

## СОДЕРЖАНИЕ

Участники издания .....	9
Памяти автора .....	10
Предисловие .....	11
Список сокращений и условных обозначений...	14
<b>РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ.</b> .....	
15	
I.1. Из истории рентгенологии и компьютерной томографии .....	16
I.2. Нативное компьютерно-томографическое сканирование .....	19
Литература .....	28
I.3. Пути оптимизации нативного изображения компьютерной томографии .....	28
I.4. Спиральная компьютерная томография с болюсным контрастным усилением .....	32
I.5. Динамическая мультиспиральная компьютерная томография: параметры болюса контрастного вещества и их характеристики .....	36
I.6. Этап от завершения сканирования до вручения пациенту описания исследования компьютерной томографии .....	38
I.7. Методика анализа компьютерных томограмм .....	40
<b>РАЗДЕЛ II. КАК ПАТОМОРФОЛОГИЯ ОЧАГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ВЛИЯЕТ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И ЕГО ВОСПРИЯТИЕ?</b> .....	
43	
II.1. Общие принципы оценки результатов исследования компьютерной томографии .....	43
II.2. Очаговые образования печени .....	53
II.2.1. Общие принципы гемодинамики, контрастного усиления печени и очаговых образований в ней .....	55
Литература .....	59
II.2.2. Доброкачественные образования печени .....	59
II.2.2.1. Гемангиома печени .....	59
II.2.2.1.1. Яркая, вспышкообразная гемангиома .....	74
II.2.2.1.2. Склерозированные и склерозирующиеся гемангиомы .....	77
II.2.2.1.3. Сочетание гемангиом с другими очаговыми образованиями печени .....	78
Литература .....	79
II.2.2.2. Фокальная нодулярная гиперплазия .....	81
Литература .....	92
II.2.2.3. Гепатоцеллюлярная аденома .....	92
Литература .....	97
II.2.3. Злокачественные образования печени .....	97
II.2.3.1. Метастазы в печень .....	98
II.2.3.2. Гепатоцеллюлярная карцинома (гепатоцеллюлярный рак) .....	110
Литература .....	128
II.2.3.3. Холангиоцеллюлярная карцинома (холангиоцеллюлярный рак) .....	128
Литература .....	141
II.2.4. Редкие опухоли печени .....	141
II.2.4.1. Гепатобластома у взрослого .....	141
Литература .....	142
II.2.4.2. Периваскулярная эпителиоидно-клеточная опухоль .....	142
Литература .....	144
II.2.4.3. Эпителиоидная гемангиоэндотелиома .....	144
Литература .....	149
II.2.4.4. Ангиосаркома .....	149
Литература .....	149
II.2.4.5. Солитарная фиброзная опухоль .....	149
Литература .....	150
II.2.4.6. Лимфома .....	150
Литература .....	152
II.2.4.7. Воспалительная псевдоопухоль печени .....	153
Литература .....	153
II.2.4.8. Недифференцированная эмбриональная саркома .....	153
Литература .....	155
II.2.4.9. Тератома .....	155
Литература .....	157
II.2.4.10. Псевдолимфома .....	157
Литература .....	157
II.2.4.11. Метастатическая меланома .....	157
Литература .....	158
II.2.5. Кистозные образования печени .....	158
Литература .....	159
II.2.5.1. Простые (врожденные) кисты .....	159
Литература .....	164
II.2.5.2. Приобретенные кисты (псевдокисты) .....	164
Литература .....	167
II.2.5.3. Муцинозные кистозные опухоли .....	167
Литература .....	171
II.2.5.4. Кистозная трансформация опухолей печени .....	171
Литература .....	173

II.2.6. Паразитарные заболевания печени . . . . .	173	II.5.4. Компьютерно-томографические критерии операбельности и резектабельности рака желудка . . . . .	217
II.2.6.1. Альвеолярный эхинококкоз (альвеококк) . . . . .	173	II.5.5. Опухоли (не-аденокарциномы) желудка . . . . .	222
Литература . . . . .	180	II.5.5.1. Гастроинтестинальные стромальные опухоли . . . . .	222
II.2.6.2. Гидатидозный эхинококкоз (эхинококк) . . . . .	180	II.5.5.1.1. Дифференциальная диагностика гастроинтестинальных стромальных опухолей желудка . . . . .	226
II.2.7. Абсцессы . . . . .	183	II.5.5.1.2. Гастроинтестинальная стромальная опухоль двенадцатиперстной и тонкой кишки . . . . .	229
II.2.7.1. Пиогенные абсцессы . . . . .	185	II.5.5.1.3. Гастроинтестинальная стромальная опухоль толстой и прямой кишки . . . . .	230
II.2.7.2. Холангиогенные абсцессы . . . . .	186	II.5.5.1.4. Метастазирование гастроинтестинальной стромальной опухоли . . . . .	231
II.2.7.3. Нарушения кровоснабжения в результате хирургических вмешательств . . . . .	187	Литература . . . . .	231
II.3. Патологические состояния желчного пузыря . . . . .	188	II.5.5.2. Гастроэнтеропанкреатические нейроэндокринные опухоли . . . . .	231
II.3.1. Внутрисветные изменения . . . . .	188	Литература . . . . .	240
II.3.1.1. Повышение плотности желчи . . . . .	188	II.5.6. Патологические состояния тонкой кишки . . . . .	240
II.3.1.2. Камни в желчном пузыре (желчнокаменная болезнь) . . . . .	189	II.5.6.1. Неопухолевые причины нарушений тонкокишечной проходимости . . . . .	240
II.3.1.3. Синдром Мириззи . . . . .	192	II.5.6.2. Опухолевые инвагинаты в тонкой кишке . . . . .	240
II.3.2. Структурные изменения стенки желчного пузыря . . . . .	193	II.5.6.3. Неспецифический язвенный колит и болезнь Крона . . . . .	241
II.3.2.1. Воспаление синусов Ашофа–Рокитанского (аденомиоматоз) . . . . .	193	II.5.7. Опухоли двенадцатиперстной кишки и их дифференциальная диагностика . . . . .	242
II.3.2.2. Полип . . . . .	193	II.5.7.1. Сегментарное строение двенадцатиперстной кишки . . . . .	243
II.3.2.3. Воспаление стенки . . . . .	195	II.5.7.2. Гастроинтестинальная стромальная опухоль . . . . .	244
II.3.2.3.1. Острый холецистит и его осложнения . . . . .	195	II.5.7.3. Нейроэндокринные опухоли двенадцатиперстной кишки . . . . .	246
II.3.2.3.2. Хронический холецистит и его осложнения . . . . .	197	II.5.7.4. Аденокарцинома двенадцатиперстной кишки . . . . .	247
II.3.2.4. Рак желчного пузыря и его осложнения . . . . .	198	II.5.7.5. Полипы двенадцатиперстной кишки . . . . .	248
II.3.2.5. Редкие опухоли желчного пузыря . . . . .	199	II.5.7.6. Парадуоденальный панкреатит (кистозно-воспалительная трансформация двенадцатиперстной кишки, дуоденальная дистрофия) . . . . .	249
Литература . . . . .	202	II.5.7.7. Дивертикул двенадцатиперстной кишки . . . . .	251
II.3.3. Опухоли внепеченочных желчных протоков . . . . .	203	II.5.7.8. Липома двенадцатиперстной кишки . . . . .	252
Литература . . . . .	208	Литература . . . . .	253
II.3.4. Неопухолевые поражения внепеченочных желчных протоков . . . . .	208	II.5.8. Патологические состояния толстой кишки . . . . .	253
II.3.4.1. Камни внепеченочных желчных протоков . . . . .	208	II.5.8.1. Рак толстой кишки . . . . .	253
II.3.4.2. Стриктуры внепеченочных желчных протоков . . . . .	209	II.5.8.2. Компьютерная томография толстой кишки . . . . .	253
II.3.4.3. Киста холедоха . . . . .	211		
II.4. Патологические состояния воротной вены . . . . .	211		
II.5. Патологические состояния желудочно-кишечного тракта . . . . .	213		
II.5.1. Опухоли желудка . . . . .	213		
Литература . . . . .	213		
II.5.2. Компьютерно-томографическое исследование и интерпретация данных при опухолях желудка . . . . .	213		
II.5.3. Аденокарцинома желудка . . . . .	215		
II.5.3.1. Аденокарцинома кардиоэзофагеального перехода и ее дифференциальная диагностика . . . . .	215		
II.5.3.2. Аденокарциномы желудка других локализаций . . . . .	216		

II.5.8.3. Компьютерно- томографическая колонография . . . . .	255	II.6.3.1. Компьютерно- томографическая характеристика типов внутривисцеральных папиллярно-муцинозных опухолей . . . . .	302
II.5.8.3.1. Стадирование рака толстой кишки . . . . .	256	II.6.3.2. Компьютерно- томографическая характеристика озлокачествления внутривисцеральной папиллярно-муцинозной опухоли . . . . .	303
II.5.8.4. Доброкачественные изменения толстой кишки . . . . .	258	II.6.3.3. Роль томографических исследований при мониторинге внутривисцеральной папиллярно- муцинозной опухоли . . . . .	307
II.5.8.5. Воспалительные заболевания толстой кишки . . . . .	264	Литература . . . . .	311
Заключение . . . . .	268	II.6.4. Муцинозная цистаденома . . . . .	311
Литература . . . . .	268	Литература . . . . .	315
II.6. Патологические состояния поджелудочной железы . . . . .	268	II.6.5. Серозная цистаденома . . . . .	315
II.6.1. Опухоли поджелудочной железы . . . . .	268	Литература . . . . .	320
II.6.1.1. Онкологическая настороженность при лучевых исследованиях поджелудочной железы . . . . .	268	II.6.6. Редкие опухоли поджелудочной железы . . . . .	320
II.6.1.2. Примерный протокол описания компьютерно- томографического исследования пациента с подозрением на рак поджелудочной железы . . . . .	273	II.6.6.1. Панкреатобластома . . . . .	321
II.6.1.3. Протоковая аденокарцинома поджелудочной железы . . . . .	274	Литература . . . . .	322
II.6.1.3.1. Метастатическое поражение печени . . . . .	275	II.6.6.2. Ацинарно-клеточная карцинома . . . . .	322
II.6.1.3.2. Компьютерно- томографическая характеристика протоковой аденокарциномы поджелудочной железы . . . . .	275	Литература . . . . .	324
II.6.1.3.3. Тромбозы артерий и вен при протоковой аденокарциноме поджелудочной железы . . . . .	276	II.6.6.3. Внутривисцеральная тубулопапиллярная опухоль . . . . .	324
II.6.1.3.4. Инвазия протоковой аденокарциномы поджелудочной железы в органы . . . . .	283	Литература . . . . .	326
II.6.1.3.5. Сравнение протоковой аденокарциномы поджелудочной железы по фазам контрастного усиления . . . . .	287	II.6.6.4. Гемангиома . . . . .	326
II.6.1.3.6. Рост протоковой аденокарциномы на фоне хронического панкреатита . . . . .	287	Литература . . . . .	326
II.6.1.3.7. Погранично- резектабельный рак поджелудочной железы и неoadъювантная терапия . . . . .	287	II.6.6.5. Липома . . . . .	326
II.6.1.3.8. Критерии, определяющие статус резектабельности протоковой аденокарциномы поджелудочной железы . . . . .	289	Литература . . . . .	328
II.6.1.4. Солидно-псевдопапиллярная опухоль . . . . .	289	II.6.6.6. Солидная фиброзная опухоль . . . . .	328
Литература . . . . .	296	Литература . . . . .	329
II.6.2. Нейроэндокринные опухоли и их дифференциальная диагностика . . . . .	297	II.6.6.7. Шваннома . . . . .	329
Литература . . . . .	301	Литература . . . . .	332
II.6.3. Внутривисцеральная папиллярно-муцинозная опухоль . . . . .	301	II.6.6.8. Плоскоклеточный рак . . . . .	332
		Литература . . . . .	334
		II.6.6.9. Первичная кистозная тератома . . . . .	334
		Литература . . . . .	335
		II.6.6.10. Лимфома . . . . .	335
		Литература . . . . .	337
		II.6.6.11. Кистозная лимфангиома . . . . .	337
		Литература . . . . .	338
		II.6.6.12. Грув-рак . . . . .	338
		Литература . . . . .	339
		II.6.6.13. Эхинококкоз . . . . .	339
		Литература . . . . .	340
		II.6.6.14. Болезнь фон Гиппеля–Линдау . . . . .	340
		Литература . . . . .	341
		II.6.7. Метастатическое поражение поджелудочной железы . . . . .	341
		Литература . . . . .	343
		II.6.8. Воспалительно-деструктивные заболевания поджелудочной железы . . . . .	344
		II.6.8.1. Острый панкреатит . . . . .	344
		Литература . . . . .	349
		II.6.8.2. Хронический панкреатит . . . . .	349

II.6.8.2.1. Постнекротические псевдокисты . . . . .	350	II.8.3. Патологические состояния нижней полой вены . . . . .	385
II.6.8.2.2. Билиарная гипертензия и механическая желтуха . . . . .	351	II.8.4. Патологические состояния надпочечников . . . . .	390
II.6.8.2.3. Панкреатическая гипертензия . . . . .	352	Литература . . . . .	400
Литература . . . . .	352	II.8.5. Патологические состояния почек . . . . .	400
II.6.8.3. Внепеченочная портальная гипертензия . . . . .	352	II.8.5.1. Аномалии развития почек и мочеточников . . . . .	400
II.6.8.4. Ложные артериальные аневризмы . . . . .	352	II.8.5.2. Опухоли почек . . . . .	404
Литература . . . . .	352	II.8.5.3. Неопухолевые изменения почек . . . . .	404
II.6.8.5. Панкреатические свищи . . . . .	352	Литература . . . . .	409
II.6.8.6. Хронический панкреатит с преимущественным поражением головки поджелудочной железы, «головчатый панкреатит» . . . . .	359	II.8.6. Неорганические забрюшинные опухоли . . . . .	409
II.6.8.7. Кистозно-воспалительная трансформация двенадцатиперстной кишки . . . . .	359	II.8.6.1. Мезодермальные опухоли . . . . .	409
II.6.8.8. Аутоиммунный панкреатит . . . . .	361	II.8.6.2. Нейрогенные опухоли . . . . .	414
Литература . . . . .	363	II.8.6.3. Опухоли из зародышевых клеток . . . . .	414
II.7. Патологические состояния селезенки и их дифференциальная диагностика . . . . .	363	<b>РАЗДЕЛ III. РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В СОВРЕМЕННОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ. РАДИОМИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ТЕХНОЛОГИИ РАСШИРЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ. . . . .</b>	<b>420</b>
II.8. Патологические состояния забрюшинного пространства и их дифференциальная диагностика . . . . .	371	Литература . . . . .	423
II.8.1. Патологические состояния аорты и ее ветвей . . . . .	371	Заключение . . . . .	424
II.8.2. Патологические состояния аппендикса . . . . .	381	Предметный указатель . . . . .	425

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Врачи-рентгенологи, лучевые диагносты как профессионалы выполняют важную, но порой монотонную работу, изо дня в день, годами, а ее вал никогда не иссякает.

Так что же нужно сделать, чтобы ежедневный, повторяющийся процесс не надоел, не вызвал скуки, не спровоцировал депрессию, или, как теперь модно писать, эмоциональное выгорание?

Дорогие читатели, вы обращали когда-либо внимание на то, как умеют вести себя дети в одиночестве? Они владеют уникальным даром — способностью играть сами с собой. Точнее, со множеством собственных «Я», с которыми они спорят, которые они провоцируют разными вопросами и поступками. Умеющим так играть скучно не бывает.

«Вся жизнь — игра!» — известно из литературы и истории. А ведь это истина. Мы, люди, всегда играем роль — сами перед собой, перед сотрудниками, перед «публикой». Мы все актеры. Мы играем, вздрагивая и вздергивая себя, внося элемент новизны в повторяющиеся ежедневные жизненные циклы.

Мы хотим предложить вам, дорогие читатели, «сыграть» в не совсем обычную игру. Вернее, даже не сыграть, а сделать то, что вы выполняете всегда, не задумываясь. Речь идет о настоящем детективном расследовании.

В молодости вы мечтали стать милиционером, сыщиком, сотрудником уголовного розыска, но настойчивые родственники убедили вас в стабильности, вечности и востребованности врачебной профессии и заставили учиться этому «ремеслу»? Не расстраивайтесь! Для вас еще не все потеряно. Вы обязательно станете детективами. А если точнее, вы уже являетесь таковыми, но еще не осознаете этого.

Став лучевыми диагностами (рентгенологами), вы стали «сыщиками», по крупницам собирающими информацию, чтобы раскрыть Истину (диагноз).

В декабре 2012 г., когда лишь появилась задумка этой книги, в поисковике Google на словосочетание «Конан Дойль, дедуктивный метод» на экране компьютера появлялось обилие ссылок. Первой в списке стояла статья из Википедии. Вот ее начало: **«Шерлок Холмс (Sherlock Holmes) — литературный персонаж, созданный Артуром Конан Дойлем. Его произведения, посвященные приключениям Шерлока Холмса, знаменитого лондонского частного сыщика, считаются классикой детективного жанра. Прототипом Холмса считается доктор Джозеф Белл (Dr. Joseph Bell), сослуживец Конан Дойля, работавший в Эдинбургском королевском госпитале и славившийся способностью по мельчайшим**

**деталю угадывать характер и прошлое человека»** (выделено нами — *Прим. авт.*).

Приступив к написанию этой книги, мы решили так: коль метод дедукции основан на уже имеющемся знании, то рассказывать об изучении компьютерных томограмм нужно на основе доступной литературы и собственной интерпретации «коллективного» знания, подготовив тем самым научно-практический базис для тех, кто станет заниматься «дедуктивной оценкой изменений на компьютерных томограммах», кто решит стать нашим последователем в столь ответственном деле, а возможные ветвления пути «расследования» Истины (варианты возникающих в голове читателя вопросов и важнейшие ответы на них) для запоминания читателем выделять в тексте (то есть создавать в сознании каждого «собственное предшествующее знание»).

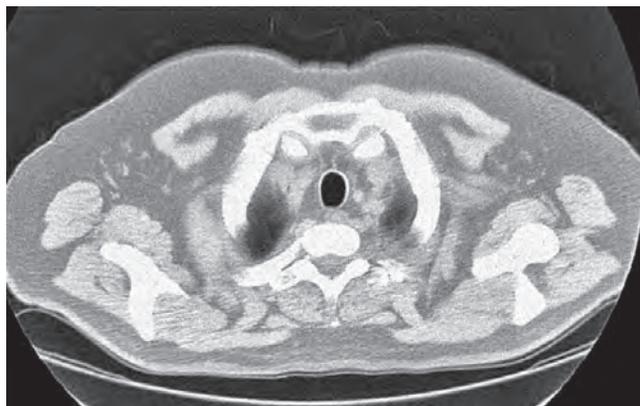
Любая рукопись обладает уникальным свойством — чем позже ее заканчиваешь, тем «свежее» изданная книга (разумеется, если текст рукописи постоянно наполняется современными данными). Вы, дорогие читатели, держите в руках самую «свежую» книгу.

Если внимательно изучить содержание данного руководства, то можно поймать себя на мысли — что-то не так. Мы осознанно структурировали разделы именно в такой последовательности и в таком представлении визуального материала, потому что это, по сути, отражает тот внутренний алгоритм дифференциальной диагностики, которого врач-диагност и врач-«пользователь» (хирург, онколог, терапевт и многие другие специалисты) мысленно придерживаются, «ухватив» какой-то визуальный признак из массы полученных диагностических изображений, пытаясь довести его до состояния «симптома», «синдрома» (паттерна) и наконец — общего *заключения* по томографическому исследованию, выполненному нами.

«Ухватить» нюанс можно, прибегая к ассоциативному мышлению. Известно, что в молодости У. Черчилль, вглядываясь в зеркало, заучивал свои речи для выступлений на партийных собраниях, при этом он жестикулировал и перемещался по комнате. Один и тот же кусок своей речи политик повторял многократно, до тех пор, пока какая-нибудь поза или жест не вызывали в его голове образ куска текста, целого абзаца, прочно «привязанного» к элементу его двигательной активности.

Для того чтобы видеть детали компьютерно-томографического изображения, нужно развивать собственное воображение. Тогда ни один сегмент

«матрицы» (матрицы реконструкции компьютерно-томографического скана) не останется незамеченным. Он отложится в памяти, заставит подсознание анализировать «пул данных», что и приведет к рождению некоего обобщения, которое в лучевой диагностике трактуется, например, как «заключение выполненного компьютерно-томографического исследования».



**Рис. п1.** «Собака Баскервией». На самом деле скан компьютерной томографии на уровне верхушек легких



**Рис. п2.** «Пламя в камине»: а — на самом деле отек брыжейки тонкой кишки; б — в подтверждение ассоциации приводим фото пламени

Позвольте привести несколько примеров, показывающих, что «похожего» в природе очень много.

Сконцентрируйтесь на томографическом изображении, и вы увидите то же, что увидели мы и именно поэтому так подписали рисунки (**рис. п1–п5**).

Без развитого воображения трудно замечать на компьютерно-томографических сканах «отклонения от нормы». Только ассоциация, вызванная увиденным на компьютерно-томографическом скане, может «переключить» мозг на продолжение сбора «нетипичных данных», из которых и формируется правильное заключение томографического исследования.

Когда решался вопрос о структуре книги, показались подводные камни. Действительно, что мы понимаем под определениями «абдоминальная ком-



**Рис. п3.** «Клоун в парике и с гротескным галстуком-бабочкой на шее»: а — на самом деле опорожненный мочевой пузырь, предстательная железа и наполненные семенные пузырьки, пустая ампула прямой кишки; б — фото известного клоуна в клетчатой кепке



**Рис. п4.** «Мы сердечно любим рентгенологию (компьютерную томографию)». Так выглядит обзорный снимок брюшной полости, сердечко «нарисовано» толстой кишкой, заполненной воздухом

компьютерная томография», «компьютерная томография брюшной полости», «компьютерная томография живота»?



**Рис. п5.** «Медсестра в маске»

Казалось бы, все очевидно. Однако в первом случае хочется русифицированное название, во втором — смущает понятие «полость», так как многие процессы протекают не только в «брюшной полости», но и в «забрюшинном пространстве», и мы также знаем, что органы могут локализоваться либо в брюшном пространстве, либо забрюшинно, либо одновременно забрюшинно и внутрибрюшинно. Название «живот» показалось наиболее объективным.

Но как быть с «пространством, объемом живота»? Ведь мы же знаем, что в теле человека пространство от диафрагмы до диафрагмы таза имеет единую полость, и патологические процессы могут переходить из живота в малый таз и наоборот. Мы решили не отклоняться от канонов анатомии и описать в этой книге лишь компьютерно-томографическую симптоматику заболеваний в «животе» — в объеме от диафрагмы до входа в малый таз, то есть до уровня костного кольца таза.

И последнее: эта книга не является классическим учебником по компьютерной томографии. Это своеобразный «интеллектуальный тренажер» для повышения наблюдательности, умения вычленять главное в увиденном на компьютерно-томографическом скане, чтобы делать выводы из суммы точных, правильных, объективных крупиц знаний, из которых и рождается Истина.

## Раздел I

# Общие вопросы компьютерной томографии

За пределами нашей Родины редко используют такое определение диагностической специальности, основанной на применении рентгеновских лучей, как «рентгенология». Американцы отдают дань первооткрывателю, и о великом Вильгельме Конраде Рентгене всегда будет напоминать название их известного журнала — American Journal Roentgenology (AJR). Хотя не стоит все же идеализировать американцев.

Несколько лет назад претендентка на место в клинической ординатуре по рентгенологии в нашем институте принесла научный реферат на заданную нами тему, где ею упоминался Чарльз Рентген.

Поверьте, было из-за чего расстроиться — отличница все-таки, и такой ляп. Но брюнетка не смутилась, а стала доказывать, что она не ошиблась, а прочла это в книге.

Дорогие читатели, кому вы поверите больше, выпускнице вуза или собственному рассудку, имея многолетнее представление о специальности «лучевая диагностика»?

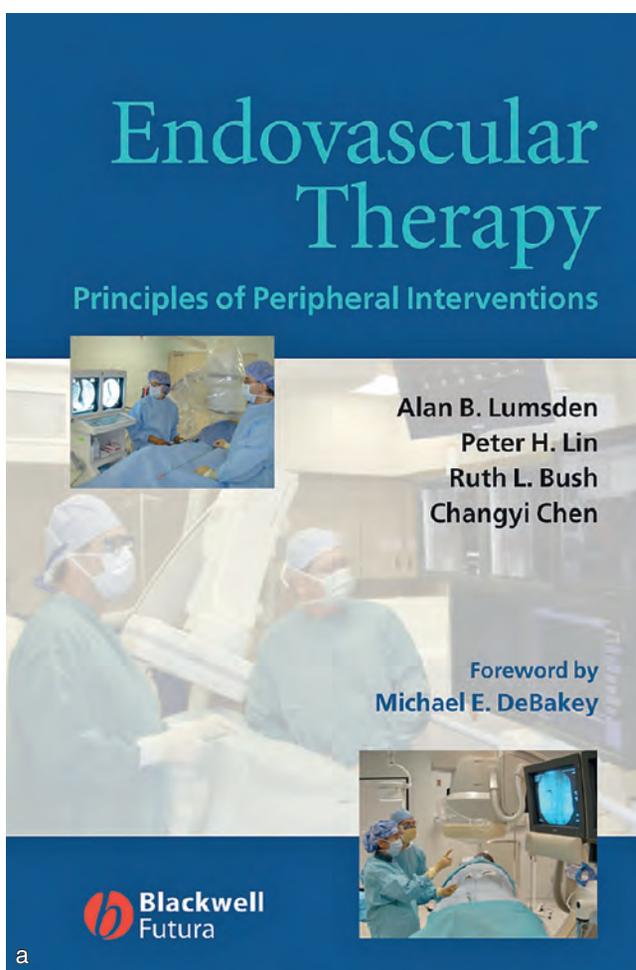
Как можно «скрестить» Чарльза Дарвина с Вильгельмом Конрадом Рентгеном, да еще в серьезной американской книге, выпущенной в книжном издательстве с мировой известностью, да еще при благословении не менее легендарного хирурга Майкла де Бейки? Оказывается, можно (рис. I.1).

Ошибка издательства, выпустившего в свет наверняка важную и полезную книгу, породила ложное знание, к счастью, прерванное, исправленное в сознании одной отдельно взятой выпускницы российского вуза. Но сколько заблуждений останется в умах представителей остального мирового сообщества радиологов, прочитавших правильное по сути, но плохо отредактированное руководство?

Этот пример породил ассоциацию — на ошибочных первичных представлениях мы строим ошибочные заключения, которые для «инстанций» более высокого уровня также являются первичной информацией, на основе которой они также могут прийти к ошибочному заключению.

Рентгенолог (лучевой диагност) — врач-диагност, и от его знаний, мнения и суждений может зависеть жизнь пациента.

Мы призываем всех быть аккуратными в суждениях, точными в определениях, не безапелляционными в решениях. Помните, рентгенологи (лучевые



### Brief history of endovascular therapy

#### Evolution of diagnostic imaging

The discovery of the X-ray imaging system by Charles Röntgen in 1895, marked one of the most remarkable milestones in the history of medicine. Within months after its discovery, X-rays were used by battlefield surgeons to locate and remove bullet fragments.<sup>1</sup> This imaging modality quickly gained

**Рис. I.1.** Пример того, как небрежность редактора может заложить «ошибку сознания» для многих поколений читателей: а — обложка книги; б — цитата из этой книги

диагности) — всего лишь «штурманы», но они готовят «дорожную карту» лечения больного, и чем тщательнее она прописана, тем проще «осилить дорогу» идущему по ней лечащему врачу.

Итак, немного истории.

## 1.1. ИЗ ИСТОРИИ РЕНТГЕНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Поначалу «классический» рентгенолог, в те уже далекие годы прошлого столетия, «сидел» — работал, анализировал, творил — в темном кабинете (опускаем детали стадии становления специальности «рентгенология»). В тот период рентгенолог был представителем племени «детей тьмы» — так лучевых диагностов в шутку называли хирурги, «жарящиеся» под инфракрасными лучами операционных ламп (что подделаешь, у каждого свои издержки специальности).

Затем жизнь лучевых диагностов стала радостней. Электронно-оптические преобразователи рентгеновского изображения позволили заниматься рентгенологией в светлых, незатемненных помещениях.

Черно-белое рентгеновское изображение стало возможным даже фиксировать на экране (после так называемой рентгеноскопии) или переносить на рентгеновскую пленку (осуществлять рентгенографию).

Вместе с тем исчезло таинство процесса «фотопечати» (темные комнаты, красные фонари). Зато уменьшилась нагрузка на глаза врача-рентгенолога и рентген-лаборанта, исчезла необходимость в трате времени на адаптацию зрительного анализатора к темной окружающей среде и стимуляции «ночного видения» для правильной интерпретации увиденного — то есть для самого процесса диагностики.

Рентгеноангиография — родная дочь рентгенологии. Многие годы она существует как бы рядом, но все же идет своим путем, все больше становясь хирургией под контролем рентгеновских лучей.

А вот компьютерная томография (КТ) — это, по сути, внучка рентгенологии. И тут у нас вопрос к читателям — *является ли врач, занимающийся КТ, рентгенологом в чистом виде?* Не о социальных льготах речь, а о сути процесса, которым мы пользуемся для поиска и познания «скрытого зла» в организме пациента.

Отцом-основателем «праспециальности» был физик (В.К. Рентген). КТ породили математик Мак-Кормак и инженер Хаунсфилд, что является достаточно наглядным примером необходимости, целесообразности переплетения различных знаний для получения знания нового, демонстрацией успешного влияния носителей одних знаний (математиков, физиков, инженеров) на формирование сознания носителей абсолютно других знаний (медиков и, в частности, рентгенологов).

В основе получения КТ-изображения пока остается рентгеновский луч (по сути — источник энергии). Вот это и есть то общее, что делает родственниками «бабушку» — рентгенологию и «внучку» — КТ.

Уважаемые читатели, вы же не станете оспаривать тот факт, что генетический код любимой бабушки не идентичен таковому у ее внучки — все-таки сказывается влияние родителей!

Рентгенолог имеет дело с «суммационной» тенью, которую оставил ослабленный X-луч на экране монитора или на светочувствительной пленке в результате его прохождения через многие анатомические структуры различного строения и оптической плотности (**рис. 1.1.1**).

Он, рентгенолог, по сути «священнодействия» — Властелин Теней. Его зоркий глаз различает нюансы оттенков серого. Его стихия — диапазон монохромного цвета — от черного до белого. Как пианист, перебирающий пальцами белые и черные клавиши, вызывает к жизни различные звуки, сочетание которых мы называем мелодией, так и классический рентгенолог, «колдуя» над рентгенограммой, оценивая гамму оттенков серого цвета, сочетания белого и черного цветов, в финале провозглашает свой вердикт. Ему и в прошло было, да и сейчас тяжело. *Ибо он заложник оттенков лишь одной линейки цвета.*

Тот же рентгенолог, но уже гордо называемый «специалистом по КТ», не зажат рамками «линейного» мышления. В абсолютном понимании процесса познания Истины он и не рентгенолог вовсе, ибо он не оценивает тень. Специалист по КТ изучает двухмерное, а порой и трехмерное Пространство, которое моделируется благодаря сочетанию пикселей в Матрице (матрице реконструкции и матрице изображения). Вы чувствуете? Матрица везде!

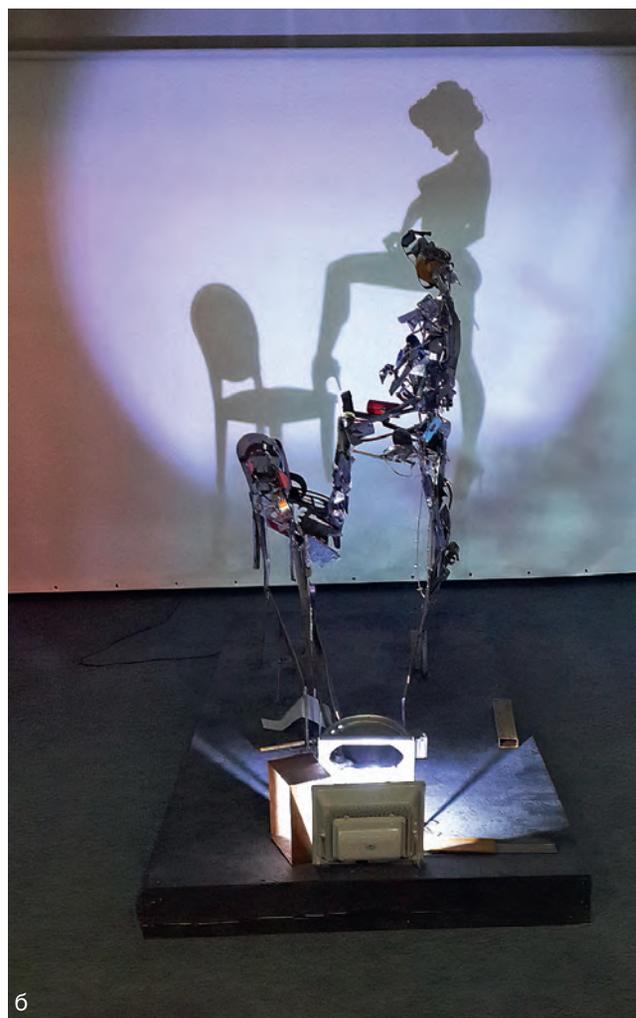
В КТ основа всех основ — его высочество *Пиксель*. Для тех, кто не знает или не помнит, что такое пиксель, приведем пример из живописи — образец «пиксельной манеры письма» художника позапрошлого века (**рис. 1.1.2**).

Пиксели, а в трехмерном пространстве *воксели*, играют важнейшую роль при моделировании математических копий тела человека (**рис. 1.1.3**).

Совокупность «никчемных», отдельно взятых, маленьких, даже незаметных глазу пикселей (вокселей) позволяет «конструировать» изображения, которые мозг рентгенолога воспринимает как диагностические, информативные.

Изменение характера интенсивности пикселей в шкале серого цвета на одном или нескольких участках «диагностической матрицы изображения», отличие от «привычного», много раз наблюдаемого при предыдущих исследованиях, наш мозг воспринимает как индикатор патологических состояний.

Вдумайтесь, мы оцениваем патологические изменения органов и тканей организма не по их внешнему виду или по срезу тканей, фиксированных в специальных растворах, окрашенных красителями



**Рис. 1.1.1.** «Когда б вы знали, из какого сора растут стихи...». В Художественном МУзее МУсора «МУМУ» (41-й км федеральной трассы «А-108», Калужская обл., Жуковский р-н, <https://art-mumu.ru>) по-своему и весьма оригинально обыграли строки Анны Ахматовой: а — при грамотном раскладе в пространстве выброшенные и никому не нужные предметы в лучах прожектора дают чудесную тень — профиль юноши; б — не менее эффектно смотрится также и тень юной девушки. Оба изображения достойны размещения в книге по лучевой диагностике, так как весьма убедительно показывают, что рентгенограмма — это прежде всего суммационный эффект тенеобразования тканями, встречающимися на пути потока рентгеновского излучения (оба снимка сделаны летом 2018 г. с разрешения кассира музея, обязательным условием которой было упоминание источника этих снимков)

и рассматриваемых под микроскопом при большом увеличении, удобном для восприятия информации глазом, а всего лишь *по оттенкам серого на матрице, которые и «генерируются» отдельно взятыми пикселями.*

Диагностическое изображение «строят» армады пикселей и чем их больше, тем рентгенологи счастливее, спокойнее и увереннее в успехе диагностики, то есть в решении, принятом по результатам оценки томограмм.

Рентгенолог — уже не Властелин Теней. Рентгенолог — это Смотрящий за поведением Пикселей. И они, пиксели, подчиняются воле Рентгенолога.

Позже мы поговорим об управлении пикселями. Здесь все просто. Нужно только грамотно приложить внешнее воздействие — контрастное усиление изображения, чтобы изменить степень пиксельной «серости».

Собственно, это все. Пока это предел возможностей современной КТ (не будем касаться изображений, полученных при сканировании методом двух энергий).

Оценка черно-серо-белой компьютерной томограммы! Какое же это благодатное поле деятельности для нашего Мозга, для нашего Ума!

Чтобы принять правильное решение (а ради него все наши усилия), мы напрягаем резервы нашего сознания. Сопоставляя картины увиденного (томографические изображения в различные фазы контрастного усиления), мы ждем озарения, правильной интерпретации, правильного заключения.

Правильное заключение по данным выполненного исследования КТ не может появиться ниоткуда. Оно есть продукт предыдущего знания. Поставив последнюю точку в написанном нами протоколе исследования, мы испытываем удовлетворение от четкого сработавшего метода дедукции.



**Рис. 1.1.2.** «Классические» пиксели Делакруа более чем за столетие предвосхитили появление «пиксельной графики» матрицы реконструкции при компьютерной томографии: а — «растянутые пиксели» фотографии картины демонстрируют «скудость» изображения, нехватку информации, когда пикселей, составляющих это изображение, мало; б — оптимальное расстояние для визуальной оценки картины. «Пиксели» художника Делакруа почти не видны, угадывается индивидуальная манера письма. Это сравнимо с оценкой скана компьютерной томографии с мягким сглаживающим фильтром; в — «классические пиксели» Делакруа очень хорошо видны при близком рассмотрении картины. Они, конечно, впечатляют, но мозг на них концентрируется, и общее восприятие картины теряется. Напршивается аналогия — избыточная детализация скана компьютерной томографии, его чрезмерное «зуммирование» излишни; г — «классические пиксели» Делакруа не распознаются. Расстояние для восприятия картины выбрано правильно. Мы оцениваем образ картины в целом. Как видим, всего лишь правильно подобранная и расставленная на площади сумма квадратиков разного цвета способна породить в сознании смотрящего неизгладимый (запоминающийся) образ. То же самое можно сказать и про качественно «кадрированный» скан компьютерной томографии, отобранный из серии изображений компьютерной томографии для иллюстрации текста в книге или для размещения в презентации. (Право на фотографирование в залах Эрмитажа было приобретено вместе со входным билетом зимой 2016 г.)

Наш следующий, а по сути, первый шаг в «расследовании» компьютерных томограмм, поиске причины болезни — нативная компьютерная томограмма.

## 1.2. НАТИВНОЕ КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОЕ СКАНИРОВАНИЕ

Поразительно, но факт: сколько бы ни усовершенствовались технологии КТ-сканирования, чувствительность и специфичность томографического исследования никогда не достигают 100%. Мы всегда «крутимся» вокруг 90%. Меняются лишь возможности углубленной диагностики. Той диагностики, которая очень сильно роднит КТ с хирургией (мы все чаще оцениваем «операбельность» и «резектабельность» выявленных нами опухолей) и морфологией (когда лучевые диагносты по динамике контрастирования говорят о наличии КТ-признаков той или иной опухоли).

Все мы знаем, что контрастное усиление расширяет диагностические возможности.

Но расширять что-то можно, отталкиваясь от базы, опираясь на нее.

*Что в данном случае будет базой знания лучевого диагноста?* Правильно, нативная компьютерная томограмма, классический *аксиальный срез*.

Поразительно, но почти 30 лет назад абсолютно обычным делом было идти в своих рассуждениях по изображениям КТ, ничем не «усиленным». Идти, как «ежик в тумане», но при этом умудряясь говорить и писать умные мысли.

Мы настолько привыкли доверять нативному изображению КТ, что уже и не начинаем без его оценки рассуждений по «контрастной карте КТ» (после болюсного контрастирования).

Итак, может ли бесконтрастное изображение КТ быть диагностически значимым, можно ли его использовать как диагностическое изображение и когда, даже самостоятельно и даже без контрастного усиления?

Постараемся порассуждать на эту тему и дать ответ на основе «предшествующего знания» (почти сорокалетнего опыта авторов и уж точно более сорокалетнего опыта мирового рентгенологического сообщества).

Итак, как работали рентгенологи «на заре эры КТ»? Изображение появлялось каждые 20–25 с — тогда это были «усилия» быстрых сканеров третьего поколения! Сидели за консолью компьютерного томографа подолгу, и было время не только поговорить «за жизнь», но и оценить увиденное на матрице изображения уже в ходе сканирования.

Это сейчас глазом моргнуть не успеешь, как сотни диагностических изображений оказываются в памяти компьютера. Тогда, в процессе исследования, на-



**Рис. 1.1.3.** Трехмерная модель тела человека по данным исследования компьютерной томографии. Как видим, с возрастом все еще сохраняются «кубики» прямых мышц живота. Только вот красивая фигура спрятана под складками жировой ткани, неприглядно свисающей по бокам трехмерной модели

пример брюшной полости, и интерпретации данных рентгенолог довольствовался 20–30 сканами.

Что искали и как ориентировались в «серости» изображения КТ? Прежде всего, любили Хаунсфилда. Вернее, не его самого, тогда и фотографии толковые этого отца КТ найти было сложно. Правда, совсем недавно наш ветеран, всем известный академик Российской академии наук Сергей Константинович Терновой, показал фото, на котором он в те годы запечатлен вместе с Хаунсфилдом (**рис. 1.2.1**).

Мы любили шкалу оптических плотностей, используемых при КТ, названную именем Хаунсфилда. Сейчас молодые рентгенологи как-то подзабыли ее значение, а в ту пору это был основной «инструмент познания» (скорее всего потому, что контрастным усилением пользовались нечасто, но нужна была объективная характеристика увиденного, а не только эмоциональное восприятие — темнее-светлее).

Позволим себе несколько отвлечься и напомним новичкам про шкалу плотностей КТ.

Шкала Хаунсфилда — как FM-диапазон в современном радиоприемнике. Чуть сдвинул рычажок в сторону — и звучит новая радиостанция.

А тут сдвинул потенциометр — и изображение КТ становится почти что неузнаваемым. Вернее, по параметрам оно прежнее, но смотрится как новое, потому что *при изменении центра и ширины диагностического окна можно принципиально изменить вид компьютерной томограммы* (**рис. 1.2.2**).

Эта возможность смены центра и ширины окна, где формировался серо-бело-черный «цвет»



**Рис. 1.2.1.** С.К. Терновой и Г. Хаунсфилд за консолью компьютерного томографа. Историю своей повседневной деятельности делают люди, и один из моментов их жизни незаметно становится знаковым, но это понимаешь лишь потом, спустя годы. Исторический в прямом смысле слова снимок: молодой советский лучевой диагност Сергей Терновой беседует с Нобелевским лауреатом Годфри Хаунсфилдом, слушает его комментарии по поводу выполняемого исследования. Прошли годы, для академика Российской академии наук С.К. Тернового эта встреча — личное приятное воспоминание о прекрасном общении, а для нас — реальная история отечественной лучевой диагностики, ибо Сергей Константинович — единственный советский рентгенолог, запечатленный на фотографии с разработчиком и основоположником компьютерной томографии. Существует теория: все люди на планете Земля знакомы друг с другом через третье лицо (теория «шести рукопожатий»). Мы все знаем и любим Сергея Константиновича, он знал Хаунсфилда, значит — и мы знакомы с отцом компьютерной томографии

изображения КТ, была сродни известному нам в то время домашнему процессу фотопечати (если кто помнит еще таковой).

Чаще при фотопечати дома в темной комнате получались недоэкспонированные снимки (при-

менительно к компьютерным томограммам — аналогичными будут изображения, на которых видна подкожная жировая клетчатка) или переэкспонированные, что почти аналогично компьютерным томограммам в костном окне, когда видны лишь костные структуры (**рис. 1.2.3**).

Итак, основное правило изучения компьютерных томограмм — *оценивать одну и ту же томограмму необходимо в разных оптических окнах, ибо то, что видно в одном окне, может стать невидимым в другом, и наоборот.*

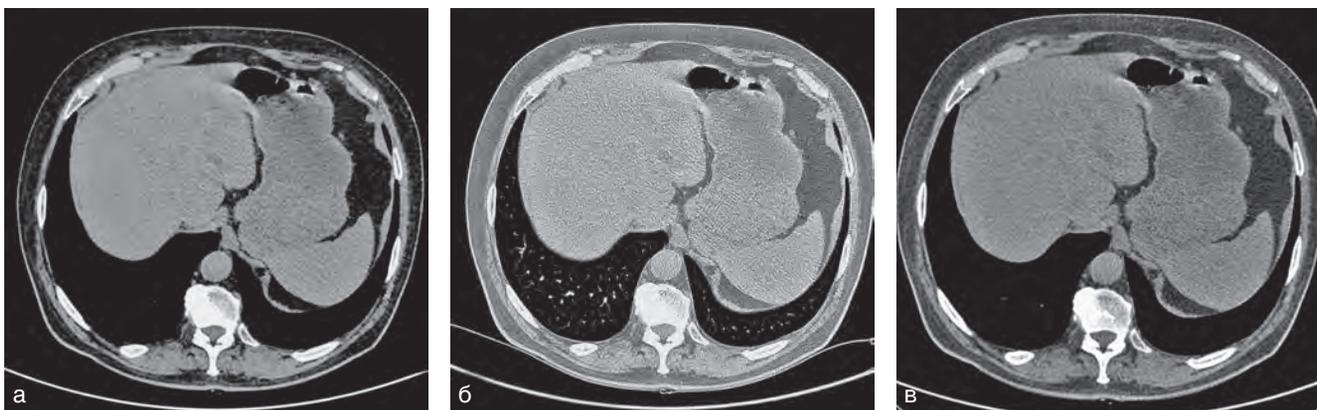
Начнем с «видимого».

Что мы видим на нативных компьютерных томограммах, скажем, в абдоминальном окне?

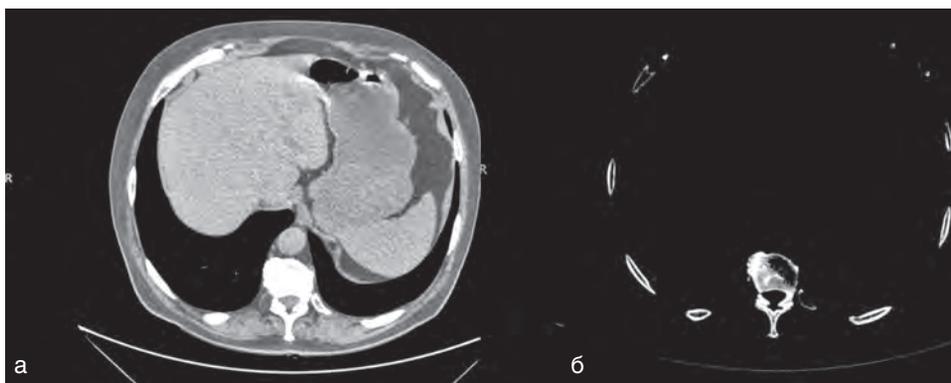
Прежде всего — кальцинаты и другие анатомические и патологические структуры, содержащие кальций, так как на скане КТ они будут ярко-белыми. Кисты или структуры, содержащие воду с умеренным количеством различных химических примесей (желчь, жидкая часть абсцессов), — серыми, темно-серыми, почти черными, а газ, воздух может быть виден, а может и нет, и его лучше искать на изображениях в «легочном окне» (**рис. 1.2.4**).

Все остальное — это так называемые *мягкотканые структуры*. Именно мягкотканые, от слова «ткань». Автоматическая коррекция Microsoft Word 2010 и других программ считает такое написание слова ошибочным и предлагает «правильную» интерпретацию — «мягкотканый», от слова «ткать». Разночтение слова — свидетельство того, что не стоит принимать безоговорочно все подсказки компьютеров. Компьютеры созданы людьми, которым, увы, свойственно ошибаться или не все знать (например, основы КТ).

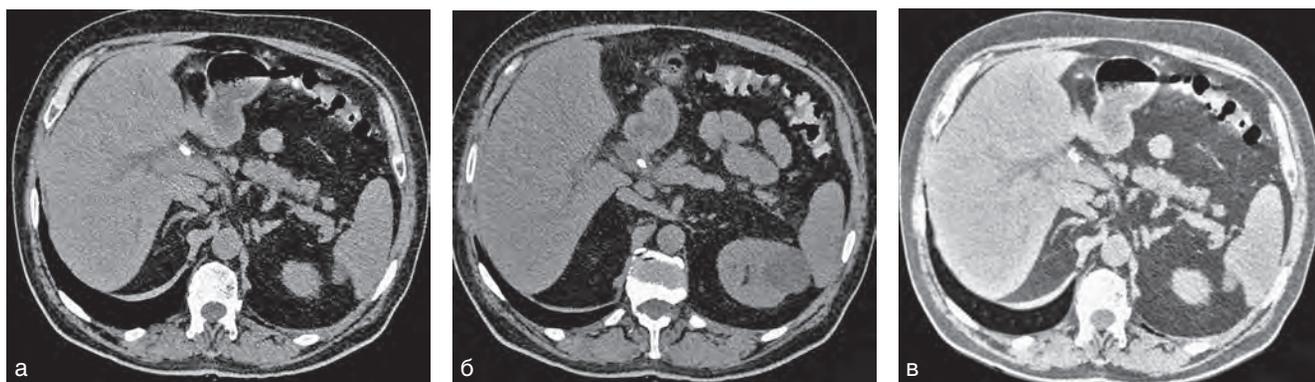
Итак, мягкотканые структуры. Под этим названием кроется все — и норма, и патологические состояния, которые могут быть «добром» или «злом». Мягкотканые структуры (**рис. 1.2.5**) становятся «объектом» нашего «дедуктивного расследования», когда инструментом диагностического поиска становится контрастное усиление.



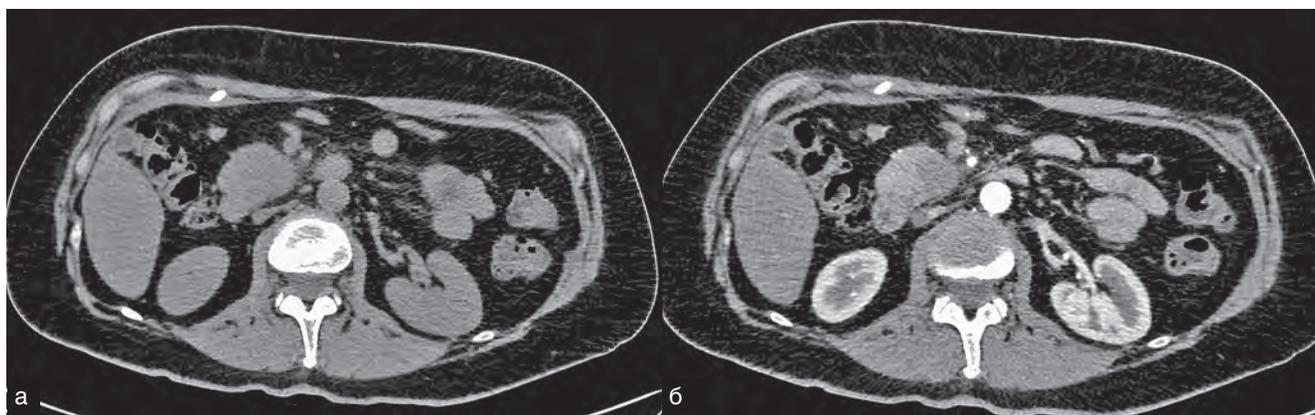
**Рис. 1.2.2.** Скан компьютерной томографии на уровне нижних полей легких, печени и селезенки: а — мягкотканное окно, легкие не видны, характер изменений в теле позвонка неясен; б — легочное окно, печень не видна, зато четко видна паренхима легких; в — костное окно, отлично дифференцируются кальцинированные отложения на переднеправобоковой поверхности тела позвонка; в этом окне можно изучать структуру ребер



**Рис. 1.2.3.** Различные окна визуализации сканов компьютерной томографии, вызывающие ассоциации с фотопечатью: а — визуализация подкожной жировой клетчатки (ассоциация с недоэкспонированным фотоснимком); б — визуализация костных структур высокой плотности (ассоциация с переэкспонированным фотоснимком)



**Рис. 1.2.4.** Скан компьютерной томографии брюшной полости: а — в центральных отделах скана в глаза бросается ярко-белая зона (металлическая клипса, наложенная на пузырный проток при лапароскопической холецистэктомии); б — уровень каудальнее, по латеральному контуру левой почки определяется гиподенсная структура с интрапаренхиматозным и экстракорпоральным компонентами, с четкими ровными контурами — киста; в — легочное окно, можно оценить видимые отделы паренхимы правого легкого, воздух в желудке и толстой кишке; пузырьки воздуха видны на контуре кишки — это признаки дивертикулярной болезни вне обострения



**Рис. 1.2.5.** Скан компьютерной томографии брюшной полости: а — нативное изображение; признаков патологических изменений нет; б — артериальная фаза контрастного усиления. На фоне контрастированной паренхимы головки поджелудочной железы, в ее заднелатеральном квадранте выявляется умеренно гиподенсная опухоль

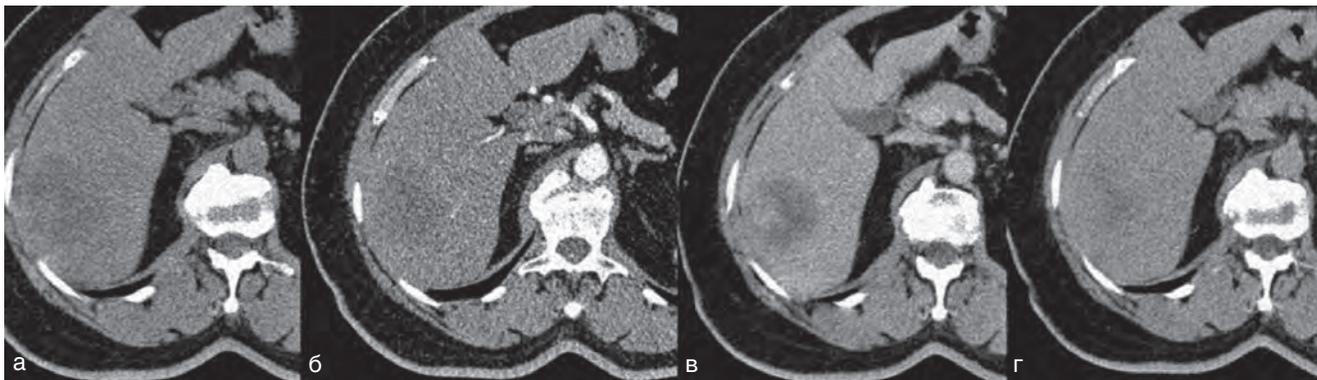
*Как мы ищем признаки «зла» на бесконтрастных компьютерных томограммах?*

Ответ: по нечеткости контуров зоны интереса (прицельно изучаемого участка компьютерной томограммы, на который направлено все наше внимание в данный отрезок времени) (**рис. 1.2.6**).

*Но может ли человеческий глаз различать незначительный градиент плотностей по шкале серого, то есть по шкале Хаунсфилда?*

Ответ: у каждого своя «наметанность» глаза.

Перепады серого цвета могут плохо улавливаться: неопытным глазом, при усталости глаз опытного



**Рис. 1.2.6.** Метастаз в печень колоректального рака: а — на нативном изображении контуры гиподенсной опухоли нечеткие; б — на фоне контрастированной паренхимы в артериальную фазу опухоль плохо дифференцируется; в — в вензную фазу опухоль четко видна, она контрастируется гетерогенно; г — изображение опухоли в отсроченную фазу «скрадывается», это обусловлено тем, что в опухоли имеется много соединительной ткани (десмопластическая реакция), в синусоидах которой и депонируется контрастное вещество, вызывая визуальный эффект выравнивания контрастирования опухоли и окружающей паренхимы



**Рис. 1.2.7.** Гепатоцеллюлярный рак левой доли печени: а — нативное изображение, умеренная гетерогенность и гиподенность паренхимы левой доли печени; б — гиподенность сохраняется в артериальную фазу; в — очертания опухоли и ее структура лучше видны в вензную фазу

человека, при неправильном освещении помещения, в котором проводится оценка результатов исследования, и вследствие многих иных причин.

В оценке оттенков серого цвета «на глаз» присутствует элемент субъективизма. Один врач может видеть «патологический очаг», другой же лишь ограничится в протоколе исследования описанием «неоднородности паренхимы исследуемого органа».

Перепады оптической плотности, даже в пределах 5–10 ед. Н, вряд ли можно считать достоверным диагностическим критерием при интерпретации результатов выполненного исследования.

В то же время такой перепад плотности — одно из показаний для выполнения контрастного усиления (**рис. 1.2.7**).

Вторым, не менее важным, показанием к применению контрастного вещества (КВ) является *снижение плотности исследуемого органа ниже общепринятых показателей*, когда не видны «стандартные ориентиры», например, в печени — вены портальной системы, что еще больше усложняет диагностику патологических состояний (**рис. 1.2.8**).

*Какую плотность печени на бесконтрастных КТ-сканах следует считать низкой?*

Ответ: при которой ветви воротной вены не видны на фоне паренхимы (см. **рис. 1.2.8**) либо видны, но как более плотные структуры (**рис. 1.2.9**), так как в норме все выглядит наоборот.

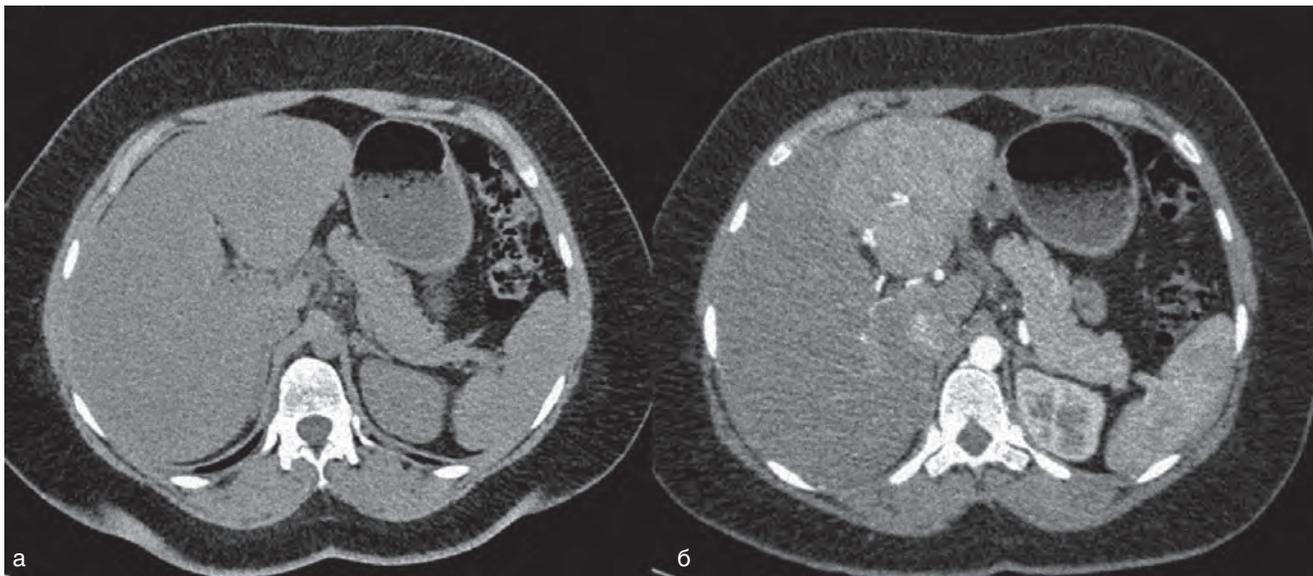
Третьим показанием к выполнению КТ-исследования с болюсным контрастным усилением является деформация контура органа, не соответствующая особенностям его анатомического изображения при «сечении» на изучаемом уровне (**рис. 1.2.10**).

Итак, при оценке томографического изображения есть «особенности» и «норма». Мы часто используем эти определения при описании КТ-изображений.

*Однако как градуировать увиденное на КТ-сканах: норма, индивидуальная особенность, патологические изменения?*

Чем больше выполняешь томографических исследований или интерпретируешь их результаты, тем больше убеждаешься в истине: норма — это общепризнанная величина, отражающая среднее значение того или иного показателя в массе индивидуальных особенностей.

Каждый человек индивидуален — во всем, даже в анатомическом строении собственного тела. Мно-



**Рис. 1.2.8.** Фокальная нодулярная гиперплазия левой доли печени: а — на фоне умеренной жировой дистрофии печени очаговое образование в печени не определяется; б — в артериальную фазу образование в левой доле печени видно хорошо, в его центральной зоне определяется яркая артерия

жество параметров у близких по анатомическому строению индивидуальностей дает некие величины, которые мы воспринимаем как норму. Приведем несколько примеров.

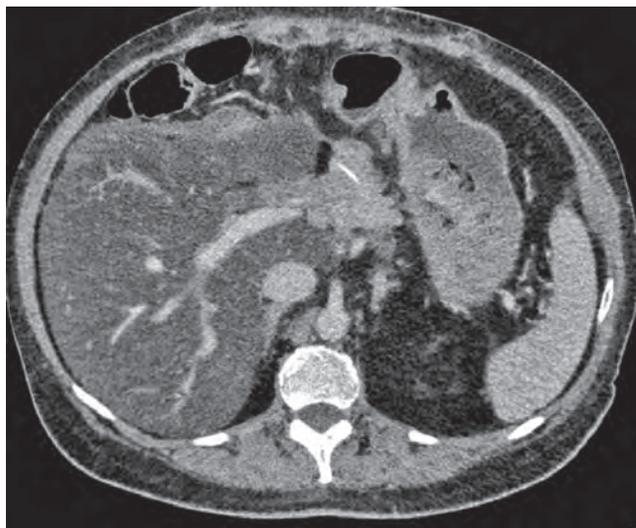
В самом начале «эры КТ» рентгенологи делали «перепев» из патологоанатомических статей и писали о частых обызвествлениях в гемангиоме печени. В ту пору «обызвествление гемангиомы» было «нормой», чуть ли не патогномичным признаком этого патологического состояния.

Шло время, и все убедились, что это как раз не норма, а скорее исключение, индивидуальная особенность, и «прошлая норма» теперь воспринимается как казуистика (**рис. 1.2.11**).

Второй пример. Лет 20–30 тому назад писали, что поджелудочная железа (ПЖ) имеет форму морковки, ибо она тонкая в области хвоста и утолщается по мере сканирования ее головки.

Об этом писали все, в том числе и мы, в Институте хирургии им. А.В. Вишневского. Шло время, и всем стало понятно, что это индивидуальная особенность. А чаще ПЖ все же напоминает сосиску с прицепленным к ней «довеском», называемым крючковидным отростком (**рис. 1.2.12**), который и делает головку большой при совокупном их измерении.

В одной книге по истории было написано, что нельзя судить участников исторических событий вне контекста данного исторического отрезка времени. То же самое можно сказать и об истории науки. Ученый, специалист, исследователь оперирует совокупностью знаний, доступных ему на данный исторический момент, и ошибается (вернее, неправильно интерпретирует результат) в силу отсутствия дополнительных знаний или возможностей. Проходит время, знания углубляются и расширяются. Ор-



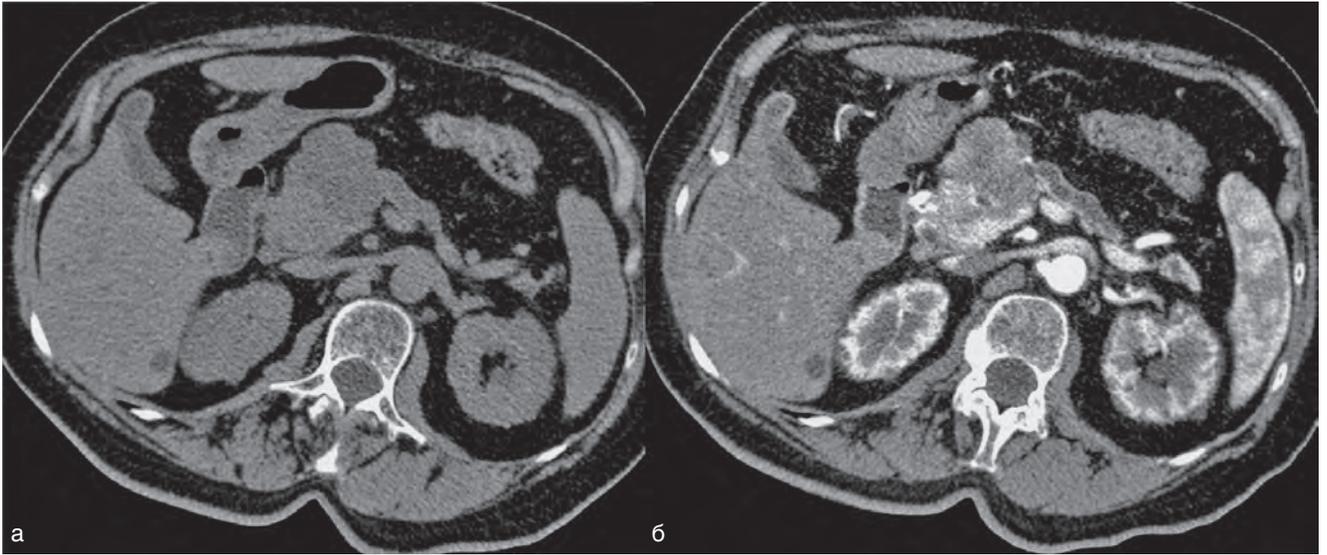
**Рис. 1.2.9.** Жировая дистрофия печени после перенесенной 6 мес назад панкреатодуоденальной резекции. «Парадоксальное» контрастирование воротной вены обусловлено окружающей паренхимой печени низкой плотности

тодоксы стоят на своем. Умные же люди впитывают новые знания.

*Так все же что такое норма?*

Нормой можно считать общепризнанное знание на данном отрезке времени. А применительно к КТ можно сказать, что нормальными изображениями органа или тканей будут таковые, параметры которых не выходят за пределы общепринятых стандартов или параметров, описанных в литературе (например, в учебниках).

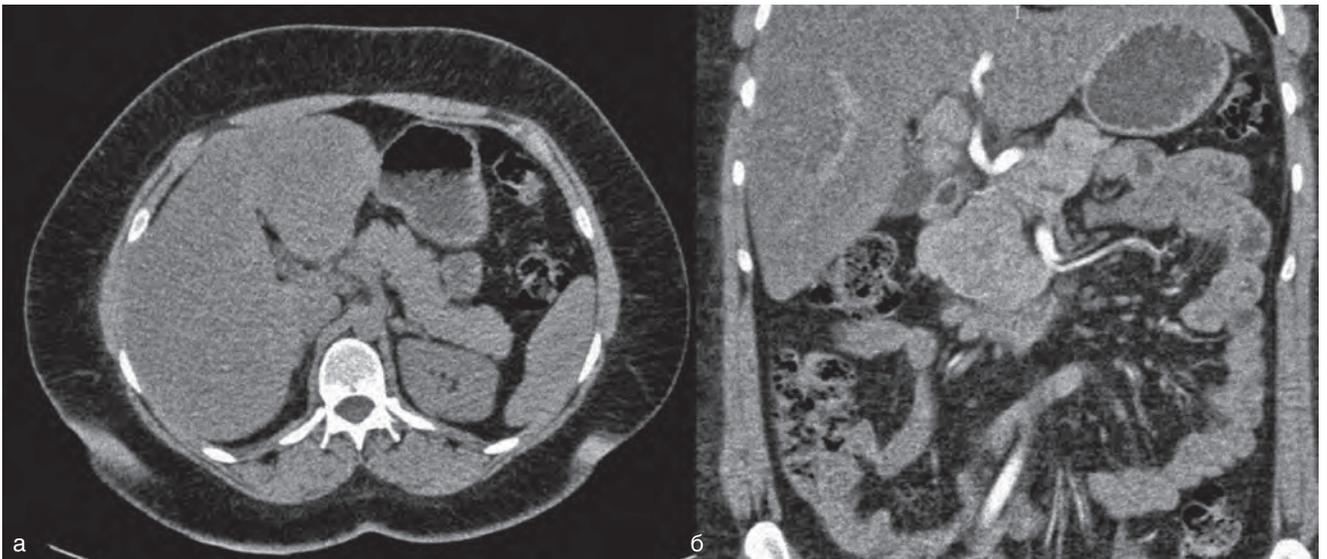
КТ в свое время буквально взорвала представления о пространстве. Мышление врачей всех специальностей было переведено из двухмерного



**Рис. 1.2.10.** Опухоль поджелудочной железы: а — передний контур железы в области перешейка-тела резко деформирован, определяется гиподенсная зона опухоли, умеренно отличающаяся по плотности от нормальной паренхимы железы; б — артериальная фаза, опухоль контрастируется гетерогенно, виден расширенный главный панкреатический проток на фоне резкой атрофии дистальных отделов поджелудочной железы



**Рис. 1.2.11.** Гемангиома печени, женщина 1948 г.р.: а — нативное изображение; б — артериальная фаза контрастного усиления; в — венозная фаза



**Рис. 1.2.12.** Скан компьютерной томографии брюшной полости: а — в плоскости среза визуализируется хвост, тело и перешеек поджелудочной железы; б — фронтальная реконструкция изображения, полученного в артериальную фазу; видно, что крючковидный отросток железы в поперечнике намного превышает размеры ее тела

изображения (плоскости) рентгенограмм в трехмерное изображение. Аксиальная плоскость «выворачивала наизнанку» все представления о норме и патологических состояниях и заставляла мозг строить виртуальную трехмерную модель изучаемой анатомической области, чтобы затем перевести ее в привычную для восприятия фронтальную или сагиттальную плоскость («обычную» благодаря многолетнему опыту выполнения прямых и боковых рентгенограмм и рентгеновских томограмм). Индивидуальная трехмерная модель рассматриваемого КТ-изображения ранее принадлежала исключительно тому, кто «включал» свое воображение.

Спустя годы мозг может отдыхать и лишь критически оценивать «машинные» усилия при построении трехмерных моделей сканированных анатомических областей или зон тела (рис. 1.2.13), которые могут видеть все смотрящие, сравнивать их со своим индивидуальным трехмерным воображением.

Применительно к КТ можно еще сказать, что на каждом из КТ-срезов имеются свои проявления нормы каждого органа и соотношений органов друг с другом.

Описать все нюансы такой нормы и соотношений, при условии получения «сечений» с субмиллиметровой их толщиной на современных КТ-сканерах, невозможно. Для наработки навыка успешной оценки томограмм можно лишь посоветовать смотреть их много — не только собственные исследования, но и все, что есть в базе данных.

Основываясь на предшествующем знании, почерпнутом из учебников анатомии, патанатомии и других источников информации, мозг начинающего лучевого диагноста постепенно формирует свою «базу КТ-изображений», с которой все время сравнивает увиденное «сейчас». Чем объемнее и разнообразнее «база», тем больше шансов, что сравнение «новой картинки» с «образцом из памяти» натолкнет врача на правильный ответ при решении поставленной перед ним задачи исследования.

К счастью, опорные представления существуют, и о них мы поговорим при описании каждой из анатомических зон.

*Почему зон, а не органов?*

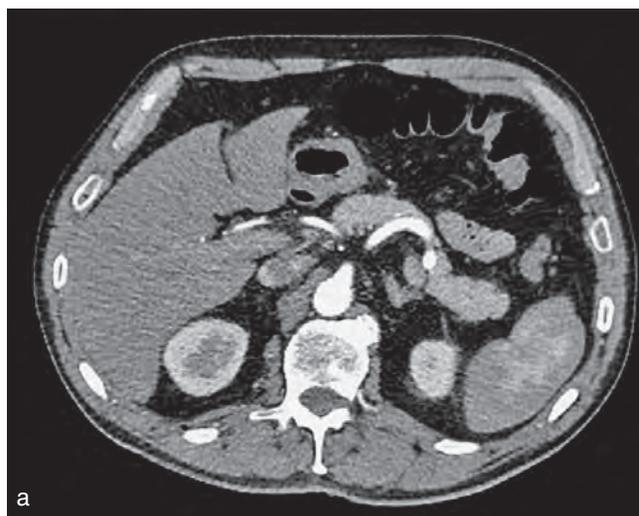
Потому что, в отличие от ультразвукового метода, при КТ изучают анатомическую зону (рис. 1.2.14).

Перед началом КТ-исследования мы произвольно «сегментируем» тело пациента, устанавливая верхнюю и нижнюю границы поперечного сканирования, и даем описание всего, что оказалось видимым на КТ-сканах.

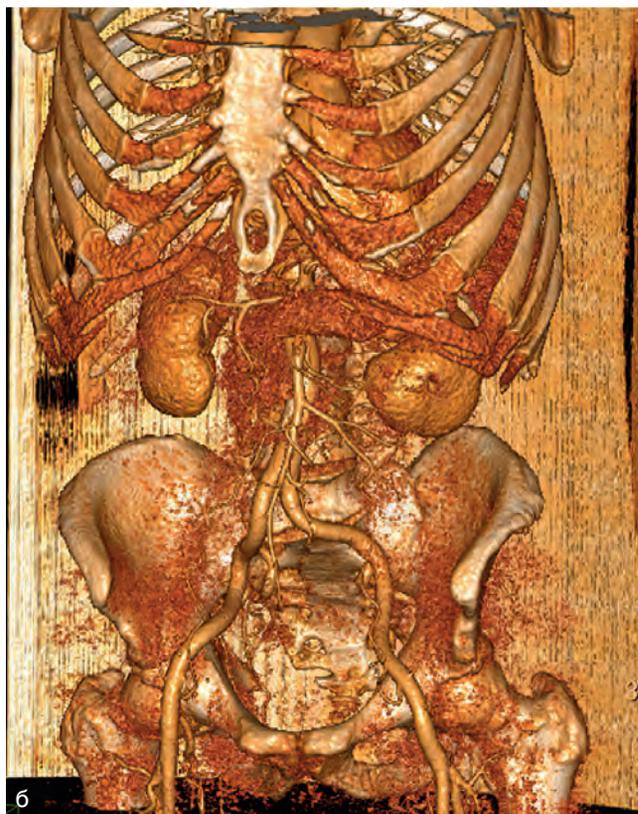
*Возможна ли диагностическая неточность интерпретации, которую неправильно называют диагностической ошибкой?*

Безусловно. До тех пор пока мы произвольно выбираем границы сканирования, за их пределами могут оказаться пораженные органы и ткани.

Идеальным является сканирование всего тела. Только в этом случае минимизируется вероят-



а

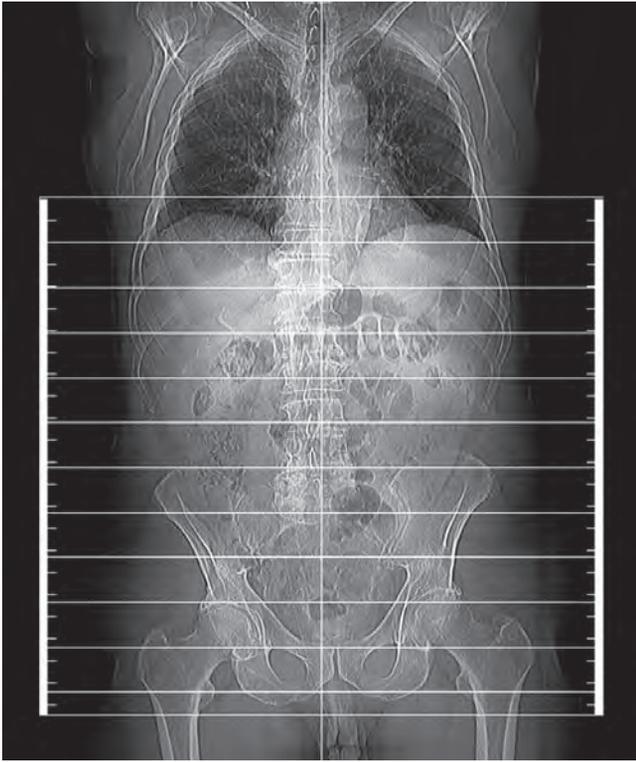


б

**Рис. 1.2.13.** Компьютерная томография брюшной полости: а — артериальная фаза; б — трехмерная реконструкция артерий, почек, поджелудочной железы и скелета

ность подобных неточностей. Увы, подобное в настоящее время нереально. Слишком высокую цену за ненужное облучение тела пациента придется заплатить в таком случае. И тем не менее неточная интерпретация КТ-изображений возможна. Она будет при однотипных показателях плотности здоровой и патологически измененной ткани. Но это уже объективная причина неточности интерпретации.

*Без сканирования всего тела субъективность заключения исследования произвольно выбранной зоны, неточность интерпретации неизбежны.*

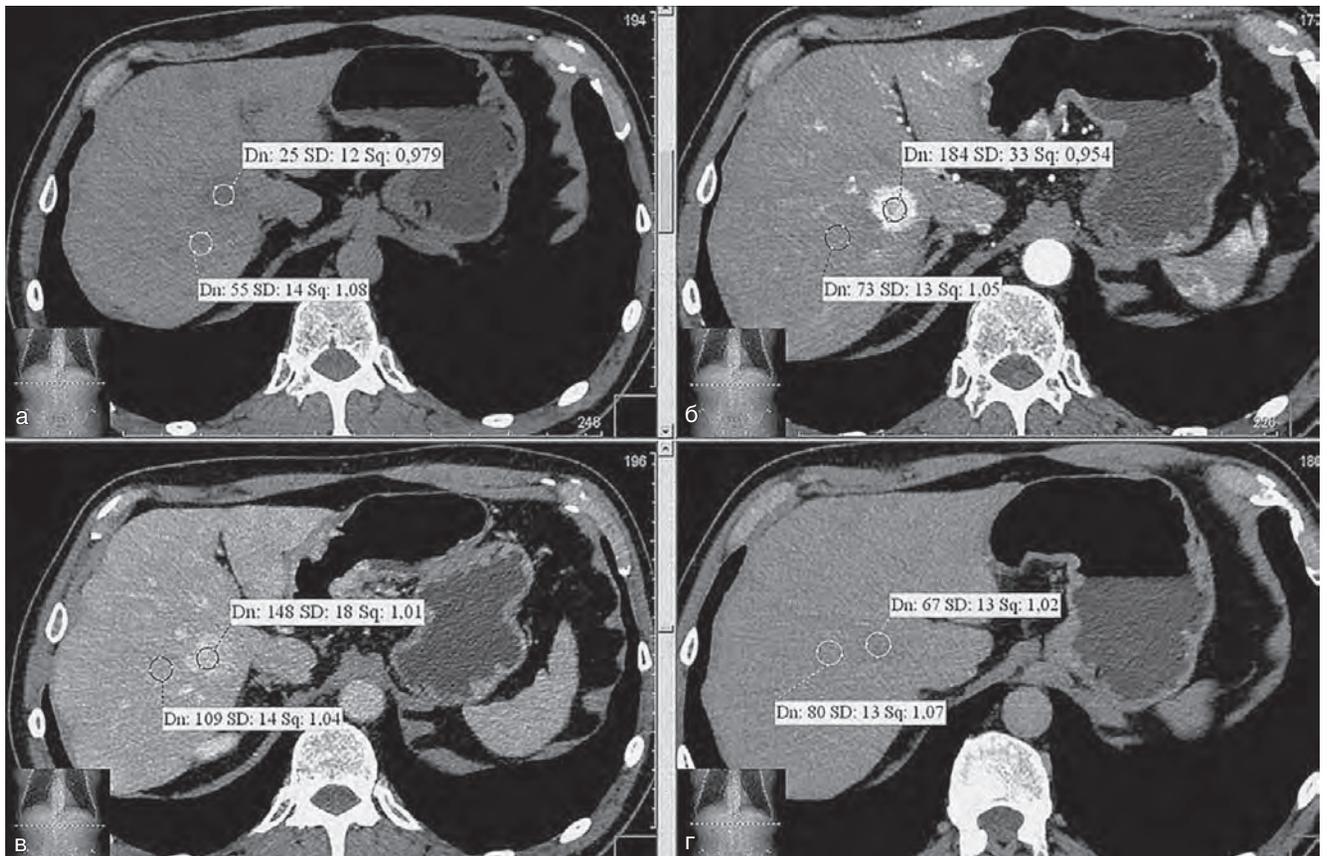


**Рис. 1.2.14.** Топограмма определяет зону сканирования. При компьютерной томографии все анатомические структуры будут подвергнуты «сечению», а не только тот орган, который мы изучаем прицельно

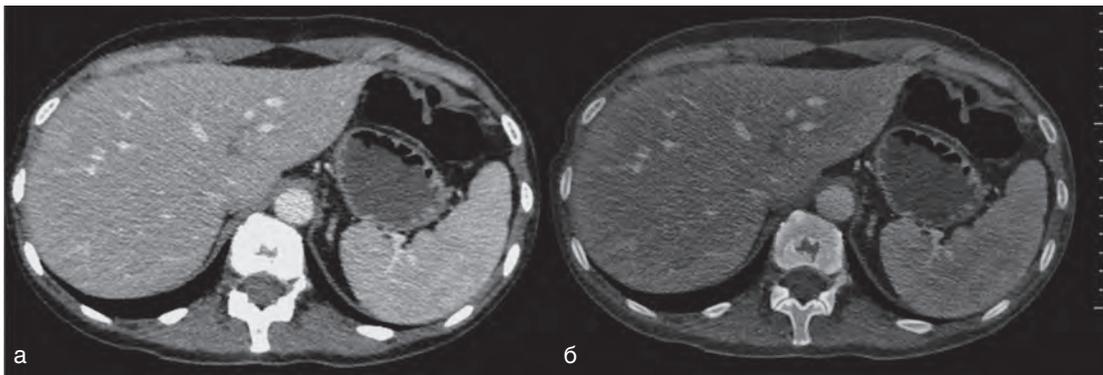
Сканирование всего тела, вероятно, станет доступным в ближайшее время. Все производители томографов обеспокоены одной общей проблемой — как уменьшить дозу облучения пациента и сохранить (или даже увеличить) информативность КТ-исследования. Тот, кто найдет решение, станет монополистом-производителем «чудо-техники» на многие годы. Первым шагом на этом пути стали технологии сканирования с использованием итеративной реконструкции изображения, позволяющие существенно снижать лучевую нагрузку на пациента.

В качестве наглядного примера — у нас в Центре несколько лет назад выполнено диссертационное исследование, в котором было показано, что мульти-спиральная компьютерная томография (МСКТ) в модифицированных протоколах «100 кВ — 90 мл КВ» и «100 кВ — 65 мл КВ» соответствует принципу ALARA (as low as reasonably achievable, настолько низко, насколько разумно достижимо) и позволяет максимально снизить лучевую нагрузку (**рис. 1.2.15**) при гарантированном сохранении качества исследования и его диагностической ценности [1].

Пока же нужно помнить правило — *никогда не довольствоваться оценкой изображений в стандартном, рекомендованном производителем оборудования программном окне*. Отметив показатели нормы и патологических изменений на всех исследованных уровнях, не поленитесь еще раз пройтись по «знакомым» сре-



**Рис. 1.2.15.** Гиперваскулярный метастаз гепатоцеллюлярного рака в правую долю печени. Компьютерная томография: а — нативная фаза; б — артериальная фаза; в — венозная фаза; г — отсроченная фаза исследования. Модифицированный протокол сканирования «100 кВ» и реконструкция итеративным алгоритмом уровня 4. Оценка визуализации образования — 3 (отлично) [1]



**Рис. 1.2.16.** Скан компьютерной томографии брюшной полости: а — в мягкотканном окне никаких изменений не видно; б — в костном окне определяется хрящевой узел диска (грыжа Шморля)

зам, но уже с их оценкой в костном и легочном окнах (**рис. 1.2.16**). Поверьте, не менее чем в 10% случаев ваши усилия будут вознаграждены, вы увидите и опишете дополнительную информацию.

Дорогие читатели, мы все еще продолжаем обсуждать нативные, бесконтрастные, классические, аксиальные срезы. К сожалению, во многих учреждениях они же являются и «современными», окончательно используемыми для принятия диагностических решений. Причины разные. В одних лечебных учреждениях нет автоматических инъекторов для применения методик контрастного усиления, в других — нет в достаточном количестве КВ для полноценной, эффективной диагностики, третьим просто так легче жить: не было введения КВ — не было и осложнений, с этим связанных.

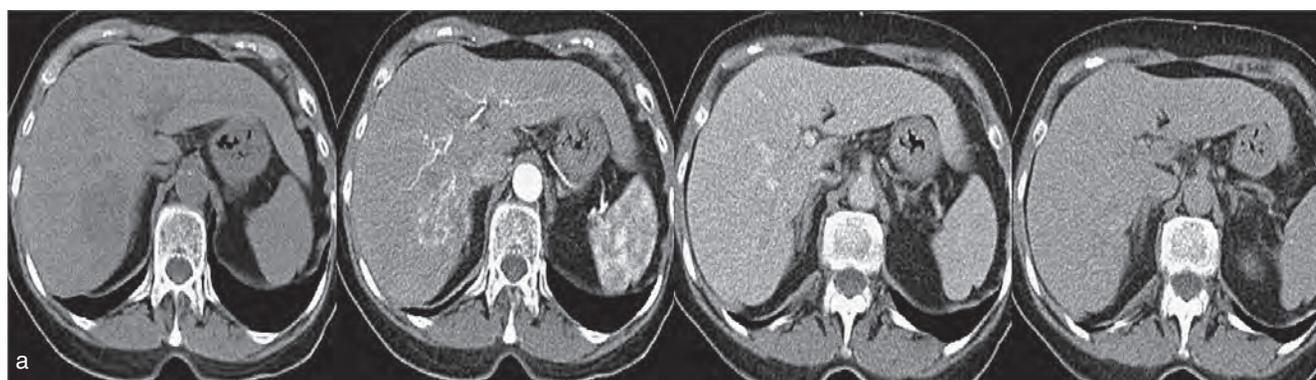
Без нативного сканирования в большинстве случаев обойтись невозможно, но и ограничиваться

лишь такими изображениями непростительно, ибо нам, профессионалам, доверяют, и подразумевается, что профессионал использует весь арсенал, весь резерв имеющихся современных диагностических технологий.

*Полумеры, полурешения недопустимы.* Поставленная диагностическая задача должна быть выполнена. Но ни в коем случае не «любой ценой», что глупо и неоправданно, а лишь четким попаданием в яблочко, когда используются достаточные силы и средства из множества доступных (**рис. 1.2.17, 1.2.18**).

*Так когда же можно довольствоваться только нативной компьютерной томограммой?*

Ответ таков: при поисковых программах (например, КТ всего тела), при подозрении на острый аппендицит, особенно у беременных, при исследовании легких, головного мозга, а также в большинстве случаев исследований в раннем послеоперационном



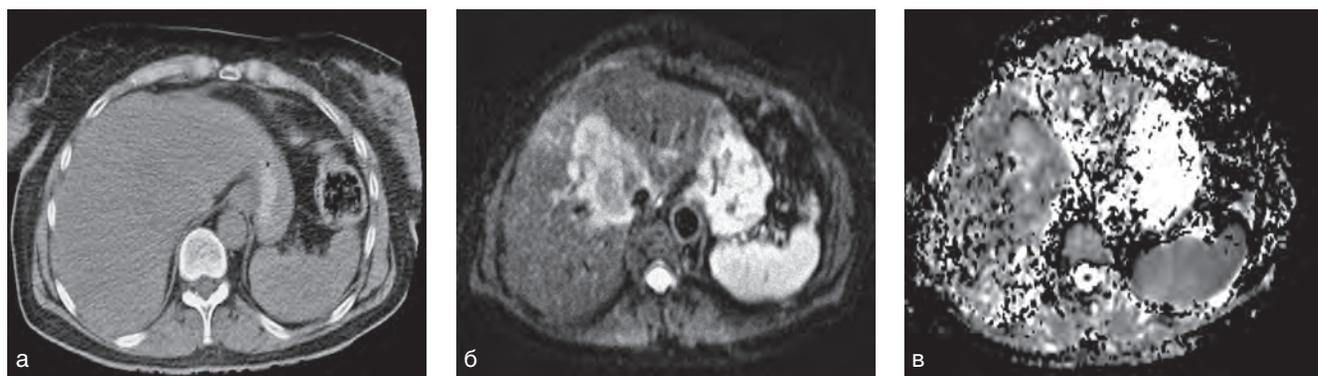
**Рис. 1.2.17.** Холангиоцеллюлярный рак: а — динамическая компьютерная томография с контрастным усилением выявила признаки контрастирования, типичные для злокачественной опухоли; б — принимая во внимание гистологическое строение опухоли и результаты иммуногистохимического исследования, морфологическую картину нужно классифицировать как холангиоцеллюлярный рак VII сегмента печени



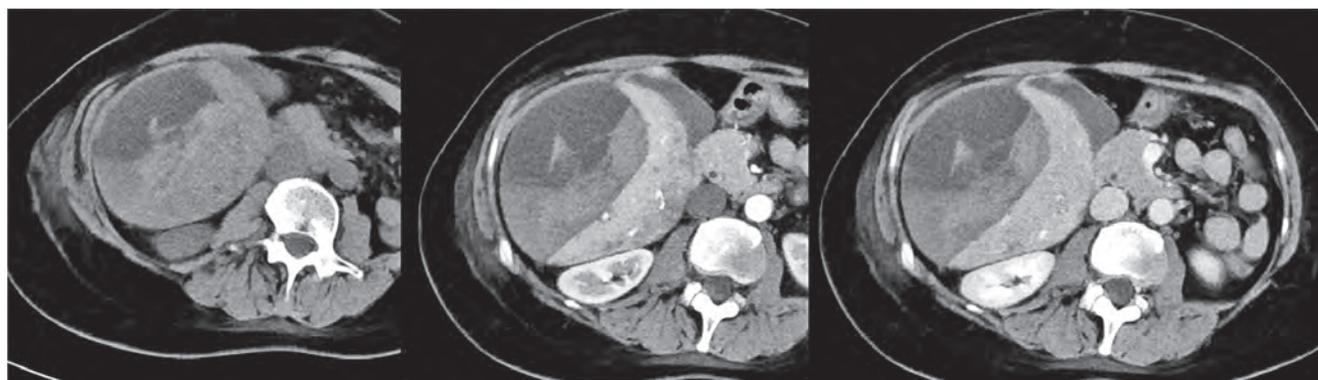
периоде, при явных КТ-признаках (красивой современной альтернативой термина «совокупность признаков» является определение «паттерн») неоперабельности и нерезектабельности опухолей, особенно в отдаленном послеоперационном периоде, при травме с подозрением на острое кровотечение и разрыв паренхиматозных органов (КТ-исследование может потребовать контрастного усиления, если источник кровотечения не найден или сомнителен)

(рис. 1.2.19). Наконец, при полученной конкретной информации на поставленный конкретный вопрос.

Литература



**Рис. 1.2.18.** Холангиоцеллюлярный рак: а — умеренно гиподенсная зона в области IV сегмента печени требовала дальнейшего диагностического решения; б — диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография с высоким b-фактором подтвердила наличие злокачественной опухоли (выраженное ограничение целлюлярности по ее периферии); в — на карте исчисляемого коэффициента диффузии при оценке диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии периферия образования темная, что типично для холангиоцеллюлярного рака. Пациентка была успешно оперирована, диагноз верифицирован иммуногистохимическим исследованием. Известный нам послеоперационный период наблюдения — более пяти лет. Трудоспособность сохранена



**Рис. 1.2.19.** Гематома правой доли печени. Кровотечение из ветви правой печеночной артерии. Особенно отчетливо источник кровотечения виден в артериальную фазу. Слоистость структуры гематомы указывает на длительный характер подтекания крови

### 1.3. ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ НАТИВНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Чем больше градаций серого у пикселей на матрице КТ-изображения, собранных в группы и «прорисовывающих» некие узнаваемые специалистом структуры, тем проще процесс диагностики. Хаотичное расположение разноплотностных пикселей делает КТ-картинку неприемлемой для восприятия, и мы расцениваем ее как «зашумленное» изображение.

Используя сканеры первых поколений, лучевые диагносты тоже пытались применять внутривенное контрастное усиление для повышения разрешающей способности КТ. В то время существовала даже «специальная» методика — КВ вводили внутривенно капельно в течение 20–30 мин и дольше. Длительная процедура КТ-сканирования и не требовала иного контрастирования. Скорость подачи КВ в кровеносное русло и скорость сканирования были адекватными по времени, иначе говоря, они соответствовали друг другу.

Естественно, что такое контрастирование сосудов было слабым и больше соответствовало тому изображению аорты, которое мы наблюдаем сейчас в отсроченную фазу болюсного контрастного усиления. Но это уже был шаг вперед. Стало понятно, что у врачей «работает мысль» и они стремятся соединить динамический процесс перемещения КВ по кровеносному руслу пациента с периодической фиксацией этого процесса в виде поперечного изображения тела во время пошагового КТ-сканирования.

Методика такого контрастного усиления была очень низкоэффективной, но перспективной, и ее совершенствовали очень скоро. А пока стремились хоть как-то изменить значения плотностей пикселей матрицы изображения. И достигали результата.

Сканируя легкие на максимальном вдохе и максимальном выдохе, оценивали воздушность легочной паренхимы и практически делали первые шаги на пути томографического изучения эмфиземы легких и вообще респираторных нарушений. Просили больных не принимать пищу перед КТ-исследованием, а еще лучше — и накануне.

Выполняли два типа контрастирования верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ): «черное», когда желудок и двенадцатиперстную кишку растягивали водой, и «белое», когда в качестве контрастирующего агента выступал слабоконцентрированный раствор йодистого вещества [20 мл 60% раствора натрия амидотризоата (Урографина\*) вливали в 3-литровый графин с кипяченой водой, отливали пациенту один-два стакана, а пациенты шутили, что мы их с утра «угощаем»]. Такой раствор действительно был слабоконцентрированным. Он хорошо визуализировался на компьютерных томограммах в просвете желудка, двенадцатиперстной кишки и даже в проксимальных отделах тонкой кишки, но практически никогда не определялся при рентгенографии. Уже тогда легко было наглядно продемонстрировать, каким чувствительным методом диагностики является КТ-исследование.

Если посмотреть научные публикации того времени, то все иллюстрации в них именно такие — КВ находится в просвете желудка и в петлях тонкой кишки. Однако при более интенсивном использовании внутривенного контрастирования в дальнейшем к такому заполнению просвета желудка стали обращаться все реже. Дело в том, что в артериальную фазу часто происходило математическое суммирование контрастированного просвета полого органа и его контрастированной стенки. Нужно было как-то их разграничивать. Вспомнили и опять вернулись к черному контрастированию. Оно и теперь доминирует в диагностике заболеваний ЖКТ (рис. 1.3.1).

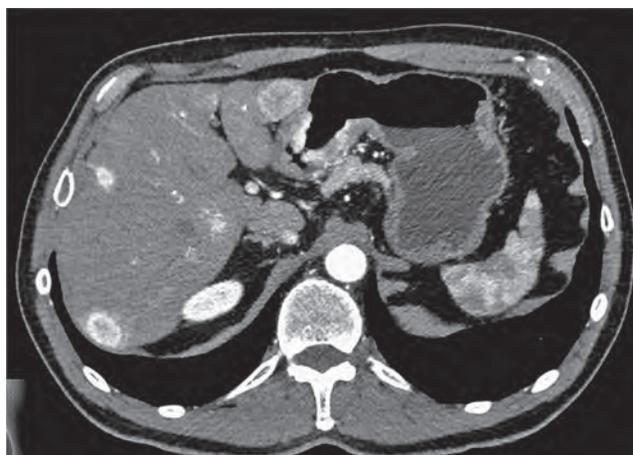
«Белое» контрастирование утратило актуальность? Нет, «белое» контрастирование не потеряло актуальности. Его используют для оценки возможной перфорации полого органа, когда наблюдают экстрavasацию КВ, то есть контрастирование за пределами стенки полого органа, а также для визуализации межплетельных абсцессов и вообще скопленной жидкости. На фоне белого просвета кишечных петель внеплетельные темные скопления жидкости смотрятся очень убедительно.

*А можно ли использовать для контрастирования кишки традиционный для классической рентгенологии бария сульфат?*

Традиционный ответ — нет, в «рентгенологических» концентрациях бария сульфат вызывает множественные линейные артефакты на КТ-сканах.

Но десятилетие назад существовал супермелкодисперсный компьютерно-томографический бария сульфат. Он не всасывался кишечной стенкой, что происходит с растворами йодистых препаратов, и по мере перемещения по ЖКТ его концентрация, а значит, и способность задерживать поток лучей, не менялась, чего нельзя сказать о йодистых рентгеноконтрастных препаратах. В дистальных отделах тонкой кишки контрастирование было слабым или вообще отсутствовало.

Жаль, что такой прекрасный препарат был снят с производства в одной из североамериканских



**Рис. 1.3.1.** Рак желудка. Просвет выходного отдела желудка контрастирован воздухом. На этом фоне четко выявляется гетерогенное контрастирование опухоли. Также видны гиперваскулярные очаговые образования в печени

стран (вот оно, реальное воплощение капиталистического принципа — нет прибыли, нет смысла в производстве, а то, что использование такого препарата полезно и важно для пациентов, — это вторично!).

*Всегда ли использовали/используют только контрастирование «сверху»?*

Нет, не всегда. При КТ-исследованиях всегда стремились применить все то, что уже было разработано в классической рентгенологии. Так, при КТ также стали вводить КВ ректально и также раздувать толстую кишку воздухом (**рис. 1.3.2**). Естественно, что для «чистоты» такого КТ-исследования кишку начинали готовить — очищали от содержимого.

Однако методики «ирригоскопии» на КТ как-то не прижились. Вероятно, еще и потому, что очень высока цена подготовки к новому исследованию стола томографа, начиненного электроникой, после неудачного удержания контрастной клизмы предыдущим пациентом.

В последние годы очищенную прямую кишку пациента расправляют воздухом. Воздух «прижился» в диагностическом процессе и стал одним из основных контрастирующих агентов при колоноскопии, которая получила название «виртуальная КТ-колоноскопия» (**рис. 1.3.3**). По возможности раздувать просвет кишки нужно не воздухом, а медицинским углекислым газом, он менее болезненно переносится пациентами.

*Куда еще вводили КВ или стремились это делать?*

Вариантов осталось немного.

Тампоны, смоченные в растворе рентгеноконтрастного вещества, вставляли женщинам во влагалище — и не просто вставляли, таким тампоном туго тампонируют своды влагалища. Считалось, что это облегчает дифференциальную диагностику гинекологических заболеваний.

Тугое тампонирование влагалища таким способом было проблемой. Да и высококонцентрированные растворы рентгеноконтрастных веществ были

проблемой тоже, так как они вызывали неприятные ощущения (ожоги) при контакте раствора КВ с нежными поверхностями стенок влагалища и шейки матки.

«Сверхметодикой» было введение КВ в полость матки и нагнетание его в маточные трубы — выполнение так называемой КТ-гистеросальпингографии. Методика не получила массового распространения.

Вот и все варианты. Как ни крути (в смысле как ни вращай рентгеновскую трубку в гентри вокруг оси тела пациента), а без внутривенного введения КВ обойтись было невозможно (**рис. 1.3.4**).

Когда на аппаратах КТ третьего поколения стали собирать информацию об одном скане в течение 20 с, это положило начало новым технологиям КТ. Стала развиваться так называемая *динамическая КТ* — в течение 3 мин на одном уровне можно было выполнить серию срезов и оценить динамику прохождения КВ через произвольно выбранную площадь тела пациента.

*Всегда ли динамическое сканирование было успешным?*

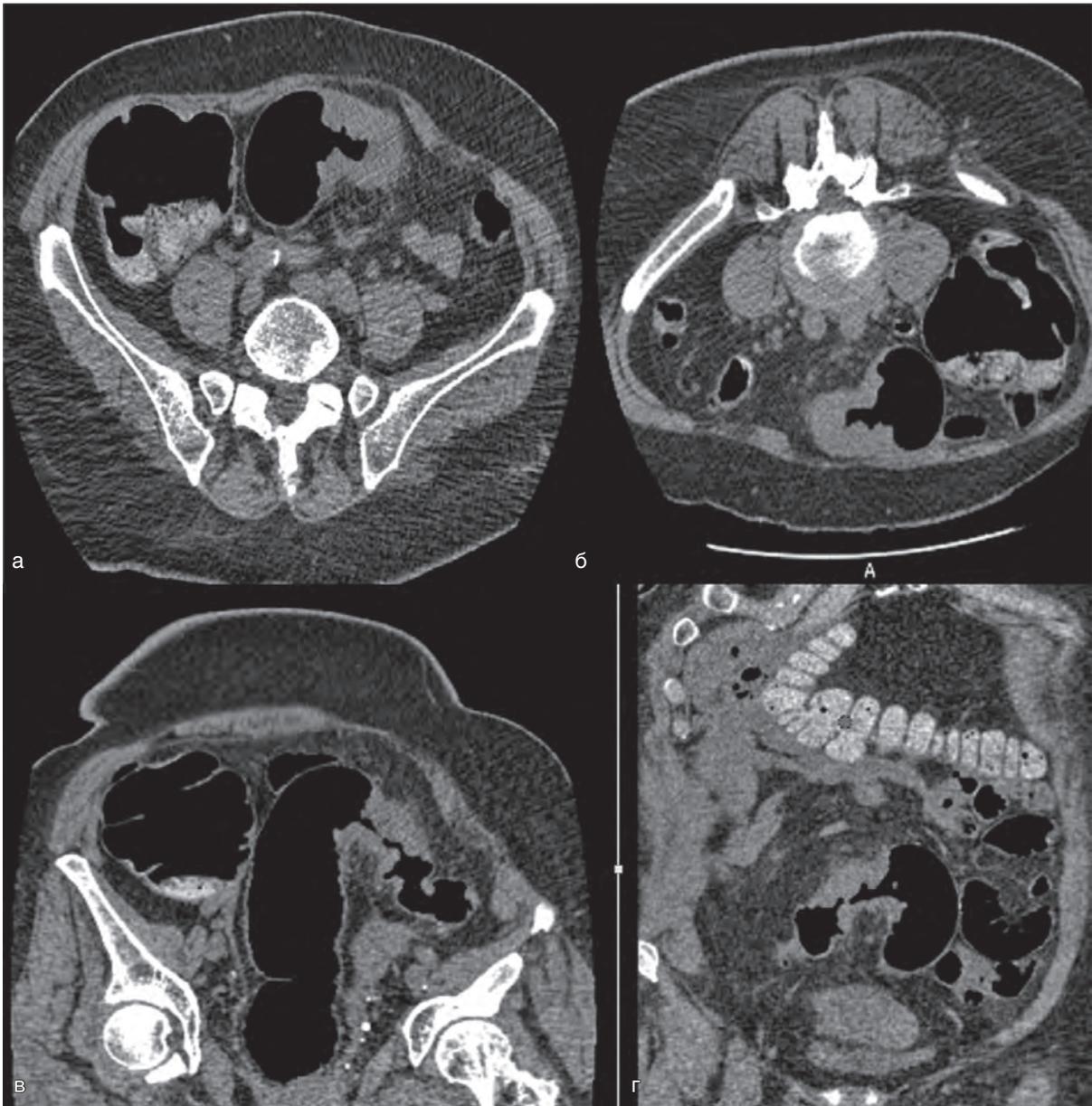
Нет, не всегда.

Ограничивали процесс сбора данных не только медленные сканеры, но и высокоосмолярные КВ. Когда их быстро, болюсно, вводили внутривенно, они раздражали баро- и хеморецепторы сосудистой стенки. У больных возникала болевая реакция, тошнота, рвота, другими словами — побочные эффекты. Диагностическая процедура часто заканчивалась санитарно-гигиенической обработкой стола компьютерного томографа или интенсивными терапевтическими мероприятиями для устранения побочных эффектов внутривенного введения больному высокоосмолярного рентгеноконтрастного вещества.

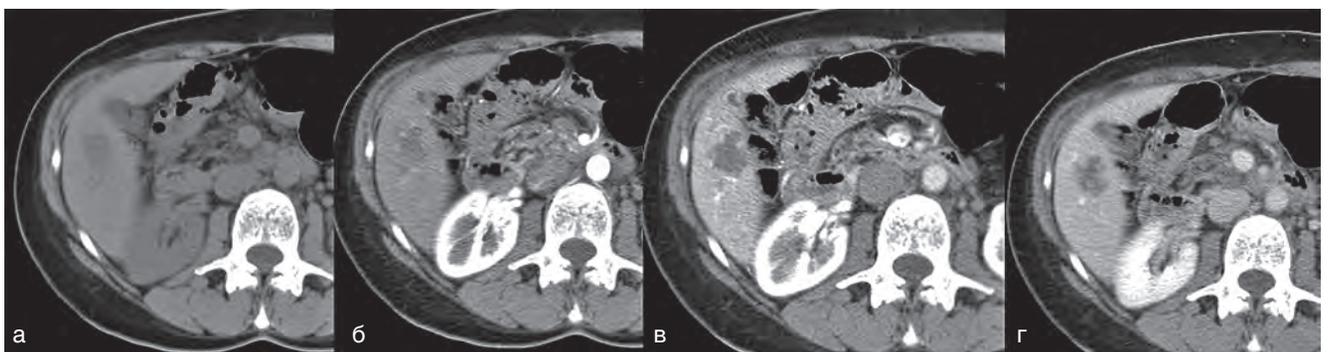
Расцвет технологий КТ-сканирования в сочетании с внутривенным введением КВ наступил с появлением в клинической практике неионных КВ. Практически одновременно с ними появились первые спиральные компьютерные томографы.



**Рис. 1.3.2.** Компьютерная томография малого таза. Белое контрастирование (наполнение мочевого пузыря экскретированной почками мочи, содержащей контрастное вещество, которое, в свою очередь, было введено внутривенно) выявляет объемное образование правой доли предстательной железы. Черное контрастирование (воздухом) использовано для оценки стенок ампулярного отдела прямой кишки



**Рис. 1.3.3.** Виртуальная колоноскопия: а — исследование на спине; б — исследование на животе. Оно выполняется для того, чтобы убрать «маскирующий эффект» кишечного содержимого. Прикрытая, например, полиповидная опухоль в положении пронации станет видимой; в, г — реконструкции в различных плоскостях позволяют более наглядно оценить опухоль дистального отдела сигмовидной кишки



**Рис. 1.3.4.** Гемангиома правой доли печени: а — нативное изображение; б — в артериальную фазу появляются яркие пятна контрастирования по периферии очагового образования; в — венозная фаза: контрастные пятна распространяются внутрь образования; г — отсроченная фаза: визуально очаговое образование уменьшается в размерах, так как плотность контрастированной периферии гемангиомы приближается к плотности контрастированной паренхимы печени