

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХМЕРНОЙ МСКТ-ВОЛЮМЕТРИИ ЛЕГКИХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

[*Н. С. Ненарочнова¹, Я. Л. Манакова², А. П. Дергилев², В. И. Кочура^{1,2}, С. В. Ненарочнов^{2,3}*](#)

¹ГБУЗ НСО «Городская Новосибирская областная клиническая больница»
(г. Новосибирск)

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)

³НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Новосибирск-Главный ОАО „РЖД“»
(г. Новосибирск)

Представлен анализ результатов многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) и функциональных тестов 106-ти пациентов с различными заболеваниями легких. Цель данного исследования — оценить точность измерений легочных объемов при использовании трехмерных реконструкций МСКТ-изображений по сравнению со стандартными тестированиями функции легких. На трехмерных МСКТ-изображениях была рассчитана общая емкость легких. Жизненная емкость легких и объем форсированного выдоха за 1 секунду измерялись с помощью спирометрии. Проведен анализ полученной информации, выявлена положительная корреляция между расчетной общей емкостью легких и измеренными значениями общей емкости легких. Трехмерное объемное моделирование МСКТ-изображений может использоваться для оценки функции легких.

Ключевые слова: многосрезовая компьютерная томография, трехмерные реконструкции, заболевания легких, спирометрия, общая емкость легких.

Ненарочнова Наталья Сергеевна — врач-рентгенолог рентгенологического отделения ГБУЗ НСО «Городская Новосибирская областная клиническая больница», рабочий телефон: 8 (383) 315-98-64, e-mail: nenarafree@yandex.ru

Манакова Яна Леонидовна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 346-01-47, e-mail: ymanakova@mail.ru

Дергилев Александр Петрович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 346-01-47, e-mail: a.dergilev@mail.ru

Кочура Виктор Иванович — кандидат медицинских наук, заведующий рентгенологическим отделением ГБУЗ НСО «Городская Новосибирская областная клиническая больница», доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 315-99-96, e-mail: kvi@oblmed.nsk.ru

Ненарочнов Сергей Владимирович — кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Новосибирск-Главный ОАО „РЖД“», ассистент кафедры терапии, гематологии и трансфузиологии ФПК и ППВ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: svnenarochnov@mail.ru

Актуальность. Болезни органов дыхания занимают первое место в структуре общей заболеваемости в мире, а удельный вес данной патологии составляет у взрослых 27,6 %, у подростков — 39,9 % и у детей — 61 % [1]. В структуре заболеваемости населения России в 2013 году с диагнозом, установленным впервые, на первом месте остаются болезни органов дыхания, удельный вес которых составил 42,3 % (рост по сравнению с 2012 годом — на 1 %) [2]. Распространенность хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), составляет 9,3 на 1 тыс. населения среди мужчин и 7,3 на 1 тыс. населения среди женщин старше 40 лет.

ХОБЛ характеризуется ограничением скорости воздушного потока и связана с хроническим воспалительным ответом легких на действие патогенных частиц или газов. Распространенность ХОБЛ II стадии и выше среди лиц старше 40 лет составила $10,1 \pm 4,8$ %; в том числе для мужчин — $11,8 \pm 7,9$ % и для женщин — $8,5 \pm 5,8$ % [3]. В настоящее время ХОБЛ, по данным ВОЗ, является 4-й лидирующей причиной смерти в мире. В развитых странах общие экономические затраты, связанные с ХОБЛ, в структуре легочных заболеваний занимают второе место после рака легких. Современный уровень медицины требует от практического врача знаний об основных этапах формирования болезни и способах ее своевременной диагностики. Поэтому в настоящее время усилия исследователей направлены на поиск методов диагностики, позволяющих распознать заболевание в период его ранних проявлений [4, 14]. Обструкция бронхов при ХОБЛ считается основным синдромом, ее наличие и степень определяют по величине объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1). Для определения ОФВ1 не требуется сложной аппаратуры, кроме того, исследование неинвазивное и необременительное для больного. Таким образом, определение ОФВ1 является золотым стандартом для определения функции внешнего дыхания [5, 6]. В связи с тем, что ХОБЛ не имеет специфических проявлений и критерием диагноза служат спирометрические показатели функции внешнего дыхания, болезнь долгое время может оставаться недиагностированной. Большое значение имеет ранняя диагностика ХОБЛ, так как, вероятно, существует период в развитии ХОБЛ, при котором своевременная диагностика бронхообструктивного синдрома может радикально повлиять на ход болезни, т. е. предотвратить инвалидизацию и смертность [7–9].

Цель исследования: выявить корреляцию между объемным показателем, вычисляемым при постпроцессорной обработке данных мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ), и функциональными тестами.

Материалы и методы исследования. В исследования включены 106 пациентов в возрасте от 20-ти до 77-ми лет (средний возраст 48 лет), из них 65 (61,3 %) женщин и 41 (38,7 %) мужчина, которым была выполнена МСКТ органов грудной полости по различным показаниям. Критериями исключения были детский и подростковый возраст, пульмонэктомия в анамнезе, диссеминированные заболевания легких любой этиологии, массивный гидроторакс, обширные инфильтративные изменения (более 2-х сегментов), отсутствие адекватной задержки дыхания при исследовании.

МСКТ органов грудной полости проводилась на 64-срезовом томографе Aquilion (Toshiba) с использованием протокола Lowdose. При постпроцессорной обработке на рабочей станции Vitrea выполнялись многоплоскостные реконструкции, MIP-реформации с толщиной среза 7 мм для выявления мелких очагов в паренхиме легких, MinMP реформации для оценки бронхиального дерева и эмфиземы, 3D (объемный рендеринг) с волюметрической оценкой узловых образований легких и автоматическим вычислением объема легочной паренхимы.

Оценка функции внешнего дыхания проводилась в течение 1-го — 3-х дней до или после МСКТ на спирометре MicroLab (CareFusion) с измерением следующих параметров: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), ОФВ1, форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), соотношения показателей ОФВ1/ФЖЕЛ (индекс Тиффно).

Результаты. Согласно рекомендации Глобальной инициативы по ХОБЛ и Российского респираторного общества спирометрия является основным методом диагностики и документирования изменений легочной функции при ХОБЛ [1]. Комплексный анализ функции внешнего дыхания позволяет исключить другие заболевания со сходными симптомами. И если при легком течении ХОБЛ главное выявить отличия от других заболеваний, протекающих с минимальной симптоматикой, в первую очередь — различных вариантов хронических бронхитов, то существенные сложности возникают при проведении дифференциального диагноза у больных с тяжелым течением ХОБЛ, что зачастую обусловлено большим набором сопутствующих заболеваний.

На современном этапе развития рентгенологических методов исследования специальные исследования бронхиального дерева с контрастированием, такие как бронхография, утратили свою ценность, так как возможности постпроцессорной обработки данных МСКТ в настоящее время перспективны в развитии. Внедрение в клиническую практику МСКТ сделало возможным неинвазивное исследование архитектоники и внутреннего строения трахеобронхиальных структур за счет получения высококачественных мультипланарных и объемных реконструкций из первичного массива данных МСКТ [10]. В нашем исследовании по результатам волюметрического анализа 3D-МСКТ объем воздухопроводящих путей варьировал от 60 до 250 мм³, усредненные величины в норме составили 80–120 мм³.

На рис. 1 представлено изображение трехмерной реконструкции бронхиального дерева пациента с ХОБЛ, объем воздухопроводящих путей которого при постпроцессорной обработке данных составил 60,42 мм³.

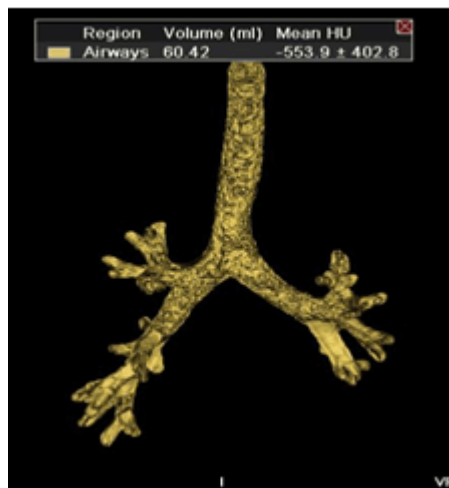


Рис. 1. Изображение трехмерной реконструкции бронхиального дерева пациента с ХОБЛ, объем воздухопроводящих путей которого при постпроцессорной обработке данных составил 60,42 мм³

Одним из основных способов определения функционального состояния аппарата внешнего дыхания считается оценка бронхиальной проходимости (ОФВ1) и вентиляционных резервов (измерение ЖЕЛ).

В норме показатели ЖЕЛ составляют > 80 %, ОФВ1 > 75 %, соотношения показателей ОФВ1/ФЖЕЛ (индекс Тиффно) > 75 %. В нашем исследовании снижение показателей ОФВ1 наблюдалось у 31-го пациента (29 %). В этой группе объем воздухопроводящих путей колебался от 40 до 90 мм³.

В настоящий момент не найдено прямых корреляционных связей между данными спирографии и объемом воздухопроводящих путей, вычисляемым при постпроцессорной обработке трехмерной МСКТ.

Также одним из показателей, используемым в нашем исследовании, был объем легочной паренхимы. По результатам волюметрического анализа 3D-МСКТ легких объем легочной паренхимы варьировал от 2638 до 10545 мл³ и в норме составил 3400–3900 мл³. На рис. 2 представлено изображение трехмерной реконструкции паренхимы легких с постпроцессорным вычислением объема легких.

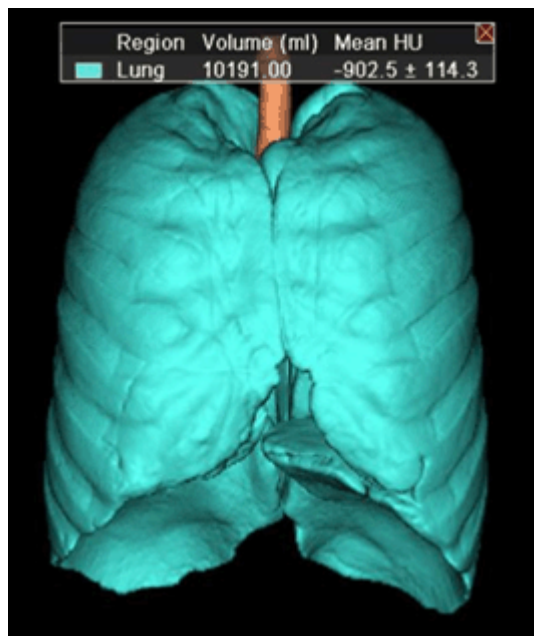


Рис. 2. Изображение трехмерной реконструкции паренхимы легких с постпроцессорным вычислением объема легких

Нами высказана гипотеза, освещенная в работе зарубежных авторов, что объем легочной паренхимы, вычисляемый при 3D-МСКТ, соответствует общей емкости легких (TLC — totallungcapacity) [11]. Для расчета должной величины общей емкости легких (ДОЕЛ) в зависимости от антропометрических параметров — роста и пола — нами использована наиболее точная формула E. D. Baldwin et al. [12]. Расчетная ДОЕЛ в нашем исследовании колебалась от 3551 до 5013 мл³ и в среднем составила 4225 мл³.

Нормальные величины ОЕЛ (TLC) традиционно считаются равными ДОЕЛ ± 20 %, и такие показатели выявлены по результатам волюметрического анализа у 50,1 % наших пациентов. Умеренное изменение ОЕЛ (TLC) на ± (21-35) % определялось у 27-ми (25,4 %) пациентов, значительное отклонение от должной емкости легких на ± (36-49) % при 3D-МСКТ в нашем исследовании зафиксировано только у 25-ти (23,5 %) пациентов. Резкого снижения ОЕЛ (TLC), характеризующегося отклонением на ± 50 % от ДОЕЛ не зафиксировано, что обусловлено характером контингента пациентов, включенных в исследование.

Ожидаемое максимальное повышение объема легочной ткани по сравнению с антропометрическими должными величинами до 140 % зафиксировано у пациентов с выраженной эмфиземой в сочетании с понижением плотности легочной паренхимы до 900HU.

В нашем исследовании обструктивный тип вентиляционных нарушений, характеризующийся снижением соотношения показателей ОФВ1/ФЖЕЛ (FEV1/VC, IndexTiffeneau) < 0,7, определялся у 29-ти (27,3 %) пациентов. В этой группе объем легких колебался от 3408 до 10545 мм³. У остальных пациентов при спирометрии достоверно не выявлено существенных нарушений функции внешнего дыхания.

Выводы. Нами выявлена прямая корреляционная связь между спирометрическими показателями и данными волюметрического анализа при МСКТ. Объем легочной паренхимы, вычисляемый при 3D-МСКТ, соответствует ОЕЛ (TLC = totallungcapacity). Использование комплексной оценки объема легочной паренхимы при спирометрии и МСКТ позволяет дифференцировать все три варианта вентиляционных нарушений

(обструктивный, рестриктивный и смешанный).

Список литературы

1. Зубков М. Н. Алгоритм терапии острых и хронических инфекций верхних и нижних дыхательных путей / М. Н. Зубков // РМЖ. — 2009. — Т. 17, № 2. — С. 123-131.
2. Общая заболеваемость всего населения России в 2013 году : статистические материалы. — М. : Минздрав РФ, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава, 2014. — Ч. II. — С. 5.
3. Глобальная инициатива по Хронической обструктивной болезни легких. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких : пересмотр 2014 года. — М. : Респираторное общество, 2014. — 34 с.
4. Айсанов З. Р. Исследование респираторной функции при ХОБЛ / З. Р. Айсанов // Рос. радиология. — 2004. — № 1. — С. 77.
5. Воробьева З. В. Функция внешнего дыхания при хронической обструктивной болезни легких в стадии 0 (ноль) / З. В. Воробьева // Функциональная диагностика. — 2005. — № 2. — С. 29-32.
6. Исследование функции аппарата внешнего дыхания. Основы клинической физиологии дыхания : учебное пособие / Ф. Ф. Тетенев [и др.]. — 2-е изд., доп. и испр. — Томск : Изд-во «Печатная мануфактура», 2008. — 164 с.
7. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких : пересмотр 2006 года : пер. с англ. / Всемирная организация здравоохранения (Женева), Национальный институт сердца, легких и крови. — М. : Атмосфера, 2007. — 96 с.
8. Емельянов А. В. Диагностика и лечение обострений хронической обструктивной болезни легких / А. В. Емельянов // РМЖ. — 2005. — Т. 13, № 4. — С. 183-189.
9. Завадовская В. Д. КТВР в ранней диагностике ХОБЛ / В. Д. Завадовская, О. В. Родионова // Достижения современной лучевой диагностики в клинической практике : тезисы материалов IV региональной конф. — Томск, 2006. — С. 161-165.
10. Роль мультипланарных реконструкций при постпроцессинговой обработке изображений в диагностике очаговых образований легких / В. А. Солодкий [и др.] // Мед. визуализация. — 2010. — № 2. — С. 81-86.
11. 3D-CT lung volumetry using multidetector row computed tomography : pulmonary function of each anatomic lobe / K. Matsuo [et al.] // J. ThoracImaging. — 2012. — N 3. — P. 164-170
12. Медицинская реабилитация / Под ред. В. М. Боголюбова. — Изд. 3-е, испр. и доп. — М. : Бином, 2010. — Кн. I. — 416 с.
13. Хроническая обструктивная болезнь легких / Под ред. А. Г. Чучалина. — Изд. 2-е. — М. : Атмосфера, 2011. — 567 с.
14. Роль симуляционных обучающих курсов в практической подготовке медицинских кадров / Ю. В. Пахомова, И. О. Маринкин, Е. Г. Кондюрина, Е. М. Яворский // Сборник : Современные аспекты реализации ФГОС и ФГТ. Вузовская педагогика : материалы конференции. Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого / Гл. ред. С. Ю. Никулина. — Красноярск, 2013. — С. 482-484.

RESULTS OF THREE-DIMENSIONAL MSCT-VOLUMETRY OF LUNGS FOR ASSESSMENT OF RESPIRATORY FUNCTION

[*N. S. Nenarochnova¹, Y. L. Manakova², A. P. Dergilev², V. I. Kochura^{1,2}, S. V. Nenarochnov^{2,3}*](#)

¹SBHE NR «Novosibirsk State Regional Clinical Hospital» (Novosibirsk)

²FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)

³NHE «Road clinic hospital of Novosibirsk railway station PLC „The Russian Railways (RZhD) “» (Novosibirsk)

The analysis of results of multislice computer tomography (MSCT) and functional tests of 106 patients with various pulmonary diseases is submitted. Research objective is to estimate accuracy of measurements of pulmonary function when using three-dimensional reconstruction of MSCT images in comparison with standard testings of respiratory function. Total lung capacity was calculated on three-dimensional MSCT images. Vital lung capacity and forced expiratory volumen per 1 second were measured by spirometry. The analysis of obtained information is carried out, positive correlation between the assumed total lung capacity and measured values of total lung capacity is revealed. Three-dimensional volume modeling of MSCT images can be used for assessment of respiratory function.

Keywords: multislice computer tomography, three-dimensional reconstruction, pulmonary diseases, spirometry, total lung capacity.

About authors:

Nenarochnova Natalya Sergeyevna — radiotherapist of radiology department at SBHE NR «Novosibirsk State Regional Clinical Hospital», office phone: 8 (383) 315-98-64, e-mail: nenarafree@yandex.ru

Manakova Yana Leonidovna — candidate of medical science, assistant of radiodiagnosis chair at FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 346-01-47, e-mail: ymanakova@mail.ru

Dergilev Alexander Petrovich — doctor of medical science, professor, head of radiodiagnosis chair at FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 346-01-47, e-mail: a.dergilev@mail.ru

Kochura Victor Ivanovich — candidate of medical science, head of radiology department at SBHE NR «Novosibirsk State Regional Clinical Hospital», assistant professor of radiodiagnosis chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 315-99-96, e-mail: kvi@oblmed.nsk.ru

Nenarochnov Sergey Vladimirovich — candidate of medical science, ultrasonographer at NHE «Road clinic hospital of Novosibirsk railway station PLC „The Russian Railways (RZhD)“», assistant of therapy, hematology and transfusiology chair of FAT and PDD at FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail:

List of the Literature:

1. Zubkov M. N. Therapeutic algorithm of acute and chronic infections of upper and lower airways / M. N. Zubkov // RMJ. — 2009. — Vol. 17, N 2. — P. 123-131.
2. The general case rate of all population of Russia in 2013 : statistical materials. — M. : Ministry of Health of the Russian Federation, Department of monitoring, analysis and strategic development of health care, Federal State Budgetary Institution Central Research Institute of the Organization and Informatization of Health Care of the Ministry of Health, 2014. — P. II. — P. 5.
3. Global initiative of the Chronic obstructive pulmonary disease. Global strategy of diagnostics, treatment and prophylaxis of a chronic obstructive pulmonary disease : revision of 2014. — M. : Respiratory society, 2014. — 34 p.
4. Aysanov Z. R. Research of respiratory function at COPD / Z. R. Aysanov // Rus. actinology. — 2004. — N 1. — P. 77.
5. Vorobyova Z. V. Function of external respiration at chronic obstructive pulmonary disease at zero stage / Z. V. Vorobyova // Functional diagnostics. — 2005. — N 2. — P. 29-32.
6. Research of function of the device of external respiration. Fundamentals of clinical physiology of respiration : guidance / F. F. Tetenev [et al.]. — 2nd ed., additional and rev. — Tomsk : Printing Manufactory publishing house, 2008. — 164 p.
7. Global strategy of diagnostics, treatment and prophylaxis of chronic obstructive pulmonary disease : revision of 2006 : translation from English / World Health Organization (Geneva), National institute of heart, lungs and blood. — M. : Atmosphere, 2007. — 96 p.
8. Yemelyanov A. V. Diagnostics and treatment of exacerbations of a chronic obstructive pulmonary disease / A. V. Yemelyanov // RMJ. — 2005. — Vol. 13, N 4. — P. 183-189.
9. Zavadovsky V. D. MSCT in early diagnostics of COPD / V. D. Zavadovskaya, O. V. Rodionova // Achievements of modern radiodiagnosis in clinical practice : theses of materials IV regional conf. — Tomsk, 2006. — P. 161-165.
10. Role of multiplanar reconstruction at post-processing processing of images in diagnostics of focal formations of lungs / V. A. Solodky [et al.] // Medical visualization. — 2010. — N 2. — P. 81-86.
11. 3D-CT lung volumetry using multidetector row computed tomography : pulmonary function of each anatomic lobe / K. Matsuo [et al.] // J. ThoracImaging. — 2012. — N 3. — P. 164-170.
12. Medical aftertreatment / Under the editorship of V. M. Bogolyubov. — 3rd ed., rev. and ad.— M. : Binomial, 2010. — Book I. — 416 p.
13. Chronic obstructive pulmonary disease / Under the editorship of A. G. Chuchalin. — 2nd ed. — M. : Atmosphere, 2011. — 567 p.
14. A role of the simulation training courses in practical preparation of medical shots / Y. V. Pakhomova, I. O. Marinkin, E. G. Kondyurina, E. M. Yavorsky // the Collection : Modern aspects of realization of FSES and FSS. High school of pedagogics : conference materials. Krasnoyarsk State Medical University n.a. professor V. F. Voyno-Yasenetsky / Head editor S. Y. Nikulin. — Krasnoyarsk, 2013. — P. 482-484.