

ЦИФРОВАЯ РАДИОЛОГИЯ, ТЕЛЕРАДИОЛОГИЯ

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ДЕТАМ РАННЕГО ВОЗРАСТА ПО ДАННЫМ НИЗКОДОЗОВОЙ МИКРОФУКУСНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

¹А. В. Алхазивили, ¹Л. Г. Константинова, ²В. Б. Бессонов, ²Ю. Н. Потрахов, ²Н. Н. Потрахов, ¹А. Ю. Скрипник, ¹Г. Е. Труфанов
¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)», Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

При длительном лечении в стационаре детей раннего возраста с заболеваниями дыхательной системы врачам смежных специальностей требуются более детальные данные о степени патологических изменений в легких пациента и для их получения назначают компьютерную томографию органов грудной клетки. Актуальной проблемой является повышение информативности рутинного рентгенологического исследования для минимизации количества дополнительных обследований.

CHEST CT IMAGING OPTIMIZATION FOR EARLY AGE CHILDREN ACCORDING TO LOW-DOSE MICROFOCUS RADIOGRAPHY DATA

¹Aleksandr V. Alkhashivili, ¹Larisa G. Konstantinova, ²Viktor B. Bessonov, ²Yuriy N. Potrakhov, ²Nikolay N. Potrakhov, ¹Aleksey Yu. Skripnik, ¹Gennadiy E. Trufanov

¹FSBI «V. A. Almazov National Medical Research Center» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia
²St. Petersburg Electrotechnical University «LETI», St. Petersburg, Russia

During long-term hospital treatment of early age children with respiratory diseases, physicians require more detailed data about abnormal changes stage in the patient's lungs and chest CT scan is prescribed to obtain them. Increasing informative value of routine X-ray study with decreasing number of additional studies is one of the most actual subjects for research.

Цель исследования: главными преимуществами микрофокусной рентгенографии считаются низкая, по сравнению со стандартной рентгенографией и компьютерной томографией, лучевая нагрузка, а также возможность получать первично увеличенные в 5–25 раз и более изображения с высокой степенью разрешения, что значительно увеличивает диагностические способности в клинической практике. Следовательно, необходимо определить показания для выполнения компьютерной томографии органов грудной клетки на основе данных микрофокусной рентгенографии у детей раннего возраста с заболеваниями дыхательной системы.

Материалы и методы: на базе детского лечебно-реабилитационного комплекса ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России с ноября 2018 было обследовано 7 пациентов при помощи низкодозовой микрофокусной рентгеновского аппарата, разработанного СПбЭТУ «ЛЭТИ», в необходимых проекциях с последующим выполнением компьютерной томографии органов грудной клетки по низкодозовым протоколам с анестезиологическим пособием. Проанализированы полученные исследования и выявлены преимущества методов для специалистов смежных специальностей.

Результаты: высокое пространственное разрешение и низкий риск получения дыхательных артефактов позволяет эффективно использовать методику микрофокусной рентгенографии в визуализации структуры легочной ткани, органов средостения и костных структур. Также основными преимуществами микрофокусной рентгенографии перед компьютерной томографией являются низкая лучевая нагрузка и соответственно возможность чаще проводить исследования в динамике на фоне лечения, высокая мобильность оборудования с возможностью выполнить исследование в неспециализированных условиях без транспортировки пациента в отделение лучевой диагностики и без анестезиологического пособия, что особенно важно для пациентов в тяжелом состоянии. В случаях наличия фокуса тотального затенения или обнаружении выпота в плевральную полость не всегда удается сузить дифференциально-диагностический ряд характера патологических изменений по данным микрофокусной рентгенографии и назначается проведение компьютерной томографии с последующим рендерингом медицинских изображений с необходимой толщиной слоя.

Заключение: таким образом, компьютерную томографию следует назначать в случае выявления патологических участков затенения или просветления с широким дифференциально-диагностическим рядом при микрофокусной рентгенографии без признаков ответа на проводимую терапию.

Список литературы/References:

- Потрахов Н.Н., Труфанов Г.Е., Васильев А.Ю. и др. Микрофокусная рентгенография в клинической практике: учебное пособие. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. 80 с. [Potrakhov N.N., Trufanov G.E., Vasil'ev A.Yu. et al. Mikrofokusnaya rentgenografiya v klinicheskoy praktike: uchebnoye posobie. St. Petersburg: Izdatel'stvo ENLBI Spb, 2012. 80 p. (In Russ.).]
- Дегтярева М.В., Горбунов А.В., Мазеев А.П., Ерохина А.В. Рентгенодиагностика заболеваний легких у новорожденных детей: монография. М.: Логосфера, 2017. 200 с. [Degtyareva M.V., Gorbunov A.V., Mazeev A.P., Erokhina A.V. Rentgenodiagnostika zabolevaniy legkih u novorozhdennykh detej: monografiya. Moscow: Izdatel'stvo Logosfera, 2017. 200 p. (In Russ.).]

Дата поступления: 28.01.2019 г.

Контактное лицо: Алхазивили Александр Владимирович, alkhashivili@yandex.ru

Сведения об авторах:

Алхазивили Александр Владимирович — ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России; 197341, Санкт-Петербург,

ул. Аккуратова, д. 2; e-mail: alkhashivili@yandex.ru;
 Константинова Лариса Геннадиевна — кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
 Бессонов Виктор Борисович — кандидат технических наук, доцент ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»; 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5;
 Потрахов Юрий Николаевич — ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»; 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5;
 Потрахов Николай Николаевич — доктор технических наук профессор ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»; 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5;
 Скрипник Алексей Юрьевич — ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
 Труфанов Геннадий Евгеньевич — доктор медицинских наук профессор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПАЦИЕНТОВ В МЕДИЦИНЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. В. Водоватов, П. С. Дружинина, Е. Р. Ладанова, Б. С. Ногин
 ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Развитие лучевой диагностики в Российской Федерации должно сопровождаться модернизацией системы радиационной защиты пациентов при медицинском облучении. По результатам исследований, выполненных в период 2009–2018 гг. в 18 регионах России, были определены основные направления модернизации системы радиационной защиты в медицине, для реализации которых необходимо комплексное взаимодействие различных ведомств (Роспотребнадзора и Минздрава, в частности).

DEVELOPMENT OF RADIATION PROTECTION OF THE PATIENTS FROM MEDICAL EXPOSURE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Aleksandr V. Vodovатов, Polina S. Druzhinina, Evgeniya R. Ladanova, Boris S. Nogin

FBIS «St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after professor P. V. Ramzaev», St. Petersburg, Russia

Development of the X-ray diagnostics in the Russian Federation should be accompanied by the upgrade of the system of radiation protection of the patients from medical exposure. Based on the results obtained in 2009–2018 in 18 Russian regions, the key directions of modernization of the radiation protection in X-ray diagnostics were identified. These directions should be put into practice through the collaboration of Rosotrebznadzor and Ministry of Healthcare.

Цель исследования: совершенствование радиационной защиты в медицине является одним из ключевых направлений обеспечения радиационной безопасности населения. Актуальность модернизации существующей системы радиационной защиты пациентов обусловлена постепенным изменением структуры лучевой диагностики в России, внедрением современных диагностических технологий и ростом индивидуальных доз пациентов от медицинского облучения [1]. Целью данного исследования являлось определение основных направлений модернизации существующей системы радиационной защиты пациентов в медицине.

Материалы и методы: исследование основано на результатах сбора данных в медицинских организациях (МО) в 18 регионах Российской Федерации, выполненного специалистами ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева в период с 2009–2018 гг. [2, 3] и анализе форм 3-ДОЗ системы ЕСКИД и формы-30 Минздрава РФ за тот же период.

Результаты: по результатам исследования были определены следующие направления: обеспечение штатного расписания МО медицинскими физиками, отвечающими за дозиметрию, учет и оценку эффективных доз пациентов, разработку и проведение мероприятий по снижению доз облучения пациентов и повышению диагностической эффективности лучевой диагностики; разработка и реализация программ обеспечения качества и контроля качества проведения рентгенодиагностических исследований (РРИ), в том числе и в рамках клинического аудита; разработка нормативно-методических документов (НМД), регламентирующих оценку качества рентгеновских изображений; разработка и реализация программ первичного обучения и переподготовки специалистов по вопросам радиационной гигиены и радиационной безопасности; разработка и практическое внедрение актуализированных форм добровольного информированного согласия и порядка информирования пациентов при проведении РРИ; гармонизация отечественных НМД в области радиационной защиты в медицине с зарубежными руководящими документами; внедрение в практику современных методов оценки эффективных доз от различных видов РРИ и радиационно-индуцированных рисков для пациентов различных поло-возрастных категорий, в том числе и с использованием специализированного программного обеспечения; кардинальная переработка формы 3-ДОЗ системы ЕСКИД (отказ от использования табличных значений доз; детализация списка представленных РРИ; учет параметров проведения РРИ и эффективных доз на уровне отдельно-

го аппарата, дополнение формы данными по детским пациентам и лучевой терапией) с ее интеграцией в информационные системы МО; внедрение в практику принципа оптимизации и утверждение значений национальных референтных диагностических уровней для детских и взрослых пациентов для наиболее распространенных видов РРИ;

Заключение: определены основные направления развития системы радиационной защиты в медицине в Российской Федерации. Модернизация существующей системы радиационной защиты в медицине — комплексный процесс, который может быть реализован только за счет взаимодействия различных ведомств (Роспотребнадзор, Минздрав, производители рентгеновского оборудования).

Список литературы/References:

1. Balonov M., Golikov V., Zvonova I., Chipiga L., Kalnitsky S., Sarycheva S., Vodovatov A. Patient doses from medical examinations in Russia: 2009–2015 // J. Radiol. Prot. Vol. 38, № 121. P. 121–140. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6498/aa9b99>.
2. Водоватов А.В. Совершенствование норм радиационной безопасности. Часть 1: целесообразность ограничения доз медицинского облучения практически здоровых лиц. Радиационная гигиена. 2018. Т. 11 (3). С. 115–124. [Vodovatov A.V. Sovershenstvovanie norm radiatsionnoy bezopasnosti. Chast' 1: celесообразnost' ogranicheniya doz medicinskogo obлучeniya prakticheski zdorovykh lic. Radiatsionnaya gigiena, 2018, Vol. 11 (3), pp. 115–124 (In Russ.).] <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2018-11-3-115-124>.
3. Водоватов А.В. Практическая реализация концепции референтных диагностических уровней для оптимизации защиты пациентов при проведении стандартных рентгенографических исследований. Радиационная гигиена. 2017. Т. 10 (1). С. 47–55. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-1-47-55>. [Vodovatov A.V. Prakticheskaya realizatsiya koncepcii referentnykh diagnosticheskikh urovney dlya optimizatsii zashchity pacientov pri provedenii standartnykh rentgenograficheskikh issledovaniy. Radiatsionnaya gigiena, 2017, Vol. 10 (1), pp. 47–55 (In Russ.).]

Дата поступления: 27.01.2019 г.

Контактное лицо: Водоватов Александр Валерьевич, vodovatoff@gmail.com

Сведения об авторах:

Водоватов Александр Валерьевич — кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63;

Дружинина Полина Сергеевна — м.н.с. лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63;

Ладанова Евгения Романовна — м.н.с. лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63;

Ногин Борис Сергеевич — м.н.с. лаборатории аварийного реагирования, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63.

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОТ МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. В. Водоватов, П. С. Дружинина, Б. С. Ногин

ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия

© А. В. Водоватов, П. С. Дружинина, Б. С. Ногин, 2019 г.

Развитие лучевой диагностики в Российской Федерации будет сопровождаться ростом коллективной дозы от медицинского облучения. В работе выполнена прогностическая оценка изменения коллективной дозы от медицинского облучения с учетом европейских трендов развития лучевой диагностики. Значимый рост коллективной дозы (более чем в два раза) возможен только при росте средних эффективных доз от рентгенодиагностических исследований до средневропейского уровня.

PREDICTIVE EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF THE COLLECTIVE DOSE FROM MEDICAL EXPOSURE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Aleksandr V. Vodovatov, Polina S. Druzhinina, Boris S. Nogin

FBIS «St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after professor P. V. Ramzaev», St. Petersburg, Russia

Development of X-ray diagnostics in the Russian Federation would be accompanied by the increase in the collective dose from medical exposure. This study was focused on the predictive evaluation of the changes in the collective dose considering the European trends of the development of X-ray diagnostics. An increase in the collective dose from medical exposure up to a factor of two would be associated with the respective increase in the mean doses per examination to the average European level.

Цель исследования: медицинское облучение (МО) пациентов по вкладу в коллективную дозу (КД) населения России является вторым после природных источников и первым среди техногенных источников излучения. Развитие лучевой диагностики с внедрением современных высокотехнологичных технологий и обновление аппаратного парка в РФ должны оказывать значимое влияние как на структуру лучевой диагностики, так и на изменение коллективной дозы от медицинского облучения. Тем не менее, анализ данных формы 3-ДОЗ за период 2006–2017 г. свидетельствует о стабилизации КД от МО на уровне 80±5 тыс. чел*Зв, без значимого роста. Целесообразно выполнить прогностическую оценку изменений структуры лучевой диагностики и величины КД опираясь на тенденции развития лучевой диагностики в зарубежных странах.

Материалы и методы: исследование было основано на сравнительном анализе данных формы 3-ДОЗ за 2017 г. [1] и аналогичных данных для стран Евросоюза [2, 3]. Для прогноза изменения структуры лучевой диагностики и КД от медицинского облучения были использованы два сценария: 1) изменение структуры лучевой диагностики, в соответствии со средними значениями для стран Евросоюза с сохранением отечественных средних доз на рентгенодиагностическое исследование (РРИ); 2) изменение структуры лучевой диагностики, а также изменения в величинах средних доз за РРИ в соответствии с средними значениями для стран Евросоюза.

Результаты: на 2017 г. структура КД (79 тыс. чел*Зв) в РФ свидетельствует о том, что основным видом исследования по численности процедур является рентгенография (87%), которая вносит 30,8% в КД. Первое место по величине вклада в КД занимает КТ — 50,5%, хотя количество процедур является низким (3,64%). Интервенционные (специальные) и радионуклидные исследования (РНД) вносят вклад в КД 10,2% и 2,55% соответственно, однако количество процедур составляют менее 1%. Для первого сценария характерно увеличение КД от МО на 10% (87,5 тыс. чел*Зв). При этом увеличится вклад в КД от современных видов РРИ (КТ — 61%, РНД — 8%), и снизится от рентгенографии (11%) и интервенционных исследований (7%). Второй сценарий является более пессимистичным, приводящим к росту КД почти в два раза (149,6 тыс. чел*Зв). При этом структура КД по сравнению с первым сценарием практически не изменится: вклад рентгенографии в КД составит 17%, рентгеноскопии — 12%, КТ — 58%, интервенционные (специальные) исследования — 9%, РНД — 5%.

Заключение: полученные результаты позволяют сделать следующие выводы относительно трендов развития лучевой диагностики применительно к РФ: изменение структуры лучевой диагностики аналогично странам Евросоюза значимо не повлияет на КД населения от МО. Увеличение вклада в КД от современных видов РРИ будет скомпенсировано резким снижением вклада рентгенографии и интервенционных исследований. -изменения в величинах средних доз за одно исследование приведет к увеличению коллективной дозы от МО практически в два раза.

Список литературы/References:

1. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2017 год: радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 128 с. [Rezultaty radiatsionno-gigienicheskoy passportizatsii v sub'yektakh Rossijskoj Federatsii za 2017 god: radiatsionno-gigienicheskij pasport Rossijskoj Federatsii. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ey i blagopoluchiya cheloveka, 2018. 128 p. (In Russ.).]
2. Radiation protection № 180 part 1/2. Medical Radiation Exposure of the European Population. European Commission, Luxembourg, 2014. 181 p.
3. Eurostat: your key to the European statistics. Онлайн-ресурс. Доступно по адресу: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. Дата последнего доступа 20.01.2019.
3. The 2017 results of the radiation-hygienic passportization in subjects of the Russian Federation: radiation-hygienic passport of the Russian Federation. Moscow: Federal service of surveillance in consumer rights protection and human well-being. 2018. 128 p.
4. Radiation protection № 180 part 1/2. Medical Radiation Exposure of the European Population. European Commission, Luxembourg, 2014. 181 p.
5. Eurostat: your key to the European statistics. Available from: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> Last accessed 20.01.2019.

Дата поступления: 27.01.2019 г.

Контактное лицо: Водоватов Александр Валерьевич, vodovatoff@gmail.com

Сведения об авторах:

Водоватов Александр Валерьевич — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63;

Дружинина Полина Сергеевна — м.н.с. лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63;

Ногин Борис Сергеевич — м.н.с. лаборатории аварийного реагирования, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@EK6663.spb.edu; тел.: +7 (812) 233-53-63.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:

Агентство «Роспечать» 57991

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» 42177

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ПРИ ЦИФРОВОЙ ЛИНЕЙНОЙ ТОМОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

А. В. Водоватов, И. Г. Камышанская, А. Н. Борискина

1 ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия
2 ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

© А. В. Водоватов, И. Г. Камышанская, А. Н. Борискина, 2019 г.

Оценка эффективной дозы при линейной томографии затруднительна и практически не освещена в литературе. В работе были определены эффективные дозы при проведении линейной томографии органов грудной клетки с использованием антропоморфного фантома. В ходе исследования была разработана модель облучения пациента при проведении линейной томографии; рассчитан коэффициент перехода от значения произведения дозы на площадь к эффективной дозе; и определены факторы, влияющие на эффективную дозу.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVE DOSES FOR THE DIGITAL LINEAR TOMOGRAPHY OF THE CHEST

¹Alexander V. Vodovotov, ²Irina G. Kamyschanskaya, ²Alena N. Boryskina
¹FBIS «St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after professor P. V. Ramzaev», St. Petersburg, Russia
²FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia

Assessment of the effective doses from linear tomography is complicated and practically undescribed in literature. This study was focused on the assessment of the effective doses from the linear tomography of the chest using the anthropomorphic phantom. This study allowed to develop a model of the patient exposure; to calculate the effective doses and the corresponding conversion coefficient and to select the parameters of the protocol with the most significant impact on the patient dose.

Цель исследования: линейная (продольная) томография (ЛТ), выполняемая на цифровом рентгеновском оборудовании, может служить альтернативой традиционным рентгенографическим исследованиям, а в отдельных случаях — томосинтезу и компьютерной томографии. С развитием данной технологии возникает необходимость в точной оценке эффективных доз облучения пациентов с учетом всех параметров проведения исследования. Целью работы являлась оценка эффективных доз для стандартных режимов проведения линейной томографии органов грудной клетки.

Материалы и методы: исследование было выполнено на рентгеновском аппарате АРЦ-Электрон (ЗАО «НИПК «Электрон», Россия), с плоскостным детектором непрямого преобразования, установленного в Городской Марининской больнице г. Санкт-Петербурга. В качестве объекта исследования был выбран антропоморфный фантом грудной клетки Chest Phantom N1 «Lungman». Линейную томографию выполняли на следующих стандартных настройках: расстояние источник-приемник 100 см, размер поля облучения 40х40 см, толщина полной фильтрации 5 мм Al, с расстрой. В качестве параметров, потенциально влияющих на дозы облучения пациентов, были выбраны: анодное напряжение (U, диапазон 50–70 кВ); угол отклонения трубки (УОТ, 40°, 30°, 25°, 20°, 15°); время движения трубки (ВДТ, 0,8–4,0 с); уровень среза от деки стола (40–180 мм); экспозиция (Э, 10–140 мАс). Измерение произведенной дозы на площадь (ПДП, сГр×см²) производили с помощью дозиметра ДРК-1М, интегрированного в рентгеновский аппарат. Расчеты эффективных доз (ЭД) были выполнены с использованием программного обеспечения РСХМС 2.0 (Финляндия) [1, 2]. Для этого была разработана модель облучения пациента, состоящая из 17 полей облучения, соответствующих кранио-каудальным углам наклона рентгеновской трубки [3]. ЭД рассчитывали на основе измеренного ПДП. Для удобства расчета эффективной дозы в клинической практике были определены коэффициенты перехода (К) от ПДП к ЭД (мкЗв/сГр×см²).

Результаты: результаты исследования показали, что значимое влияние на коэффициенты перехода оказывало только выбранное анодное напряжение. Остальные параметры проведения исследования существенного влияния на значения коэффициентов перехода не оказывали. Результаты К для диапазона на напряжений 50–70 кВ представлены в таблице.

Таблица

Коэффициенты перехода от произведения дозы на площадь к эффективной дозе для цифровой линейной томографии					
Анодное напряжение, кВ	50	55	60	65	70
К, мкЗв/сГр×см ²	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0

Выполнена оценка ЭД для типовых параметров проведения ЛТ. Значение ЭД для стандартного протокола (U-60 кВ, УОТ-40°, ВДТ-2с, Э-19,9 мАс) за одну томограмму составило 0,08 мЗв; с уменьшением УОТ линейно снижалась ЭД (до 0,03 мЗв при УОТ 15°); с увеличением времени сканирования/экспозиции ЭД линейно росло (до 0,25 мЗв для экспозиции 140 мАс).

Заключение: разработана модель облучения пациента при проведении линейной томографии органов грудной клетки. Рассчитан набор коэффициентов перехода для диапазона напряжений 50–70 кВ. Определены факторы, влияющие на ЭД пациентов.

Список литературы/References:

- Golikov V., Barkovsky A., Baryshkov N., Vlasov A. Assessment of radiation doses to the patients in medical X-ray diagnosis, 2001.
- Tapiola M., Siiskonen T. PCXMC. A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. STUK-A231. Helsinki, Finland, 2008. <http://www.stuk.fi/documents/12547/474783/stuk-231.pdf/c950e99c-3537-4344-bf76-07a54e5f1afa>
- Водоватов А.В., Голиков В.Ю., Калыничий С.А., Шацкий И.Г., Чипига Л.А. Анализ уровней облучения взрослых пациентов при проведении наиболее распространенных рентгенографических исследований в Российской Федерации в 2009–2014 гг. // Радиационная гигиена. 2017. № 10 (3). С. 66–75. [Vodovotov A.V., Golikov V.Yu., Kal'nic'ij S.A., Shackij I.G., Chipiga L.A. Analiz urovnej obлучeniya vzroslykh pacientov pri provedenii naibolee rasprostranennykh rentgenograficheskikh issledovaniy v Rossijskoj Federacii v 2009–2014 gg. Radiacionnaya gigiena, 2017, No. 10 (3), pp. 66–75 (In Russ.).]

Дата поступления: 26.01.2019 г.

Контактное лицо: Камышанская Ирина Григорьевна, boriskina.med@gmail.com

Сведения об авторах:

Водоватов Александр Валерьевич — заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8;

Камышанская Ирина Григорьевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: dekanatmf@med.spbu.ru; тел.: +7 (812) 326-32-6;

Борискина Алена Николаевна — студентка 6 курса медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: dekanatmf@med.spbu.ru; тел.: +7 (812) 326-32-6.

МЕТОДИКА МАЛОДОЗОВОЙ ЦИФРОВОЙ ЛИНЕЙНОЙ ТОМОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

¹И. Г. Камышанская, ²А. В. Водоватов, ¹А. Н. Борискина
¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия
²ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия

© И. Г. Камышанская, А. В. Водоватов, А. Н. Борискина, 2019 г.

С целью разработки методики малодозовой цифровой линейной томографии (ЛТ) органов грудной клетки (ОГК) была выполнена линейная томография антропоморфного фантома в разных режимах с дальнейшей оценкой обнаружения очагов разной плотности. Определен оптимальный режим проведения ЛТ, при котором доза облучения на срез составила 0,03 мЗв, на 10–16 срезов — 0,3–0,5 мЗв. Предложенный режим ЛТ был сопоставим по дозе с цифровой рентгенографией ОГК в двух проекциях и эффективен по качеству диагностики.

PROPOSALS OF THE PROTOCOLS FOR THE LOW-DOSE DIGITAL LINEAR TOMOGRAPHY OF THE CHEST

¹Irina G. Kamyschanskaya, ²Alexander V. Vodovotov, ¹Alena N. Boryskina
¹FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia
²FBIS «St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after professor P. V. Ramzaev», St. Petersburg, Russia

This study was focused on the development of the low-dose protocols for the digital linear tomography of the chest using anthropomorphic phantom based on the detection of the lesion. Optimal protocol of the linear tomography was established with the effective dose equal to 0.03 mSv per 1 scan; 0.3–0.5 mSv per 10–16 scans. The proposed LT mode was comparable in dose to digital X-ray of the chest in 2 projections and effective in diagnostics quality.

Цель исследования: в мире прослеживается тенденция частого использования высокодозовых лучевых методов диагностики (КТ, ОФЭКТ), что сопряжено с увеличением суммарной дозы облучения для всей популяции людей. Доля линейной (продольной) томографии (ЛТ) в арсенале лучевых исследований последнее время заметно сократилась. В России ЛТ долгое время была аналоговой и чаще всего использовалась для исследования легких [1, 2]. С недавнего времени ЛТ стала цифровой и пока редко представлена в виде томосинтеза [3, 4]. Методика проведения цифровой ЛТ в низкодозовом режиме без потери качества изображения недостаточно представлена в литературе. Целью работы стала разработка методики проведения малодозовой, цифровой ЛТ органов грудной клетки.

Материалы и методы: исследование проводили в рентгеновском отделении Городской Марининской больницы Санкт-Петербурга на отечественном цифровом аппарате АРЦ компании «Электрон» с использованием антропоморфного фантома органов грудной клетки (ФОГК) Kyoto (Kyoto Kagaku Co, Япония): Multipurpose Chest Phantom N1 «LUNGMAN». В среднем отделе грудной клетки фантома были закреплены 8 тест-объектов, размерами 0,7–1,2 см, которые представляли очаги солидные, полусолидные, обызвествленные и очаги по типу «матового стекла». В качестве кальцинированного очага был использован мел, для получения солидных образований — силикон. В качестве очагов по типу «матового стекла» применяли медицинский бинт, а для получения полусолидных очагов — медицинский бинт, пропитанный клеем ПВА. Предварительно выполняли рентгенограмму ФОГК в прямой и боковых проекциях с автоматическим контролем экспозиции (АКЭ). Далее проводили ЛТ в горизонтальном положении фантома в разных режимах с отклонением АКЭ. Незменными параметрами были: фокусное расстояние 100 см, размер поля облучения 40х40 см, фильтр — 5 мм алюминия. По очереди выбирали следующие параметры ЛТ: напряжение (U) на трубке 50, 60, 70, 100 кВ, угол отклонения трубки (УОТ) 15, 20, 25, 30, 40 градусов, время движения трубки (ВДТ) от 0,8 до 4 сек, уровень среза (УС) от деки стола от 70 до 120 мм с шагом в 5 мм, экспозиция (Э) от 7,9 до 127,9 мАс. По каждому режиму ЛТ определяли значения дозы на площадь (ПДП) в сГр×см².

Результаты: исследования показали, что ПДП линейно растёт с увеличением УОТ, Э, У, ВДТ. Получили томограммы низкого качества при величинах, превышающих U — 60 кВ, ВДТ — 2 сек, Э — 63,9 мАс. На рентгенограмме в прямой проекции четко дифференцировали 3 очага, на боковых — ни одного, а на ЛПТ — 5 очагов из 8. На томограммах не обнаружены полусолидные и очаги «матового стекла». Был определен оптимальный режим ЛТ: U — 60 кВ, Э — 7,9 мАс, УОТ — 15 градусов, ВДТ — 0,8 сек. Доза облучения на 1 срез составила 0,03 мЗв (0,03 мЗв), на 10–16 срезов ЛТ доза соответствовала 0,3–0,5 мЗв.

Заключение: выбран оптимальный малодозовый режим проведения цифровой ЛТ, сопоставимый по дозе с цифровой рентгенографией ОГК в двух проекциях, обеспечивающий большую информативность изображений на томограммах, чем на рентгенограммах.

Список литературы/References:

- Кевеш Е.Л. Томография легких. Л.: ЦНИРПИ, 1941, 92 с. [Kevesh E.L. Tomografiya legkih. Leningrad: Izdatel'stvo CNIRPI, 1941, 92 p. (In Russ.).]
- Помозгов А.И., Терновой С.К. Томография грудной клетки. Киев: Здоровья, 1992. 188 с. [Pomozgov A.I., Ternovoj S.K. Tomografiya grudnoj kletki. Kiev: Izdatel'stvo Zdorov'ya, 1992, 188 p. (In Russ.).]
- Васильев А.Ю., Нечаев В.А., Блинов Н.Н., Садиков П.Н., Новоселова Е.В. Томосинтез в диагностике заболеваний органов грудной клетки: учебное пособие. М., 2017. 36 с. [Vasil'ev A.Yu., Nechaev V.A., Blinov N.N., Sadikov P.N., Novoselova E.V. Tomosintez v diagnostike zabolevanij organov grudnoj kletki: uchebnoe posobie. Moscow, 2017. 36 p. (In Russ.).]
- Васильев А.Ю., Нечаев В.А. Томосинтез в диагностике заболеваний органов грудной клетки // Радиология — практика. 2015. № 6 (54). С. 59–67. [Vasil'ev A.Yu., Nechaev V.A. Tomosintez v diagnostike zabolevanij organov grudnoj kletki. Radiologiya-praktika, 2015, No. 6 (54), pp. 59–67 (In Russ.).]

Дата поступления: 26.01.2019 г.

Контактное лицо: Камышанская Ирина Григорьевна, boriskina.med@gmail.com

Сведения об авторах:

Камышанская Ирина Григорьевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; e-mail: dekanatmi@med.spbu.ru; тел.: +7 (812) 326-32-6;

Водоватов Александр Валерьевич — заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций ФБН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8;

Борискина Алена Николаевна — студентка 6 курса медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; e-mail: dekanatmi@med.spbu.ru; тел.: +7 (812) 326-32-6.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТОВОГО КОНТРАСТИРОВАНИЯ РЕНТГЕНОГРАММ В ПОСТПРОЦЕССОРНОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

¹И. Г. Камышанская, ¹В. М. Черемисин, ²А. И. Мазуров, ³А. К. Денисов

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

²НИПК «Электрон», Санкт-Петербург, Россия

³СПб НИУИТМО «ИТМО», Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Для изучения метода цветового контрастирования рентгенограмм в диагностической работе рентгенолога апробирована специально разработанная программа. Установлено: цветное изображение не заменяет, а дополняет черно-белое; контрастирование цветом оптимизирует первичное плоское изображение, усиливая контуры тканей разной плотности, создавая объемный эффект; слабо заметные патологические симптомы на обычной рентгенограмме становятся четче на цветном снимке, для чего нужно использовать два разных монитора.

USE OF COLOR CONTRASTING OF X-RAY PATTERNS IN POST-PROCESSOR IMAGE PROCESSING

¹Irina G. Kamyshanskaya, ¹Vladimir M. Cheremisin, ²Anatoly I. Mazurov, ³Andrey K. Denisov

¹FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia

²NIIPK «Electron», St. Petersburg, Russia

³St. Petersburg NIUITMO «ITMO», St. Petersburg, Russia

To study the method of color contrasting radiographs in the diagnostic work of the radiologist, a specially developed program has been tested. It has been established: the color image does not replace, but complements black and white; color contrasting optimizes the primary flat image, enhancing the contours of tissues of different density, creating a volume effect; mild pathological symptoms on a regular radiograph become clearer in a color image, for which you need to use 2 different monitors.

Цель исследования: в 1958 г. научились переводить традиционное рентгеновское изображение в цветное, кодируя цветом яркостной контраст рентгенограмм [1]. Раскрашиванию рентгенограмм было посвящено несколько статей и книг [2, 4, 5], однако в эпоху аналоговых технологий этот метод не нашел перспектив применения в рентгенодиагностике. Сейчас широко используется раскраска изображений в УЗИ, КТ, МРТ. Благодаря внедрению цифрового рентгеновского оборудования, компьютерных программ для просмотра и обработки изображений, а также систем обнаружения патологии (CAD), цветовое контрастирование при постобработке рентгенограмм может найти свое достойное место. Нами разработан метод кодировки рентгенограмм цветом, основанный на квантовой гипотезе цветового зрения, обеспечивающий психологическую совместимость раскрашенной рентгенограммы с исходной [3, 5]. Цель исследования — внедрение и анализ возможностей метода цветового цифрового контрастирования рентгенограмм в диагностической работе рентгенолога.

Материалы и методы: апробация метода проходила в городской Мариинской больнице Санкт-Петербурга. Использовали цифровые рентгенограммы органов грудной клетки и костно-суставной системы. Программа цветового контрастирования была установлена на автоматизированном рабочем месте рентгенолога. Черно-белая и раскрашенная рентгенограммы располагались на мониторе рядом для лучшего сопоставления снимков. Уточняющими методами диагностики в некоторых случаях были КТ и МРТ. Проанализировано несколько десятков рентгенограмм.

Результаты: установлена психологическая совместимость раскрашенной рентгенограммы с исходной черно-белой. В рентгенограммах, контрастированных цветом, не только сохранялась, но и оптимизировалась исходная информация. Ткани разной суммарной плотности приобретали свои цветовой оттенок. Цвет изменялся на границе тканей разной плотности, что подчеркивало их контуры. По цвету можно было выделить участки костной ткани с относительно низкой (остеопороз) или высокой (остеосклероз) плотностью. Различимость по цвету наглядно отражала степень воздушности легких в начале заболевания и в конце лечения. Слабо дифференцируемые на черно-белой рентгенограмме патологические симптомы (контуры перелома, деструкции, мелкие очаги в легких, малый пневмоторакс) становились более четкими и выразительными на цветной рентгенограмме. При изменении насыщенности цвета элементы изображения по-разному дифференцировались, одни структуры проявлялись, а другие исчезали.

Заключение: 1. Изучение цветового контрастирования рентгенограмм целесообразно продолжать для усовершенствования метода и анализа его возможностей. 2. Цветное изображение не заменяет, а дополняет черно-белое. 3. Контрастирование цветом оптимизирует первичное плоское изображение, усиливая контуры тканей разной плотности, создавая объемный эффект. 4. Слабо заметные патологические симптомы на обычной рентгенограмме стано-

вятся более четкими на цветном снимке. 5. Для сопоставления исходного и раскрашенного снимка лучше использовать черно-белый и цветной монитор.

Список литературы/References:

1. Быков Р.Е., Коркунов Ю.Ф. Телевидение в медицине и биологии. Л.: Энергия, 1968. 224 с. [Bykov R.E., Korukunov Yu.F. Televidenie v medicine i biologii. Leningrad: Izdatel'stvo ENergiya, 1968, 224 p. (In Russ.).]
2. Технические средства медицинской интроскопии / под ред. Б. И. Леонова. М.: Медицина, 1989. 304 с. [Tekhnicheskie sredstva medicinskoj introskopii / pod red. B.I. Leonova. Moscow: Izdatel'stvo Medicina, 1989, 304 p. (In Russ.).]
3. Нюберг Н.Д. Теоретические основы цветной репродукции. М.: Советская наука, 1947. [Nyuberg N.D. Teoreticheskie osnovy cvetnoj reprodukcii. Moscow: Izdatel'stvo Sovetskaya nauka, 1947 (In Russ.).]
4. Мирошников М.М., Лисовский В.А., Филиппов Е.В. и др. Иконика в физиологии и медицине / ред. А. М. Угалева; АН СССР, отделение физиологии. Л.: Наука, Ленинград. отделение, 1987. 391 с. [Miroshnikov M.M., Lisovskiy V.A., Filippov E.V. et al. Ikonika v fiziologii i medicine / red. A. M. Ugalev; AN SSSR, otdelenie fiziologii. Leningrad: Izdatel'stvo Nauka, Leningradskoe otdelenie, 1987, 391 p. (In Russ.).]
5. Мазуров А.И., Денисов А.К. Эффективный метод кодирования рентгенограмм цветом // Лучевая диагностика и терапия. 2018. № 1. С. 176–177. [Mazurov A.I., Denisov A.K. Effektivnyj metod kodirovaniya rentgenogramov цветом. Luchevaya diagnostika i terapiya, 2018, No 1, pp. 176–177 (In Russ.).]

Дата поступления: 26.01.2019 г.

Контактное лицо: Камышанская Ирина Григорьевна, irinaka@mail.ru

Сведения об авторах:

Камышанская Ирина Григорьевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: dekanatmi@med.spbu.ru; тел.: +7 (812) 326-32-6;

Черемисин Владимир Максимович — доктор медицинских наук, профессор кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: dekanatmi@med.spbu.ru; тел.: +7 (812) 326-32-6;

Мазуров Анатолий Иванович — кандидат технических наук, заместитель генерального директора по науке НИПК «Электрон»; 198188, Санкт-Петербург, Волхонское шоссе, квартал 2, д. 4 Б;

Денисов Андрей Константинович — магистр СПб НИУИТМО «ИТМО»; 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА ЛЕГКОГО

¹А. А. Мелдо, ²Т. Н. Трофимова, ³Л. В. Уткин, ³М. А. Рябинин

¹ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)», Санкт-Петербург, Россия

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

³ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Лидирующая позиция рака легкого (РЛ) в структуре онкологической заболеваемости, а также бурное развитие искусственного интеллекта (ИИ) обуславливает актуальность разработки интеллектуальных автоматизированных систем диагностики (ИАСД) этого заболевания. В работе отражена новая архитектура разработки ИАСД приближенная к «логике врача», которая обладает рядом преимуществ с позиции воспроизводимости в условиях малых обучающих выборок.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LUNG CANCER DIAGNOSTIC

¹Anna A. Meldo, ²Tatyana N. Trofimova, ³Leo V. Utkin, ³Mikhail A. Ryabinin

¹St. Petersburg Clinical Research Center of specialized types of medical care (oncological), St. Petersburg, Russia

²FSBEI HE «St Petersburg University», St. Petersburg, Russia

³FSAEI HE «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», St. Petersburg, Russia

A leading position of lung cancer (LC) among all cancer incidence cases as well as the intensive development of artificial intelligence (AI) determines the relevance of development of an intelligent automated diagnostic systems (IADS) concerning this disease. The paper proposes a new architecture of IADS which is close to the «logic of the doctor» and has several advantages from the position of reproducibility under condition of small training sets.

Цель исследования: представление архитектуры ИАСД рака легкого.

Материалы и методы: в качестве обучающей выборки использовались открытые базы данных LIDC (Lung Image Database Consortium) (1018 КТ пациентов), а также база данных LIRA (Lung Images Resource Annotated), собранная на материале ГБУЗ «СПб ГНЦ ЦБМПИ(о)». Обработка изображений для обучения ИАСД выявления объемных образований осуществлялась на базе Суперкомпьютерного центра Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, который представляет вычислительное поле, объединяющее три суперкомпьютера: «Политехник-РСК Торнадо», «Политехник-РСК ПетаСтрим», «Политехник-NUMA».

Результаты: для маркировки объектов в БД LIRA была разработана программа кодирования МАИА (Medical Artificial Intelligence Assistant) (свидетельство о гос. регистрации № 2018666100, 12.12.2018). Обучение системы по признаку формы объекта осуществлялось с помощью метода хорд (патент № 2668699, дата приоритета 21.05.2018 г.), который основан на построении большого числа

отрезков (хорд), соединяющих случайные пары точек на поверхности сегментированного образования. Метод дополнен построением внешних хорд (отрезки между внешним контуром объекта и внутренней поверхностью виртуально достраиваемого вокруг него куба). Далее вектор признаков был расширен по критерию внутренней структуры таким образом, что на каждой из внутренних хорд определялись 5 точек, в которых измерялась рентгеновская плотность объекта. Для понижения размерности данных производилась математическая обработка полученных значений и строились соответствующие гистограммы, именно представление признаков в виде гистограмм подавалось на вход системы для обучения. Наименьший размер выявленного системой очага в легком составил 2 мм. Для дифференциальной диагностики узловых образований использовались сиамские нейронные сети, с помощью которых каждый новый образец сравнивается с каждым образцом из базы данных. Показатели информативности разработанной системы при тестировании на открытых базах данных составили: чувствительность 95,8%, специфичность 97,5%, точность 96,2%.

Заключение: дальнейшая разработка ИИ в диагностике рака легкого связана с пополнением базы данных для более точной классификации объектов. Для уточнения показателей информативности на проспективном материале система будет использоваться в текущей практике специализированного учреждения.

Список литературы/References:

1. Doi K. Current status and future potential of computer-aided diagnosis in medical imaging. The British Journal of Radiology. 2005. № 78. P. 3–19.
2. Firmino M., Morais A.H., Mendoca R.M., Dantas M.R., Hekis H.R., Valentim R. Computer-aided detection system for lung cancer in computed tomography scans: review and future prospects. Biomedical engineering online. 2014. № 13 (1). P. 41.
3. Кобица Т.В., Мелдо А.А., Хейнштейн В.А. Нетипичные находки в диагностике периферического рака легкого // Материалы V юбилейного международного конгресса Кардиоторакальная радиология. СПб. Изд-во «Человек и его здоровье». 2018. С. 52–53.
4. Zhi-Hua Zhou Ji Feng Deep Forest // National Science Review. 2018. 8 Oct. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwy108>
5. Utkin L.V., Ryabinin M.A. A Siamese deep forest // Knowledge-Based Systems. 2018. Vol. 139. P. 13–22
6. Моисеенко В.М., Мелдо А.А., Уткин Л.В., Прохоров И.Ю., Рябинин М.А., Богданов А.А. Автоматизированная система обнаружения объемных образований в легких как этап развития искусственного интеллекта в диагностике рака легкого // Лучевая диагностика и терапия. 2018. №3. С.
7. Прохоров И.Ю., Рябинин М.А., Мелдо А.А., Уткин Л.В. Формирование баз данных с целью машинного обучения в диагностике рака легкого // Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов. Сборник тезисов. 2018. СПб. С. 124–1257

Дата поступления: 16.01.2019 г.

Контактное лицо: Мелдо Анна Александровна, anna.meldo@yandex.ru

Сведения об авторах:

Мелдо Анна Александровна — кандидат медицинских наук, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68А; e-mail: pronikcentr@zdrav.spb.ru, +7 (812) 573-91-31; **Трофимова Татьяна Николаевна** — доктор медицинских наук, профессор, директор научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; **Уткин Лев Владимирович** — доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией нейросетевых технологий и искусственного интеллекта ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29; **Рябинин Михаил Андреевич** — аспирант кафедры Телематика (при ЦНИИ РТК) ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

СКИАЛОГИЯ МИКРОФОКУСНЫХ РЕНТГЕНОГРАММ

¹Н. Н. Потрахов, ²А. И. Мазуров

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)», Санкт-Петербург, Россия

²Научно-исследовательская и производственная компания «Электрон», Санкт-Петербург, Россия

© Н. Н. Потрахов, А. И. Мазуров, 2019 г.

Описаны результаты исследований основных отличительных признаков скиалогии микрофокусных рентгеновских снимков и контактных рентгеновских снимков.

SKIALOGY OF MICROFOCUS RADIOGRAPHS

¹Nikolay N. Potrahov, ²Anatoly I. Mazurov

¹St. Petersburg Electrotechnical University «LETI», St. Petersburg, Russia

²Research and production company «Electron», St. Petersburg, Russia

The results of researching of the main distinguishing features of the skialogy of microfocus radiographs and contact radiographs are described.

Цель исследования: как показывает рентгенологическая практика, скиалогия микрофокусных рентгеновских снимков с прямым многократным увеличением изображения существенно отличается от скиалогии снимков, полученных по методике традиционной контактной рентгенографии, при которой увеличение изображения объекта диагностики составляет не более 1,5 раз. Целью работы явилось определение основных отличительных признаков скиалогии рентгеновских снимков с увеличением изображения по сравнению с так называемыми контактными рентгеновскими снимками.

Материалы и методы: в ходе работы было проанализировано около сотни микрофокусных рентгенограмм, выполненных на отечественных аппаратах семейства ПАРДУС с размером фокусного пятна рентгеновских трубок менее 0,1 мм в целом ряде отечественных медицинских учреждений.

Результаты: в результате были констатированы следующие отличия микрофокусных рентгеновских снимков от контактных:

- положение, величина и форма рентгеновской тени от конкретного органа имеют свои особенности, обусловленные тем, что в образовании контура теней принимают участие другие точки морфологических структур органа;
- наблюдается существенное несоответствие анатомических срезов органа рентгеновским проекциям срезов по сравнению с контактными снимками;
- непривычно большие по сравнению с контактной рентгенографией масштабные искажения размеров и форм трехмерных деталей строения органа;
- значительно большее число мелких деталей строения органа, чем на контактных снимках;
- при определенных условиях проявляется эффект подчеркивания границ между тканями органа (фазовый контраст), а также эффект псевдообъемного изображения некоторых органов.

Заключение: многовариантность скиалогического изображения «нормы» и «патологии» имеет место также и на контактных рентгеновских снимках. И поэтому особенности скиалогии микрофокусных рентгенограмм требуют дополнительного обучения рентгенологов — тренировок способов к визуальной оценке и соответствующим мыслительным процессам. Это позволит лучше, чем при контактной рентгенографии, диагностировать патологию. В целом можно утверждать, что по мере расширения области применения микрофокусных аппаратов их роль в диагностическом процессе будет возрастать.

Список литературы/References:

1. Васильев А.Ю., Мазуров А.И., Потрахов Н.Н. Эффективность микрофокусных рентгенограмм // Радиология-практика. 2016. № 3. С. 8–14. [Vasil'ev A.Yu., Mazurov A.I., Potrahov N.N. Ehffektivnost' mikrofokusnykh rentgenogramm. Radiologiya praktika, 2016, No 3, pp. 8–14 (In Russ.).]
2. Шик Я.Л. Скиалогия в рентгенодиагностике. М.: Медицина, 1967. 118 с. [Shik Ya.L. Skialogiya v rentgenodiagnostike. Moscow: Izdatel'stvo Medicina, 1967, 118 p. (In Russ.).]

Дата поступления: 19.01.2019 г.

Контактное лицо: Дмитриев Александр Сергеевич, kzhamaoa@gmail.com

Сведения об авторах:

Потрахов Николай Николаевич — доктор технических наук, заведующий кафедрой электронных приборов и устройств, ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина); 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5; **Мазуров Анатолий Иванович** — кандидат технических наук, заместитель генерального директора по науке, Научно-исследовательская и производственная компания «Электрон»; 198188, Санкт-Петербург, квартал 2, д. 4Б; тел.: +7 (812) 325-02-02; e-mail: omb@electronxray.com.

ПРОБЛЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ

Йозеф Сабол, Ян Гривнак, Беджих Шестак

Факультет управления безопасностью, Департамент кризисного управления, ПАЧР, Прага, Чешская республика

© Йозеф Сабол, Ян Гривнак, Беджих Шестак, 2019 г.

Существующая система количественной оценки радиационного облучения людей от внешнего облучения довольно сложна для правильной интерпретации результатов мониторинга. Настоящие величины приводят к некоторым трудностям, так как радиационный персонал не всегда сможет ими правильно пользоваться. В статье обсуждаются определенные трудности в использовании конкретных величин для оценки персональной радиационной нагрузки и представлены некоторые предложения, как решить эту сложную ситуацию на практике.

PROBLEMS IN THE QUANTIFICATION OF THE PERSONAL EXPOSURE IN RADIATION PROTECTION

Jozef Sabol, Jan Hrivnak, Bedřich Šesták

Faculty of Security Management, Department of Crisis Management, PA ČR, Prague, Czech Republic

The current system of the quantification of radiation exposure of persons to external radiation is rather complicated for the appropriate interpretation of measuring results. The present quantities result in some difficulties since radiation workers may not always use them correctly. The paper discusses some difficulties in using specific quantities for assessing personal exposure and offer certain suggestions how in a practical way to solve the present intricate situation.

Цель работы. Показать на сложности и проблемы в применении современной системы величин радиационной защиты на практике. Эта система использует слишком много величин [1, 2], которые непросто всегда понять тем, кто должен их применять на практике. Предлагается новый подход в решении указанных проблем.

Материал и методы исследований. Была подвергнута анализу современная система величин, введенных для определения радиационного облучения персонала, где на основе мониторинга надо определить влияние излучения на здоровье человека. Здесь применяется много величин, таких как доза, экспозиционная доза, дозовый эквивалент, эквивалентная доза, эквивалент амбиентной дозы, эквивалент направленной дозы, эквивалент индивидуальной дозы, эффективная доза, ОБЭ-взвешенная доза [3]. Практически все эти величины невозможно измерять непосредственно.

Результаты исследований. Кроме проблем, касающихся интерпретации результатов измерений, имеются также несоответствия в связи с индивидуаль-

ными оценками стохастических и детерминированных эффектов разных видов излучений [4]. Часто бывает, что единица грей (Гр) пользуется для количественного определения обоих эффектов или единицу зиверт (Зв) неправильно применяют тоже для оценки детерминированных эффектов вместо единственной, правильной, по нашему мнению, единицы грей-эквивалент (Гр-экв).

Заключение. Очевидно, что существующая система величин радиационной защиты, предназначенная для использования на практике, должна быть упрощена и основана на параметрах, которые могут быть непосредственно измерены (например, полагаться на флюенс). Более того, существующая сложная система может еще использоваться и развиваться учеными и исследователями. Их результаты и рекомендации могут быть впоследствии применены соответствующим образом для практического и упрощенного использования.

Список литературы/References:

1. ICRP (1990). Радиационная безопасность. Рекомендации МКРЗ 1990. Ч. 1, ч. 2. М.: Энергоатомиздат, 1994. [ICRP (1990). Radiacionnaya bezopasnost'. Rekomendacii MKRZ 1990. Ch. 1, ch. 2. Moscow: Izdatel'stvo Energoatomizdat, 1994 (In Russ.).]
2. ICRP (2007). Recommendations of the ICRP. International Commission on Radiological Protection (Рекомендации 2007 года Международной комиссии по радиационной защите) (Rekomendacii 2007 goda Mezhdunarodnoj komissii po radiacionnoj zashchite), Publication 103, Vol. 37, pp. 2–4. Elsevier, [ICRP (2007).]
3. Кутыков В.А. Величины в радиационной защите и безопасности // АНРИ. 2007. № 3. С. 2–25. [Kut'kov V.A. Velichiny v radiacionnoj zashchite i bezopasnosti // ANRI. 2007. № 3, pp. 2–25. (In Russ.).]
4. Sabol J., Sesták B. Quantification of the risk-reflecting stochastic and deterministic radiation effects // RAD Conf. Proc. 2017. Vol. 2. P. 104–108.

Дата поступления: 20.02.2019 г.

Контактное лицо: *Изеф Сабол*, sabol@polac.cz

Сведения об авторах:

Изеф Сабол — доктор м.-ф. наук, доцент; главные области: радиационная защита, дозиметрия; Факультет управления радиационной безопасностью, Департамент кризисного управления, ПАЧР, Лготецка ул. 559/7; 143 01 Прага, Чешская республика; e-mail: sabol@polac.cz; тел. +420 733 311 843;

Ян Гривнак — инженер, кандидат технических наук; главные области: защита населения, кризисное управление; Факультет управления безопасностью, Департамент кризисного управления, ПАЧР, Лготецка ул., д. 559/7; 143 01 Прага, Чешская республика; e-mail: hivnak@polac.cz; тел.: +420 974 828 316;

Беджих Шестак — доктор м.-ф. наук, профессор; главные области: кризисное управление; математическое моделирование; Факультет управления безопасностью, Департамент кризисного управления, ПАЧР, Лготецка ул., д. 559/7; 143 01 Прага, Чешская республика; e-mail: sestakh@polac.cz; тел.: +420 974 828 311.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ КонтРАСТА ДЕТАЛЕЙ НА ЦИФРОВЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Н. Е. Староверов, Е. Д. Холопова, А. Ю. Грязнов, К. К. Гук

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

В докладе рассмотрена методика повышения контрастности деталей рентгеновских снимков при помощи высокочастотной фильтрации и математической морфологии. Продемонстрированы достоинства предложенной методики обработки изображений. Показано, что использование морфологической обработки изображений позволяет усилить контраст деталей. Приведены результаты экспериментальных исследований, подтвердившие работоспособность методики.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR IMPROVING THE CONTRAST OF DETAILS ON DIGITAL X-RAY IMAGES

Nikolay E. Staroverov, Ekaterina D. Kholopova, Artem Y. Gryaznov, Karina K. Guk

St. Petersburg Electrotechnical University ETU «LETI», St. Petersburg, Russia

The report discusses the method of increasing the contrast of X-ray parts with the help of adaptive alignment of the image histogram, high-frequency filtering and mathematical morphology. The advantages of the proposed image processing technique are shown. It is shown that the use of morphological image processing enhances the contrast of details. Experimental studies that have confirmed the efficiency of the technique are described.

Цель исследования: создание методики повышения контраста мелких и слабо контрастных деталей цифровых рентгеновских изображений. Для достижения цели были решены следующие задачи: проведение анализа существующих методов повышения контраста, разработка нового метода, основанного на использовании высокочастотной фильтрации и морфологической обработки изображений, апробация метода на выборке цифровых микрофокусных рентгеновских снимков.

Материалы и методы: в предложенной методике используются адаптивная эквализация гистограммы, фильтрация в частотной области и морфологическая обработка изображения (операция дилатации). Основная идея методики — усиление резкости изображения путем увеличения перепада яркостей на границах объектов на изображении без увеличения шума. Осуществить подобную операцию можно путем прибавления к изображению результата высокочастотной фильтрации и одновременно вычитанию результата дилатации. Для адаптивной эквализации гистограммы сначала производится разбиение изображения на некоторое количество непересекающихся участков, затем каждый из участков подвергается эквализации гистограммы. На следующем шаге все участки объединяются в одно изображение, а для удаления искусственных границ, появляющихся при объединении участков, используется интерполяция. Высокочастотная фильтрация осу-

ществляется путем изменения Фурье-образа изображения и возвращения к изображению при помощи выполнения обратного преобразования. Затем из изображения, подвергнутого высокочастотной фильтрации и умноженного на константу, вычитается изображение, которое было получено морфологическим наращиванием. На результирующем изображении все объекты будут иметь двойные контуры: внутренний контур, пиксели которого имеют большую яркость, чем яркость пикселей объекта, и внешний контур, пиксели которого имеют меньшую яркость, чем пиксели объекта. Таким образом усиливаются резкие перепады яркости на изображении и, соответственно, увеличивается контраст мелких деталей.

Результаты: метод улучшения контраста мелких деталей изображения был апробирован на выборке медицинских рентгеновских изображений из 100 микрофокусных снимков, полученных при различных режимах съемки. Также метод был применен в микрофокусной рентгеновской томографии для улучшения качества проекционных данных. В обоих случаях метод показал удовлетворительные результаты.

Заключение: в результате выполнения работы была предложена методика повышения контраста мелких деталей на микрофокусных рентгеновских снимках. Предложенная методика была испытана на выборке рентгеновских изображений и показала значительное повышение контраста мелких деталей.

Список литературы/References:

1. Потрахов Н. Н. Метод и особенности формирования теневого рентгеновского изображения микрофокусными источниками излучения // Вестник новых медицинских технологий. 2007. № 3. С. 167–169. [Potrahov N. N. Metod i osobennosti formirovaniya tenevogo rentgenovskogo izobrazheniya mikrofokusnymi istochnikami izlucheniya. Vestnik novykh medicinskih tekhnologii, 2007, No. 3, pp. 167–169 (In Russ.).]
2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2018661106. Программа для повышения резкости рентгенограмм. Дата гос. регистрации 31.08.2018. Авторы: Н. Е. Староверов, А. Ю. Грязнов, К. К. Гук, Е. Д. Холопова. [Svidetel'stvo o registracii programmy dlya EHM № 2018661106. Programma dlya povysheniya rezkosti rentgenogramm. Data gos. registracii 31.08.2018. Avtory: N. E. Staroverov, A. Yu. Gryaznov, K. K. Guk, E. D. Holopova (In Russ.).]
3. Staroverov N. E., Kholopova E. D., Gryaznov A. Yu., Zhamova K. K. Development of digital processing method of microfocus X-ray images // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 808, No. 1.

Дата поступления: 19.01.2019 г.

Контактное лицо: *Староверов Николай Евгеньевич*, nik0205st@mail.ru

Сведения об авторах:

Староверов Николай Евгеньевич — без степени, ассистент, ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5; e-mail: info@etu.ru; тел.: +7 (812) 234-21-59;

Холопова Екатерина Дмитриевна — без степени, ассистент, ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5; e-mail: info@etu.ru; тел.: +7 (812) 234-21-59;

Грязнов Артем Юрьевич — доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5; e-mail: info@etu.ru; тел.: +7 (812) 234-21-59;

Гук Карина Константиновна — кандидат технических наук, ассистент ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5; e-mail: info@etu.ru; тел.: +7 (812) 234-21-59.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИСРЕЗОВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕМНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА БАЗЕ АМБУЛАТОРНО-ПОЛИКЛИНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Н. Ю. Цибина, Е. В. Севрюкова, Я. А. Лубашев, М. А. Волгина, Т. В. Биншток, В. Р. Тихилова, Р. О. Спецаков, В. В. Амосов, С. А. Агеев, В. В. Тронева

Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3, Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Практически использованы и отработаны отдельные методики исследований на высокоскоростном, широкодетекторном мультисрезовом компьютерном томографе за период, превышающий 1 год эксплуатации в условиях поликлиники. Полученные результаты позволяют добиваться высокого качества изображений с индивидуальной адаптацией к особенностям пациента, существенно расширять зону исследования при невысокой дозовой нагрузке, изучать функцию отдельных суставов, проводить функциональный анализ сердца, выполнять объемную перфузию некоторых органов (печени, головного мозга, сердца), осуществлять двухэнергетическое сканирование различных органов и тканей (для определения состава конкрементов в почках, улучшения визуализации тофусов при подагре и др.), интерпретировать результаты йодного картирования легочного кровотока при различных состояниях и многое другое.

PRACTICAL POSSIBILITIES OF MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY WITH THE USE OF VOLUMETRIC SCANNING ON THE BASIS OF AN AMBULATORY-POLYCLINIC COMPLEX

Nataliya Yu. Tsbina, Ekaterina V. Sevryukova, Yakov A. Lubashev, Marina A. Volgina, Tatiyana V. Binshtok, Victoriya R. Tikhilova, Roman O. Spetsakov, Victor V. Amosov, Sergey A. Ageev, Victor V. Tronev
ICDC of PAO «Gazprom», St. Petersburg, Russia

Separate techniques of researches on the high-speed, wide range multislice computer tomograph for the period of 1 year of operation in the conditions of polyclinic are almost used and fulfilled. The received results allow to try to obtain quality images with individual adaptation to features of the patient, it is essential to expand a research zone at low dose loading, to study function of joints,

to carry out the functional analysis of heart, a volume perfusion of some organs (liver, brain, heart), to perform two-level power scanning of various organs and parts (for determination of stones in kidneys, improvements in visualization of tephaceous gout, etc.), to interpret results of iodic mapping of a pulmonary blood-groove at various conditions and many other things.

Цель исследования: определение уровня диагностических возможностей и выбора оптимальных алгоритмов сканирования на современном высокоскоростном, мультимедийном компьютерном томографе в оценке различных категорий патологических состояний.

Материалы и методы: в поликлинических условиях проведено 20 КТ-коронарографий на 640-срезовом рентгеновском компьютерном томографе с объемным сканированием на широкополосном детекторе с ЭКГ-синхронизацией. 7 пациентам применялась методика субтракции при исследовании легочного кровотока. У 35 пациентов проводилось двухэнергетическое сканирование, основанное на перепадах режима напряжения на рентгеновской трубке с последующим их сопоставлением, позволяющим проводить дифференцировку плотности конкрементов в почках с разделением по составу на уратные, неуратные и смешанные. 323 человека обследовались с использованием низкодозного сканирования легких. 5 пациентов были обследованы по методике прерывистого объемного динамического сканирования суставов, еще у 5 человек использовалась программа подавления металлоиндуцированных артефактов. Одному пациенту выполнена КТ-перфузия печени. 574 пациента прошли процедуру КТ-денситометрии поясничного отдела позвоночника.

Результаты. Существенно улучшается качество визуализации просветов коронарных артерий с распространенным атеросклерозом или с установленным стентом в результате использования методики субтракции. Высокая скорость аппарата при объемном сканировании позволяет проводить высококачественные исследования при учащенном пульсе. Методика разделения почечных конкрементов по химическому составу при двухэнергетическом сканировании представляется достоверной и наглядной, с графическим отображением на соответствующей шкале при конкрементах не меньше 2 мм в диаметре. Низкодозное сканирование легких может использоваться в качестве скрининга объемных образований в легких при диспансеризации. Динамическое исследование суставов позволяет детализировать изменения внутрисуставных соотношений, выявить дестабилизацию связочного каркаса и многое другое.

Заключение: подобранные методики сканирования на аппарате такого класса имеют широчайший спектр диагностических возможностей, идеально согласуются с потребностями поликлинического звена и даже превосходят их в отношении urgentных состояний. Тактический выбор многочисленных программ аппарата должен быть продиктован наличием основной цели исследования с обязательным учетом анамнестических данных, физического состояния пациента, его конституцией.

Список литературы/References:

1. Трофимова Т.Н., Мищенко А.В., Миньков Б.А. и др. Современные стандарты анализа лучевых изображений: руководство для врачей; под ред. Т.Н. Трофимовой. СПб.: ООО «РИП-СПБ», 2017. 300 с. [Trofimova T.N., Mishchenko A.V., Min'kov B.A. et al. Sovremennyye standarty analiza luchevykh izobrazheniy: rukovodstvo dlya vrachej; pod red. T. N. Trofimovoj. Saint Petersburg: ООО «РИП-СПБ», 2017. 300 p. (In Russ.).]
2. Труфанов Г.Е., Рудь С.Д. Рентгеновская компьютерная томография: руководство для врачей. СПб.: Фолиант, 2008. 1090 с. [Trufanov G.E., Rud' S.D. Rentgenovskaya komp'yuternaya tomografiya: rukovodstvo dlya vrachej. Saint Petersburg: Izdatel'stvo Foliant, 2008. 1090 p. (In Russ.).]

3. Sundaram B., Chughtai A.R., Kazerooni E. Multidetector High-resolution Computed Tomography of the Lungs Protocols and Applications // J. Thorac. Imag. 2010. Vol. 25. P. 125–141.
4. Sverzellati N., De Filippo M., Bartalena T. High-resolution computed tomography in the diagnosis and follow-up of idiopathic pulmonary fibrosis // Eur. radiol. 2010. Vol. 20. P. 88.

Дата поступления: 24.01.2019 г.

Контактная информация: Цибина Наталья Юрьевна, sevreka@medgaz.gazprom.ru

Сведения об авторах:

- Цибина Наталья Юрьевна** — заведующий кабинетом компьютерной томографии, врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Северюкова Екатерина Викторовна** — заведующий отделением лучевой диагностики, врач-рентгенолог, кандидат медицинских наук Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Лубашев Яков Александрович** — начальник отдела лучевой диагностики Центра, Заслуженный врач Российской Федерации, доктор медицинских наук Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Волгина Марина Анатольевна** — врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Бишишук Татьяна Владимировна** — врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Тихилова Виктория Рашидовна** — врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Спецаков Роман Олегович** — врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Амосов Виктор Викторович** — заведующий кабинетом рентгенодиагностики, врач-рентгенолог, кандидат медицинских наук Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Агеев Сергей Алексеевич** — врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru;
- Тронева Виктор Владимирович** — врач-рентгенолог Филиал Медицинского частного учреждения «Отраслевой клинко-диагностический центр ПАО «Газпром» Поликлиника № 3; 196143, Санкт-Петербург, пл. Победы, д. 2; тел.: +7(812) 609-38-78; e-mail: sevreka@medgaz.gazprom.ru.

Редакция оставляет за собой право сокращения и стилистической правки текста без дополнительных согласований с авторами.

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов опубликованных материалов.

Редакция не несет ответственности за последствия, связанные с неправильным использованием информации.

Лучевая диагностика и терапия

Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77 38910 от 17.02.2010 г.

Оригинал-макет: ИП «К. К. Ершов»

Подписано в печать 24.03.19 г. Формат 60×84 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная. Печ. л. 20,5. Тираж 500 экз.

Цена договорная.

Отпечатано ИП К. К. Ершов по Договору № 20/02/2019 от 20.02.2019 г.