

Размещение рентгенодиагностических аппаратов в лечебно-профилактических учреждениях с учетом требований радиационной безопасности

Э.Г. Чикирдин

Научно-практический центр медицинской радиологии, Москва

Работающий рентгенодиагностический аппарат является добавочным к естественному радиационному фону (примерно 1 мЗв в год) источником ионизирующего излучения. Относительно низкий уровень радиационной опасности такого дополнительного облучения (1,5–2,0 мЗв в год) позволяет практически не затрагивать вопросы экологии. Однако радиационное воздействие на людей требует постоянного учета указанного фактора, что подчеркивается федеральным законом “О радиационной безопасности населения” (№ 3-ФЗ от 09.01.96 г.).

Подвергающиеся облучению лица разделяются на персонал, пациентов и население. Персонал конкретного лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), профессионально связанный с практическим использованием ионизирующего излучения, что фиксируется официальным приказом по учреждению, относится к группе А облучаемых лиц. Предел эффективной дозы персонала группы А составляет (по НРБ-99 и вышеназванному федеральному закону) 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год или до 1,0 Зв за 50 лет работы. Персонал ЛПУ, который по условиям работы находится в смежных помещениях, относится к группе Б облучаемых лиц. Предел дозы персонала группы Б равен 5 мЗв в год или не более 0,25 Зв за 50 лет работы. Если по условиям работы или проживания в смежных помещениях находится персонал другого учреждения (офис, магазин, ателье и т.п.) или жильцы, то этих лиц относят к группе облучаемых лиц “население”. Предел доз для лиц из населения в среднем составляет 1 мЗв в год.

Доза облучения для пациентов в общем случае не нормируется. Исключение составляет профилактическое обследование практически здоровых лиц, при котором годовая эффективная доза облучения не должна превышать 1 мЗв. При рентгенологическом исследо-

вании беременных доза, полученная плодом, не должна превышать 1 мЗв за 2 мес невыявленной беременности. В 1994 г. Минздрав России утвердил методические рекомендации “Контроль и ограничение дозовых нагрузок на пациентов при рентгенологических исследованиях” (М., 1994). В соответствии с указанными рекомендациями пациенты разделяются на три категории. Лиц с онкологическими заболеваниями и с наличием жизненных показаний относят к категории АД (рекомендуемая контрольная эффективная доза 300,0 мЗв в год). Пациенты, которым рентгенологическое исследование проводится в связи с заболеваниями неонкологического характера, – категория БД (контрольный уровень 30,0 мЗв в год). Практически здоровое население относят к категории ВД (эффективная доза 3,0 мЗв в год). После принятия вышеназванного федерального закона приведенные цифры были пересмотрены в сторону ужесточения – методические указания Минздрава России № 97/159. М., 1998.

Дозовые контрольные уровни, рекомендуемые для пациентов при рентгенологических обследованиях, приведены ниже:

Категория пациентов	Рекомендуемые дозовые контрольные уровни, мЗв/год
АД	150
БД	15
ВД	1,0

Подразумевается, что отдельную группу облучаемых пациентов составят пациенты педиатрической (“детской”) рентгенологии, что требует отдельного рассмотрения. Совершенно не учитываются дозы облучения животных.

Следует отметить, что разделение пациентов на категории АД и БД (Д – диагностика) достаточно условно и не всегда априорно известно. Тем более что эффективные дозы облучения пациентов изменяются не в 10 раз, а

от рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) до пленочной рентгенографии (ПРГ) в более широких пределах (3000 раз). Примером могут служить европейские данные A. Kaul et al.

Эффективная доза (мЗв) за типовое исследование в рентгенодиагностике приведена ниже:

Область исследования	Эффективная доза, мЗв
РКТ брюшной полости	30
РКТ грудной клетки	20
Ангиография	20
Толстая кишка	20
Тонкая кишка	18
Желудок	9
РКТ позвоночника	9
Желчный пузырь	7,1
Урография	4,65
Прочее (органы пищеварения)	3
РКТ черепа	2,5
Поясничный отдел позвоночника	2
Флебография	1,64
Брюшная полость	1,2
Таз	1,05
Грудной отдел позвоночника	0,7
Тазовая кость	0,54
Маммография	0,5
Грудная клетка	0,3
Шейный отдел позвоночника	0,2
Конечности	0,06
Череп	0,03
Остеоденситометрия	0,02
Зубы	0,01

Назначение смежных с рентгеновским кабинетом помещений фиксируется для уточнения вида облучаемых лиц в акте выбора помещений кабинета и закрепляется в техническом паспорте на рентгеновский кабинет. Оба документа оформляются и утверждаются территориальной ведомственной службой радиационной безопасности. В Москве такой службой является Научно-практический центр медицинской радиологии.

Уровень радиационного воздействия на людей определяется интенсивностью использования рентгеновского аппарата в данном учреждении. По частоте применения рентгенодиагностические кабинеты располагаются в следующей последовательности:

- кабинеты для общей рентгенодиагностики (рентгеноскопия, рентгеноскопия с прицельными снимками, рентгенография, томография);

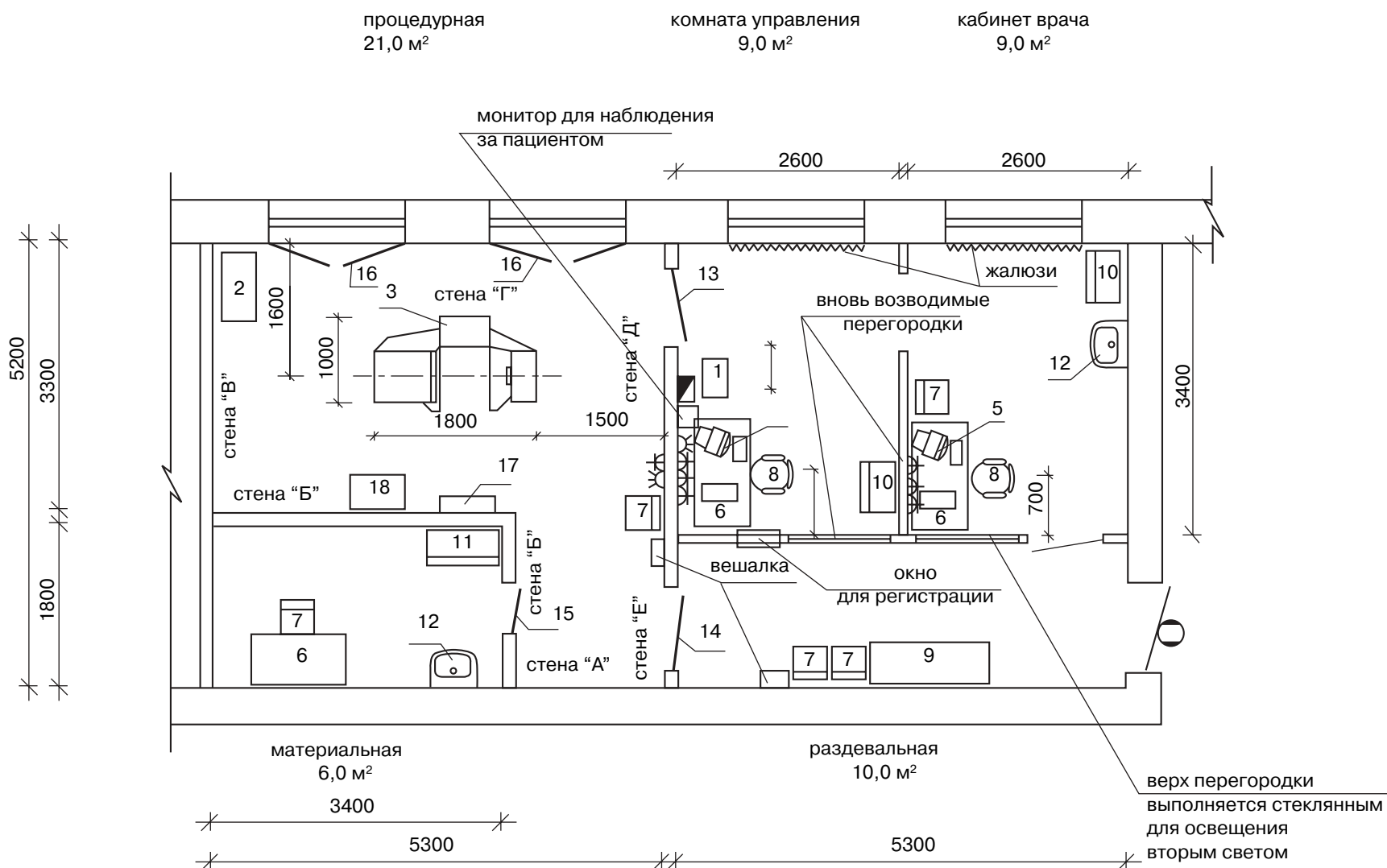
- кабинеты для пленочной или цифровой флюорографии;
- кабинеты для пленочной или цифровой рентгеностоматологии (внутриоральные снимки, панорамная томография);
- кабинеты для маммографии (в нашей стране – пленочной);
- кабинеты для пленочной или цифровой ангиографии;
- кабинеты для рентгеновской компьютерной томографии (только цифровые);
- кабинеты для остеоденситометрии (только цифровые);
- рентгенооперационные с хирургическим рентгеновским аппаратом типа “С-арм” с УРИ;
- рентгенооперационные для литотрипсии с рентгенологическим контролем с УРИ.

Отдельно рассматриваются рентгенография в палатах стационара и рентгенография в выездных условиях (на дому). Использование палатных рентгеновских аппаратов узаконено, на них отдельно оформляется технический паспорт и прочая документация. Разработка условий рентгенографии на дому находится в стадии детализации, так же как исследование животных в ветеринарных рентгеновских кабинетах.

Учет интенсивности использования рентгеновского кабинета (его процедурной) производится по величинам рабочей нагрузки (мА мин/нед) и близкому к максимальному значению анодного напряжения (кВ). Эти величины используются при расчете и контроле процедурной и смежных помещений. В качестве примера приведем утвержденные на сегодня (СанПиН-99) нормативы (табл. 1).

Уровень радиационного воздействия на людей определяется продолжительностью их нахождения в сфере действия излучения. Известно, что персонал кабинета работает в одну смену (количество смен $n = 1$), а весь кабинет может работать максимально в две смены. Тогда для проживающего смежно населения количество смен равно 2. Для персонала, работающего в смежных помещениях, продолжительность облучения из-за более длительного рабочего дня составит $n = 1,3$. Отсюда принятые продолжительности облучения (табл. 2).

Реально длительность облучения людей зависит также от их месторасположения, что принято учитывать коэффициентом занятости Т.



Технологическое решение флюорографического кабинета для цифровой флюорографии с аппаратом "Ренекс-Флюоро". 1 – пульт управления, 2 – питающее устройство, 3 – флюорограф с подъемником для камеры и излучателя, 4 – АРМ рентгенолаборанта, 5 – АРМ врача-рентгенолога, 6 – однотумбовый письменный стол (стол врача), 7 – стул, 8 – кресло, 9 – кушетка, 10 – шкаф для документов, 11 – шкаф для запчастей, 12 – умывальник, 13–15 – защитные двери, 16 – защитные ставни, 17 – устройство защиты отключения, 18 – шкаф.

Таблица 1. Недельная рабочая нагрузка W и напряжение U на рентгеновской трубке

Аппаратура рентгеновского кабинета	W, мА мин/нед	U, кВ
1. Рентгенодиагностический комплекс с полным набором штативов (1-е, 2-е и 3-е рабочие места)	1000	100
2. Рентгеновский аппарат для рентгеноскопии (1-е рабочее место – поворотный стол-штатив (ПСШ))		
– в вертикальном положении ПСШ	800	100
– в горизонтальном положении ПСШ	200	100
3. Рентгеновский аппарат для рентгенографии (2-е и 3-е рабочие места – стол снимков и стойка снимков)	1000	100
4. Рентгенофлюорографический аппарат без защитной кабины	4000	100
5. Рентгенофлюорографический аппарат с защитной кабиной	2000	100
6. Рентгенофлюорографический малодозовый аппарат с цифровой обработкой изображения	400	100
7. Ангиографический комплекс	1000	100
8. Хирургический передвижной аппарат с УРИ	200	100
9. Палатный аппарат, панорамный томограф, аппарат для литотрипсии	200	90
10. Рентгеноурологический аппарат (стол)	400	90
11. Маммограф	200	40
12. Остеоденситометр для конечностей	100	70
13. Остеоденситометр для всего тела	200	Номинальное
14. Дентальный аппарат (без визиографа)	200	70
15. Дентальный аппарат (с визиографом или высокочувствительной одномоментной пленкой)	40	70
16. Рентгеновский компьютерный томограф	400	125

Коэффициент занятости рабочих помещений и территорий приведен ниже:

Объекты пребывания	T
Эпизодическое пребывание (подвал, чердак, техэтаж)	0,06
Территория	0,12
Палаты, коридоры, уборные	0,25
Постоянное пребывание (жилые и рабочие помещения)	1,00

Тогда с учетом длительности облучения и коэффициента занятости допустимая мощность дозы рентгеновского излучения (ДМД) за стационарной защитой процедурной имеет следующие значения:

Таблица 2. Продолжительность облучения разных групп персонала и населения

Группа	Тр, ч/год	N
Персонал группы А	1500	1
Персонал группы Б	2000	1,3
Население	3000	2

Помещение, территория

ДМД, мкГр/ч*

Помещения постоянного пребывания персонала группы А (процедурная, комната управления, комната приготовления бария, фотолаборатория, кабинет врача и др.)	13,0
Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета, имеющие постоянные рабочие места персонала группы Б	2,5
Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета, без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая и др.)	10,0
Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и др.)	40,0
Палаты стационара, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета	1,3

Помещение, территория	ДМД, мкГр/ч*
Территория, прилегающая к наружным стенам процедурной рентгеновского кабинета	2,8
Жилые помещения, смежные с процедурной рентгено-стоматологического кабинета	0,3

* Учитывая, что 1 мкЗв численно равен 1 мкГр.

Наконец, при расчете радиационной защиты принято учитывать направленность первичного пучка рентгеновского излучения с помощью вновь введенного коэффициента направленности N:

Вид и движение при исследовании пучка излучения	N
Первичный статичный пучок излучения	1,0
Первичный подвижный при исследовании пучок излучения	0,1
Только рассеянное излучение	0,05

При размещении рентгеновского кабинета обращают внимание на

- размещение кабинета в здании;
- размещение аппарата (излучателя) в процедурной кабинета.

Размещение нового кабинета определенного профиля для ЛПУ подчинения Комитета здравоохранения Москвы производится на основании положительного решения главного внештатного специалиста Комитета по лучевой диагностике, поскольку именно он несет ответственность за состояние службы в городе. При этом учитывается клиническая целесообразность кабинета данного профиля, диагностическая информативность методического решения, эффективность технического оснащения, пропускная способность, радиационная безопасность пациентов и персонала, подготовленность рентгенологов.

Официальное согласие на размещение кабинета дается органами Госсанэпиднадзора (СанПиН-99, п. 5.1). При этом учитывается, чтобы кабинет не размещался в жилых зданиях, кроме разрешенных рентгеностоматологических кабинетов, не размещался в детских учреждениях (там же, п. 5.2). Процедурная не

должна находиться смежно с палатами для беременных и детей, а сам кабинет под помещениями (бассейны, душевые, уборные и т.п.), откуда возможно протекание воды через перекрытие (п. 5.4). Ориентация окон рентгеновского кабинета для рентгеноскопии и фотолaborатории предпочтительна в северо-восточном направлении (п. 5.30).

Размещение аппарата в процедурной производится в соответствии с технологическим проектом на кабинет, который согласовывается ведомственной службой радиационной безопасности (для Москвы – НПЦ медицинской радиологии городского Комитета здравоохранения). Дело в том, что только эта служба, включающая представителей клинической и технической направленности, может дать всестороннее заключение о целесообразности и правильности технологического решения кабинета.

При этом, согласно СанПиН-99 (п. 5.25), размещение рентгеновского аппарата должно производиться таким образом, чтобы первичный пучок излучения был направлен в сторону капитальной стены, за которой размещается менее посещаемое помещение. Не следует направлять прямой пучок излучения в сторону смотрового окна (комнаты управления, защитной ширмы).

Для контроля за положением и состоянием пациента должно быть предусмотрено защитное смотровое окно (п. 5.26). В комнате управления допускается установка второго рентгено-телевизионного монитора.

В качестве примера приводим размещение аппаратуры в кабинетах для цифровой флюорографии с аппаратом “Ренекс-Флюоро” (рисунк). В типовом помещении пленочного флюорографа с неизменяемой по площади процедурной (21 м²) большое помещение для регистратуры и раздевания пациентов переоборудуется в комнату управления с регистратурой (9 м²), в кабинет врача (9 м²) и в раздевальную (10 м²). Бывшая фотолaborатория за ненадобностью переоборудуется в материальную (8 м²).

Приведенное проектное решение реализовано более чем в 50 городских поликлиниках Москвы и хорошо себя зарекомендовало.

Для каждого специалиста-медика представляет интерес статья О.П. Щепина и Е.А. Тишук "Формирование медико-демографических процессов в Российской Федерации", опубликованная в "Вестнике Российской Академии медицинских наук" (2001. № 5). В статье приведены данные о естественной динамике населения России в период с 1987 г. по первую половину 2000 г. Подробно рассмотрены сведения о естественной убыли населения, а также о динамике эмиграции в некоторые зарубежные страны и динамике рождаемости. По данным авторов, исчисленная ожидаемая продолжительность жизни граждан России в 1999 г. составляла 59,8 лет для мужчин и 72,2 года для женщин.

В передовой майского номера журнала "Терапевтический архив" (2001. № 5) В.А. Насонова и Н.Г. Халтаев сообщили о многодисциплинарной акции – международном десятилетии болезней костей и суставов. Открытие этой акции состоялось в Женеве в январе 2000 г. на рабочем совещании ВОЗ. Были сформулированы четыре важных направления – болезни суставов и позвоночника, остеопороз, тяжелая травма конечностей – с точки зрения объективной оценки влияния этих патологических процессов на качество жизни больных во всех возрастных группах и на общество в целом. В статье, в частности, указано, что количество больных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата в России за 10 лет (1988–1997) выросло с 7,5 до 11,2 млн., т.е. более чем на 49%. Временная нетрудоспособность по этим болезням занимает 2-е место в днях и 3-е – в случаях среди всех классов болезней. 46% впервые получивших инвалидность были в возрасте моложе 44 лет (женщины) и 49 лет (мужчины). Авторы подчеркивают важность кооперации всех специалистов, участвующих в диагностике и лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата.

В журнале "Терапевтический архив" (2001. № 7) помещена лекция Е.Е. Гогина "Сочетанные радиационные поражения: клинические синдромы, динамика кожных ожогов, возможные элементы патогенеза". Особое внимание в лекции уделено результатам обследования более 130 молодых мужчин, пострадавших при авариях атомных подводных лодок в 1961 и 1968 гг. Поражения были связаны с действием гамма- и бета-излучения, а также с ингаляционным поступлением в организм радиоактивных газов и аэрозолей. Сочетанная лучевая болезнь, по данным Е.Е. Гогина, является особой формой острой лучевой болезни и характеризуется интеграцией гематологического синдрома и распространенных местных радиационных поражений.

Практическому врачу будет полезен хороший обзор проблемы диагностики минимального рака молочной железы, представленный В.В. Семиглазовым и П.И. Крживицким в журнале "Вопросы онкологии" (2001. № 1). Обзор основан на собственных данных авторов и анализе некоторых зарубежных исследований. Для читателей – практиков врачей может быть также интересен очень краткий, но сожалею, обзор О.В. Кокуевой, О.А. Усовой и Н.В. Новосела "Диагностика заболеваний поджелудочной железы: прошлое, настоящее и будущее" (Клиническая медицина. 2001. № 5).

Недостаточное внимание в отечественной печати было уделено современной лучевой диагностике медиастина. Этот пробел в известной степени восполняет статья М.М. Абакумова, Т.Г. Бармина и А.И. Ишмухаметова "Рентгеновская компьютерная томография в диагностике медиастина" (Хирургия. 2001, № 7). Авторы провели ретроспективный анализ результатов компьютерной томографии у 21 больного, находившегося на лечении в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского по поводу острого медиастина. Компьютерную томографию выполняли на аппарате СТ МАХ-320. В статье подробно описана и проиллюстрирована симптоматика медиастина в зависимости от локализации процесса, его распространенности и стадии развития.

В работе "Локальная лучевая терапия в комплексном лечении ревматоидного артрита" (Терапевтический архив. 2001. № 5) И.М. Марусенко, В.К. Игнатъев, А.Е. Здоров обобщили наблюдения над 175 пациентами, страдавшими ревматоидным артритом. Были изучены как ближайшие, так и отдаленные результаты лечения болезни. Авторы пришли к выводу, что локальная лучевая терапия позволяет повысить эффективность медикаментозной терапии больных. Наибольший успех был достигнут при использо-

вании радиоизотопной синовэктомии и дистанционной гамма-терапии, которые оказывали противовоспалительное и иммуносупрессивное действие. Рентгенотерапия характеризовалась только кратковременным противовоспалительным эффектом. Все виды локальной лучевой терапии наиболее эффективны в ранние сроки заболевания при минимальной и умеренной активности ревматоидного артрита.

К. Shanmuganathan (HospitaMedica International. 2001. V. 19. № 3) сообщил о перспективности применения спиральной компьютерной томографии при обследовании пострадавших с огнестрельными и колотыми ранами туловища. Он исследовал 95 мужчин и 9 женщин. У 35 из них по томограммам было установлено повреждение брюшины, причем в ряде случаев оно не предполагалось по данным обычного рентгенологического исследования. В 22 из этих случаев оказалось необходимым хирургическое вмешательство. При негативных результатах спиральной компьютерной томографии не требовалось стандартного наблюдения в клинике в течение 3–5 дней, и пациентов выписывали спустя 12 ч. Благодаря этому снижались госпитальные расходы.

J.M. Levin et al. (Radiology. 2001. V. 218. № 3) сравнили результаты обычной и цифровой маммографии при обследовании 4945 женщин в возрасте 40 лет и старше. С помощью обычных маммограмм было выявлено 22 рака молочной железы, а при цифровой маммографии – 21 рак. Таким образом, авторы не смогли установить различий между указанными методиками в диагностике рака молочной железы. I. Vizcaino et al. (Radiology. 2001. V. 219. № 2) сообщили о результатах наблюдений за непальпируемыми образованиями молочной железы, которые были обнаружены при маммографии и расценены как доброкачественные. Соответствующие изменения были выявлены у 795 (5,8%) из 13 790 женщин в возрасте от 45 до 65 лет и выражались в участках ассиметричной структуры, локальных образованиях и обызвествлениях. Всем этим женщинам повторяли маммографию каждые 6 мес в течение 6 лет. За этот срок картина осталась стабильной у 788 женщин (99%). У 7 женщин были отмечены изменения, что заставило прибегнуть к биопсии. Были найдены два случая протокового рака (один – с инвазией и один – с микроинвазией). Авторы считают целесообразной рекомендуемую ими методику наблюдения за доброкачественными образованиями в молочных железах.

L.W. Brady et al. (Radiology. 2001. V. 219) подчеркнули значительный прогресс радиационной онкологии в последний период XX века, связанный с успехами диагностики опухолей и комплексным использованием лучевых, хирургических и медикаментозных методов лечения. По данным авторов, к концу XX века пятилетняя выживаемость при болезни Ходжкина составила более 90%, при раке шейки матки – 70–80%, раке эндометрия – более 90%, раках ободочной и прямой кишки – 85%, раке молочной железы – 80%, раке предстательной железы – 80%. Но при раке мочевого пузыря пятилетняя выживаемость была равна лишь 50%, раке пищевода – 15%, раке легких – 15–20%.

В.Н. Эктов с соавт. сообщили об успешных результатах малоинвазивных хирургических вмешательств в лечении больных с абсцессами брюшной полости (Хирургия. 2001. № 8). Под наблюдением авторов находились 72 пациента в возрасте от 16 до 75 лет. У этих больных были выявлены 77 абсцессов. Основное значение в диагностике имели рентгенологические (включая рентгенотелевидение) и ультразвуковые методы исследования. В зависимости от размеров гнойной полости применяли пункцию содержимого абсцесса или его дренирование. Вмешательство осуществляли под местной анестезией и под контролем ультразвукового и рентгенотелевизионного исследования.

В том же номере журнала "Хирургия" М.М. Абакумов с соавт. осветили роль ультразвуковых методик в определении лечебной тактики при повреждениях селезенки на основании 86 наблюдений (из них у 64 пострадавших было изолированное повреждение селезенки). Чувствительность УЗ-метода составила 83%, специфичность – 99%, точность – 97%. Ультразвуковое наблюдение в динамике позволяло ограничиваться консервативным лечением или – при нарастании гематомы, наличии в ней кровотока, увеличении селезенки – рекомендовать хирургическое вмешательство.