

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

УДК 616.24-036.12-073.75

Н.А. Горбунов, А.П. Дергилёв, Л.Д. Сидорова

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОБОСТРЕНИЙ
ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ

ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ (Новосибирск)

Представлен обзор литературы по проблеме диагностики обострения хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), рассмотрены основные методы лучевой диагностики ХОБЛ. Описаны диагностические возможности экранно-пленочной рентгенографии, функциональной малодозовой цифровой флюорографии (МЦФГ), компьютерной томографии высокого разрешения (КТВР), инспираторно-экспираторной КТВР, вентиляционно-перфузионной пульмосцинтиграфии и магнитно-резонансной томографии у пациентов с обострением ХОБЛ. Показаны преимущества применения функциональной МЦФГ у пациентов с обострением ХОБЛ.

Ключевые слова: обострение хронической обструктивной болезни легких, методы лучевой диагностики обострения ХОБЛ, функциональная малодозовая цифровая флюорография

RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF COPD EXACERBATIONS

N.A. Gorbunov, A.P. Dergilev, L.D. Sidorova

Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk

The review of literature on the problem of diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is presented and the main radiological techniques of COPD exacerbation are reviewed in the article. Diagnostic possibilities of screen-film radiography, functional low-dose digital fluorography (LDDR), high-resolution computed tomography (HRCT), inspiration-expiration HRCT, ventilation-perfusion pulmoscintigraphy and magnetic resonance tomography in patients with COPD exacerbation were described. The advantages of functional LDDR in patients with COPD exacerbation were shown.

Key words: exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, radiological techniques of COPD exacerbation, functional low-dose digital fluorography

Поиск проводили по базам данных «Medline» и «E-Library» (1998–2012). Просматривали библиографию материалов конференций по лучевой диагностике, проводя поиск вручную по материалам конференций за период 2005–2013 гг. Дополнительные ссылки были найдены в обзорах, других интересующих нас статьях и получены от экспертов в данной области.

Основной причиной обращения больных с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) за медицинской помощью является развитие обострений заболевания [3, 4, 48, 53].

Бактериальные и вирусные инфекции бронхального дерева традиционно рассматриваются как ведущая причина обострения ХОБЛ. Однако примерно в половине всех случаев причинами обострения заболевания могут быть неинфекционные факторы: атмосферные поллютанты, застойные явления в малом круге кровообращения, тромбоемболии ветвей легочной артерии, бронхоспазм, ятрогенные причины (неадекватная кислородотерапия, седативные препараты) [3, 13, 16].

Обострения часто требуют не только назначения дополнительной терапии, но и госпитализации больных. Последствия обострений ХОБЛ имеют крайне неблагоприятный характер: ускорение про-

грессирования заболевания, ухудшение качества жизни больных, значительные экономические потери. Тяжелое обострение заболевания является основной причиной смерти больных ХОБЛ. Широко используется следующее определение: обострение ХОБЛ – это относительно длительное (не менее 24 ч.) ухудшение состояния больного, по своей тяжести выходящее за пределы нормальной суточной вариабельности симптомов, характеризующееся острым началом и требующее изменения схемы обычной терапии [1, 2, 3].

При обострении ХОБЛ лучевое исследование проводится для исключения пневмонии или абсцесса легкого, а также венозного застоя и отека легких при левожелудочковой недостаточности.

Лучевое исследование пациента с обострением ХОБЛ начинается со стандартной рентгенографии (флюорографии) органов грудной полости в прямой и правой боковой проекциях при вертикальном положении пациента. В последние годы все более широкое распространение получает цифровая рентгенография легких. Преимуществом цифровой рентгенографии является стандартно высокое качество изображения, не зависящее от особенностей фотохимической обработки пленки. Цифровые изображения имеют

значительно более широкий динамический диапазон, позволяющий одновременно анализировать как легочную ткань, так и плотные структуры средостения. Кроме того, цифровое изображение может быть подвергнуто дополнительной обработке с помощью математических программ, что в ряде случаев позволяет выявить новые симптомы. При наличии клинических показаний или сомнительных результатах рентгенографии может быть проведена компьютерная томография (КТ) легких. Введение в клиническую практику компьютерной томографии высокого разрешения (КТВР), в том числе экспираторной, значительно расширило возможности лучевой диагностики и позволило выявлять ряд характерных изменений в легких, часто невидимых на обычных рентгенограммах. Другие методы визуализации – ультразвуковое и радионуклидное исследование, магнитно-резонансная томография – имеют ограниченное значение для диагностики обострений ХОБЛ [7, 9, 15, 18, 24, 32, 35, 42].

Обычно при легкой степени ХОБЛ существенные рентгенологические изменения на традиционных пленочных рентгенограммах органов грудной клетки не обнаруживаются. Тем не менее, считается, что при клинической 0 стадии хронической обструктивной болезни легких спирометрия и клинические данные не выявляют отклонений от нормы, следовательно, лучевая диагностика более чувствительна в выявлении бронхиальной обструкции, чем функциональные тесты [37].

У больных со средней и тяжелой степенью ХОБЛ выявляются следующие рентгенологические изменения: низкое расположение купола диафрагмы, уплощение и ограничение ее подвижности; гипервоздушность легочных полей, воздушные буллы и увеличение ретростернального пространства; сужение и вытянутость сердечной тени («капельное» сердце); на фоне обеднения сосудистого рисунка определяется утолщение и уплотнение стенок бронхов, то есть выявляется ряд признаков, характеризующих воспалительный процесс в бронхиальном дереве и наличие эмфиземы легких, что подтверждается литературными данными [46].

Рентгенограмма органов грудной клетки у больных с обострением ХОБЛ практически не отличается от картины легких при стабильном состоянии; чаще всего выявляют классические признаки эмфиземы легких (повышенная прозрачность легочных полей, уплощение диафрагмы, расширение ретростернального пространства, уменьшение числа и калибра легочных сосудов в периферических зонах) и хронического бронхита (усиление легочного рисунка, особенно в базальных отделах). Однако при помощи рентгенографии можно выявить признаки пневмонии, ателектазов, застойных явлений в легких, которые не выявляются при физическом обследовании [2].

У некоторых пациентов отмечается сочетание рентгенологических симптомов хронической обструктивной болезни легких и признаков легочной гипертензии: усиление и обогащение легочного рисунка преимущественно за счет сосудистого компонента, расширение корней легких за счет ветвей

легочной артерии, увеличение границ сердечной тени за счет правого желудочка. Дело в том, что в ряде случаев у пациентов с ХОБЛ прогрессирование обструкции дыхательных путей и гипоксемия приводят к развитию легочной гипертензии и хронического легочного сердца. На рентгенограммах органов грудной клетки отмечается увеличение легочной артерии [23, 28, 63].

Использование вентиляционно-перфузионной сцинтиграфии легких в статическом режиме позволяет получить дополнительные сцинтиграфические критерии не только при ограниченных, но и при диффузных поражениях респираторной системы [19, 20, 21].

У пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) I–II стадии были изучены диагностические возможности вентиляционно-перфузионной пульмоносцинтиграфии в оценке нарушений легочной микроциркуляции и вентиляции. Сцинтиграфические исследования были выполнены на гамма-камере «Омега-500» (Technicare, США – Германия). При ХОБЛ обнаружено двухстороннее увеличение апикально-базального градиента перфузии и замедление альвеолярно-капиллярной проницаемости. Выявленные изменения сцинтиграфических показателей могут быть использованы в диагностике ХОБЛ [22].

У больных ХОБЛ уже при легкой степени тяжести течения выявляются диффузные нарушения перфузии преимущественно в верхних и плещевых отделах легких. Протяженность изменений, выявляемых при перфузионной сцинтиграфии, больше, чем протяженность морфологических изменений, выявляемых при компьютерной томографии (зоны эмфизематозной перестройки). А выявленные изменения микроциркуляции нарастают и носят необратимый характер [23].

В настоящее время общепринятым «золотым» стандартом для диагностики ХОБЛ считается компьютерная томография высокого разрешения (КТВР) и ее модификации, что подтверждается многочисленными литературными источниками, которая, в отличие от МЦФГ и рентгенографии, позволяет выявлять такие патогномичные симптомы ХОБЛ, как «воздушные ловушки», саблевидная деформация трахеи, «дерево в почках». Частота выявления этих симптомов, по различным источникам, варьирует от 25 % до 75 %. Однако до сих пор роль компьютерной томографии в лучевой диагностике хронической обструктивной болезни легких недостаточно ясна и остается предметом дискуссий многих ученых [29, 30, 32].

С помощью КТВР уточняется локализация наиболее воздушных зон в легких. Денситометрическая плотность нормальной легочной ткани находится в пределах от –600 до –900 НУ. При эмфиземе этот показатель повышается до –900÷–1000 НУ. Кроме того, сравнение денситометрических показателей смежных участков легкого на вдохе и выдохе помогает определить не только перераздутые, но и плохо вентилируемые отделы [38, 49, 57, 62].

Мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) позволяет не только диагностировать ло-

кализованную форму буллезной эмфиземы легких, определять распространенность процесса, выбирать адекватную тактику хирургического лечения, но и оценивать послеоперационные результаты. Денситометрическая плотность внутри булл варьировала от -980 Н до -1000 Н. У большинства пациентов с локализованной формой буллезной эмфиземы легких были отмечены положительные результаты: на месте визуализируемых ранее булл определялись послеоперационные изменения – участки линейного фиброза с наличием танталовых скоб [25].

Одним из патогномичных симптомов хронической обструктивной болезни легких при компьютерной томографии считается «саблевидная» деформация трахеи, которая не встречается у пациентов без ХОБЛ. Одни авторы объясняют деформацию трахеи давлением на нее эмфизематозных булл, но данные КТ опровергают эти утверждения; другие считают, что деформация обусловлена воспалением хрящей трахеи, но отсутствуют патоморфологические подтверждения [37].

Инспираторно-экспираторная КТВР является высокоинформативным методом при обследовании пациентов с ХОБЛ. При среднетяжелом и тяжелом течении ХОБЛ развивается панлобулярная эмфизема легких, которая характеризуется снижением плотности легочной ткани в результате повышения ее воздушности менее -900 НУ, также является одним из характерных признаков ХОБЛ [24, 40, 43].

Инспираторная КТВР в сочетании со спирометрией позволяет определить распространенность эмфиземы, в то время как экспираторная КТВР может отражать ограничение воздушного потока и гиперинфляцию легких. Экспираторная КТВР позволяет лучше оценивать проводимость воздухоносных путей к участкам легкого, содержащим воздушные ловушки. Наиболее информативными для оценки плотности являются участки легких на уровне бифуркации трахеи (95 %) и дуги аорты (93 %), в меньшей степени – в базальных отделах (83 %) [10, 44, 52, 54, 55].

Инспираторно-экспираторная КТ предоставляет важные диагностические сведения. Она дает возможность количественной оценки эмфиземы. В норме плотность паренхимы легких варьирует от -650 до -850 НУ. При вздутии легкого она понижается. Не менее важно, что КТ позволяет судить о степени вздутия любого участка легкого. Изменения между вдохом и выдохом служат индексом региональной вентиляции. По серии срезов определяют состояние всех отделов бронхиального дерева, выявляют перибронхиальные инфильтраты, наличие бронхо- и бронхиолоэктазов, сужение сосудов в участках олигемии. Особенного внимания заслуживают периферические отделы легочных полей. При патологических изменениях мелких бронхов и переходе процесса на бронхиолы здесь обнаруживаются мелкие, идущие к плевре полоски и ветвящиеся структуры, тубулярные тени, мелкие очажки. В ряде случаев выявляется синдром экспираторной обтурации (так называемые «воздушные ловушки»), когда область вздутия легкого не исчезает и не уменьшает своей плотности при выдохе [32, 40].

Средняя легочная плотность составляет -813 НУ при полном вдохе, -736 НУ – при полном выдохе. Срезы, полученные при полном выдохе, более функционально информативны, чем полученные при полном вдохе [50].

Была проведена комплексная оценка результатов инспираторно-экспираторной КТВР у пациентов с ХОБЛ I–IV стадий. Показано, что экспираторную КТВР целесообразно применять с целью выявления зон гипервентиляции у пациентов на ранних стадиях ХОБЛ. Оценка трахеального индекса является дополнительным показателем, позволяющим судить о стадии ХОБЛ (более 0,6 для I стадии, 0,45–0,6 – для II стадии, 0,3–0,4 – для III–IV стадии) [30].

На доклинической стадии (риск возникновения заболевания) КТВР выявляет утолщение стенок бронхов и бронхиол, иногда расширение их просветов (бронхо- и бронхиолоэктазы), нередко локальные, не резко выраженные признаки экспираторной ловушки (в основном при исследовании на выдохе). КТ дает возможность оценить функциональные особенности не только долей и сегментов, но и отдельных долек легкого [45].

В первой стадии ХОБЛ (легкое течение, $ОФВ_1 / ФЖЕЛ < 70$ %, $ФЖЕЛ > 80$ %; обычно, но не всегда хронический кашель, продукция мокроты) при КТ выявляют нормальное изображение легких при исследовании на вдохе и признаки мозаичного легкого на выдохе.

Во второй стадии ХОБЛ (среднетяжелое течение, $ОФВ_1$ от 30 до 80 %; одышка при физической нагрузке) при КТ определяют признаки мозаичного легкого при исследовании как на вдохе, так и на выдохе.

В третьей стадии ХОБЛ (тяжелое течение, $ОФВ_1 < 30$ %, дыхательная и сердечная недостаточность) при КТ легкие как на вдохе, так и на выдохе остаются в состоянии вдоха (выраженный и распространенный симптом экспираторной ловушки) [37].

М.В. Хрупенкова-Пивень (2008) считает, что КТВР должна стать методом выбора в диагностике хронической обструктивной болезни легких, так как при компенсированных формах ХОБЛ могут быть нормальные показатели функциональных проб и одновременно с этим иметь КТ-признаки хронической обструктивной болезни легких. Кроме того, метод дает возможность визуализировать патологические изменения на уровне респираторных бронхиол и ацинусов, позволяя уточнить причины заболевания, распространенность, макроструктурные изменения, а своевременно полученные результаты КТВР помогают правильно назначить адекватную терапию. КТВР имеет существенные преимущества, по сравнению с традиционной рентгенографией, в выявлении вида и распространенности эмфиземы у пациентов с возможным хирургическим лечением, включая трансплантацию легких, буллэктомии, хирургическое уменьшение объема легкого [34].

Однако рядом авторов отмечаются недостатки КТВР в диагностике ХОБЛ. Так, исследования К. Kugashima с соавт. (2005) показали, что КТВР имеет достаточно высокую чувствительность и низкую специфичность в диагностике ХОБЛ. Эмфизема лег-

ких не была распознана по данным КТВР у 18,6 % пациентов с ХОБЛ [51].

Разработана методика определения толщины стенки воздухоносных путей с помощью тонкосрезовых КТ-изображений, которая позволяет дифференцировать здоровых лиц от курящих с ХОБЛ и курящих без ХОБЛ. Как правило, толщина бронхиальной стенки наиболее высокая у курящих пациентов с ХОБЛ [41].

Компьютерная томография высокого разрешения может служить неинвазивным методом выявления морфологических изменений легких еще на ранних стадиях ХОБЛ, что дает возможность своевременно назначать адекватное лечение и судить об эффективности проводимой терапии. По полученным результатам почти у половины обследованных больных с ХОБЛ (43,8 %) рентгенография не выявила изменений легких, в то время как по данным КТВР эти изменения были установлены [29, 30].

Значительная разница между второй и третьей стадией ХОБЛ была выявлена при КТВР в верхних и нижних долях легких, а также между второй и четвертой стадиями – в нижних долях. Таким образом, КТВР позволяет дифференцировать степени тяжести ХОБЛ, но только не начальные проявления заболевания [39].

По данным Э.В. Эккардт с соавторами (2008), средний градиент плотности по обоим легким при ХОБЛ второй степени составлял $52,9 \pm 39,4$ HU, а при третьей степени – $29,6 \pm 26,6$ HU. Величина среднего градиента плотности обоих легких статистически значимо связана со степенью обструктивных нарушений, выявленных при спирографическом исследовании [36].

Результаты математической оценки эмфизематозных изменений у больных ХОБЛ методом количественной КТ (денситометрии) в большей степени отражают данные исследования диффузионной способности легких и в меньшей степени – определение количественной оценки эмфиземы легких является -950 HU [26].

По данным J. Zaporozhan с соавторами (2006), для проведения рутинных КТ-исследований органов грудной клетки для количественной оценки состояния легочной ткани возможно снижение дозы до 30 mAs [64].

Количественная КТ может быть альтернативной методикой перфузионной скintiграфии в оценке функционального состояния легких у пациентов, которым выполнена лобэктомия по поводу ХОБЛ [59].

В плане контроля эффективности терапии и динамического наблюдения пациентов с заболеваниями легких альтернативой мультисрезовой КТВР может стать МРТ, которая обладает дополнительными возможностями функциональной оценки состояния легочной ткани при отсутствии воздействия ионизирующего излучения. Однако в наших условиях широкое применение МРТ все еще ограничивается недостаточной доступностью метода и высокой стоимостью исследования [56].

Для пациентов с эмфиземой легких было установлено среднее значение T_1 в инспираторную фазу –

1034 ± 71 ms, в экспираторную фазу – 991 ± 63 ms, для пациентов с пневмофиброзом: в инспираторную фазу – 996 ± 103 ms, в экспираторную фазу – 1282 ± 170 ms. Исследование показало обратную фазовую зависимость показателя T_1 у пациентов с эмфиземой и пневмофиброзом. Более того, экспираторные показатели имеют большее различие между группами пациентов, чем инспираторные [58].

Одной из важнейших задач современной медицинской визуализации является повышение информативности методов лучевой диагностики с помощью применения цифровых технологий и программного обеспечения.

В настоящее время европейские исследователи изучают и проводят сравнительную оценку различных типов цифровых рентгенографических систем для определения их диагностических возможностей в клинической практике, а также для определения эффективной дозы, получаемой пациентом при исследовании органов грудной клетки. Современные системы прямой цифровой рентгенографии позволяют снижать дозу до 50 % [47, 61].

Японские ученые активно проводят исследования по изучению вентиляции и перфузии легких с помощью методики изменения пиксельных значений и цветового кодирования при функциональной динамической рентгенографии [60].

Государственное реформирование отечественного здравоохранения поставило перед лечебными учреждениями принципиально новые задачи. Скорость и качество получения и обработки информации стали важнейшим условием повышения уровня оказываемой медицинской помощи. Эту задачу нельзя решить без внедрения новых информационных технологий. Основным приоритетом развития лучевой диагностики на сегодняшний день является внедрение в практику цифровых технологий [17].

Переход к цифровому представлению медицинских изображений в службе лучевой диагностики способствует тому, чтобы цифровая флюорография легких заняла свое ведущее место в первичной диагностике легочной патологии – и при скрининге, и в обычных клинических ситуациях [11, 27, 33].

Для преодоления недостатков традиционной пленочной флюорографии необходим скорейший переход на цифровые технологии получения, анализа и протоколирования рентгеновских изображений органов грудной полости [12].

Необходимо отметить, что малодозовая цифровая флюорография доступна более широкому кругу пациентов, и лучевая нагрузка при ее использовании в несколько раз меньше, по сравнению с получаемой при компьютерной томографии [5, 6, 14, 31].

Результаты нашего исследования показали более высокую информативность МЦФГ в диагностике хронической обструктивной болезни легких, по сравнению с традиционной экранно-пленочной рентгенографией. Это объясняется более четкой визуализацией анатомических структур (легочный рисунок, корни легких), изменения которых происходят в первую очередь при ХОБЛ, а также возможностью объективной оценки оптической плот-

ности легочной ткани с определением градиента оптической плотности, в свою очередь, отражающего функциональное состояние легких у пациентов с ХОБЛ. МЦФГ характеризуется высокой разрешающей способностью, широким динамическим диапазоном, а также возможностью детальной количественной оценки состояния легочной паренхимы у пациентов с данной патологией. Наши выводы согласуются с уже имеющимся многочисленными литературными данными о преимуществах цифровых установок [8].

Для ранней диагностики обострения ХОБЛ можно использовать инспираторно-экспираторную компьютерную томографию высокого разрешения, которая позволяет выявить нарушения бронхиальной проходимости, провести дифференциальную диагностику с пневмонией и исключить другие синдромосходные заболевания. Вентиляционно-перфузионная пульмоцинтиграфия позволяет выявить нарушения перфузии при появлении признаков тромбоэмболии ветвей легочной артерии, которая является одной из причин обострения хронической обструктивной болезни легких. Функциональная малодозовая цифровая флюорография органов грудной клетки может служить инструментом первичной диагностики обострения ХОБЛ с дальнейшим динамическим наблюдением в процессе проводимой терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев С.Н. Обострение хронической обструктивной болезни легких // Пульмонология. – 2004. – № 6. – С. 43–50.
2. Авдеев С.Н. Обострение хронической обструктивной болезни легких: современные подходы к диагностике и лечению (обзор) // Терапевтический архив. – 2004. – № 11. – С. 43–50.
3. Авдеев С.Н. Хроническая обструктивная болезнь легких как системное заболевание // Пульмонология. – 2007. – № 2. – С. 104–116.
4. Айсанов З.Р., Кокосов А.Н., Овчаренко С.И. Хронические обструктивные болезни легких. Федеральная программа // Русский медицинский журнал. – 2001. – Т. 9, № 1 (120). – С. 9–34.
5. Бару С.Е. Рентгенографические системы с предельно низкими дозами облучения и области их применения // Матер. I Съезда врачей лучевой диагностики СФО «Достижения, перспективы и основные направления развития лучевой диагностики в Сибири». – Новосибирск, 2010. – С. 27–29.
6. Васильев А.Ю., Бойчак Д.В., Локтионов А.А. и др. Результаты клинических испытаний малодозового микрофокусного рентгенодиагностического аппарата при исследовании опорно-двигательной системы / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 38.
7. Видюков В.И. Возможности текстурного анализа медицинских изображений / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 41.
8. Волков К.Н. Сравнительный анализ информативности аналоговой рентгенографии и рентгенографии на запоминающих люминофорах / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 46.
9. Емельянов А.В. Диагностика и лечение обострений хронической обструктивной болезни легких // Русский медицинский журнал. – 2005. – Т. 13, № 4. – С. 183–189.
10. Завадовская В.Д., Родионова О.В. КТВР в ранней диагностике ХОБЛ // Достижения современной лучевой диагностики в клинической практике: Матер. IV регион. конф. – Томск, 2006. – С. 161–165.
11. Зарипов Р.А. Повышение эффективности массовой проверочной флюорографии органов грудной полости при переходе на цифровые технологии // Научные труды Невского радиологического форума «Новые горизонты», 7–10 апр. 2007 г. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2007. – С. 269–271.
12. Зарипов Р.А., Бондарев А.В., Воробьева Г.Н. и др. Программная среда с графическим интерфейсом для анализа и автоматизированного формализованного протоколирования цифровых флюорограмм органов грудной клетки // Матер. Всерос. науч. форума «Радиология 2005». – М., 2005. – С. 136–137.
13. Золотницкая В.П., Лукина О.В., Сперанская А.А., Амосов В.В. Применение методики совмещения ОФЭКТ/КТ для диагностики ТЭЛА у больных ХОБЛ и интерстициальными заболеваниями легких // Международный VI Невский радиологический форум / Под ред. Н.А. Карловой. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2013. – С. 67.
14. Кальницкий С.А., Звонова И.А. Современные уровни медицинского облучения населения / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 102–103.
15. Камышанская И.Г., Черемисин В.М., Арефьева Н.М. и др. Опыт организации работы радиологической информационной сети в мариинской больнице скорой помощи / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 103.
16. Клинические рекомендации. Хроническая обструктивная болезнь легких / Под ред. А.Г. Чучалина. – М.: Издательство «Атмосфера», 2003. – 168 с.
17. Косова И.А., Кармазановский Г.Г. Стандартизация протоколов исследования и оценки данных как один из факторов эффективности в телерадиологии // Матер. Всероссийского науч. форума «Радиология 2005». – М., 2005. – С. 197–198.
18. Лещук Т.Ю. Цифровые сканирующие системы в диагностике социально значимых заболеваний / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 134.
19. Лишманов Ю.Б., Кривоногов Н.Г., Агеева Т.С., Дубоделова А.В. Вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия легких в дифференциальной диагностике внебольничной пневмонии и немассивной тромбоэмболии легочной артерии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2007. – Т. 52, № 5. – С. 46–50.
20. Лишманов Ю.Б., Кривоногов Н.Г., Агеева Т.С. и др. Основные показатели вентиляционно-перфузионной сцинтиграфии легких у здоровых лиц

// Вестник рентгенологии и радиологии. – 2007. – № 6. – С. 34–39.

21. Лишманов Ю.Б., Кривоногов Н.Г., Агеева Т.С., Дубоделова А.В. и др. Радионуклидная оценка альвеолярно-капиллярной проницаемости для раннего распознавания нозологической принадлежности инфильтрата в легком // Пульмонология. – 2011. – № 4. – С. 60–64.

22. Лишманов Ю.Б., Кривоногов Н.Г., Агеева Т.С., Дубоделова А.В. Основные скинтиграфические показатели у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких // Бюллетень Сибирской медицины. – 2012. – № 5. – С. 132–135.

23. Лукина О.В., Золотницкая В.П., Литвинов А.П. Лучевая диагностика и контроль за динамикой начальных признаков ХОБЛ // Невский радиологический форум «Новые горизонты», 7–10 апр. 2007 г. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2007. – С. 281–282.

24. Момот Н.В., Первак М.Б., Высоцкий А.Б. и др. Роль мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике буллезной эмфиземы легких / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 137–138.

25. Момот Н.В., Первак М.Б., Высоцкий А.Г., Соловьева Е.М. и др. Возможности мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) в оценке послеоперационных результатов у пациентов с локализованной формой буллезной эмфиземы легких (ЛБЭЛ) / Под ред. Н.А. Карловой // Международный VI Невский радиологический форум. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2013. – С. 69.

26. Поливанов Г.Э., Поливанова А.Э., Черняк А.В. и др. Количественная оценка эмфиземы легких у больных ХОБЛ // Невский радиологический форум «Новые горизонты», 7–10 апр. 2007 г. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2007. – С. 290–291.

27. Ратобильский Г.В. Малодозовая цифровая рентгенография (флюорография) высокого разрешения в выявлении и диагностике патологии органов и систем на поликлиническом уровне // Поликлиника. – 2013. – № 3. – С. 15–17.

28. Сапранов Б.Н., Жернакова Л.В., Габдуллина Р.Р. Роль рентгенографии в определении причинности легочной гипертензии / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 209–210.

29. Селивёрстов А.А. Возможности высокоразрешающей рентгеновской компьютерной томографии в ранней диагностике хронической обструктивной болезни легких // Матер. 2-го Всерос. нац. конгр. по лучевой диагностике и терапии. – М., 2008. – С. 253–254.

30. Селивёрстов А.А. Комплексная оценка данных высокоразрешающей рентгеновской компьютерной томографии при хронической обструктивной болезни легких / Под ред. Н.А. Карловой // Международный VI Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2013. – С. 72.

31. Суслин В.П., Отрощенко В.А., Чиков В.А. и др. Эффективные дозы облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований на цифровых и пленочных аппаратах // Матер. I Съезда врачей

лучевой диагностики СФО «Достижения, перспективы и основные направления развития лучевой диагностики в Сибири». – Новосибирск, 2010. – С. 27–29.

32. Тришина Н.Н., Витько Н.К., Зубанов А.Г. и др. Компьютерная томография в диагностике хронических обструктивных болезней легких // Диагностическая и интервенционная радиология: Матер. V Всерос. нац. конгр. лучевых диагностов и терапевтов. – М., 2011. – № 2. – С. 439–440.

33. Фадиев А.В. Некоторые дополнения в организационно-методическую схему применения цифровой флюорографии в практическом здравоохранении РФ // Матер. Всерос. науч. форума «Радиология 2005». – М., 2005. – С. 477–479.

34. Хрупенкова-Пивень М.В. Компьютерная томография высокого разрешения (КТВР) в диагностике хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) // Матер. 2-го Всерос. нац. конгр. по лучевой диагностике и терапии. – М., 2008. – С. 305–306.

35. Шелимова Т.А., Родионов П.В., Фадеева Л.М. и др. Система архивирования и обработки данных отделения нейрорадиологии – источник данных для научных исследований / Под ред. Л.А. Тютинина // Невский радиологический форум. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2011. – С. 267.

36. Эккардт Э.В., Бодрова Т.Н., Родионова О.В. Диагностика эмфиземы легких у больных хронической обструктивной болезнью легких // Матер. 1-й межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Иркутск: Изд-во ООО «Мегапринт», 2008. – С. 412–413.

37. Юдин А., Афанасьева Н., Хрупенкова-Пивень М. и др. Современная лучевая диагностика хронической обструктивной болезни легких // Врач. – 2004. – № 5. – С. 42–44.

38. Яблонский П.К., Николаев Г.В., Филиппова Т.А. Отбор пациентов с хронической обструктивной болезнью легких для хирургической редукции объема легких // Пульмонология. – 2006. – № 3. – С. 86–92.

39. Allona M., Torres I., Rodriguez-Vigil B. et al. Correlation between lung attenuation with high resolution computed tomography and COPD severity grading systems // Eur. Radiol. – 2006. – Vol. 16, N 2, Suppl. 1. – P. 170.

40. Amato M., Larici A.R., Ciello A. et al. Inspiratory and expiratory MDCT (multidetector computed tomography) scans: automatic airways analysis in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) // Insights into Imaging. – 2011. – Vol. 2, Suppl. 1. – P. S64–S65.

41. Berger P., Perot V., Desbarats P. et al. Airway wall thickness in cigarette smokers: quantitative thin-section CT assessment // Radiology. – 2005. – Vol. 235, N 3. – P. 1055–1064.

42. Biederer J. Lung imaging with MRI // Magnetom. Flash. – 2011. – N 1. – P. 16–23.

43. Calvin Y.W.H., Gladys G.L. Xenon ventilation CT scan demonstrates an increase in regional ventilation after bullectomy in a COPD patient // Somatom. Sessions. – 2010. – N 27. – P. 64–65.

44. Camiciottoli G., Bartolucci M., Maluccio N.M. et al. Spirometrically gated high-resolution CT findings in COPD: lung attenuation vs lung function and dyspnea severity // Chest. – 2006. – Vol. 129, N 3. – P. 558–564.

45. Fishwick D., Naylor S. COPD and the workplace. Is it really possible to detect early cases? // *Occup. Med.* – 2007. – Vol. 57, N 2. – P. 82–84.

46. Gibson G.J., MacNee W. Chronic obstructive pulmonary disease investigations and assessment of severity / Eds. D.S. Postma, N.M. Siafakas // *Management of chronic obstructive pulmonary disease.* – 1998. – P. 25–41.

47. Gruber M., Uffmann M., Weber M. et al. Direct detector radiography versus dual reading computed radiography: feasibility of dose reduction in chest radiography // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 7. – P. 1544–1550.

48. Halpin D.M.G., Miravittles M. Chronic obstructive pulmonary disease. The disease and its burden to society // *Proc. Am. Thorac. Soc.* – 2006. – N 3. – P. 619–623.

49. Ikura H., Shimizu K., Ebara H. et al. Analysis of three pathohistologic types of emphysema using ultra-high-resolution CT // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2, Suppl. 1. – P. 359.

50. Kauczor H.U., Hast J., Heussel C.P. et al. CT attenuation of paired HRCT scans obtained at full inspiratory/expiratory position: comparison with pulmonary function tests // *Eur. Radiol.* – 2002. – Vol. 12, N 11. – P. 2757–2763.

51. Kurashima K., Takavanagi N., Sato N. et al. High resolution CT and bronchial reversibility test for diagnosing COPD // *Respirology.* – 2005. – Vol. 10, № 3. – P. 316–322.

52. Moroni C., Mascalchi M., Camiciottoli G. et al. Comparison of spirometric-gated and -ungated HRCT in COPD // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2003. – Vol. 27, N 3. – P. 375–379.

53. National Institute for Clinical Excellence. Management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care // *NICE Clinical Guideline.* – 2004.

54. Nishino M., Boiselle P.M., Copeland J.F. et al. Value of volumetric data acquisition in expiratory high-resolution computed tomography of the lung // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2004. – Vol. 28, N 2. – P. 209–214.

55. Orlandi I., Moroni Ch., Camiciottoli G. et al. Spirometric-gated computed tomography quantitative evaluation of lung emphysema in chronic obstructive pulmonary disease. A comparison of 3 techniques // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2004. – Vol. 28, N 4. – P. 437–442.

56. Puderbach M., Eichenger M., Gahr J. Proton MRI appearance of cystic fibrosis: Comparison to CT. // *Eur. Radiol.* – 2007. – Vol. 16, N 7. – P. 716–724.

57. Spiropoulos K., Trakada G., Kalamboka D. et al. Can high resolution computed tomography predict lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Lung.* – 2003. – Vol. 181, № 4. – P. 169–181.

58. Stadler A., Jakob P.M., Barth M. et al. T1 mapping of the entire lung in patients with emphysema and fibrosis: influence of respiratory phase and correlation with lung functional tests // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2, Suppl. 1. – P. 170–171.

59. Sverzellati N., Chetta A., Calabro E. et al. Reliability of quantitative computed tomography to predict postoperative lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease having a lobectomy // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2005. – Vol. 29, N 6. – P. 819–824.

60. Tanaka R., Sanada S., Fujimura M. et al. Development of a pulmonary functional imaging using a dynamic

flat-panel detector (FDP): primary results of clinical evaluation in pulmonary diseases // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2008. – Vol. 3, Suppl. 1. – P. S5–S6.

61. Veldkamp W.J.H., Kroft L.J.M., Boot M.V. et al. Contrast-detail evaluation and dose assessment of eight digital chest radiography systems in clinical practice // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2. – P. 333–341.

62. Webb W.R. Müller N.L., Naidich D.P. High-resolution CT of the lung; 3rd ed. – 2000. – P. 286–315.

63. Webb W.R., Higgins C.B. Thoracic imaging: pulmonary and cardiovascular radiology. – 2005. – P. 543–545.

64. Zaporozhan J., Ley S., Weinheimer O. et al. Multi-detector CT of the chest: Influence of dose onto quantitative evaluation of severe emphysema: a simulation study // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2006. – Vol. 30, N 3. – P. 460–468.

REFERENCES

1. Avdeev S.N. Exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease // *Pul'monologija.* – 2004. – № 6. – S. 43–50.

2. Avdeev S.N. Exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: modern approaches to the diagnostics and treatment (review) // *Terapevticheskiy arhiv.* – 2004. – № 11. – S. 43–50.

3. Avdeev S.N. Exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease as a system disease // *Pul'monologija.* – 2007. – № 2. – S. 104–116.

4. Ajsanov Z.R., Kokosov A.N., Ovcharenko S.I. Exacerbation of chronic obstructive pulmonary diseases. Federal program // *Russkiy medicinskiy zhurnal.* – 2001. – T. 9, № 1 (120). – S. 9–34.

5. Baru S.E. X-ray systems with extreme low doses radiation level and their application field // *Mater. I Sjezda vrachej luchevoj diagnostiki SFO «Dostizhenija, perspektivy i osnovnye napravlenija razvitiya luchevoj diagnostiki v Sibiri».* – Novosibirsk, 2010. – S. 27–29.

6. Vasil'ev A.Ju., Bojchak D.V., Loktionov A.A. i dr. Results of clinical trials of low-dose microfocus DXR device at the research of locomotor system / Pod red. L.A. Tjutina // *Nevskij radiologicheskij forum.* – SPb.: Izd-vo «J LBI-SPb», 2011. – S. 38.

7. Vidjukov V.I. Opportunities of texture analysis of medical images / Pod red. L.A. Tjutina // *Nevskij radiologicheskij forum.* – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 41.

8. Volkov K.N. Comparative analysis of information content of analogue X-ray study and X-ray study on memory fluorochromes / Pod red. L.A. Tjutina // *Nevskij radiologicheskij forum.* – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 46.

9. Emel'janov A.V. Diagnostics and treatment of exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *Russkiy medicinskiy zhurnal.* – 2005. – T. 13, № 4. – S. 183–189.

10. Zavadovskaja V.D., Rodionova O.V. HRCT in early diagnostics of COPD // *Dostizhenija sovremennoj luchevoj diagnostiki v klinicheskoj praktike: Mater. IV region. konf.* – Tomsk, 2006. – S. 161–165.

11. Zaripov R.A. Increase of effectiveness of collective test fluorography of thoracic organs at the conversion to digital technologies // *Nauchnye trudy Nevskogo radiologicheskogo foruma «Novye gorizonty»*, 7–10 apr. 2007 g. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2007. – S. 269–271.

12. Zaripov R.A., Bondarev A.V., Vorob'eva G.N. i dr. Software environment with graphic interface for analysis of formalized protocolling of digital fluorograms of thoracic organs // Mater. Vseros. nauch. foruma «Radiologija 2005». – M., 2005. – S. 136–137.
13. Zolotnickaja V.P., Lukina O.V., Speranskaja A.A., Amosov V.V. Use of method of combination of SPECT/CT for diagnostics of PATE in COPD patients with interstitial pulmonary diseases // Mezhdunarodnyj VI Nevskij radiologicheskij forum / Pod red. N.A. Karlovoj. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2013. – S. 67.
14. Kal'nickij S.A., Zvonova I.A. Modern levels of medical radiation of the population / Pod red. L.A. Tjutina // Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 102–103.
15. Kamyshanskaja I.G., Cheremisin V.M., Aref'eva N.M. i dr. Experience of organization of work of X-ray information network in Mariinsk Emergency Hospital / Pod red. L.A. Tjutina // Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 103.
16. Clinical recommendations. Chronic obstructive pulmonary disease / Pod red. A.G. Chuchalina – M.: Izdatel'stvo «Atmosfera», 2003. – 168 s.
17. Kosova I.A., Karmazanovskij G.G. Standardization of research and data estimation protocols as one of the factors of effectiveness in teleradiology // Mater. Vserossijskogo nauch. foruma «Radiologija 2005». – M., 2005. – S. 197–198.
18. Leshhuk T.Ju. Digital scanning systems in diagnostics of socially important diseases / Pod red. L.A. Tjutina // Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 134.
19. Lishmanov Ju.B., Krivonogov N.G., Ageeva T.S., Dubodelova A.V. Ventilation/perfusion lung scan in differentiated diagnostics of community-acquired pneumonia and non-massive PATE // Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'. – 2007. – T. 52, № 5. – S. 46–50.
20. Lishmanov Ju.B., Krivonogov N.G., Ageeva T.S. i dr. Main indices of ventilation/perfusion lung scan in healthy people // Vestnik rentgenologii i radiologii. – 2007. – № 6. – S. 34–39.
21. Lishmanov Ju.B., Krivonogov N.G., Ageeva T.S., Dubodelova A.V. i dr. Radionuclide estimation of alveolar-capillary penetrance for early recognition of nosological origin of pulmonary infiltrate // Pul'monologija. – 2011. – № 4. – S. 60–64.
22. Lishmanov Ju.B., Krivonogov N.G., Ageeva T.S., Dubodelova A.V. Main scitigraphic indices in patients with chronic obstructive pulmonary disease // Bjulleten' Sibirskoj mediciny. – 2012. – № 5. – S. 132–135.
23. Lukina O.V., Zolotnickaja V.P., Litvinov A.P. X-ray diagnostics and control of the dynamics of primary signs of COPD // Nevskij radiologicheskij forum «Novye gorizonty», 7–10 apr. 2007 g. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2007. – S. 281–282.
24. Momot N.V., Pervak M.B., Vysockij A.B. i dr. Role of multidetector row spiral CT (MRSCT) in diagnostics of bullous emphysema / Pod red. L.A. Tjutina // Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 137–138.
25. Momot N.V., Pervak M.B., Vysockij A.G., Solov'eva E.M. i dr. Opportunities of multidetector row spiral CT (MRSCT) in the estimation of postoperative results in patients with localized form of bullous emphysema / Pod red. N.A. Karlovoj // Mezhdunarodnyj VI Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: JeLBI-SPb, 2013. – S. 69.
26. Polivanov G.Je., Polivanova A.Je., Chernjak A.V. i dr. Quantitative estimation of pulmonary emphysema in patients with COPD // Nevskij radiologicheskij forum «Novye gorizonty», 7–10 apr. 2007 g. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2007. – S. 290–291.
27. Ratobyl'skij G.V. High-resolution low-dose digital X-ray study (fluorography) in detection of pathology of organs and systems on polyclinic level // Poliklinika. – 2013. – № 3. – S. 15–17.
28. Sapranov B.N., Zhernakova L.V., Gabdullina R.R. Role of X-ray study in detection of causation of pulmonary hypertension / Pod red. L.A. Tjutina // Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 209–210.
29. Selivjorstov A.A. Opportunities of high-resolution X-ray computed tomography in early diagnostics of chronic obstructive pulmonary disease // Mater. 2-go Vseros. nac. kongr. po luchevoj diagnostike i terapii. – M., 2008. – S. 253–254.
30. Selivjorstov A.A. Complex estimation of data of high-resolution X-ray computed tomography at chronic obstructive pulmonary disease / Pod red. N.A. Karlovoj // Mezhdunarodnyj VI Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2013. – S. 72.
31. Suslin V.P., Otroshhenko V.A., Chikov V.A. i dr. Effective doses of radiation of patients at the realization of X-ray studies on digital and film devices // Mater. I Sjezda vrachej luchevoj diagnostiki SFO «Dostizhenija, perspektivy i osnovnye napravlenija razvitija luchevoj diagnostiki v Sibiri». – Novosibirsk, 2010. – S. 27–29.
32. Trishina N.N., Vit'ko N.K., Zubanov A.G. i dr. Computed tomography in diagnostics of chronic obstructive pulmonary diseases // Diagnosticheskaja i intervencionnaja radiologija: Mater. V Vseros. nac. kongr. luchevyh diagnostov i terapevtov. – M., 2011. – № 2. – S. 439–440.
33. Fadiev A.V. Some additions in organization-methodic scheme of use of digital fluorography in practical healthcare of Russian Federation // Mater. Vseros. nauch. foruma «Radiologija 2005». – M., 2005. – S. 477–479.
34. Hrupenkova-Piven' M.V. High-resolution computed tomography (HRCT) in diagnostics of chronic pulmonary disease (COPD) // Mater. 2-go Vseros. nac. kongr. po luchevoj diagnostike i terapii. – M., 2008. – S. 305–306.
35. Shelimova T.A., Rodionov P.V., Fadeeva L.M. i dr. System of archivation and data processing of neuroradiology department – the source of data for scientific researches / Pod red. L.A. Tjutina // Nevskij radiologicheskij forum. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – SPb.: Izd-vo «JeLBI-SPb», 2011. – S. 267.
36. Jekkardt Je.V., Bodrova T.N., Rodionova O.V. Diagnostics of pulmonary emphysema in patients with chronic obstructive pulmonary disease // Mater. 1-j mezhregion. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. – Irkutsk: Izd-vo OOO «Megaprint», 2008. – S. 412–413.

37. Judin A., Afanas'eva N., Hrupenkova-Piven' M. i dr. Modern radiodiagnostics of chronic obstructive pulmonary disease // *Vrach.* – 2004. – № 5. – S. 42–44.
38. Jablonskij P.K., Nikolaev G.V., Filippova T.A. Patient selection with chronic obstructive pulmonary disease for surgical reduction of lung volume // *Pul'monologija.* – 2006. – № 3. – S. 86–92.
39. Allona M., Torres I., Rodriguez-Vigil B. et al. Correlation between lung attenuation with high resolution computed tomography and COPD severity grading systems // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2, Suppl. 1. – P. 170.
40. Amato M., Larici A.R., Ciello A. et al. Inspiratory and expiratory MDCT (multidetector computed tomography) scans: automatic airways analysis in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) // *Insights into Imaging.* – 2011. – Vol. 2, Suppl. 1. – P. S64–S65.
41. Berger P., Perot V., Desbarats P. et al. Airway wall thickness in cigarette smokers: quantitative thin-section CT assessment // *Radiology.* – 2005. – Vol. 235, N 3. – P. 1055–1064.
42. Biederer J. Lung imaging with MRI // *Magnetom. Flash.* – 2011. – N 1. – P. 16–23.
43. Calvin Y.W.H., Gladys G.L. Xenon ventilation CT scan demonstrates an increase in regional ventilation after bullectomy in a COPD patient // *Somatom. Sessions.* – 2010. – N 27. – P. 64–65.
44. Camiciottoli G., Bartolucci M., Maluccio N.M. et al. Spirometrically gated high-resolution CT findings in COPD: lung attenuation vs lung function and dyspnea severity // *Chest.* – 2006. – Vol. 129, N 3. – P. 558–564.
45. Fishwick D., Naylor S. COPD and the workplace. Is it really possible to detect early cases? // *Occup. Med.* – 2007. – Vol. 57, N 2. – P. 82–84.
46. Gibson G.J., MacNee W. Chronic obstructive pulmonary disease investigations and assessment of severity / Eds. D.S. Postma, N.M. Siafakas // *Management of chronic obstructive pulmonary disease.* – 1998. – P. 25–41.
47. Gruber M., Uffmann M., Weber M. et al. Direct detector radiography versus dual reading computed radiography: feasibility of dose reduction in chest radiography // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 7. – P. 1544–1550.
48. Halpin D.M.G., Miravittles M. Chronic obstructive pulmonary disease. The disease and its burden to society // *Proc. Am. Thorac. Soc.* – 2006. – N 3. – P. 619–623.
49. Ikura H., Shimizu K., Ebara H. et al. Analysis of three pathohistologic types of emphysema using ultra-high-resolution CT // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2, Suppl. 1. – P. 359.
50. Kauczor H.U., Hast J., Heussel C.P. et al. CT attenuation of paired HRCT scans obtained at full inspiratory/expiratory position: comparison with pulmonary function tests // *Eur. Radiol.* – 2002. – Vol. 12, N 11. – P. 2757–2763.
51. Kurashima K., Takavanagi N., Sato N. et al. High resolution CT and bronchial reversibility test for diagnosing COPD // *Respirology.* – 2005. – Vol. 10, № 3. – P. 316–322.
52. Moroni C., Mascalchi M., Camiciottoli G. et al. Comparison of spirometric-gated and -ungated HRCT in COPD // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2003. – Vol. 27, N 3. – P. 375–379.
53. National Institute for Clinical Excellence. Management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care // *NICE Clinical Guideline.* – 2004.
54. Nishino M., Boiselle P.M., Copeland J.F. et al. Value of volumetric data acquisition in expiratory high-resolution computed tomography of the lung // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2004. – Vol. 28, N 2. – P. 209–214.
55. Orlandi I., Moroni Ch., Camiciottoli G. et al. Spirometric-gated computed tomography quantitative evaluation of lung emphysema in chronic obstructive pulmonary disease. A comparison of 3 techniques // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2004. – Vol. 28, N 4. – P. 437–442.
56. Puderbach M., Eichenger M., Gahr J. Proton MRI appearance of cystic fibrosis: Comparison to CT. // *Eur. Radiol.* – 2007. – Vol. 16, N 7. – P. 716–724.
57. Spiropoulos K., Trakada G., Kalamboka D. et al. Can high resolution computed tomography predict lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Lung.* – 2003. – Vol. 181, № 4. – P. 169–181.
58. Stadler A., Jakob P.M., Barth M. et al. T1 mapping of the entire lung in patients with emphysema and fibrosis: influence of respiratory phase and correlation with lung functional tests // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2, Suppl. 1. – P. 170–171.
59. Sverzellati N., Chetta A., Calabro E. et al. Reliability of quantitative computed tomography to predict postoperative lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease having a lobectomy // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2005. – Vol. 29, N 6. – P. 819–824.
60. Tanaka R., Sanada S., Fujimura M. et al. Development of a pulmonary functional imaging using a dynamic flat-panel detector (FDP): primary results of clinical evaluation in pulmonary diseases // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2008. – Vol. 3, Suppl. 1. – P. S5–S6.
61. Veldkamp W.J.H., Kroft L.J.M., Boot M.V. et al. Contrast-detail evaluation and dose assessment of eight digital chest radiography systems in clinical practice // *Eur. Radiol.* – 2006. – Vol. 16, N 2. – P. 333–341.
62. Webb W.R., Müller N.L., Naidich D.P. High-resolution CT of the lung; 3rd ed. – 2000. – P. 286–315.
63. Webb W.R., Higgins C.B. Thoracic imaging: pulmonary and cardiovascular radiology. – 2005. – P. 543–545.
64. Zaporozhan J., Ley S., Weinheimer O. et al. Multi-detector CT of the chest: Influence of dose onto quantitative evaluation of severe emphysema: a simulation study // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 2006. – Vol. 30, N 3. – P. 460–468.

Информация об авторах

Горбунов Николай Алексеевич – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52; тел.: 8 (383) 346-01-47; e-mail: n_gorbunov@ngs.ru)

Дергилёв Александр Петрович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ (e-mail: a.dergilev@mail.ru)

Сидорова Лидия Дмитриевна – академик РАМН, профессор кафедры внутренних болезней лечебного факультета ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ

Information about the authors

Gorbunov Nikolay Alekseevich – candidate of medical sciences, docent, assistant professor of the chair of radiodiagnosics of Novosibirsk State Medical University (Krasnyi av., 52, Novosibirsk, 630091; tel.: +7 (383) 346-01-47; e-mail: n_gorbunov@ngs.ru)

Dergilev Aleksandr Petrovich – doctor of medical sciences, professor, head of the chair of radiodiagnosics of Novosibirsk State Medical University (e-mail: a.dergilev@mail.ru)

Sidorova Lidiya Dmitrievna – Academician of RAMS, professor of the chair of internal diseases of department of general medicine of Novosibirsk State Medical University