

Д.Л. Дубицкий, А.В. Мищенко, И.А. Трофименко

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

2-е издание,
переработанное и дополненное



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»

2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Список сокращений	8
Введение	10
Глава 1. Основы эмбриологии мужской мочеполовой системы. Анатомия мужского таза. Возрастные особенности (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	13
1.1. Основы эмбриологии мужской мочеполовой системы	13
1.2. Особенности визуализации внутренних половых органов у мужчин при использовании основных методик магнитно-резонансной томографии	17
1.2.1. Особенности общего вида, расположения, подвижности, эластичности и магнитно-резонансной структуры внутренних половых органов	17
1.2.2. Особенности визуализации при получении диффузионно-взвешенных изображений	24
1.2.3. Особенности визуализации при магнитно-резонансной спектроскопии	26
1.2.4. Особенности визуализации при динамическом контрастном усилении	29
1.2.5. Особенности визуализации семенных пузырьков и протоков	30
1.2.6. Визуализация простатической части уретры	33
1.2.7. Особенности строения клетчатки и других внутритазовых структур	35
1.2.8. Возрастные особенности	38
Глава 2. Методика магнитно-резонансного исследования малого таза у мужчин (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	41
2.1. Программы получения T1- и T2-взвешенных изображений с функцией подавления сигнала от жировой ткани	41
2.2. Методика диффузионно-взвешенных изображений	48
2.3. Методика магнитно-резонансной спектроскопии	52
2.4. Методика магнитно-резонансной томографии с динамическим контрастным усилением	58
2.5. Рекомендации по методике проведения магнитно-резонансного исследования Европейского общества урогенитальной радиологии	68
2.6. Система сегментации предстательной железы	69
2.7. Стратегии и тактики магнитно-резонансной томографии при раке предстательной железы	69
Глава 3. Магнитно-резонансная диагностика аномалий предстательной железы, семенных пузырьков и протоков (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	73
Глава 4. Магнитно-резонансная диагностика воспалительных заболеваний предстательной железы и семенных пузырьков (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	92
4.1. Магнитно-резонансная диагностика хронического простатита	92
4.2. Магнитно-резонансная диагностика хронического везикулита ...	109
4.3. Особенности магнитно-резонансной диагностики амилоидоза семенных пузырьков и предстательной железы	113
4.4. Магнитно-резонансная диагностика воспалительных изменений бульбоуретральных желез (Купера)	116

4.5. Магнитно-резонансная диагностика острого простатита	118
4.6. Магнитно-резонансная диагностика острого везикулита	127
4.7. Магнитно-резонансная диагностика уретрита	129
4.8. Магнитно-резонансная диагностика абсцесса предстательной железы	131
4.9. Магнитно-резонансная диагностика абсцессов мужского таза . . .	135
4.10. Магнитно-резонансная диагностика неотграниченного воспали- тельного процесса (гангрена Фурнье).	143
Глава 5. Магнитно-резонансная диагностика доброкачественной гиперплазии предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	145
Глава 6. Классификация опухолей предстательной железы. Предраковые состояния. Магнитно-резонансная диагностика рака предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	172
6.1. Классификация опухолей и опухолевидных заболеваний предстательной железы Всемирной организации здравоохра- нения, 2016 г.	172
6.2. Общие положения. Статистика	174
6.3. Критерии T1-стадии рака предстательной железы.	181
6.4. Магнитно-резонансная диагностика рака предстательной железы: T2-критерий	181
6.5. Магнитно-резонансная диагностика инвазии рака предстатель- ной железы в парапростатическую клетчатку. T3a-критерий.	207
6.6. Магнитно-резонансная диагностика инвазии рака предстатель- ной железы в семенные пузырьки. T3b-критерий	213
6.7. Магнитно-резонансная диагностика инвазии рака предстатель- ной железы в стенку мочевого пузыря. T4-критерий	221
6.8. Магнитно-резонансная диагностика инвазии рака предстатель- ной железы в стенку прямой кишки. T4-критерий	234
6.9. Магнитно-резонансная диагностика инвазии рака предстатель- ной железы в стенку таза. T4-критерий	239
6.10. Общая стратегия American College of Radiology, European Society of Uroradiology и AdMetech Foundation при магнитно-резонансной томографии рака предстательной железы. Система PI-RADS.	244
Приложение. Пример стандартизированного протокола заключения мпМРТ ПЖ (с использованием критериев PI-RADSv2)	263
Глава 7. Магнитно-резонансная диагностика редких новообразований предстательной железы и семенных пузырьков (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	268
7.1. Редкие опухоли предстательной железы	268
7.1.1. Уротелиальная карцинома простаты (переходно- клеточный рак)	268
7.1.2. Плоскоклеточный рак	272
7.1.3. Аденосквамозная карцинома	273
7.1.4. Протоковая аденокарцинома	274
7.1.5. Базально-клеточная карцинома.	275
7.1.6. Полипы простатической уретры	276
7.1.7. Карциносаркома (карцинома с веретеновидной-клеточной дифференцировкой, саркоматоидная карцинома)	276
7.1.8. Рабдомиосаркома	279

7.1.9. Лейомиосаркома	280
7.1.10. Ангиосаркома	282
7.1.11. Злокачественная фиброзная гистиоцитома	283
7.1.12. Гемангиома	283
7.1.13. Лейомиома	285
7.1.14. Примитивная нейроэктодермальная опухоль	287
7.1.15. Солитарная фиброзная опухоль	288
7.1.16. Стромальные опухоли с неопределенным злокачественным потенциалом (STUMP)	288
7.1.17. Стромальная саркома	289
7.1.18. Гастроинтестинальные стромальные опухоли	290
7.1.19. Филлоидная (листовидная) опухоль	291
7.1.20. Нейроэндокринный рак простаты (эндокринно-дифференцированные опухоли с аденокарциномой)	292
7.1.21. Мелкоклеточный рак	293
7.1.22. Карциноид	294
7.1.23. Параганглиома	294
7.1.24. Лимфома	295
7.1.25. Лейкоз	300
7.1.26. Цистаденома	300
7.1.27. Цистаденокарцинома	301
7.1.28. Герминогенные (герминоклеточные) опухоли	301
7.1.29. Меланотические изменения (голубой невус, меланоз, меланома простаты)	302
7.1.30. Метастазы	304
7.1.31. Опухоли без патоморфологической и гистологической верификации	306
7.2. Редкие опухоли семенных пузырьков	307
7.2.1. Цистаденома	309
7.2.2. Аденокарцинома	309
7.2.3. Плоскоклеточный рак	311
7.2.4. Лейомиома	311
7.2.5. Лейомиосаркома	312
7.2.6. Ангиосаркома	313
7.2.7. Солитарная фиброзная опухоль	313
7.2.8. Филлоидная (листовидная) опухоль	314
7.2.9. Внекостная остеосаркома	314
7.2.10. Шваннома (неврилеммома)	315
7.2.11. Параганглиома	315
Глава 8. Особенности магнитно-резонансного исследования малого таза мужчин после выполнения биопсии предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	317
Глава 9. Магнитно-резонансная диагностика изменений лимфатической системы малого таза при заболеваниях предстательной железы и семенных пузырьков (Трофименко И.А., Мищенко А.В., Дубицкий Д.Л.)	328
9.1. Классификация и анатомия тазовых лимфатических узлов	328
9.2. Особенности лимфогенного метастазирования при раке простаты	329
9.3. Диагностика лимфогенных метастазов при раке простаты	331
9.4. Контрастная магнитно-резонансная лимфография	344
9.5. Радионуклидные методики диагностики	346

Глава 10. Магнитно-резонансная диагностика отдаленных метастазов рака предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	349
10.1. Общие положения об отдаленном метастазировании рака предстательной железы	349
10.2. Метастазы в кости	350
10.3. Другие локализации отдаленных метастазов рака предстательной железы	368
Глава 11. Особенности магнитно-резонансного исследования после хирургического лечения заболеваний органов малого таза мужчин (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	374
11.1. Аденомэктомия (резекция) предстательной железы	374
11.2. Радикальная простатэктомия	375
11.3. Хирургические методики коррекции недержания мочи	399
11.4. Радикальная цистпростатэктомия	400
11.5. Резекция (экстирпация) прямой кишки	402
Глава 12. Особенности магнитно-резонансного исследования малого таза мужчин после проведения эндокринной терапии рака предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	406
12.1. Основы эндокринной терапии рака предстательной железы	406
12.2. Магнитно-резонансная диагностика изменений тазовых органов на фоне эндокринной терапии рака предстательной железы	410
Глава 13. Особенности магнитно-резонансного исследования малого таза мужчин после выполнения лучевой терапии рака предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	425
13.1. Основные положения о лучевой терапии рака предстательной железы	425
13.2. Особенности визуализации при выполнении магнитно-резонансной томографии мужского таза после проведения лучевой терапии	426
13.3. Паллиативная дистанционная лучевая терапия	444
13.4. Системная радионуклидная терапия	444
Глава 14. Особенности магнитно-резонансного исследования при фокальной терапии рака предстательной железы (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	447
14.1. Общие положения	447
14.2. Криотерапия	448
14.3. Фокусированная ультразвуковая абляция	449
14.4. Лазерная абляция	457
14.5. Двухполюсная радиочастотная абляция	457
14.6. Фотодинамическая терапия	457
14.7. Необратимая электропорация	458
Глава 15. Особенности интерпретации и формулирования заключений магнитно-резонансного исследования тазовых органов мужчин (Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.)	460
Список литературы ¹	515
Предметный указатель	516

¹ Список литературы доступен по ссылке: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970459577-EXT.html>



ОСНОВЫ ЭМБРИОЛОГИИ МУЖСКОЙ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ. АНАТОМИЯ МУЖСКОГО ТАЗА. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Дубицкий Д.Л., Мищенко А.В.

1.1. ОСНОВЫ ЭМБРИОЛОГИИ МУЖСКОЙ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ

До 7-й недели гестации мужской и женский эмбрионы развиваются одинаково (без половой дифференциации) [485]. Формирование зачатков мочеполовой системы происходит в виде двусторонних выпячиваний промежуточной мезодермы, которые вытягиваются в краниокаудальном направлении и образуют нефрогенный тяж. Каждый из нефрогенных тяжей формирует урогенитальные гребни — первичные места генитальных и почечных структур. В течение 3-й недели гестации нефункционирующие предшественники почек (пронефрос) образуются из урогенитальных гребней на уровне будущей грудной клетки. Более каудально пронефрос продолжается в виде мочевого (мезонефрального) протока — так называемого вольфова протока. К 5-й неделе гестации пронефрос редуцируется параллельно с большей краниальной частью мезонефрального протока. Между 3–4-й неделями определяются только каудальная и средняя части вольфова протока. На 4-й неделе его каудальная часть достигает клоаки и соединяется с ней, после чего происходит канализация вольфова протока (рис. 1.1).

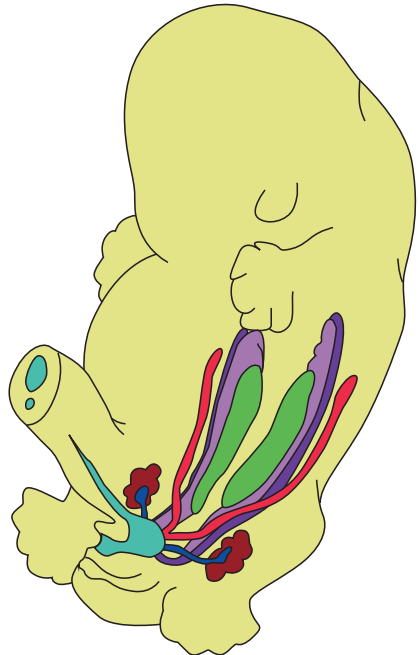


Рис. 1.1. Строение мочеполовой системы зародыша (6 нед гестации) [485]. Голубой — урогенитальный синус. Зеленый — половой гребень. Красный — мюллеровы протоки. Темно-фиолетовый — мезонефральные протоки. Светло-фиолетовый — мезонефрос. Коричневый — метанефрос. Синий — мочеточники

На 4-й неделе гестации формируются массы мезонефральных трубочек (мезонефроса), подобные пронефросу, но с наличием экскреторной функции. Скоро после формирования они начинают регрессировать с краниального конца к каудальному. Малое количество самых краниальных протоков мезонефроса персистируют и позже становятся 12–20 выносящими протоками яичка. После канализирования просвета мезонефральный проток позже становится придатком яичка и семявыносящим протоком, который в конечном итоге соединяется с сетью яичка.

Примерно на 4-й неделе гестации мочеточниковый зародыш (*ureteric bud*) удлинняется в направлении метанефральной мезенхимы. При их соединении образуется предшественник собственно почки. Краниальный отдел вытянутого зародыша ветвится с образованием чашечно-лоханочной системы почки. Ренальная паренхима формируется из метанефральной мезенхимы.

В этот же период в каудальном отделе эмбриона формируется примитивная кишка в виде энтодермальной трубки (первичная клоака), которая не сообщается с окружающей средой, так как прикрыта мембраной. Когда почечные протоки анастомозируют с первичной клоакой, то при отделении уроректальной перегородкой передний отдел клоаки формирует урогенитальный синус, а задний отдел — аноректальный канал. После их сепарации происходит прободение клоакальной мембраны с открытием во внешнюю среду ануса и урогенитального синуса. Урогенитальный синус впоследствии сформирует мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (у мужчин и женщин). Урогенитальный синус в краниальном отделе продолжается в алантоис, а в дистальном — сформирует фаллическую уретру (у мужчин) или дистальную часть влагалища (у женщин). Алантоис соединяется с плацентой через пуповину. Впоследствии алантоис редуцируется и может быть визуализирован в виде тяжа урахуса (или его аномалий) (рис. 1.2).

По мере развития мочевого пузыря происходит абсорбция (в клоаку) дистального отдела почечного (общего экскреторного) протока, а также происходит его апоптоз. Из остатков этого протока формируются мочеточниковый и мезонефральный зачатки. После 5-й недели гестации мочеточниковые зачатки открываются в примитивный мочевой пузырь, и их устья мигрируют краниально и латерально по краям мочевого треугольника. В это же время мезонефральные протоки мигрируют каудально и ротируются на дорсальную поверхность (из них формируются семявыносящие структуры).

На 3-й неделе гестации примитивные половые клетки (предшественники женских и мужских гамет) локализуются около энтодермы заднего отдела желточного мешка. Эти клетки скоро мигрируют к нижнему отделу груди, медиально от мезонефроса.

На 6-й неделе гестации также формируются дополнительные складчатые гребни целомического эпителия, которые располагаются латерально от гонад и мезонефральных протоков, — парамезонефральные (мюллеровы) протоки. Каудальные их отделы соединяются с урогенитальным синусом.

До 7-й недели гестации мужской и женский эмбрионы развиваются одинаково. Далее в коротком плече Y-хромосомы активируется ген *SYN*, который начинает синтезировать SYN-протеин (*testis-determining factor*) в примитивных клетках Сертоли. Этот протеин предопределяет дальнейшее развитие эмбриона по мужскому типу. При отсутствии воздействия SYN-протеина развивается женский эмбрион. Существуют также другие факторы, предопределяющие

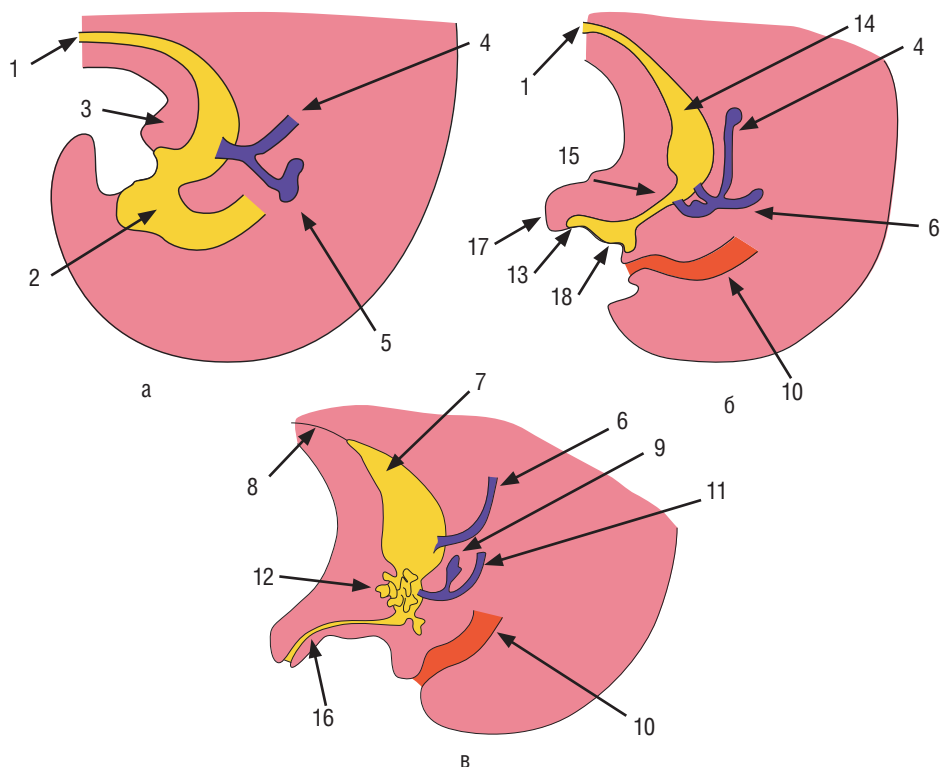


Рис. 1.2. Развитие мочеполовой системы мужского зародыша (а — 25 дней гестации; б — 53 дня гестации; в — 10 нед гестации) [485]: 1 — алантоис; 2 — клоака; 3 — уrogenитальный синус; 4 — мезонефральный проток; 5 — мочеточниковая почка (выступ); 6 — мочеточник; 7 — мочевого пузыря; 8 — урахус; 9 — семенной пузырек; 10 — прямая кишка; 11 — семявыносящий проток; 12 — формирующаяся простата; 13 — плато уретры; 14 — пузырная часть уrogenитального синуса; 15 — уретральная часть уrogenитального синуса; 16 — мочеиспускательный канал; 17 — генитальный бугорок; 18 — фаллическая часть уrogenитального синуса

развитие эмбриона по мужскому или женскому типу. Одним из этих факторов является *Müllerian-inhibiting Substance (MIS)*, продуцирующийся теми же примитивными клетками Сертоли и способствующий редукции мюллеровых протоков. Этот процесс начинается на 8–9-й неделе. Однако вскоре после этого мюллеровы протоки становятся нечувствительными к *Müllerian-inhibiting Substance*, и в мужском организме остаются их рудименты: привески яичек (типично располагаются на верхних полюсах яичек) и простатическая маточка на семенном бугорке уретры [225].

В течение 7-й недели половой тяж укорачивается и принимает овоидную форму (тестикула). Площадь соприкосновения тестикулы с мезонефросом уменьшается. В тестикулах формируются незрелые семеносные протоки, которые позже будут осуществлять сперматогенез.

Тем временем часть полового тяжа, располагающаяся между половыми клетками и мезонефросом, формирует тубулярные структуры сети яичка, которые соединяют семеносные протоки с мезонефральными (впоследствии — семявыносящими) протоками.

Толстый слой окружающей ткани покрывает гонады и формирует их белочные оболочки.

Паракринные факторы клеток Сертоли способствуют развитию других клеток в яичках. После 8–9-й недели гестации под воздействием так называемого SRY-фактора клетки интерстиция гонады (не семенные протоки) дифференцируются в клетки Лейдига, которые почти сразу же начинают продуцировать тестостерон. Тестостерон и другие андрогены способствуют дальнейшему развитию мужских половых органов, в том числе дифференцировке яичек и их опущению в мошонку.

Миграция яичек имеет две фазы. Первоначально яички образуются на уровне нижнегрудных позвонков. Нижняя поддерживающая яичко связка фиксирована к области внутреннего пахового кольца. При росте эмбриона эта связка практически не растягивается и удерживает яичко в этой области (1-я фаза). Трансабдоминальное движение яичка заканчивается к 10–15-й неделе гестации. Опускание яичка в паховом канале (2-я фаза) происходит в промежутке между 22-й и 27-й гестационными неделями. Представляется, что движение яичка в пахово-мошоночной стадии обусловлено повышенным давлением в брюшной полости в этот период. Имеется также теория сокращения мышечных волокон, которые способствуют перемещению яичка [879]. В этот период удлиняется влагалищный отросток, покрытый париетальной брюшиной, которая формирует влагалищную оболочку яичка. В итоге яичко располагается в финальной своей локации.

Под воздействием тестостерона мезонефральный проток дифференцируется в семявыносящий проток примерно к 12-й гестационной неделе; к этому времени также формируется придаток яичка. Как уже было указано ранее, в области головки придатка персистируют 12–20 протоков мезонефроса, которые анастомозируют с сетью яичка. Краниальный дегенеративно-измененный отдел мезонефрального протока часто можно обнаружить как рудимент в виде привески придатка (*appendix epididymis*) [785].

На 10-й гестационной неделе ПЖ и бульбоуретральные железы формируются как множественные ветвящиеся выпячивания стенок урогенитального синуса в окружающую мезенхиму. В ПЖ тестостерон под воздействием 5- α -редуктазы превращается в активную форму — дигидротестостерон.

На 10–13-й неделе под воздействием тестостерона индуцируется развитие семенных пузырьков (СП). Они появляются в виде выпячиваний стенок каудальных отделов мезонефральных протоков. Их общие (семявыбрасывающие) протоки впадают в простатическую уретру, сбоку от семенного холмика.

Наружные мужские половые органы начинают формироваться на 9-й гестационной неделе под влиянием дигидротестостерона, производимого развивающейся простатой. Генитальный бугорок вытягивается на вентральной поверхности с формированием фаллоса и уретрального желобка. Дистальная часть генитального бугорка развивается в головку пениса, с канализированием просвета губчатой уретры. Меатус формируется путем втяжения эпителиальной ткани внутрь головки и сливается с дистальным концом формирующегося мочеиспускательного канала в области ладьевидной ямки. Более проксимальный отдел губчатой уретры формируется путем слияния боковых ее стенок, в результате чего из желобка формируется просвет уретры. На 9–10-й неде-

ле увеличивается аногенитальное расстояние (впоследствии промежность), а также каудально мигрируют мошоночные складки с формированием собственно мошонки. К 12–14-й гестационной неделе мужские наружные половые органы полностью сформированы [762].

Дальнейшая дифференцировка половых органов продолжается и во II–III триместрах беременности.

1.2. ОСОБЕННОСТИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВНУТРЕННИХ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ У МУЖЧИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСНОВНЫХ МЕТОДИК МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

1.2.1. ОСОБЕННОСТИ ОБЩЕГО ВИДА, РАСПОЛОЖЕНИЯ, ПОДВИЖНОСТИ, ЭЛАСТИЧНОСТИ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ СТРУКТУРЫ ВНУТРЕННИХ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ

Предстательная железа (ПЖ) — непарный орган, располагающийся за лобковым симфизом. Размеры неизменной ПЖ: длина — 2,5–4,0 см, поперечный размер — 3,0–4,5 см, толщина — 1,5–2,5 см, объем — 20–25 см³ [20а].

Зональная анатомия простаты была подробно разработана в исследованиях J.E. McNeal и основана на эмбриологических и гистологических особенностях различных ее отделов [614]. В связи с этим зоны железы дают начало различным видам патологических изменений. Отдельно выделяют периферическую, центральную, транзиторную (переходную) зоны и переднюю фибромускуляр-

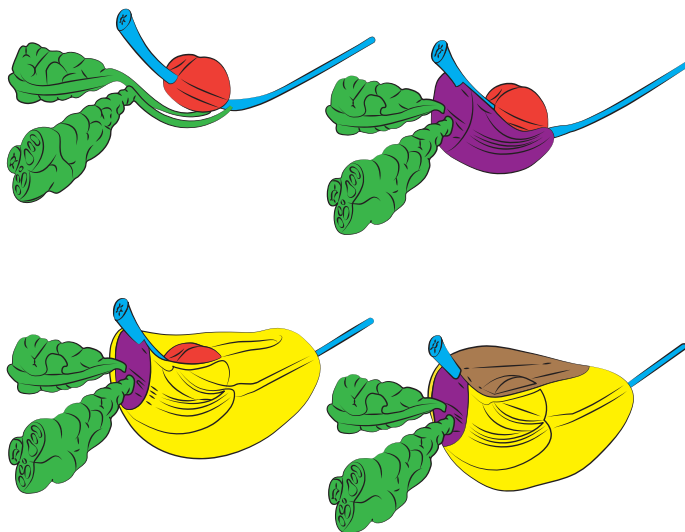


Рис. 1.3. Схема зонального строения предстательной железы [615]. Голубой — уретра. Зеленый — семенные пузырьки, семявыбрасывающие протоки, семявыносящие протоки. Красный — переходная зона. Фиолетовый — центральная зона. Желтый — периферическая зона. Коричневый — передняя фибромускулярная строма

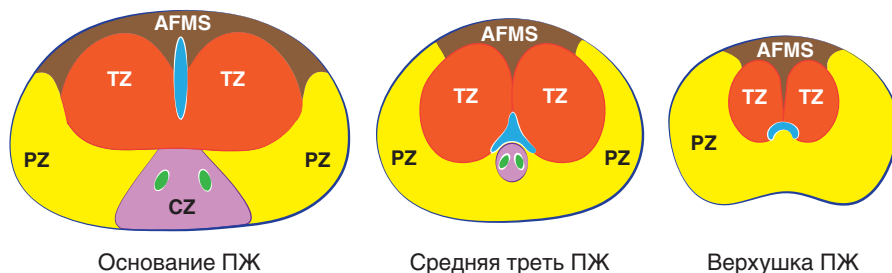


Рис. 1.4. Схема поперечных срезов предстательной железы. Голубой — уретра (U). Зеленый — семявыбрасывающие протоки. Красный — переходная зона (TZ). Фиолетовый — центральная зона (CZ). Желтый — периферическая зона (PZ). Коричневый — передняя фибромускулярная строма (AFMS)

ную строму (рис. 1.3, 1.4). Транзиторная (переходная) зона представляет собой небольшую муфту, которая окружает проксимальную часть предстательного отдела уретры (выше семенного холмика). Она имеет эндодермальное происхождение и при увеличении служит основной причиной доброкачественной гиперплазии ПЖ (ДГПЖ) у пожилых мужчин. В ней содержится 5–10% всей железистой ткани, являющейся причиной до 20% аденокарцином ПЖ [537]. Ее железистые дольки являются рудиментарными, располагаются преимущественно в парауретральной ткани и открываются в переднюю стенку уретры на уровне семенного холмика. В основном переходная зона состоит из гладкомышечных клеток и соединительной ткани — так называемых стромальных элементов.

Центральная зона имеет мезонефральное происхождение (вольфовы протоки), охватывает семявыбрасывающие протоки, расположена дорсальнее проксимальной части уретры и содержит 25% всех железистых структур, из которых может развиваться 1–5% всех аденокарцином простаты [537]. Железы дренируются в проксимальный сегмент уретры (выше семенного холмика).

Периферическая зона имеет мезодермальное происхождение, расположена в дорсолатеральных отделах простаты, охватывает сзади центральную и переходную зоны, содержит большую часть всей железистой ткани простаты. Толщина периферической зоны нарастает в краниальном направлении и может достигать до 11–14 мм. Воспалительные процессы приводят к сокращению числа железистых элементов. В периферической зоне выявляется более 70% всех случаев аденокарцином [537].

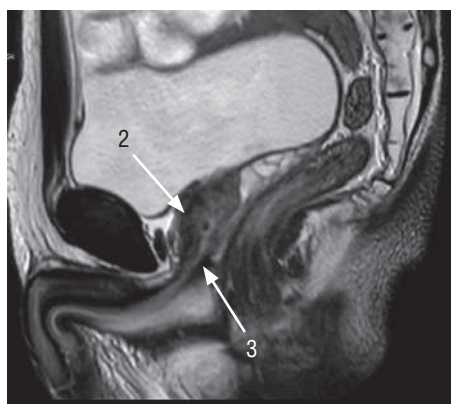
В норме секреторные отделы простаты выстланы однослойным гладким или цилиндрическим эпителием. Выводные протоки выстланы многорядным призматическим эпителием, который в дистальных отделах становится переходным [18].

Вентрально от периферической и переходной зон расположена фибромускулярная строма, которая является зачатком стромальных элементов железы и ее капсулы. Она представлена в виде выпуклой пластины, расположенной в корональной плоскости, покрывает спереди основание и среднюю треть железы. Верхушку простаты полностью занимает периферическая зона, которая охватывает дистальную часть простатического отдела уретры.

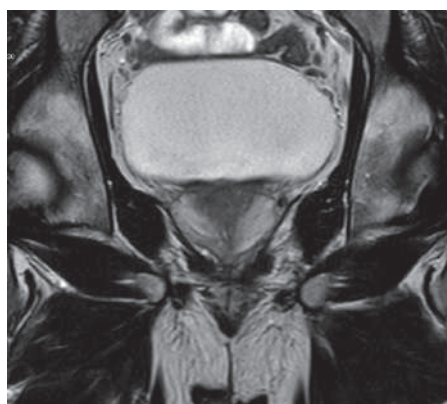
Некоторые анатомы выделяют промежуточную (третью) долю, которая более четко дифференцируется при увеличении объема транзитной зоны [20а]. Промежуточная доля располагается дорсальнее проксимальной половины уретры и определяется в виде выступающего кзади и кверху бугорка в области основания железы различной выраженности. Условно промежуточную долю определяют в пространстве, ограниченном уретрой кпереди и семявыбрасывающими протоками латерально.

Зональная анатомия ПЖ наиболее четко дифференцируется на Т2-взвешенном изображении (Т2-ВИ) (рис. 1.5).

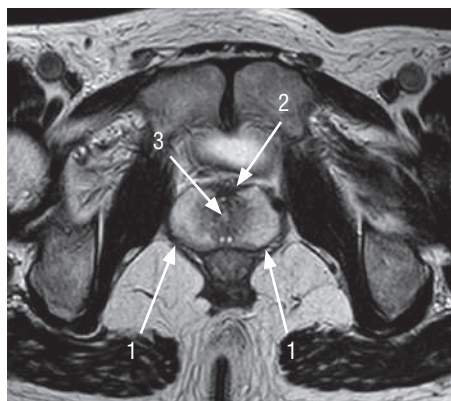
Разнообразный клеточный состав зон железы определяет их неодинаковое отображение на МР-изображениях (зональная дифференцировка или архитектура). Неизменная периферическая зона на Т2-ВИ характеризуется



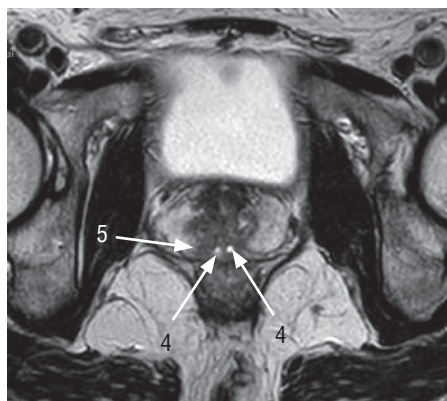
а. Т2-ВИ сагиттально



б. Т2-ВИ коронально

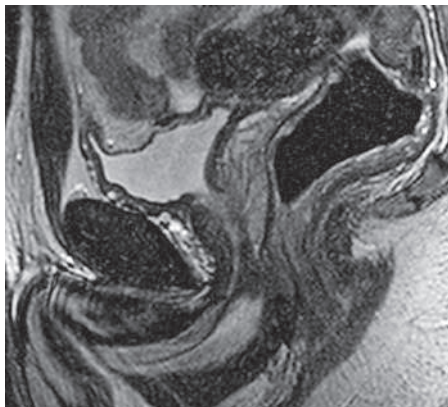


в. Т2-ВИ аксиально

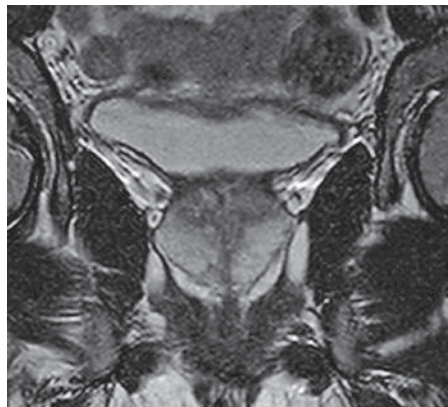


г. Т2-ВИ аксиально

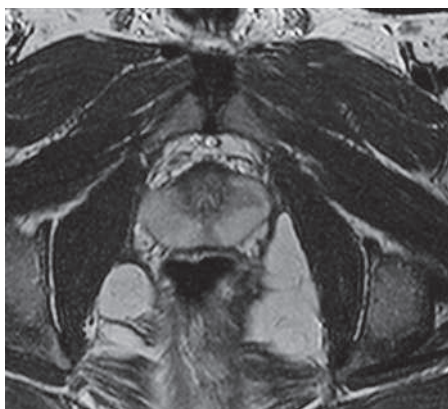
Рис. 1.5. Пациент Г., 45 лет. Уровень ПСА — 1,6 нг/мл. Транзитная зона ПЖ не увеличена. Периферическая зона толщиной до 10 мм, имеет неизменный высокий МР-сигнал на Т2-ВИ (1). Передняя фибро-мышечная строма (2). Уретра (3). Семявыбрасывающие протоки (4). Центральная зона (5)



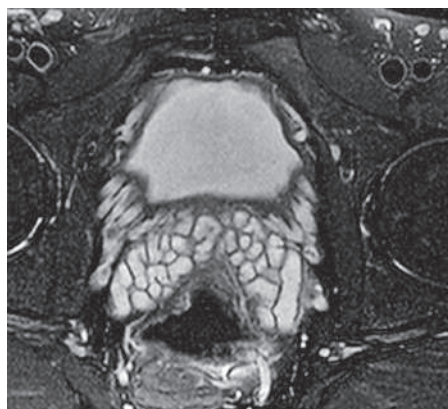
а. T2-ВИ сагиттально



б. T2-ВИ коронально



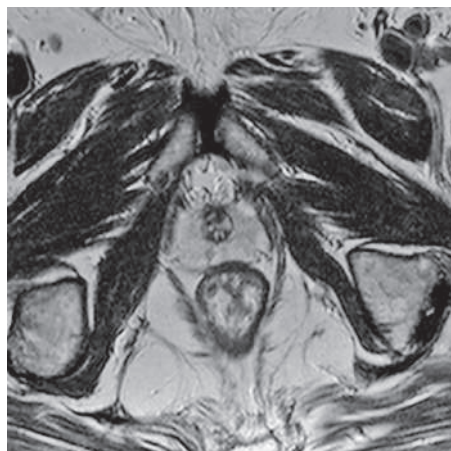
в. T2-ВИ аксиально



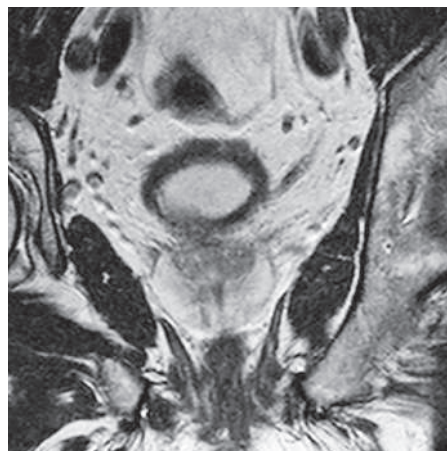
г. T2-FS-ВИ аксиально

Рис. 1.6. Пациент П., 20 лет. Уровень ПСА — 1,7 нг/мл. В периферической зоне основания левой доли предстательной железы (проекция 2 ч условного циферблата) визуализируется нечеткий участок слабопониженного МР-сигнала на T2-ВИ — невыраженные воспалительные изменения. Остальные отделы предстательной железы и семенные пузырьки не изменены

однородным гиперинтенсивным МР-сигналом (рис. 1.6). В структуре периферической зоны иногда могут визуализироваться гипоинтенсивные тонкие радиальные фиброзно-мышечные перегородки (строма) долек ПЖ (рис. 1.7). Центральная и переходная зоны преимущественно представлены стромальными элементами и содержат значительно меньше желез, чем периферическая зона, поэтому интенсивность МР-сигнала от них также меньше. При этом границу между переходной и центральной зонами часто визуализировать на T2-ВИ затруднительно. Это дало основание большинству исследователей для условного объединения их в так называемую единую центральную область. Однако некоторые настаивают на принципиальности определения поражения центральной или переходной зон. Особое внимание необходимо уделить визуализации центральной зоны, которая в основании простаты вдается в периферическую зону и в ряде случаев может имитировать рак;



а. T2-ВИ аксиально



б. T2-ВИ коронально

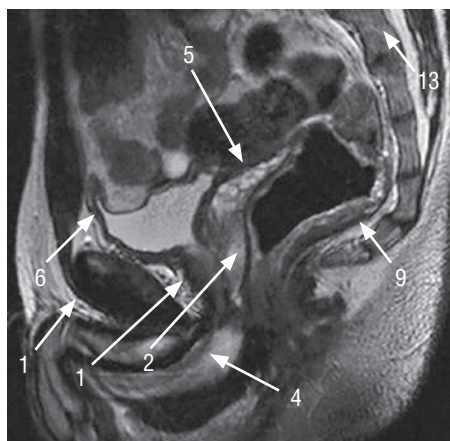
Рис. 1.7. Пациент П., 71 год. Уровень ПСА — 2,4 нг/мл. В периферической зоне правой доли предстательной железы (проекция 7 ч условного циферблата) определяется участок сниженного МР-сигнала вытянуто-клиновидной формы — по типу рубца наиболее вероятно дисциркуляционного генеза (некоторыми исследователями отдельно выделяется парауретральная зона, состоящая из рудиментарных желез подслизистого слоя уретры)

однако, в отличие от последнего, она имеет симметричную форму пирамиды и равномерно сниженный МР-сигнал на T2-ВИ и измеряемый коэффициент диффузии (ИКД). Хорошо определяется передняя фибромускулярная строма, которая располагается вдоль передней поверхности железы в виде гомогенной гипоинтенсивной на T2-ВИ структуры; иногда она бывает асимметричной, но в норме имеет низкий МР-сигнал на диффузионно-взвешенных изображениях (ДВИ) с большими диффузионными факторами и замедленное накопление контрастного вещества.

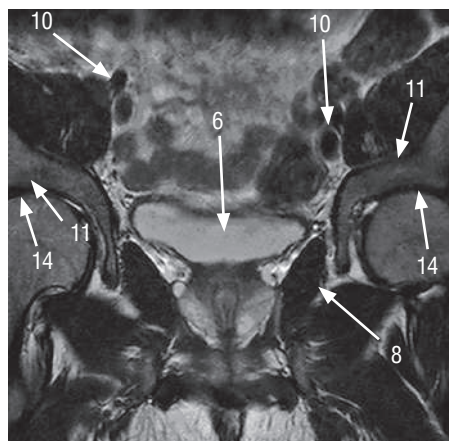
На T1-ВИ все неизмененные зоны железы имеют одинаково изоинтенсивный МР-сигнал, поэтому дифференцировка их четко не прослеживается, но часто можно визуализировать границу между периферической зоной и центральной областью (рис. 1.8).

Для оценки положения железы можно ориентироваться на геометрический центр. Геометрический центр железы (пересечение максимальных перпендикуляров) в сагитальном сечении располагается примерно на 3 см выше линии, соединяющей нижний край лобкового симфиза и крестцово-копчиковое сочленение (рис. 1.9).

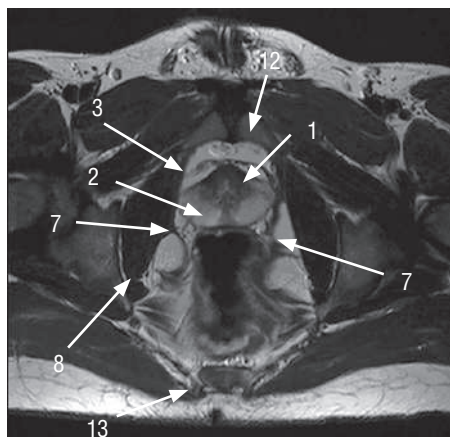
Простата имеет форму перевернутой усеченной четырехгранной пирамиды. Выделяют правую и левую доли (четкой границы между ними нет); их условно разделяют срединной сагитальной плоскостью, проходящей через уретру. Выделяют основание, среднюю треть, верхушку и четыре поверхности простаты: переднюю, заднюю и латеральные (боковые). При этом края железы четкие и ровные, и бугристость для них не характерна. Форма простаты при гиперплазии изменяется по одному из описанных типов (см. главу 5). Однако изменение формы железы может быть и при других заболеваниях: аденокарциноме, остром или хроническом воспалении, после лечебных процедур и инвазивных меро-



а. T2-ВИ сагиттально



б. T2-ВИ коронально



в. T2-ВИ аксиально



г. T1-ВИ аксиально

Рис. 1.8. Пациент М., 30 лет. Уровень ПСА — 1,8 нг/мл. Магнитно-резонансная томография таза здорового мужчины: 1 — центральная область; 2 — периферическая зона; 3 — капсула предстательной железы; 4 — мочеиспускательный канал; 5 — семенные пузырьки; 6 — мочевой пузырь; 7 — сосудисто-нервные пучки Санторини; 8 — внутренние запирательные мышцы; 9 — прямая кишка; 10 — подвздошные сосуды; 11 — подвздошные кости; 12 — лобковые кости; 13 — крестец; 14 — тазобедренные суставы

приятый (включая операции). Основание ПЖ тесно связано с шейкой мочевого пузыря, а верхушка — с мембранозным отделом уретры.

Примерный объем ПЖ можно определить по формуле эллипса, которая широко используется в ультразвуковой диагностике [848]:

$$V = 4/3 \times \pi \times A \times B \times C / 2^3 = 0,52 \times A \times B \times C,$$

где $\pi = 3,14$; А, В и С — размеры простаты в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

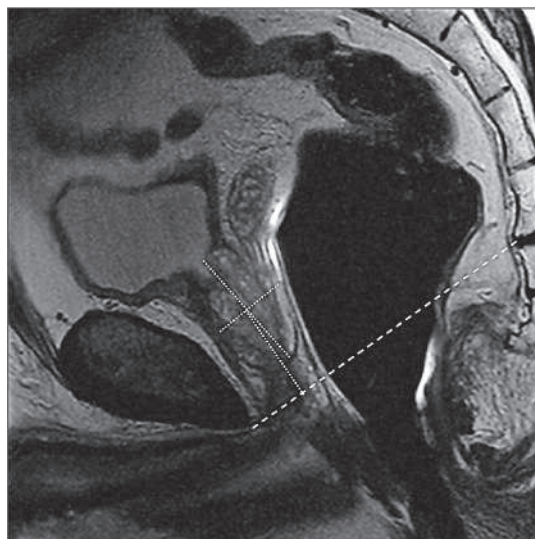


Рис. 1.9. Эндоректальная магнитно-резонансная томография. Расположение геометрического центра предстательной железы по отношению к лобково-копчиковой линии

При применении эндоректальной МРТ ряд авторов предлагают обращать внимание на деформацию и смещаемость железы под воздействием эндоректальной катушки. Это косвенно характеризует эластичность ПЖ, что может служить дополнительными критериями в дифференциальной диагностике заболеваний ПЖ [33] (рис. 1.10). Эластография широко применяется в ультразвуковой диагностике заболеваний простаты [45].

В периферических слоях простаты наблюдается более плотная концентрация волокон коллагена, эластина и гладкомышечных клеток при толщине не более 1 мм — эту зону условно называют капсулой железы. Капсула имеет сетчатое строение и перфорируется на всем протяжении сосудистыми и нервными структурами. На T2-ВИ она хорошо дифференцируется в виде тонкой гипоинтенсивной структуры с четкими и ровными контурами. Минимальная толщина капсулы железы, как правило, определяется в секторе 5–7 ч — это место максимального скопления сосудистых и нервных сплетений (так называемые сосудисто-нервные пучки), а медиально располагаются ампулы семявыносящих протоков.

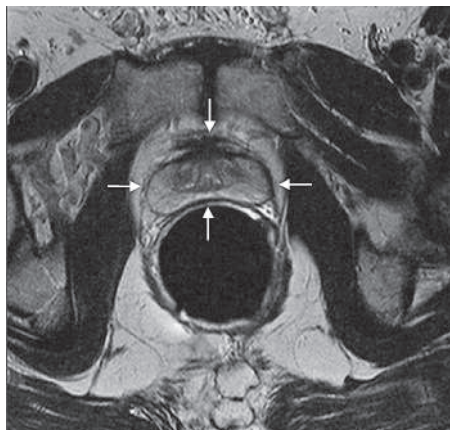
Наибольшее количество фиброзных волокон содержится в передних отделах капсулы (ближе к передней фибромускулярной строме — сектор 11–12–1 ч), поэтому здесь толщина капсулы максимальная (2–3 мм). Псевдоутолщения и нечеткие контуры могут наблюдаться в области перехода капсулы на основание простаты за счет косого расположения аксиальных срезов по отношению к ней; поэтому заподозренные изменения капсулы необходимо подтверждать на корональных и сагиттальных срезах. В сомнительных случаях применяют косые срезы, перпендикулярные к зоне интереса. Утолщения капсулы могут быть визуализированы при воспалении, инвазии опухоли, постлучевом склерозе и при проведении антиандрогенной терапии. Нередко локальное утолщение является следствием фиброза после проведенных пункционных биопсий.



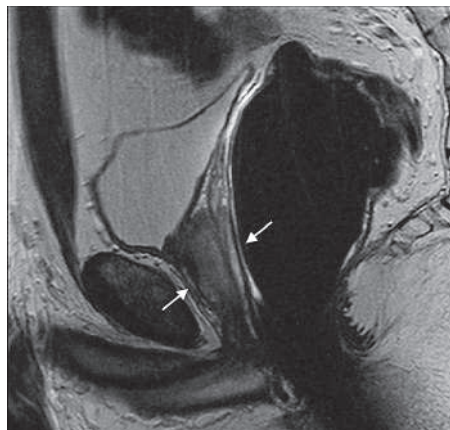
а. Т2-ВИ аксиально



б. Т2-ВИ сагиттально



в. Т2-ВИ аксиально



г. Т2-ВИ сагиттально

Рис. 1.10. Магнитно-резонансная томография с использованием поверхностной (а, б) и эндоректальной (в, г) катушек. Симметричное изменение формы и размеров железы при использовании эндоректальной катушки — сохраненная эластичность предстательной железы (стрелки)

1.2.2. ОСОБЕННОСТИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДИФУЗИОННО-ВЗВЕШЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Методика ДВИ отображает изменения более мелких структур ПЖ и семенных пузырьков. Таким субстратом для ДВИ являются клеточные мембраны, междольковые перегородки, сосудистые структуры и др. Это позволило методике ДВИ условно присоединить к функциональным технологиям, позволяющим визуализировать нарушения функции железы.

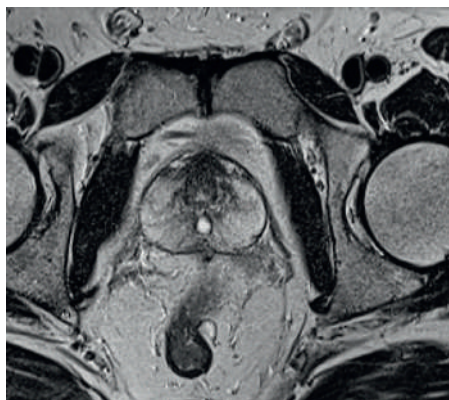
На изображениях с различными диффузионными факторами взвешенности оценка осуществляется главным образом визуальная. На изображениях с более высокими значениями диффузионного фактора (0–1000–1400 с/мм²) прогрессивно уменьшается интенсивность МР-сигнала в ткани простаты

и семенных пузырьков. На изображениях с факторами более 1400 с/мм^2 практически не визуализируются структуры таза; единственное исключение — это нормальные лимфатические узлы, которые имеют незначительно повышенный МР-сигнал. Слабоповышенный МР-сигнал на ДВИ также могут иметь и сосудистые структуры.

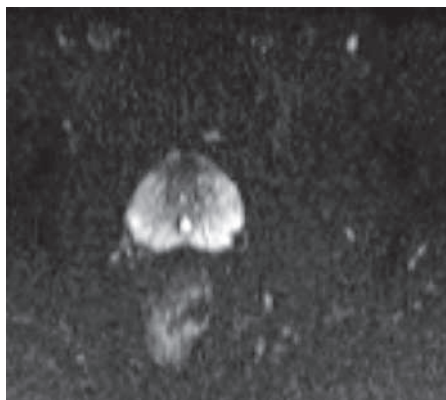
Артефакты повышенного сигнала на ДВИ с высокими значениями диффузионных факторов могут определяться в зонах магнитной неоднородности:

- 1) на границах ткани с газом (в кишке);
- 2) при использовании эндоректальной катушки, если ее баллон наполняется воздухом;
- 3) при наличии инородных металлических тел.

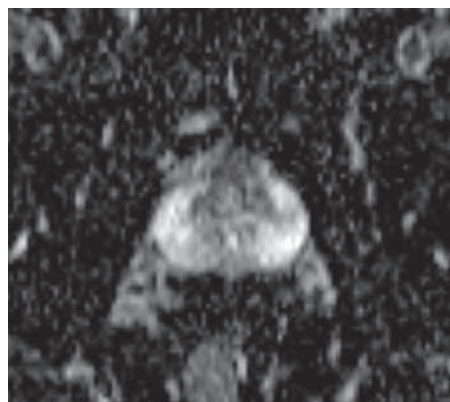
Для количественной оценки используют специальный алгоритм математической обработки измерения интенсивности МР-сигнала в зависимости от диффузионного фактора. В результате получается визуальное отражение этих величин в виде суммационных карт, где определяется ИКД. Так, в связи с большим содержанием свободной воды ИКД неизменной периферической зоны ПЖ почти в 2 раза выше, чем в транзитной зоне. Именно поэтому на ДВИ также отображается зональная дифференцировка (рис. 1.11).



а. Т2-ВИ аксиально



б. ДВИ 900 с/мм^2



в. Карта ИКД

Рис. 1.11. Пациент М., 52 года. Уровень ПСА — $1,2 \text{ нг/мл}$. Киста маточки предстательной железы. Транзитная зона железы не увеличена. Периферическая зона однородная, гиперинтенсивная на Т2-ВИ без очаговых изменений. ИКД в неизменной периферической зоне — $1,7\text{--}1,9 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$. Капсула простаты четкая и ровная. Окружающая клетчатка без признаков отека. Семенные пузырьки симметричные, стенки их тонкие, содержимое однородное простое жидкостное