

С.Ю. Ломаков

ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОНКОЛОГИИ

ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий», Минздрава России,
г. Санкт-Петербург

В условиях стремительного развития полостной и лапароскопической хирургии, внедрения в практику прецизионных малоинвазивных технологий лечения крайне актуальной является разработка и внедрение лучевых диагностических обследований и оценка их эффективности. Это позволяет не только сократить диагностический период, избежать излишней лучевой нагрузки, ограничить экономические издержки пациентов и лечебных учреждений, но и выбрать правильную стратегию лечения больных [4, 16, 19, 24, 28, 36].

Внедрение в клиническую практику новых методов медицинской визуализации — магнитно-резонансной томографии (МРТ), позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) существенно расширило возможности диагностики различных, в том числе онкологических, заболеваний.

Благодаря широкому использованию МРТ в современной онкологии удалось значительно повысить эффективность диагностики опухолей различных локализаций, прежде всего, головного мозга, печени, опорно-двигательной системы и органов малого таза [7, 18, 35]. МРТ обладает многими достоинствами, в число которых входят превосходное контрастирование при визуализации мягких тканей, отсутствие лучевой нагрузки, возможность получения срезов и проекций изображаемого объекта во всех плоскостях, а также использования различных видов контрастных веществ [9, 15].

Метод ПЭТ наиболее востребован именно в онкологии: 90% всех ПЭТ-исследований в мире проводится для обследования онкологических больных [39, 44]. ПЭТ является уникальным инструментом диагностики злокачественных опухолей на достаточно ранних стадиях их развития, а также диагностики регионарных и отдаленных метастазов сразу во всех анатомических областях у онкологического больного. ПЭТ является единственным методом, позволяющим дать количественную характеристику метаболизма опухолевых клеток, установить степень злокачественности опухоли, а также ее реакции на проводимое лечение [48].

Техническое и фармакологическое обеспечение высокотехнологичных методов диагностики онкологических заболеваний

Одной из приоритетных задач лучевой диагностики является внедрение современной аппаратуры [5, 41, 42]. Технология ПЭТ базируется на использовании клинического циклотрона, радиохимического комплекса и позитронного эмиссионного томографа. Позитронные томографы снабжены кольцевой детекторной системой, что позволяет собирать информацию в трехмерном пространстве с одновременным сканированием всего тела [10, 39]. В последние годы разрабатываются позитронные эмиссионные томографы и агрегатные комплексы (гибридные аппараты типа ПЭТ/КТ для компьютерного совмещения анатомических и метаболических изображений — «fusion imaging» [10, 39].

МР-томографы разделяются на 5 типов в зависимости от величины магнитной индукции: ультранизкие (ниже 1 Т), низкие (0,1–0,5 Т), средние (0,5–1,0 Т), высокие (1,0–2,0 Т) и ультравысокие (свыше 2,0 Т). Такая классификация имеет смысл с точки зрения принципиальной характеристики аппарата: разрешающей способности, возможности сверхбыстрого получения изображения, спектроскопии [40].

Перспективным направлением в повышении эффективности использования высокотехнологичных методов диагностики опухолей является разработка и внедрение в клиническую практику новых, усовершенствованных радиофармацевтических препаратов (РФП) [38]. Из всех методов лучевой диагностики именно для МРТ и ПЭТ характерно наибольшее многообразие применения новых контрастных средств [31, 35].

ПЭТ в онкологии базируется, главным образом, на определении фиксации РФП в опухолевых тканях (визуализируя их положительным контрастом). Для ПЭТ-обследования применяют получаемые в ускорителях позитрон-активные радионуклиды: ^{18}F , ^{11}C , ^{13}N и ^{15}O . Поскольку позитрон-излучающие радионуклиды являются ультракороткоживущими (от 2 мин. до 2 час.), циклотрон, на котором они нарабатываются, должен находиться непосредственно в кли-

нике. Синтез и контроль качества нарабатываемых РФП обеспечивается радиохимическим комплексом [10].

При клиническом применении ПЭТ в большинстве диагностических центров используется коммерчески легко доступный препарат ¹⁸F-фтордезоксиглюкоза (¹⁸F-ФДГ), имеющий оптимальные и хорошо проверенные на практике возможности для функциональной визуализации опухолевых процессов. Проникновение ¹⁸F-ФДГ в клетку происходит в соответствии с физиологическими механизмами обмена глюкозы. Скорость выведения фосфорилированной ФДГ очень низкая, поэтому в опухолевых клетках, потребность которых в глюкозе повышена, препарат накапливается в большей степени, чем в здоровых. Это позволяет дифференцировать опухоли и метастазы от здоровых тканей. При использовании полнокольцевой ПЭТ-системы возможна визуализация опухолевых очагов размером менее 1 см [13]. Вторым по частоте применения при ПЭТ-исследованиях в онкологии является ¹¹C-метионин. Обосновано приоритетное использование данного препарата в диагностике опухолей головного мозга [33]. Вода, меченная ¹⁵O (H₂¹⁵O), является свободно диффундирующим индикатором, ее распределение в организме отражает процессы реальной перфузии. ПЭТ с H₂¹⁵O позволяет неинвазивно оценивать регионарную перфузию органа.

Перспективным для использования при МР-томографических исследованиях является контрастный парамагнитный препарат магневист (димеглюмина гадопентат, Gd-DTPA). Показано [3,25], что его применение значительно повышает разрешающую способность МРТ в ранней и дифференциальной диагностике новообразований, существенно сокращая при этом время обследования больного.

Применение высокотехнологичных методов исследования в диагностике онкологических заболеваний различных локализаций

В 2000 г. в Германии проходила междисциплинарная научная конференция «Онко-ПЭТ», в ходе которой специалистами был проведен систематизированный анализ показаний к применению ПЭТ в онкологии. Показания к использованию ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ разделены на четыре группы: 1а—«применение ПЭТ однозначно эффективно», 1б—«применение ПЭТ вероятно эффективно», 2—«применение ПЭТ эффективно в отдельных случаях», 3—«эффективность применения ПЭТ не доказана», 4—«клиническая эффективность выявлена только в очень редких случаях» [68]. Согласно заключению участников

конференции, ПЭТ-исследование необходимо в следующих случаях (группа показаний 1а):

- при опухолях в области головы и шеи—определение стадии поражения лимфатических узлов;
- при раке щитовидной железы—оценка эффективности терапии опухоли;
- при раке легкого—дифференциация злокачественных узлов от доброкачественных у больных с повышенным операционным риском, определение стадии поражения лимфатических узлов при немелкоклеточном бронхиальном раке, диагностика рецидивов и стадирование отдаленных метастазов;
- при раке пищевода—определение стадии поражения лимфатических узлов или отдаленных метастазов;
- при раке поджелудочной железы—дифференциация воспаления и злокачественных изменений;
- при колоректальных новообразованиях—диагностика рецидивов;
- при лимфоме Ходжкина—стадирование;
- при злокачественной меланоме—диспансерное наблюдение при pT3 и pT4, диагностика рецидивов.

Специалисты из США [61], проанализировав и обобщив данные большого количества литературных источников, представили сведения о диагностической ценности ПЭТ при злокачественных новообразованиях различных локализаций в сравнении с другими методами исследования (табл. 1).

ПЭТ используется не только для диагностики новообразований и их метастазов, но также для планирования и мониторинга терапии онкологических больных.

Таблица 1.

Диагностическая ценность ПЭТ и других методов исследования в онкологии [6]

Тип опухоли	Диагностическая ценность (%)	
	ПЭТ	Другие методы
Рак молочной железы	89	67
Рак толстой кишки	94	80
Рак желудка и пищевода	83	60
Рак головы и шеи	87	65
Рак печени	93	81
Рак легких	82	68
Лимфома	88	64
Рак поджелудочной железы	81	65
Рак матки	87	43

Большие надежды специалистов в области лучевой диагностики связаны с внедрением в клиническую практику метода диффузионно-взвешенной МРТ (ДВ-МРТ). При всех существенных преимуществах метода ПЭТ он имеет ряд ограничений, сужающих возможности его

использования и не позволяющих применять метод ПЭТ в качестве скринингового. Эти ограничения обусловлены, прежде всего, технической сложностью и высокой стоимостью методики (помимо того, следует иметь в виду наработку РФП, его транспортировку и использование. Помимо медицинского персонала, требуют дополнительного штата сотрудников других специальностей. В связи с этим в последние годы предпринимаются попытки использования 3D-ДВ-МРТ для определения распространенности опухолевого заболевания [11,15,42,64]. Метод дает возможность оценивать движение молекул воды на уровне клеток и позволяет визуализировать ткани с высоким содержанием воды. Этот факт является большим преимуществом метода ДВ-МРТ: как и при ПЭТ, оцениваются не морфологические, а молекулярные изменения в тканях. Малая продолжительность исследования и невысокая (по сравнению с ПЭТ) стоимость позволяют использовать ДВ-МРТ в качестве скринингового метода при обследовании онкологических больных.

Применение ПЭТ, безусловно, эффективно при так называемом CUP-синдроме (cancer of unknown primary — рак с неясной первичной локализацией). ПЭТ, обладающая высокой специфичностью и чувствительностью, является в настоящее время приоритетной методикой в оценке распространенности заболевания у онкологических больных [46,67].

В настоящее время основными методами исследования при опухолях головного мозга являются МРТ и, в меньшей степени, рентгеновская КТ, дающие подробную информацию о структурных и некоторых функциональных изменениях. Поэтому эти методы должны предшествовать ПЭТ. Скомбинированные вместе они дают ценную в клиническом и научном отношении структурно-функциональную карту мозга. Очень важен адекватный выбор РФП, зависящий от имеющейся патологии, характера выявленных структурных изменений и необходимостью оценки того или иного биохимического процесса [29].

Работа Н.А. Костеникова и др. [17] посвящена выбору оптимального РФП для ПЭТ-диагностики опухолей головного мозга. Они, исследуя новый отечественный РФП ^{11}C -бутират натрия, установили, что он обладает высокой чувствительностью (94,8%) при выявлении новообразований головного мозга. Авторы считают, что при динамической ПЭТ с помощью данного препарата возможно в пределах одного исследования оценивать степень васкуляризации, уровень метаболизма, скорость захвата и утилизации жирных кислот в опухолях и косвенно судить о степени их оксигенации, что имеет про-

гностическое значение при планировании консервативного лечения опухолей головного мозга.

Радиоизотопные методы исследования отличаются более низкой разрешающей способностью по сравнению с КТ. Вследствие этого, а также из-за отсутствия специфических опухолевых РФП роль указанных методов в диагностике опухолевых поражений органов грудной полости относительно невелика. В то же время, при так называемом «синдроме одиночного очага» в легком, когда невозможно определить природу очага поражения с помощью рентгенологических методов исследования, данные ПЭТ с ^{18}F -ФДГ и ОФЭКТ с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетатом могут иметь решающее значение [47, 52, 62].

К.Н. Bohuslavizki и соавт. [45] сравнивали чувствительность, специфичность и диагностическую точность ПЭТ с ^{18}F -ФДГ и рентгеновской КТ в выявлении одиночного очага у 29 больных раком легкого. По данным авторов, чувствительность метода ПЭТ составила 76%, а КТ — 65%; показатели специфичности — соответственно 98% и 87%, диагностической точности — 93% и 82%. ПЭТ является наиболее информативным методом в ранней оценке эффективности лечения онкологических заболеваний органов грудной полости, о чем свидетельствуют результаты многих исследований [47,48,53,54]. В то же время, в литературе отмечается, что использование данного метода в первичной диагностике опухолей средостения ограничено в связи с тем, что из-за физиологического накопления РФП в миокарде левого желудочка и эндотелии крупных сосудов высока вероятность ложноположительных результатов [55].

МРТ является высокоинформативным методом визуализации патологических изменений средостения. Благодаря высокой интенсивности сигнала от жировой ткани, указанный метод обеспечивает высокую дифференциацию различных анатомических структур средостения и визуализацию его опухолевых поражений. С помощью МРТ удается установить прорастание опухоли в грудную стенку, перикард, поражения лимфатических узлов, сдавление и инвазию крупных сосудов при раке легкого, лимфомах и других новообразованиях [22,26,58,63]. При новообразованиях легких чувствительность МРТ с высокой магнитной индукцией достигает 100%, специфичность — 94%; при опухолях средостения соответствующие показатели равны 100% и 100%, при увеличенных лимфоузлах средостения 91% и 99%; при прорастании средостения чувствительность метода составляет 91%, специфичность — 95% [2].

ПЭТ — эффективный метод выявления отдаленных метастазов рака желудка. По чувствительности и специфичности ПЭТ существенно

превосходит КТ: 69% и 93% против 46% и 73% соответственно. Безусловно, выявление отдаленных метастазов существенно меняет тактику лечения вплоть до отказа от хирургического вмешательства. Трудности диагностики, типичные для ПЭТ: ложноотрицательные случаи описаны при малых размерах очагов, локализованных в легких и печени, а также лимфоузлах, сохраняющих свои первоначальные размеры, однако при выявлении отдаленных метастазов в лимфоузлы специфичность ПЭТ выше, чем КТ и эндоскопического ультразвукового исследования.

МРТ является одним из важнейших методов диагностики болезней тонкой кишки. Данные МР-энтероскопии тесно коррелируют с патоморфологическими изменениями тонкой кишки [8,9]. В целом ряде работ [66] при обследовании больных с подозрением на рецидив продемонстрирована более высокая чувствительность ПЭТ (93–98% при специфичности 95–98%). ПЭТ эффективен в выявлении отдаленных метастазов опухолей мочевого пузыря. Он позволяет более точно определить стадию процесса, чем морфологические методы диагностики. Выявление первичного очага в этих случаях затруднено. ПЭТ с ^{18}F -ФДГ не используется в диагностике рака почки и предстательной железы, поскольку высокое физиологическое накопление ФДГ в этих органах сочетается с низким потреблением глюкозы опухолями [48,49]. Относительно невысокая чувствительность метода ПЭТ, она не превышает 66,7 %) ограничивает применение ПЭТ с ^{18}F -ФДГ для выявления первичных опухолей мочевого пузыря. Значительно более эффективно использование ПЭТ для диагностики регионарных метастазов: при этом чувствительность метода достигает 86–95% [49].

С другой стороны, ПЭТ с ^{18}F -ФДГ является одним из наиболее информативных методов диагностики опухолей матки и придатков. При диагностике первичного рака яичников чувствительность ПЭТ достигает 93%, специфичность — 85% [48].

Уникальность МР-технологий применительно к урологии состоит в том, что они позволяют одновременно оценивать морфологию, функцию и уродинамику мочевыделительной системы и тем самым диагностировать дилатацию, обструкцию или мальформацию с высокой точностью [43]. Благодаря хорошей визуализации эндометрия, МРТ является информативным методом выявления рака этой локализации: чувствительность метода составляет 92–96%, специфичность — 97% [57]. МРТ играет важную роль в определении стадии опухолей матки и придатков.

МРТ также занимает ведущее место в диагностике опухолей мягких тканей. Она позво-

ляет изучить структуру опухоли, определить распространенность опухолевого компонента и его соотношение с сосудисто-нервным пучком. Применение динамического контрастного усиления дает возможность проводить дифференциальную диагностику между гипер- и гиповаскулярными новообразованиями мягких тканей и костей [12,14]. По сравнению с рентгенологическим методом МРТ более эффективна в ранней диагностике метастатических опухолей костей. Многопроеctionность МРТ обеспечивает возможность визуализации глубоких и труднодоступных областей скелета (плечевой пояс и грудная стенка, таз и копчик, суставы конечностей) [41].

Ряд исследователей при наблюдении за группой больных местнораспространенным раком молочной железы отметили, что при высокой метаболической активности первичной опухоли, определяемой ПЭТ, можно прогнозировать низкую эффективность неoadъювантной химиотерапии [37]. Отмечена высокая информативность МРТ, особенно с контрастным усилением, в диагностике рака молочной железы и других органов [1,20,32].

Все злокачественные лимфомы, за исключением низкодифференцированных, имеют высокий показатель накопления ФДГ, в связи с чем в последние годы ПЭТ заняла важное место среди методов диагностики указанных заболеваний [51,60,65,67,70].

Е. Pelosi и соавт. [67] сравнивали информативность ПЭТ и биопсии костного мозга у 194 пациентов, страдавших лимфомой Ходжкина и неходжкинскими лимфомами. Чувствительность ПЭТ составила 65,3%, биопсии — 55,1%; специфичность — 98,6% и 100%, точность — 90,2% и 88,7% соответственно. Авторы пришли к заключению о том, что оба метода исследования дополняют друг друга и их целесообразно использовать в совокупности, учитывая результаты ПЭТ при проведении биопсии костного мозга.

Учитывая высокую степень накопления ФДГ злокачественной меланомой, использование современной ПЭТ — аппаратуры позволяет обнаружить очаги меланомы размером от 5 мм, а иногда и до 3 мм [13]. По последним данным литературы, эффективность ПЭТ для обнаружения патологических очагов при злокачественной меланоме составляет около 90% [50,56,59]. При подозрении на рецидивы или метастазы ПЭТ проводят в режиме сканирования всех частей тела. Поскольку вероятность метастазирования при меланоме пропорциональна размеру первичной опухоли, ПЭТ целесообразно назначать только с определенной стадии заболевания. ПЭТ широко применяется для диагностики рецидива и при диспансерном наблюдении пациентов

с опухолями в стадии pT3 или pT4, а также их метастазами [68].

Значительную роль методов лучевой визуализации в диагностике и лечении заболеваний щитовидной железы отметил А.Н. Сенча [30].

Организационно-экономические аспекты применения высокотехнологичных методов лучевой диагностики

Технология ПЭТ-исследования требует создания специального подразделения радионуклидной диагностики—ПЭТ-центра, предназначенного для синтеза РФП и проведения диагностической процедуры ПЭТ/КТ. Такой центр должен иметь циклотрон для наработки позитронно-излучающих изотопов, радиохимический комплекс для производства РФП, меченных этими изотопами, и радиодиагностическое отделение, оснащенное ПЭТ или ПЭТ/КТ томографами. Процесс получения РФП осуществляется автоматизировано, без непосредственного участия радиохимика. Поскольку позитронно-излучающие изотопы быстро распадаются, из соображений рентабельности ПЭТ-центр целесообразно оснащать минимум тремя ПЭТ-камерами для того, чтобы одновременно исследовать сразу нескольких пациентов [44]. Однако могут быть отдельно установленные ПЭТ-камеры, куда РФП доставляются из других центров [29].

Применение высокотехнологичных диагностических методов сдерживается их высокой стоимостью и ограничено небольшим количеством магнитно-резонансных и эмиссионно-компьютерных томографов в клиниках [27]. За рубежом стоимость исследования достигает 2000 долларов США, хотя оплачивается (полностью или частично) страховыми компаниями. В московских ПЭТ-центрах, по данным С.В. Ширяева и соавт. [42], стоимость ПЭТ составляет порядка 400-500 долларов США. Из четырех ПЭТ-центров, действующих в России, два находятся в Москве и два—в Санкт-Петербурге. Число исследований ежегодно возрастает в 2-3 раза, несмотря на их значительную трудоемкость и высокую стоимость. За 2005 г. в ПЭТ-центрах Москвы обследованы более 300 больных [42].

Самой значимой оценкой эффективности и практической важности диагностического метода является его рейтинг у страховых медицинских компаний. ПЭТ-исследования в онкологии с 1998 г. признаны обоснованными и начали оплачиваться страховой медициной: сначала при новообразованиях легких, затем при раке толстой кишки, злокачественных лимфомах, меланоме, а в XXI в.—при раке пищевода, молочной железы, опухолях головы и шеи. Обсужда-

ется целесообразность включения в этот перечень ПЭТ- исследований для диагностики опухолей головного мозга, рака поджелудочной железы, мелкоклеточного рака легкого, рака шейки матки, рака яичников, злокачественных опухолей яичка. Дополнительным обоснованием применения ПЭТ в клинической практике являются показатели эффективности метода [42].

В связи с вышеперечисленными причинами важное значение придается организационно-экономическим аспектам высокотехнологичной диагностики онкологических заболеваний.

По мнению М.М. Власовой [5,6], отечественная служба лучевой диагностики отстает от мирового уровня не профессиональной подготовкой персонала, а уровнем технического оснащения и недостаточной организацией. Автор отмечает, что для отечественного здравоохранения (в отличие от зарубежного) характерен завышенный объем лучевых исследований по сравнению с развитыми странами, что влечет за собой огромные экономические затраты.

М.М. Власовой [6] сформулированы основные принципы, на которых должны быть сосредоточены основные усилия по организационному совершенствованию этого диагностического направления.

- создание единой современной концепции развития службы лучевой диагностики;
- переход от экстенсивных к интенсивным методам деятельности;
- создание системы лучевой диагностики как по вертикали (управление), так и по горизонтали (обслуживание населения);
- создание программ по конкретным направлениям деятельности службы лучевой диагностики;
- повышение эффективности деятельности службы за счет концентрации различных методов исследований в специализированных центрах как первичной (амбулаторной), так и стационарной медицинской помощи;
- перераспределение средств;
- модернизация и стандартизация оборудования;
- повышение квалификации, специализация и унификация подготовки специалистов;
- изменение соотношения между средним и врачебным персоналом;
- увеличение сменности работы отделений (центров);
- совершенствование формы представления данных медицинской статистики;
- более тесная координация с другими отраслями здравоохранения;
- создание требуемой современной материально-технической базы отрасли;

- введение новых финансовых форм обслуживания, включая централизацию финансирования, введение хозрасчета и др.;
- разработка современной нормативно-методической документации;
- повышение обоснованности лучевых исследований (в т.ч. МРТ);
- социальная защита малоимущих слоев обследуемых;
- улучшение санитарно-гигиенического состояния отделений лучевой диагностики;
- совершенствование условий радиационной безопасности персонала, пациентов и населения.

Специалисты из Военно-медицинской академии [18] изучали тенденции развития МР-томографов и перспективы комплектования ими медицинских учреждений. Обобщив литературные данные и собственный 10-летний опыт эксплуатации и технического обслуживания аппаратуры для МРТ, авторы пришли к выводу, что лучшей с точки зрения сочетания диагностических и эксплуатационных качеств является модель МР-томографа на постоянном магните с вертикально направленным вектором индукции магнитного поля (ИМП) максимальной величины 0,3 Тл. Наиболее перспективными аппаратами для исследования всего тела в многопрофильных диагностических центрах авторы считают МР-томографы типа AIRIS II и AIRIS MATE (фирма «Hitachi», Япония). В будущем целесообразна замена их на аппараты со сверхпроводящими магнитами широко открытого типа с вертикальным полем и ИМП 0,7–1,0 Тл. Для разгрузки МР-томографов универсального типа, особенно в травматологических и артрологических отделениях, перспективны специализированные аппараты для суставов на постоянных магнитах с ИМП 0,2 Тл типа ARTOSCAN M (фирма «Esatebiomedica», Италия).

Одной из наиболее сложных проблем последних лет является подготовка квалифицированных специалистов в области лучевой диагностики, включая новейшие высокотехнологичные методики. Все более «дробная» специализация — одно из серьезных противоречий клинической радиологии [17]. Без постоянного пополнения и освоения новых знаний и методик радиолог теряет квалификацию за 4–5 лет [21].

Ведущим вариантом подготовки кадров для лучевой диагностики в настоящее время является 504-часовая профессиональная переподготовка. Л.А. Низовцева [23] предлагает образовательную программу подготовки по специальности «Лучевая диагностика», куда должны быть включены основы МРТ и ПЭТ. Срок обучения должен быть не меньше трех лет; после прохождения курса врач получает диплом об окончании

клинической ординатуры и сертификат специалиста лучевой диагностики.

Анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о несомненном повышении роли новейших высокотехнологичных методов исследования (ПЭТ, МРТ) в диагностике онкологических заболеваний. Дальнейший прогресс в этой области, по мнению специалистов, связан с развитием медицинской техники, компьютерного обеспечения, а также с созданием новых, безопасных и информативных контрастных веществ и радиофармпрепаратов. При этом авторы подчеркивают необходимость оптимизации диагностических алгоритмов, что позволит разработать тактику лучевого обследования в каждой клинической ситуации с учетом эффективности и безопасности методов исследования, а также их стоимости. Важная роль в решении этих задач отводится системе подготовки и совершенствования специалистов в области лучевой диагностики с учетом новых требований [17]. Наиболее значимыми и перспективными являются возможности, предоставляемые использованием системы менеджмента качества применительно как к управленческим, так и к медицинским процессам. Опыт использования системы менеджмента качества в отделении магнитно-резонансной диагностики позволил продемонстрировать, что качество является управляемым со стороны заказчика, снижает риск получения несоответствующего результата, повышает экономическую эффективность [30,45,69].

Еще одним важным разделом работы специалистов лучевой диагностики и терапии является взаимодействие с пациентами. В.Н. Малаховский и соавт. [21] разработали форму информационного согласия, которая отражает необходимые элементы информационного общения врача и пациента, что позволяет повысить не только правовое обеспечение действий рентгенолога, но и его ответственность, а также обоснованность и оптимизацию проводимого исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзуманов А.С. Современная лучевая диагностика и комплексное лечение больных раком молочной железы с высоким риском прогрессирования. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук : СПб., 2002. — 40 с.
2. Багумейл А.А. Магнитно-резонансная томография в комплексной диагностике новообразований легких и средостения. Автореф. дис. ... канд. мед. наук: СПб., 2000. — 18 с.
3. Величко О.Б. Оценка кинетики поглощения контрастного парамагнитного препарата (магневист) новообразованиями головного мозга методом динамической магнитно-резонансной томографии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук: Томск, 2001. — 32 с.

4. Виленский А., Хрусталев А., Деханова А. Высокотехнологичные медицинские изделия: сегментация рынка и перспективы развития // Ремедиум. — 2012. — № 6. — С.8-17
5. Власова М.М. Научное обоснование организации службы лучевой диагностики и лучевой терапии в период реорганизации здравоохранения. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук: СПб., 2001. — 37 с.
6. Власова М.М. Проблемы реорганизации и функционирования службы лучевой диагностики // Здравоохранение Рос. Федерации. — 2002. — № 2. — С. 29-35.
7. Галеев Н.Э. Использование магнитно-резонансной томографии в лечебно-профилактических учреждениях на различных этапах оказания помощи населению // Казан. мед. журн. — 2002. — № 1. — С. 1-3.
8. Гурцоянис Н.С. Обследование тонкой кишки методом магнитного резонанса. Методы и клинические результаты // Тер. Арх. — 2006. — № 4. — С. 78-83.
9. Долгушин Б.В., Лабетский И.И., Кочергина Н.В. и др. Лучевая диагностика злокачественных опухолей на современном этапе // Вестн. Рос. АМН. — 2001. — № 9. — С. 56-61.
10. Долгушин М.Б., Фадеева Л.М., Зайцева А.Ю. и др. 3D-диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография всего тела у пациентов с метастатическим поражением головного мозга // Мед. визуализация. — 2008. — № 1. — С. 118-123.
11. Заплатников К., Менцель К., Диль М. и др. Позитронно-эмиссионная томография с F-фтордезоксиглюкозой в ракурсе современной диагностики, диспансерного наблюдения и лечения дифференцированного рака щитовидной железы // Пробл. эндокринол. — 2003. — № 4. — С. 46-50.
12. Зубарев А.Л. *Комплексное лечение местно-распространённых сарком мягких тканей с применением интраоперационной лучевой терапии.* Автореф. дис. ... канд. мед. наук: М., 2008. — 18 с.
13. Зубарева А.А., Чибисова М.А., Дударев А.Л., Шавгулидзе М.А. Возможности цифровой объемной томографии в оториноларингологии // Лучевая диагностика и терапия. — 2011. — №4. — С. 105-118.
14. Илясова Е.Б., Чехонацкая М.Л., Приезжева В.Н. Лучевая диагностика. — ГЭОТАР-Медиа. — 2009. — 280 с.
15. Карлова Н.А., Бойцова М.Г. Организация самостоятельной работы клинических ординаторов и врачей-интернов, изучающих лучевую диагностику // Лучевая диагностика и терапия. — 2011. — №4. — С. 94-104
16. *Карташев А.В. Послеоперационная ускоренная химиолучевая терапия злокачественных глиом головного мозга : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.19. — М, 2009. — 20 с.*
17. Колесанов А.Ф., Карусинов П.С. Технико-экономические возможности магнитно-резонансной томографии // Воен.-мед. журн. — 2000. — №10. — С. 65-69.
18. Костеников Н.А., Фадеев Н.П., Тютин Л.А. Возможности позитронной эмиссионной томографии с новым отечественным радиофармпрепаратом С-бутиратом натрия в диагностике опухолей головного мозга // Мед. радиол. — 2006. — №3. — С. 24-35.
19. Кулаков В.И., Панов А.Г., Волобуев А.И. и др. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний молочных желез // Акуш. и гин. — 2007. — № 2. — С. 55-59.
20. Линденбратен Л.Д. Лучевая диагностика: достижения и проблемы нового времени // Мед. радиол. — 2006. — № 1. — С. 34-45.
21. Ловягин Е.В., Митрофанов Н.А. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в стадировании рака легкого // Вопр. онкол. — 2002. — Т. 48. — С. 656-660.
22. Малаховский В.Н., Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Шевкунов Л.Н. Радиотревожность и информирование пациента о радиационном воздействии при компьютерно-томографическом исследовании // Лучевая диагностика и терапия. — 2011. — №3. — С.103-113.
23. Мерабишвили В.М., Щербук Ю.А. Онкологическая служба в Санкт-Петербурге и районах городского регистра (№16). — СПб.: ООО «А-ВИР», «ИПК «Коста», 2010. — 224 с.
24. Низовцева Л.А. Путь в лучевую диагностику: необходимость перемен // Вестн. рентгенол. — 2001. — №6. — С. 58-64.
25. Пахомов А.В., Митрофанов Н.А., Игнатъева Е.С., Рыжиков А.В. Основы метода магнитно-резонансной томографии сердца и показания к ее применению // Лучевая диагностика и терапия. — 2011. — №3. — С.108-113.
26. Портной Л.М. Современные проблемы лучевой диагностики практического здравоохранения Российской Федерации и пути их решения // Вестн. рентгенол. — 2003. — № 6. — С.11-32.
27. Ратников В.А., Савельева Т.В., Кащенко В.А. и др. Метастатические поражения печени при колоректальном раке: стратегия комплексной лучевой диагностики. // Лучевая диагностика и терапия. — 2011. — №4. — С.5-16.
28. Рудас М.С., Насникова И.Ю., Матякин Г.Г. Позитронно-эмиссионная томография в клинической практике : Учеб.-метод. пособие. — М. : Б.и., 2007. — 70 с.
29. Садовой М.А., Бедорева И.Ю. Применение идеологии международных стандартов ИСО серии 9000 в создании системы управления качеством медицинской помощи // Мед. право. — 2008. — № 1. — С. 31-40.
30. Свиридов Н.К., Котляров П.М., Шимановский Н.Л. Лучевая диагностика и лучевая терапия на пороге третьего тысячелетия // Мед. визуализация. — 2001. — № 1. — С. 108-111.
31. Сенча А.Н. Методы лучевой визуализации в диагностике и лечении заболеваний щитовидной железы. Автореф. дис. ... докт. мед. наук — М, 2010. — 21 с.
32. Скворцова Т.Ю., Бродская З.Л., Рудас М.С. и др. Сравнительная оценка радиофармпрепаратов в ПЭТ-диагностике опухолей головного мозга // Мед. визуализация. — 2001. — № 1. — С. 67-74.
33. Соломенна Р.И., Кондратьева М.А., Ламаш Н.Н. Возможности МРТ с контрастным усилением по сравнению с рентгенологическим и ультразвуковым методами исследования в выявлении увеличенных аксиллярных лимфатических узлов при заболеваниях молочной железы // Вестн. рентгенол. — 2006. — № 3. — С. 35-37.
34. Терновой С., Сеницын В. Новые технологии лучевой диагностики // Врач. — 2005. — № 4. — С. 28-32.
35. Труфанов Г.Е., К.Н. Алексеев. Лучевая диагностика заболеваний околоносовых пазух и полости носа. — ЭЛБИ-СПб. 2009 г. — 192 с.
36. Тютин Л.А., Фадеев Н.П., Рыжкова Д.В. и др. Клинический опыт применения позитронной эмиссионной то-

- мографии с 2-фтор, ^{18}F -2-дезоксид-Д-глюкозой для диагностики злокачественных новообразований молочной железы // Вестн. рентгенол. — 2001. — № 6. — С. 14-18.
37. Усов В.Ю., Ряннель Ю.Э., Попадич С. и др. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с $^{99\text{mTc}}$ -технетрилом в диагностике и оценке распространенности рака молочной железы // Мед. визуализация. — 2001. — № 3. — С. 74-83.
 38. Хмелев А.В., Ширяев С.В. Позитронная эмиссионная томография: физические и клинические аспекты // Мед. радиол. и радиац. безопасность. — 2004. — № 5. — С. 52-82.
 39. Холин А.В. Магнитная резонансная томография. Основы получения и интерпретации изображения. Пособие. — СПб.: СПбМАПО, 1994. — 28 с.
 40. Чибисова М.А., Зубарева А.А. Возможности трехмерного дентального компьютерного томографа в дифференциальной диагностике одонтогенных заболеваний верхнечелюстных пазух // Стоматол. — 2008. — №5. — С. 84.
 41. Чибисова М.А., Зубарева А.А. Цифровая объемная томография (3D GALILEOS /GALAXIS, @SIRONA) — стандарт качества диагностики и лечения в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии. — СПб.: ООО «МЕДИ издательство», - 2010. — 128 с.
 42. Шария М.А. «Магнитно-резонансная томография в диагностике новообразований почек, мочевых путей и предстательной железы»: автореф. дис. ... докт. мед. наук : 14.00.19. — М, 2009.
 43. Шимановский Н.Л., Наполов Ю.К. Применение магнитно-резонансной визуализации с контрастным усилением для диагностики заболеваний мочевого выделительной системы // Урология. — 2006. — № 6. — С. 93-95; 2007. — № 1. — С. 75-79.
 44. Ширяев С.В., Долгушин Б.И., Хмелев А.В. Современное состояние ПЭТ диагностики в онкологии // Вестн. Моск. онкол. о-ва. — 2006. — № 3. — http://mv-scan.ru/pet_art1.php.
 45. Ястребова М.В., Карпенко А.К., Трофимова Т.Н. Система менеджмента качества в отделении магнитно-резонансной терапии // Лучевая диагностика и терапия. — 2011. — №2. — С. 87-91.
 46. Alberini J.L., Belhocine T., Hustinx R. et al. Whole-body positron emission tomography using fluorodeoxyglucose in patients with metastases of unknown primary tumours (CUP syndrome) // Nucl. Med. Commun. — 2003. — Vol. 24. — P. 1081-1086.
 47. Bohuslavizki K.H., Klutmann S., Krger S. et al. FDG PET detection of unknown primary tumors // J. Nucl. Med. — 2000. — Vol. 41. — P. 816-822.
 48. Bomanji J.B., Costa D.C., Ell P.J. Clinical role of positron emission tomography in oncology // Lancet Oncol. — 2001. — Vol. 2. — P. 157-164.
 49. Brush J.P. Positron emission tomography in urological malignancy // Curr. Opin. Urol. — 2001. — Vol. 11. — P. 175-179.
 50. Constantinidou A., Hofman M., O'Doherty M. et al. Routine positron emission tomography and positron emission tomography/computed tomography in melanoma staging with positive sentinel node biopsy is of limited benefit // Melanoma Res. — 2008. — Vol. 18. — P. 56-60.
 51. Crocchiolo R., Canevari C., Assanelli A. et al. Pre-transplant ^{18}F FDG-PET predicts outcome in lymphoma patients treated with high-dose sequential chemotherapy followed by autologous stem cell transplantation // Leuk. Lymphoma. — 2008. — Vol.49. — P. 727-733.
 52. Cronin P., Dwamena B.A., Kelly A.M., Carlos R.C. Solitary pulmonary nodules: meta-analytic comparison of cross-sectional imaging modalities for diagnosis of malignancy // Radiology. — 2008. — Vol. 246. — P. 772-782.
 53. Czernin J. Clinical applications of FDG-PET in oncology // Acta Med. Austriaca. — 2002. — Vol. 29. — P. 162-170.
 54. Dimitrakopoulou-Strauss A., Strauss L. Quantitative studies using positron emission tomography (PET) for the diagnosis and therapy planning of oncological patients // Hell. J. Nucl. Med. — 2006. — Vol. 9. — P. 10-21.
 55. Doods C., Verbeken E., Stroobants S. et al. Prognostic stratification of stage IIIA-N2 non-small-cell lung cancer after induction chemotherapy: a model based on the combination of morphometric-pathologic response in mediastinal nodes and primary tumor response on serial ^{18}F -fluoro-2-deoxy-glucose positron emission tomography // J. Clin. Oncol. — 2008. — Vol. 26. — P. 1128-1134.
 56. Falk M.S., Truitt A.K., Coakley F.V. et al. Interpretation, accuracy and management implications of FDG PET/CT in cutaneous malignant melanoma // Nucl. Med. Commun. — 2007. — Vol. 28. — P. 273-280.
 57. Fielding J.R. MR imaging of the female pelvis // Radiol. Clin. North Amer. — 2003. — Vol. 41. — P. 179-192.
 58. Fink C., Plathow C., Klopp M. et al. RT des Bronchialkarzinoms // Radiologe. — 2004. — Bd.44. — S. 435-443.
 59. Fletcher J.W., Djulbegovic B., Soares H.P. et al. Recommendations on the use of ^{18}F -FDG PET in oncology // J. Nucl. Med. — 2008. — Vol. 49. — P. 480-508.
 60. Gallamini A., Hutchings M., Avigdor A., Polliack A. Early interim PET scan in Hodgkin lymphoma: where do we stand? // Leuk. Lymphoma. — 2008. — Vol. 49. — P. 659-662.
 61. Gambhir S.S., Czernin J., Schwimmer J. et al. A tabulated summary of the FDG PET literature // J. Nucl. Med. — 2001. — Vol. 42. Suppl. — P. 1S-93S.
 62. Grewal R.K., Dadparvar S., Yu J.Q. et al. Efficacy of $^{99\text{mTc}}$ -depreotide scintigraphy in the evaluation of solitary pulmonary nodules // Cancer J. — 2002. — Vol. 8. — P. 400-404.
 63. Haberkorn U., Schoenberg S.O. Imaging of lung cancer with CT, MRT and PET // Lung Cancer. — 2001. — Vol. 34, Suppl. 3. — P. S13-S23.
 64. Hamstra D.A., Rehemtulla A., Ross B.D. Diffusion magnetic resonance imaging: a biomarker for treatment response in oncology // J. Clin. Oncol. — 2007. — Vol. 25. — P. 4104-4109.
 65. Johnston P.B., Wiseman G.A., Micallef I.N. Positron emission tomography using ^{18}F -fluorodeoxyglucose pre- and post-autologous stem cell transplant in non-Hodgkin's lymphoma // Bone Marrow Transplant. — 2008. — Vol.41. — P. 919-925.
 66. Nahas C.S., Akhurst T., Yeung H. et al. Positron emission tomography detection of distant metastatic or synchronous disease in patients with locally advanced rectal cancer receiving preoperative chemoradiation // Ann. Surg. Oncol. — 2008. — Vol. 15. — P. 704-711.
 67. Pelosi E., Penna D., Deandreis D. et al. FDG-PET in the detection of bone marrow disease in Hodgkin's

- disease and aggressive non-Hodgkin's lymphoma and its impact on clinical management // *Q. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.*—2008.—Vol. 52.—P. 9-16.
68. Reske S.N., Kotzerke J. FDG-PET for clinical use. Results of the 3rd German Interdisciplinary Consensus Conference, «Onko-PET III», 21 July and 19 September 2000 // *Eur. J. Nucl. Med.*—2001.—Vol. 28.—P. 1707-1723.
69. Rummeny E.G., Reinier P., Heindel W. MRI Imaging of the Body / Thieme, 2009.—672 p.
70. Rutherford S.C., Andemariam B., Philips S.M. et al. FDG-PET in prediction of splenectomy findings in patients with known or suspected lymphoma // *Leuk Lymphoma.*—2008.—Vol. 49.—P. 719-726.
71. Thomson V., Pialat J.B., Gay F. et al. Whole-body MRI for metastases screening: a preliminary study using 3D VIBE sequences with automatic subtraction between noncontrast and contrast enhanced images // *Amer. J. Clin. Oncol.*—2008.—Vol. 31.—P. 285-292.
72. Wienhard K. Measurement of glucose consumption using [(18)F] fluorodeoxyglucose // *Methods.*—2002. Vol. 27.—P. 218-225.