТ-исследования.

- Предложить пациенту беруши или наушники с трансляцией спокойной музыки для обеспечения дополнительного комфорта.
- Необходимо разъяснить пациенту суть МРТ-процедуры, порядок проведения и длительность МРТ-исследования.
- Предупредить пациента о необходимости сохранять спокойствие во время диагностической процедуры, внимательно слушать команды, дышать равномерно и неглубоко, при необходимости выполнять задержки дыхания по просьбе рентгенолаборанта.
- Перед сканированием пациенту должны быть разъяснены преимущества МРТ-исследования с контрастным усилением и возможные осложнения при введении гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества.
- В случае, если требуется проведение МРТ-исследования с динамическим контрастированием, необходимо подготовить систему для внутривенного введения гадолиний-содержащего МР-контрастного средства (инжектор или одноразовый шприц, удлиняющая трубка – перфузор) и подсоединить ее к пациенту, предварительно выполнив венепункцию локтевой вены в процедурном кабинете (периферический венозный катетер или катетер-бабочка).
- Гадолиний-содержащее МР-контрастное вещество возможно применять только у пациентов с ненарушенной функцией почек со скоростью клубочковой фильтрации (СКФ) > 30 мл/мин (норма 80–120 мл/мин).
- Отметить вес пациента в амбулаторной карте или в истории болезни.

Дополнительные сведения при подготовке пациента к МРТ-исследованию:

– при МРТ-исследовании височно-нижнечелюстных суставов: необходимо предупредить пациента о том, что МРТ-исследование проводится с закрытым и открытым ртом;

– при МРТ исследовании брюшной полости: пациент должен прекратить прием пищи за 3–4 ч до исследования (при длительном голодании возникает вероятность повышенного газообразования и перистальтики кишечника). За 30–40 мин до начала исследования рекомендуется прием спазмолитического средства, например дротаверина. Перед исследованием пациенту предлагается выпить 1–2 стакана теплой воды. Накануне исследования для устранения повышенного газообразования рекомендуется прием ветрогонного средства, например симетикона;

– при МРТ-исследовании органов малого таза: пациент должен прекратить прием пищи за 2–3 ч до исследования. За 30–40 мин до начала

исследования рекомендуется прием спазмолитического средства, например дротаверина. Перед исследованием пациенту предлагается выпить 1–2 стакана теплой воды. Накануне исследования для устранения повышенного газообразования рекомендуется прием ветрогонного средства, например симетикона. Мочевой пузырь не должен быть пустым, но и переполненным тоже (умеренное наполнение мочевого пузыря);

– при МРТ-исследовании глазниц требуется снять глазной макияж.

1.4. МРТ-исследование с внутривенным контрастированием

Показания к МРТ-исследованию с внутривенным контрастированием

Современная лучевая диагностика немыслима без применения контрастных препаратов. Использование контрастных препаратов позволяет существенно расширить объем диагностической информации МРТ-исследований.

Выделяют следующие области использования контрастных препаратов:

- 1) контрастирование искусственной или естественной полости, полого органа («люминография»);
- 2) контрастирование сосудов (ангиография);
- 3) контрастирование паренхимы органа;
- 4) изучение функции или кровоснабжения органа с помощью контрастных препаратов.

С практической точки зрения можно выделить следующие основные **цели использования** внутрисосудистых контрастных препаратов в современной лучевой диагностике:

- 1) увеличение различий в контрастности изображений нормальных и патологических структур и тканей;
- 2) улучшение визуальных характеристик изображений и дифференциации различных анатомических структур;
- 3) выявление очагов неоваскуляризации (диагностика злокачественных опухолей, дифференциация их от доброкачественных процессов);
- 4) контрастирование сосудов и сердца (ангиография);
- 5) изучение перфузии (оценка кровоснабжения органов).

Зачастую патологические изменения в том или ином органе видны и без введения контрастных препаратов. Однако современные стандарты лучевой диагностики в большинстве случаев требуют при проведении МРТ введения контрастных препаратов.

Число показаний к контрастному усилению в МРТ значительно меньше, чем в КТ, благодаря высокой чувствительности метода к межтканевой контрастности.

При выполнении МРТ использование контрастных препаратов необходимо в следующих клинических ситуациях.

1. Исследования головного, спинного мозга и органов шеи:

- выявление очаговых поражений, вызывающих нарушение гематоэнцефалического барьера (в первую очередь, объемных образований), и их дифференциальная диагностика;
- исследования гипофиза;
- оценка перфузии мозга;
- диагностика заболеваний сосудистой стенки (васкулиты) на основе использования импульсной последовательности SWI.

2. Исследования органов грудной клетки:

- изучение перфузии и жизнеспособности миокарда.

3. Исследования органов брюшной полости:

- диагностика и дифференциальная диагностика очаговых поражений печени, почек, поджелудочной железы, селезенки, надпочечников.

4. Исследования органов малого таза:

- подозрение на рак предстательной железы;
- опухоли мочевого пузыря;
- опухоли прямой кишки;
- опухоли матки и придатков, влагалища.

5. Костно-мышечная система:

- опухоли костей и мягких тканей.

6. Ангиография*:

- ангиография интра- и экстракраниальных артерий;
- ангиография при исследованиях аорты и ее ветвей;
- периферические сосуды;
- исследование функциональных особенностей артериовенозных мальформаций с разделением изображений на артериальную и венозную фазы (метод 4D TRACK).

В табл. 1.2 приводятся критерии необходимости контрастирования при различных патологиях.

*Как правило, МР-ангиография проводится без введения контрастного препарата. Однако в некоторых ситуациях это необходимо и вопрос о применении контрастного препарата при МРТ-исследовании сосудов решается индивидуально в зависимости от патологического процесса (например, после динамического контроля эмболизации артериовенозной мальформации – обязательно, при гипертонической микроангиопатии с отсутствием подозрений на наличие аневризмы – нецелесообразно).

Таблица 1.2. Критерии необходимости контрастирования при различных патологиях

Критерий необходимости контрастирования	Патология	Локализация
Обязательно	Любое объемное новообразование, а также новообразование или локус структурных изменений с признаками/подозрением на неопластический процесс	Любая
	Любое очаговое образование неясной этиологии	Любая
	При необходимости оценки постоперационного периода по поводу удаления новообразования (исключение рецидивов/продолженного роста опухолевого поражения)	Любая
	Выявление и оценка метастазов, в том числе лептоменингеальное метастазирование	Любая
	Определение активности рассеянного склероза	Головной мозг Спинальный мозг
	Гидросирингомиелия впервые выявленная или при отрицательной динамике	Спинальный мозг
	Нейроинфекция, в том числе ВИЧ-инфекция, саркоидоз	Головной мозг (в том числе оболочки) Спинальный мозг (в том числе оболочки)
	Внутричерепная гипотензия	Оболочки головного мозга
	Демиелинизирующие заболевания	Головной мозг Зрительные нервы Спинальный мозг
	Увеличение вертикального размера гипофиза при подозрении на микроаденому	Гипофиз
	Инсульт спинного мозга	Позвоночник
	Паразитарные кисты	Любая
	Сложные кисты	Любая
	Абсцессы	Любая
	Сосудистая патология: подозрение на инвазию опухолей в сосуды	Любая
	Сосудистая патология: мальформации	Любая
	Оценка перфузии	Любая
Образования молочной железы: 2–5 категории изменений по BI-RADS	Молочные железы	

Таблица 1.2 (продолжение). Критерии необходимости контрастирования при различных патологиях

Критерий необходимости контрастирования	Патология	Локализация
Желательно	Дифференциальная диагностика доброкачественных кистовидных изменений и гиперплазии слизистых оболочек	Придаточные пазухи носа
	Сосудистая патология: аневризмы	Любой локализации
	Гидроцефалия окклюзионная	Головной мозг
	Эпидуральные изменения позвоночного канала доброкачественного характера Послеоперационные изменения для дифференциальной диагностики рубцовой ткани и рецидива грыжи диска	Позвоночник
	Псевдотуморозная форма панкреатита	Брюшная полость
	Признаки билиарной гипертензии и/или расширения вирсунгова протока: без достоверно выявляемого объемного процесса без достоверных признаков калькулезного блока желчевыводящих путей	Брюшная полость
	Пиелонефрит	Забрюшинное пространство
	Кисты яичника Полипы матки	Малый таз женщин
	Простые жидкостные кисты	Брюшная полость и забрюшинное пространство: печень селезенка поджелудочная железа внеорганные кисты
	Динамический контроль эмболизации артериовенозной мальформации (МР-ангиография)	Сосуды
Возможно	Ишемический инсульт головного мозга Очаги дисциркуляторной энцефалопатии (при необходимости дифференциальной диагностики)	Головной мозг
	Киста кармана Ратке	Гипофиз
	Ретроперитонеальный фиброз	Забрюшинное пространство

Таблица 1.2 (окончание). Критерии необходимости контрастирования при различных патологиях

Критерий необходимости контрастирования	Патология	Локализация
	Спондилодисцит	Позвоночник
	Артриты	Суставы
	Остеомиелит	Костно-суставная система и мягкие ткани
Не оправдано	Посттравматические изменения головного мозга	Оболочечная гематома головного мозга
	Субарахноидальное кровоизлияние	Головной мозг
	Грыжи и протрузии межпозвоночных дисков Эпидуральный липоматоз Аномалии развития позвоночника Травматические повреждения позвоночника	Позвоночник
	Хронический атрофический/ фиброзный панкреатит Гемохроматоз Жировая дистрофия печени Травмы печени и селезенки	Брюшная полость
	Острый пиелонефрит Пионефроз Гидронефроз Мочекаменная болезнь	Забрюшинное пространство
	Аденома простаты Дивертикулы мочевого пузыря Дивертикулы/дивертикулит прямой кишки Уретероцеле Киста урахуса Фолликулярная киста яичника Аднексит	Малый таз
	Артрозы Травматические изменения	Конечности

Общие положения о венепункции при проведении МРТ-исследования

1. Венепункция должна производиться в условиях процедурного кабинета (помещение класса «Б», согласно приложению 3 Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2010 г. № 58 «Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»).

2. В целях профилактики внутрибольничной инфекции в зависимости от выполняемой медицинской манипуляции и требуемого уровня снижения микробной контаминации обеззараживанию подлежат руки медицинских работников (гигиеническая обработка рук) и кожные покровы пациентов (обработка инъекционного поля при выполнении внутривенного контрастирования).

3. Для достижения эффективного обеззараживания рук необходимо соблюдать следующие условия: коротко подстриженные ногти, отсутствие лака на ногтях, отсутствие искусственных ногтей, отсутствие на руках колец, перстней и других ювелирных украшений. Перед обработкой рук необходимо снять также часы, браслеты и пр. Для высушивания рук применяют чистые тканевые полотенца или бумажные салфетки однократного использования.

4. Медицинский персонал должен быть обеспечен в достаточном количестве эффективными средствами для обеззараживания рук, а также средствами для ухода за кожей рук (кремы, лосьоны, бальзамы и др.) для снижения риска возникновения контактных дерматитов. При выборе кожных антисептиков, моющих средств и средств для ухода за кожей рук следует учитывать индивидуальную переносимость.

5. Гигиеническая обработка рук.

5.1. Гигиеническую обработку рук следует проводить в следующих случаях:

- перед непосредственным контактом с пациентом;
- после контакта с неповрежденной кожей пациента (например, при измерении пульса или артериального давления);
- после контакта с медицинским оборудованием и другими объектами, находящимися в непосредственной близости от пациента.

5.2. Гигиеническая обработка рук проводится двумя способами:

- гигиеническое мытье рук мылом и водой для удаления загрязнений и снижения количества микроорганизмов;
- обработка рук кожным антисептиком для снижения количества микроорганизмов до безопасного уровня.

- 5.3. Для мытья рук применяют жидкое мыло с помощью дозатора (диспенсера). Вытирают руки индивидуальным полотенцем (салфеткой), предпочтительно одноразовым.
- 5.4. Гигиеническую обработку рук спиртосодержащим или другим разрешенным к применению антисептиком (без их предварительного мытья) проводят путем втирания его в кожу кистей рук в количестве, рекомендуемом инструкцией по применению, обращая особое внимание на обработку кончиков пальцев, кожи вокруг ногтей, между пальцами. Непременным условием эффективного обеззараживания рук является поддержание их во влажном состоянии в течение рекомендуемого времени обработки.
- 5.5. При использовании дозатора новую порцию антисептика (или мыла) наливают в дозатор после его дезинфекции, промывания водой и высушивания. Предпочтение следует отдавать локтевым дозаторам и дозаторам на фотоэлементах.
- 5.6. Кожные антисептики для обработки рук должны быть легко доступны на всех этапах диагностического процесса.
6. Использование перчаток.
 - 6.1. Перчатки необходимо надевать во всех случаях, когда возможен контакт с кровью или другими биологическими субстратами, потенциально или явно контаминированными микроорганизмами, со слизистыми оболочками и поврежденной кожей.
 - 6.2. Не допускается использование одной и той же пары перчаток при контакте в ходе диагностического процесса с двумя и более пациентами. После снятия перчаток проводят гигиеническую обработку рук.
 - 6.3. При загрязнении перчаток выделениями, кровью пациента и т.п. во избежание загрязнения рук в процессе снятия перчаток следует тампоном (салфеткой), смоченным раствором дезинфицирующего средства (или антисептика), убрать видимые загрязнения. Снять перчатки, погрузить их в раствор средства, затем утилизировать. Руки обработать антисептиком.
7. Противопоказания к выполнению венопункции:
 - поражение кожи и подкожной жировой клетчатки любого характера в предполагаемом месте инъекции;
 - флебит пунктируемой вены.
8. Места введения (предпочтительные): поверхностные вены локтевого сгиба, предплечья, кисти, области голеностопного сустава.

9. Форма спецодежды при выполнении манипуляции:
- медицинский халат (или специальный костюм);
 - медицинская шапочка;
 - чистые медицинские перчатки (одноразовые или продезинфицированные);
 - маска.
10. Оснащение рабочего места:
- стол для медицинских манипуляций;
 - стерильный пинцет;
 - пинцет для работы с использованным инструментарием;
 - чистая ветошь;
 - флакон с антисептиком для обработки кожи пациентов и рук персонала;
 - флакон с антисептиком для обработки ампул и других упаковок лекарственных инъекционных форм;
 - стерильные ватные или марлевые шарики в упаковке;
 - лекарственные формы для инъекций и инфузий;
 - пилочка для вскрытия ампул;
 - ножницы для вскрытия металлического колпачка флакона;
 - шприцы одноразовые вместимостью 5,0–20,0 мл (для внутривенных инъекций);
 - системы для внутривенных инфузий одноразового использования;
 - дополнительно – жгут, салфетка (на область наложения жгута при отсутствии одежды); клеенчатая подушечка;
 - периферический венозный катетер.
11. Алгоритм проведения внутривенного струйного контрастирования в условиях процедурного кабинета:
- выше места пункции вены наложить венозный жгут;
 - обработать шариком со спиртом место инъекции;
 - использованный шарик выбросить в пакет белого цвета (отходы класса «Б»);
 - прочитать надпись на флаконе или ампуле (наименование, доза, срок годности);
 - если лекарственное вещество в ампуле – обработать ампулу, надпилить шейку ампулы и обработать еще раз шариком со спиртом; вскрыть ампулу;
 - использованные шарики выбросить в пакет белого цвета (отходы класса «Б»);
 - снять защитный колпачок;
 - набрать в шприц гадолиний-содержащее МР-контрастное вещество из ампулы;
 - выпустить через иглу одну-две капли раствора;
 - смочить спиртом 2 шарика;

- произвести венепункцию (обработка локтевого сгиба описана выше);
- потянуть поршень шприца на себя, убедиться, что игла в вене;
- наложенный ранее венозный жгут снять;
- переложить шприц в левую руку, между II и III пальцами правой кисти держать цилиндр, надавливая на поршень, медленно ввести гадолиний-содержащее МР-контрастное вещество, оставляя в шприце небольшое количество раствора с пузырьками воздуха;
- приложить к месту инъекции левой рукой шарик со спиртом;
- извлечь правой рукой иглу из вены;
- согнуть руку пациента в локтевом суставе и оставить в таком положении на несколько минут;
- использованный одноразовый шприц с иглой выбросить сразу после процедуры (отходы класса «Б»).

12. Алгоритм проведения венепункции при динамическом контрастировании:

- выше места пункции вены наложить венозный жгут с целью ограничения оттока крови ниже места сжатия;
- стерильными ватными шариками провести обработку кожных покровов в области, где будет выполняться установка периферического венозного катетера;
- для пункции и канюляции периферических вен использовать венозные катетеры различных размеров;
- сначала венозным катетером проколоть кожу над веной, выбранной для пункции;
- катетер провести под кожей немного дальше, затем выполнить прокол стенки самой вены;
- после прокола стенки вены произвести контрольное извлечение иглы из просвета катетера, критерием попадания в вену является появление в пластиковой трубке катетера венозной крови;
- если контроль положительный, выполнить извлечение иглы с одновременным продвижением пластиковой трубки катетера вглубь вены;
- наложенный ранее венозный жгут снять;
- катетер фиксировать лейкопластырем;
- к венозному катетеру присоединить заполненную 0,9% раствором хлорида натрия систему (проводник инфузионный) для введения жидких препаратов с помощью шприца;
- после того, как получено подтверждение, что венозный катетер находится в просвете вены, наложить стерильную фиксирующую повязку;
- пациента переместить в аппаратную МРТ, где будет проходить исследование и дальнейшее введение гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества.

Проведение внутривенного контрастирования при выполнении МРТ-исследования

Рассмотрим проведение внутривенного динамического контрастирования на примере МРТ-исследования органов брюшной полости, как наиболее сложного с технологической точки зрения.

1. Введение гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества может производиться в условиях аппаратной МРТ (помещение класса «В» согласно приложению 3 Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2010 г. № 58 Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»).

2. Необходимость введения гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества определяет врач, а его введение – обязанность сестринского медперсонала. Медсестра не имеет права вводить гадолиний-содержащее МР-контрастное вещество без назначения врача, заменять одно МР-контрастное вещество другим.

3. Требования к лекарственным препаратам, применяемым для внутривенного контрастирования:

3.1. Для внутривенного введения гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества и лекарственных средств используются различные лекарственные формы для инъекций – ампулы, флаконы, шприц-тюбики, изготовленные на фармацевтических заводах. Основное требование, предъявляемое к этим формам, – стерильность.

3.2. На каждой заводской ампуле или флаконе имеется надпись с обозначением названия гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества, его концентрации и объема, а также номер серии. Флакон оформлен в соответствии с действующей научно-технической документацией. На всех гадолиний-содержащих МР-контрастных веществах и лекарственных средствах указан срок годности.

4. Алгоритм действий рентгенолаборанта при проведении внутривенного динамического контрастирования:

- венепункция и установка периферического венозного катетера производится в условиях процедурного кабинета, после чего пациент перемещается в аппаратную МРТ;

- в аппаратной происходит укладка пациента и фиксация катушки на теле пациента;

- к периферическому катетеру подключается инфузионная система, заполненная 0,9% раствором хлорида натрия и состоящая из: 1) перфузионного удлинителя; 2) тройника; 3) шприца с гадолиний-содержащим МР-контрастным веществом и 4) шприца с 0,9% раствором хлорида натрия;

- пациент помещается в центр магнита;

- рентгенолаборант занимает свое рабочее место за управляющей консолью магнита;
- выполняется программа «разведчик» (Survey/Localizer);
- осуществляются выбор и позиционирование импульсной последовательности динамического контрастирования;
- рентгенолаборант идет в помещение магнита, закрывает за собой дверь, вводит 3 мл гадолиний-содержащего МР-контрастного вещества (для заполнения инфузионной системы МР-контрастным веществом), далее подается команда на задержку дыхания и после ее выполнения начинается одновременное введение МР-контрастного вещества и сканирование. После окончания введения МР-контрастного вещества обязательно следует промыть инфузионную систему 0,9% раствором хлорида натрия. По окончании динамического повтора подается команда пациенту – «дышите». Следует учитывать, что максимальный диагностический эффект от применения МР-контрастного вещества достигается в случае, если введение полной дозы МР-контрастного вещества укладывается в первый динамический повтор;
- рентгенолаборант возвращается на рабочее место и выполняет оставшиеся динамические повторы импульсной последовательности;
- затем позиционируются и выполняются постконтрастные импульсные последовательности, взвешенные по T1 в трех взаимно перпендикулярных плоскостях;
- по окончании МРТ-исследования необходимо выдвинуть стол с пациентом из магнита, снять катушку, отключить инфузионную систему и проводить пациента в процедурный кабинет;
- в условиях процедурного кабинета извлекается периферический венозный катетер;
- на место пункции вены туго накладывается стерильная повязка – фиксация не менее 5 мин.

Примечание. Известно, что при введении контрастного препарата в кубитальную вену среднее время доставки первых доз контрастного препарата на уровень перехода грудного отдела аорты в брюшной отдел составляет 14–16 с. Принимая во внимание данное значение, длительность одного динамического повтора не должна быть меньше указанных временных промежутков (14–16 с). На практике, как правило, длительность одного динамического повтора составляет 18–20 с.

5. Гадолиний-содержащие МР-контрастные вещества в МРТ используются для улучшения визуализации патологических структур в различных областях тела. В России зарегистрированы и разрешены к использованию препараты для МРТ, в состав которых входят внутри-комплексные соединения иона гадолиния. В роли гадолиний-содержащих МР-контрастных веществ чаще всего выступают такие препараты, как гадодамиид, гадоксетовая кислота, гадобутрол, гадопентетовая

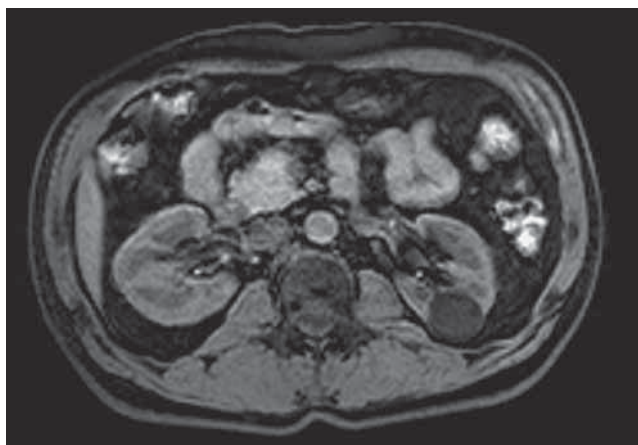


Рис. 1.3. Нативная фаза динамического контрастирования.

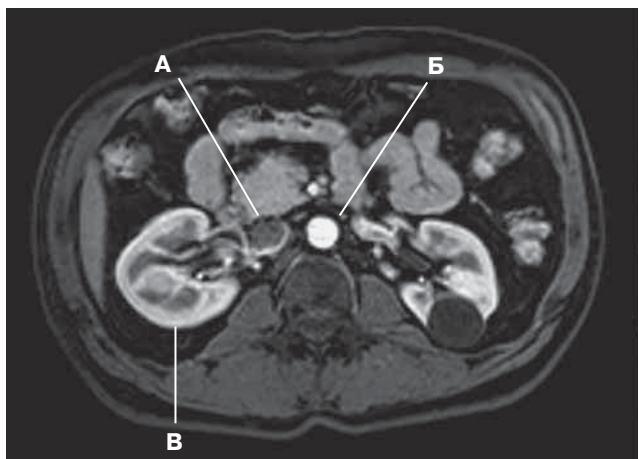


Рис. 1.4. Артериальная фаза динамического контрастирования: А – отсутствие контрастного усиления нижней полой вены, Б – визуализация контрастного усиления аорты, В – визуализация контрастного усиления коркового вещества почки.

кислота, гадотеровая кислота и многие другие. Рекомендуемая доза введения составляет 0,1 ммоль/кг, что соответствует 0,2 мл на 1 кг массы тела пациента вне зависимости от возраста. Не рекомендуется использование препаратов на основе гадолиния у больных с тяжелой почечной недостаточностью (СКФ <30 мл/мин), а также в дозах, превышающих рекомендованные.

Оценка проведения динамического контрастирования

Проведение динамического контрастирования возможно как с автоматическим инжектором, так и без него.

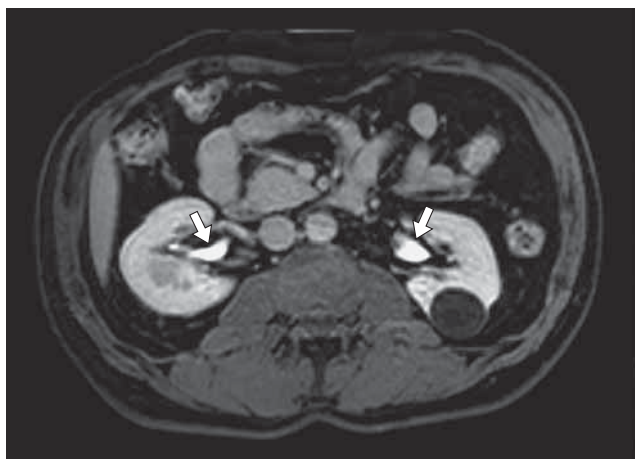
Нативная фаза динамического контрастирования характеризуется на МР-томограммах отсутствием контрастного усиления артерий, вен и паренхимы органов (рис. 1.3).

Ранняя артериальная фаза динамического контрастирования характеризуется на МР-томограммах контрастным усилением (гиперинтенсивный МР-сигнал) аорты и артерий, в случае появления контрастного

Рис. 1.5. Венозная фаза динамического контрастирования: А – визуализация контрастного усиления нижней полой вены, Б – визуализация контрастного усиления аорты, В – визуализация контрастного усиления паренхимы почки.



Рис. 1.6. Отсроченная, экскреторная, фаза контрастирования: стрелками указано контрастное усиление чашечно-лоханочной системы почек.



усиления (гиперинтенсивный МР-сигнал) портальной вены – это уже поздняя артериальная фаза динамического контрастирования (рис. 1.4). В артериальную фазу динамического контрастирования в норме отмечается контрастное усиление коркового вещества почек и «змейвидное» гетерогенное контрастное усиление паренхимы селезенки.

Венозная фаза динамического контрастирования характеризуется на МР-томограммах контрастным усилением (гиперинтенсивный МР-сигнал) венозных сосудов и паренхимы органов (рис. 1.5).

Отсроченная, экскреторная, фаза контрастирования характеризуется визуализацией контрастного усиления мочевых путей в результате экскреторной функции почек (рис. 1.6).

В случае необходимости проведения двух или более МРТ-исследований с динамическим контрастированием у одного человека для уменьшения возможного риска возникновения побочных реакций, в первую очередь контраст-индуцированной нефропатии (КИН), второе МРТ-исследование рекомендуется проводить не менее чем через 24 ч после первого.

Устаете от работы с тяжелыми катушками и громоздкой аппаратурой? Путаетесь в бесконечных проводах?

Эти ежедневные неудобства в конце концов могут нарушить рабочий процесс и привести к большой потере времени. Концепция Breeze от Philips позволяет упростить рабочий процесс:

- **Ускорение рабочего процесса благодаря сокращению количества этапов позиционирования**

Благодаря рабочему процессу Breeze процесс укладки пациента интуитивно понятен и требует лишь минимальных усилий для работы с катушками.

- **Сокращение времени, необходимого для работы с пациентом и укладки пациента**

Короткие кабели, небольшие разъемы и компактные электронные схемы ускоряют и облегчают установку катушек.

- **Гибкие катушки позволяют учитывать различия в анатомии пациентов и соответствуют контурам тела**

Тонкие и гибкие катушки Breeze Anterior можно легко и быстро установить с учетом контуров тела каждого пациента, что обеспечивает высокую скорость, эффективность и удобство сканирования.



2

УКЛАДКА И ПЛАНИРОВАНИЕ МРТ-ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. МРТ головы

МРТ головного мозга

Укладка пациента

- Положение пациента лежа на спине, головой по направлению к магниту (рис. 2.1–2.3).
- Голова пациента должна располагаться в головной катушке, для предотвращения движений иммобилизуйте голову пациента подушками.
- Для дополнительного комфорта подложите под ноги пациента валики.
- Фокус центра лазерного перекрестия должен располагаться над переносицей.

Планирование срезов

Survey/Localizer (разведчик)

Первично необходимо получить изображения в трех плоскостях. Время сбора данных с получением T1-взвешенных изображений низко разрешения менее 25 с (рис. 2.4).

Планирование **аксиальных срезов (Tra)** на сагиттальной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть параллельно условной линии, соединяющей нижние контуры колена и валика мозолистого тела. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в коронарной плоскости при наклонном положении головы (перпендикулярно межполушарной щели головного мозга). Блок срезов должен полностью покрывать головной мозг от краниальных контуров теменных костей до уровня большого затылочного отверстия (рис. 2.5).

Планирование **коронарных срезов (Cor)** на сагиттальной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть параллельно задней поверхности ствола головного мозга. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в аксиальной плоскости при наклонном положении головы (перпендикулярно межполушарной щели головного мозга). Блок срезов должен полностью покрывать головной мозг от передней стенки лобных пазух до заднего контура затылочной кости (рис. 2.6).

Планирование **сагиттальных срезов (Sag)** на коронарной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть параллельно межполушарной щели головного мозга. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в аксиальной плоскости при наклонном положении головы (параллельно межполушарной щели головного мозга). Блок срезов должен полностью покрывать головной мозг, охватывая наружные поверхности височных костей (рис. 2.7).



Рис. 2.1. Схематическое изображение укладки пациента при МРТ головного мозга.

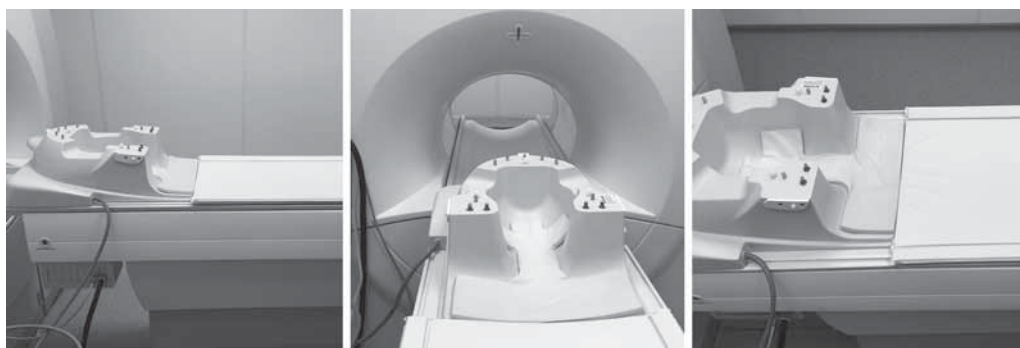


Рис. 2.2. Расположение радиочастотной катушки на столе при МРТ головного мозга.

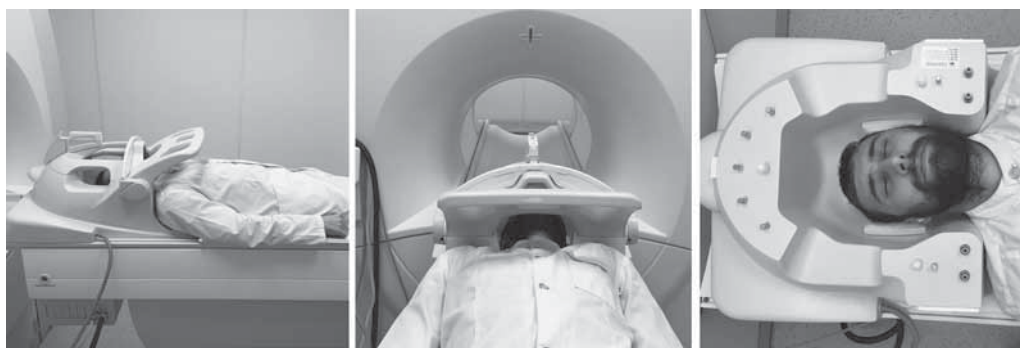


Рис. 2.3. Укладка пациента при МРТ головного мозга.

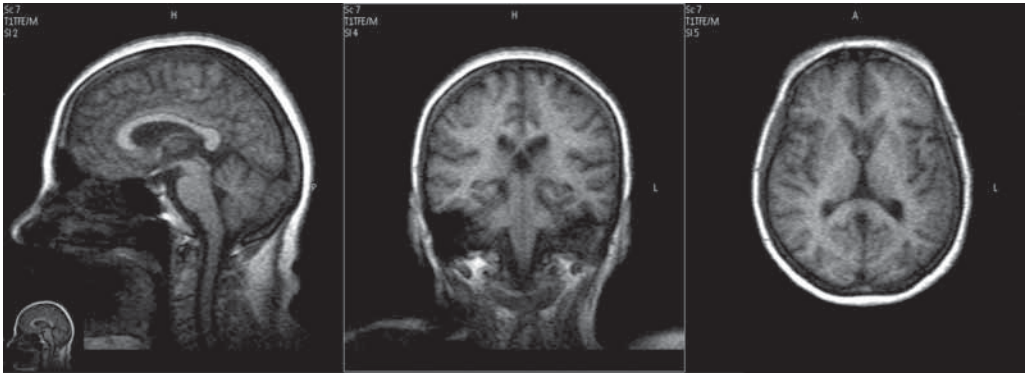


Рис. 2.4. МР-томограммы в трех плоскостях (survey).

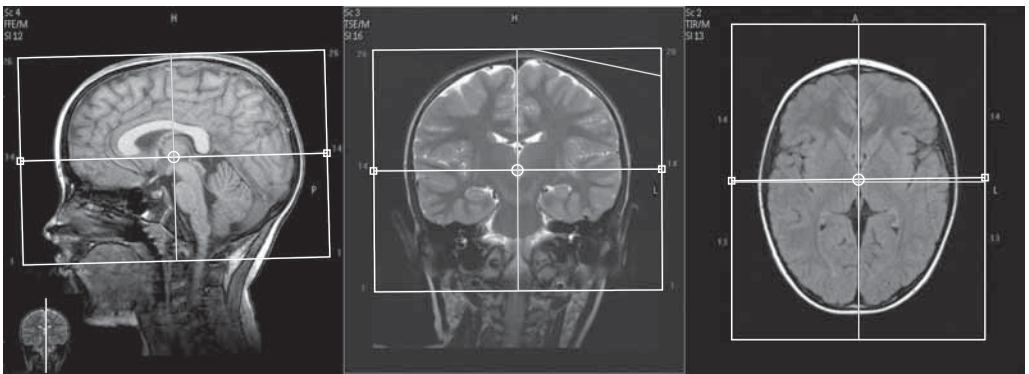


Рис. 2.5. Планирование аксиальных срезов на сагиттальной и коронарной плоскостях.

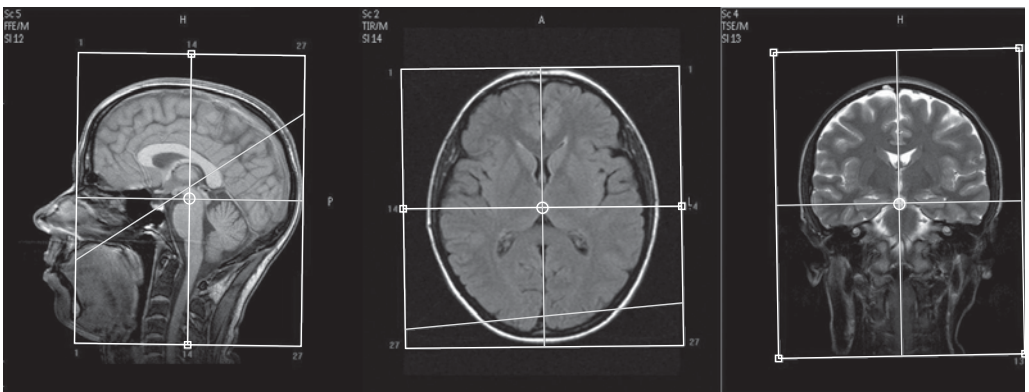


Рис. 2.6. Планирование коронарных срезов на сагиттальной и аксиальной плоскостях.

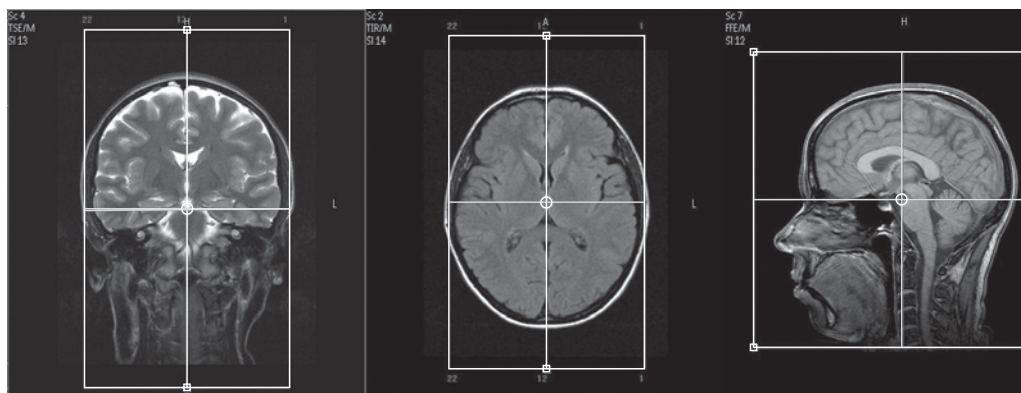


Рис. 2.7. Планирование сагиттальных срезов на коронарной и аксиальной плоскостях.

МРТ гипофиза (полости турецкого седла)

Укладка пациента (см. стр. 34)

Планирование срезов

Survey/Localizer (разведчик)

Первично необходимо получить изображения в трех плоскостях. Время сбора данных с получением T1-взвешенных изображений низкого разрешения менее 25 с (рис. 2.8).

Планирование **коронарных срезов (Cor)** на сагиттальной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть перпендикулярно дну турецкого седла. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в аксиальной плоскости при наклонном положении головы (перпендикулярно межполушарной щели головного мозга). Блок срезов должен полностью покрывать гипофиз от передней стенки клиновидной пазухи до передней поверхности моста головного мозга (рис. 2.9).

Планирование **сагиттальных срезов (Sag)** на коронарной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть перпендикулярно дну турецкого седла. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в аксиальной плоскости при наклонном положении головы (параллельно межполушарной щели головного мозга). Блок срезов должен полностью покрывать гипофиз, охватывая наружные контуры внутренних сонных артерий (рис. 2.10).

Планирование **аксиальных срезов (Tra)** на коронарной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть перпендикулярно

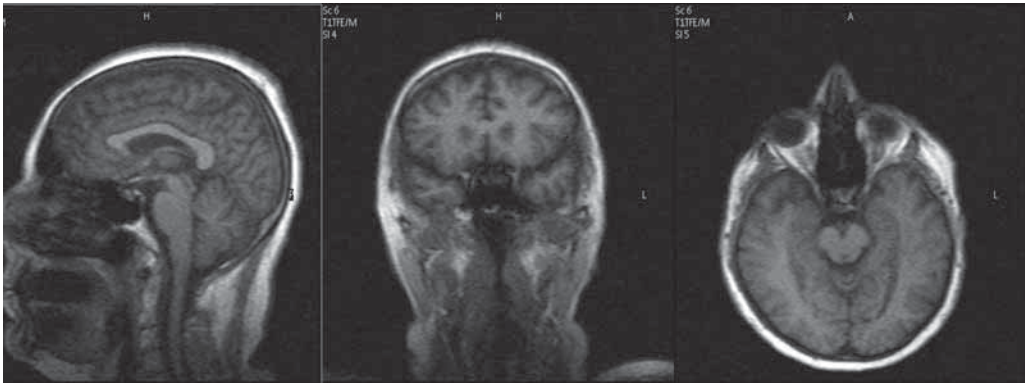


Рис. 2.8. МР-томограммы в трех плоскостях (survey).

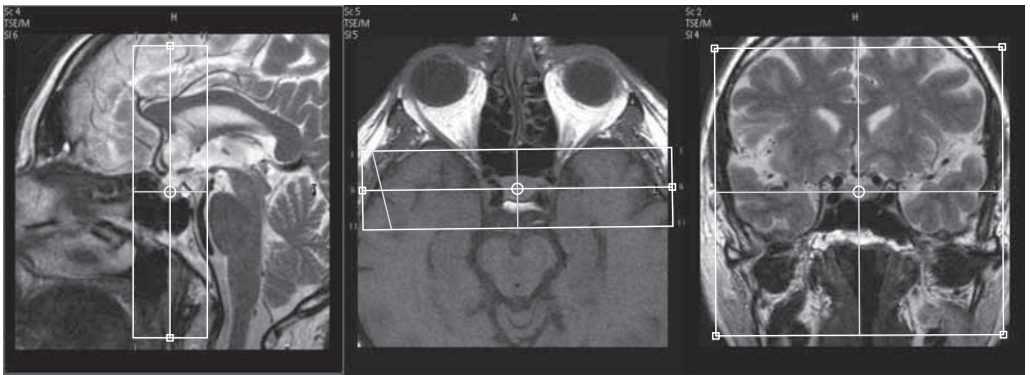


Рис. 2.9. Планирование коронарных срезов на сагиттальной и аксиальной плоскостях.

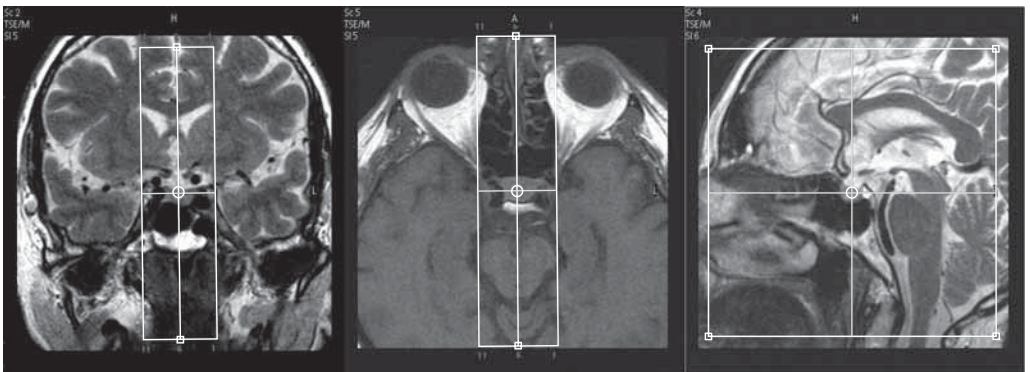


Рис. 2.10. Планирование сагиттальных срезов на коронарной и аксиальной плоскостях.

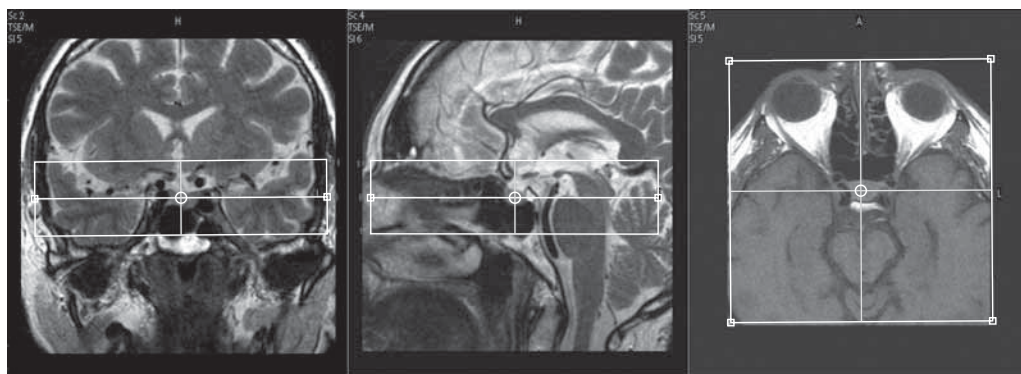


Рис. 2.11. Планирование аксиальных срезов на коронарной и сагиттальной плоскостях.

межполушарной щели головного мозга. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в сагиттальной плоскости при наклонном положении головы (параллельно длинной оси гипофиза). Блок срезов должен полностью покрывать гипофиз от зрительного перекреста до нижней стенки клиновидной пазухи (рис. 2.11).

МРТ глазниц

Укладка пациента (см. стр. 34)

Планирование срезов

Survey/Localizer (разведчик)

Первично необходимо получить изображения в трех плоскостях. Время сбора данных с получением T1-взвешенных изображений низкого разрешения менее 25 с (рис. 2.12).

Планирование **аксиальных срезов (Tra)** на коронарной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть параллельно условной линии, соединяющие правый и левый зрительные нервы. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в сагиттальной плоскости (параллельно ходу зрительных нервов). Блок срезов должен полностью покрывать глазницы от уровня верхних глазных стенок до уровня нижних глазных стенок (рис. 2.13).

Планирование **коронарных срезов (Cor)** на аксиальной плоскости: угловое расположение блока срезов должно быть параллельно условной линии, соединяющей задние края глазных яблок. Необходимо проверить расположение блока срезов на двух других плоскостях.

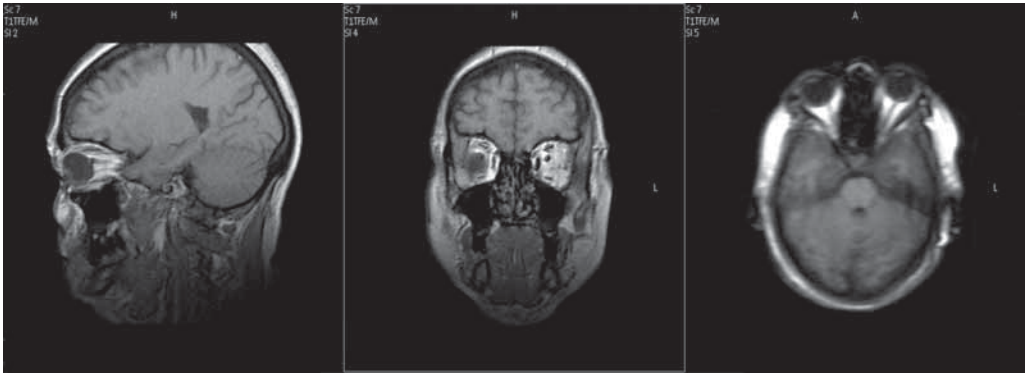


Рис. 2.12. МР-томограммы в трех плоскостях (survey).

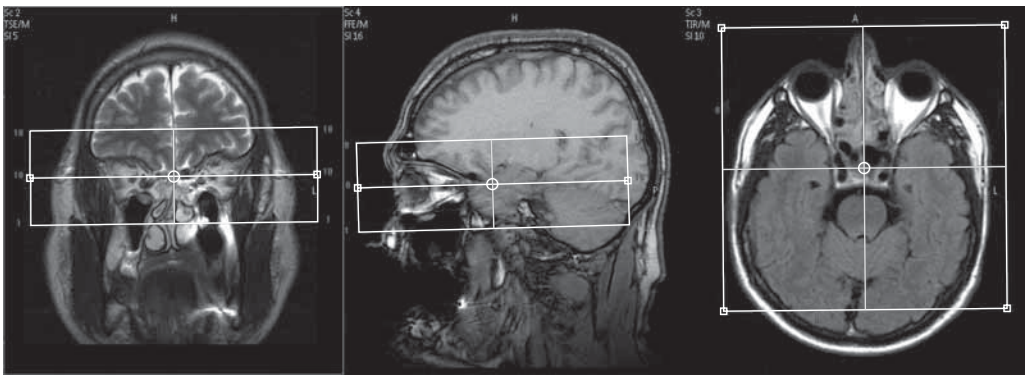


Рис. 2.13. Планирование аксиальных срезов на коронарной и сагиттальной плоскостях.

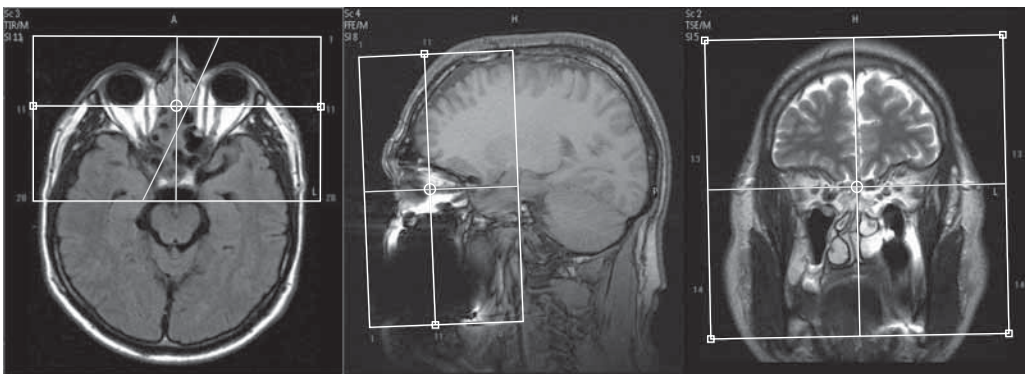


Рис. 2.14. Планирование коронарных срезов на аксиальной и сагиттальной плоскостях.



Рис. 2.15. Планирование сагиттальных косых срезов правой глазницы на аксиальной и коронарной плоскостях.



Рис. 2.16. Планирование сагиттальных косых срезов левой глазницы на аксиальной и коронарной плоскостях.

Соответствующий угол должен быть получен в сагиттальной плоскости при наклонном положении головы (перпендикулярно ходу зрительных нервов). Блок срезов должен полностью покрывать глазницы от переднего контура век до ствола головного мозга (рис. 2.14).

Планирование **сагиттальных срезов (Sag)** на аксиальной плоскости: угловое расположение блоков срезов должно быть параллельно ходу зрительных нервов. Необходимо проверить расположение блоков срезов на двух других плоскостях. Соответствующий угол должен быть получен в коронарной плоскости при наклонном положении головы (параллельно условной линии, соединяющей верхнюю и нижнюю прямые мышцы глазного яблока). Блоки срезов должны полностью покрывать глазницы от медиальной до латеральной стенки глазниц (рис. 2.15, 2.16).