

измерения проводились в точно идентичных областях, использовали функцию копировать-вставить для установки ROI.

**Результаты.** Среднее значение уровня шума в восходящем отделе аорты составило 14,3 (FBP), 11,75 (iDose4) и 8 (IMR). На уровне подкожно-жировой клетчатки аналогичные значения составили соответственно 15,4, 13,1 и 10,5. При измерении соотношения CNR были получены следующие значения: 4,4 (FBP), 5,2 (iDose4) и 7,1 (IMR). Результаты по соотношению SNR составили 2,6, 3,0 и 3,9 соответственно. Выявлено уменьшение уровня шума, при измерении в аорте в сравнении с FBP — до 18% (iDose4), до 44% (IMR). При измерении на уровне подкожно-жировой клетчатки аналогичные цифры составили 13% и 30% соответственно. Улучшение значений CNR по сравнению с уровнем, измеренным на FBP реконструкциях, составило 18% (iDose4) и 61% (IMR); повышение значений SNR — 15% и 50% соответственно.

**Заключение.** При измерении уровня стандартного отклонения, соотношений контраст/шум и сигнал/шум можно объективно оценить качество КТ-изображений. Применение технологий итеративных реконструкций позволяет значительно улучшить характеристики получаемого изображения и, следовательно, увеличить объем и точность получаемой информации.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Improvements to image quality using hybrid and model-based iterative reconstructions: a phantom study. Marie-Louise Aurumskjo et al. *Acta Radiologica*, 2017, Vol. 58 (1), pp. 53–61.
- Qianjun Jia (MD) et al. Image quality of ct angiography using model-based iterative reconstruction in infants with congenital heart disease: Comparison with filtered back projection and hybrid iterative reconstruction. *Europ. J. Radiol.*, 2017, Vol. 86, pp. 190–197.

#### О ТОЧНОСТИ ДЕНСИТОМЕТРИИ ПРИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

А. И. Громов, С. Ю. Ким, С. П. Морозов, Н. С. Кульберг, А. В. Петрайкин, К. А. Сергунова, М. С. Усанов

Научно-практический центр медицинской радиологии ДЗМ г. Москвы, Россия

#### THE PROBLEM OF X-RAY ATTENUATION ESTIMATION ACCURACY IN MDCT

A. I. Gromov, S. Yu. Kim, S. P. Morozov, N. S. Kulberg, A. V. Petraikin, K. A. Sergunova, M. S. Usanov

Research and Practical Center of Medical Radiology, Moscow Department of Health, Russia

Контактное лицо: Кульберг Николай Сергеевич, kulberg@yandex.ru

При проведении КТ исследований на современных мультисрезовых томографах врачи сталкиваются с некорректными значениями плотности тканей и патологических структур. Поскольку диагностика многих патологических состояний основана на данных о рентгеновской плотности (динамики ее изменений при контрастировании), это может приводить к ложным заключениям. Некорректные значения рентгеновской плотности являются следствием различных артефактов [1, 2].

Accurate measure of radiodensity (in HU) on a multi row computed tomographs not always correct. The diagnosis of many pathological conditions, is based on the density of HU density (include dynamics of its changes after contrast injection). Radiologists do not always recognize this wrong result. This can lead to an false diagnosis. Inaccurate values of X-ray density generally, are the result of various artifacts.

**Цель:** определить закономерности искажения показателей ослабления рентгеновского излучения при многослойной компьютерной томографии (МСКТ).

**Материалы и методы.** Проведено сканирование стандартного водного фантома на четырех 64-срезовых КТ различных производителей, с различными настройками силы тока и области сканирования (FOV). Все аппараты были калиброваны по воде и воздуху. Для изучения полученных данных была разработана методика анализа КТ-изображений фантома путем усреднения значений в объемном окне 10×2×2 воксела (40 вокселов). Такие параметрические карты позволяли визуально оценить степень неоднородности распределения значений плотности в поле обзора.

**Результаты.** Обнаружено систематическое некорректное измерение показателей рентгеновской плотности, в большинстве случаев в сторону их занижения. Сканирование фантома подтвердило неоднородность распределения значений показателей ослабления рентгеновского излучения в срезах в центре сканирования и на периферии FOV. Это, вероятно, связано с гиперкоррекцией артефакта усиления жесткости луча [1–3]. Характер отклонения не менялся при увеличении тока трубки со 100 до 500 мА. В ряде случаев погрешность уменьшалась при сужении поля обзора, однако при сканировании фантома большего диаметра измеренные плотности могли превышать истинные значения. Отмечено, что отклонения стабильны в одной координатной точке на различных срезах одного фантома.

**Заключение.** Проблема искажения денситометрических данных при МСКТ подтверждается исследованием на водном фантоме. Характер искажений (их величина и локальное распределение) различается в томографах различных производителей. Для определения характера возникающей погрешности денситометрических измерений в органах целесообразно определять степень искажения их при измерении в другом органе с известной плотностью, находящемся на одной оси сканирования.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Barrett J. F., Keat N., MSc. Artifacts in CT: recognition and avoidance. *RadioGraphics*, 2004, Vol. 24, pp. 167–169.
- Meganck J. A., Kozloff K. M., Thornton M. M., Broski S. M., Goldstein S. A. Beam hardening artifacts in micro-computed tomography scanning can be reduced by X-ray beam filtration and the resulting images can be used to accurately measure BMD. *Bone*, 2009, Dec., Vol. 45 (6), pp. 1104–1116.
- Boas F.E., Fleischmann D. CT artifacts: Causes and reduction techniques. *Imaging Med.*, 2012, Vol. 4 (2), pp. 229–240.

#### ВОЗМОЖНОСТИ ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В АНАЛИЗЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОНКРЕМЕНТА ПРИ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ

<sup>1,2,4</sup>Д. Г. Лебедев, <sup>1</sup>Е. В. Розенгауз, <sup>3</sup>С. В. Лапин, <sup>4</sup>О. О. Бурлака, <sup>4</sup>В. М. Хвастовский, <sup>4</sup>В. А. Гелиг

<sup>1</sup>Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Консультативно-диагностический центр с поликлиникой Управления делами Президента Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Научно-методический центр по молекулярной медицине Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>Александровская больница, Санкт-Петербург, Россия

#### THE ADVANTAGES OF DUAL-ENERGY COMPUTED TOMOGRAPHY TO DETERMINE THE COMPOSITION OF KIDNEY STONES IN PATIENTS WITH UROLITHIASIS

<sup>1,2,4</sup>D. G. Lebedev, <sup>1</sup>E. V. Rozengauz, <sup>3</sup>S. V. Lapin, <sup>4</sup>O. O. Burlaka, <sup>4</sup>V. M. Hvastovskiy, <sup>4</sup>V. A. Gelig

<sup>1</sup>North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Consulting and Diagnostic Center with Polyclinic Federal State Institution of Presidential Property Management Department of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Scientific and Methodical Center For Molecular Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup>Aleksandrovsky hospital, St. Petersburg, Russia

Контактное лицо: Лебедев Дмитрий Геннадьевич, lebedi-di@yandex.ru

Заболеемость мочекаменной болезнью (МКБ) в мире составляет не менее 3% и продолжает прогрессивно возрастать [1]. В России больные МКБ продолжают составлять значительную долю (30–40%) контингента урологических отделений [2]. Выбор оптимальной лечебной тактики мочекаменной болезни в клинических условиях требует понимания химического состава конкрементов. Бесконтрастная компьютерная томография (КТ), ставшая «золотым стандартом» диагностики уrolитиаза, эффективно определяет локализацию и размер конкремента, но не позволяет достоверно определять его структуру и химический состав. Значительно более высокую эффективность опре-

деления фенотипических характеристик уролитов демонстрирует активно развивающаяся в настоящее время двухэнергетическая компьютерная томография (ДЭ МСКТ), заключающаяся в проведении сканирования на двух энергетических уровнях [3]. Актуальной задачей является изучение диагностических возможностей ДЭ МСКТ в обследовании больных уролитиазом и перспективность внедрения данного метода в клиническую практику.

The incidence of urolithiasis in the world is at least 3% and continues to increase progressively. In Russia, urolithiasis patients continue to make up a significant proportion (30–40%) of the contingent of urological departments. The choice of an optimal medical approach to urolithiasis requires understanding of the urinary calculus chemical composition. Contrastless computed tomography, which has become the «gold standard» for the diagnosis of urolithiasis, effectively determines the localization and size of the calculus, but does not allow determining of its structure and chemical composition reliably. A much higher efficiency in determining of phenotypic characteristics of uroliths is demonstrated by the currently developing dual-energy computer tomography, based on acquiring images at two different energy levels. An actual problem is to study efficiency of the dual-energy CT in urinary stone disease diagnosis and this technique perspectives in clinical practice.

**Введение.** Определение химической структуры мочевых конкрементов *in vivo* влияет на выбор предоперационной консервативной терапии и метода оперативного лечения. Вариабельность минерального состава конкрементов затрудняет интерпретацию данных двухэнергетической мультиспиральной компьютерной томографии (ДЭ МСКТ), соответствие рентгенологических оценок минералогическому исследованию требует дальнейшего изучения.

**Цель:** оценка возможностей КТ в определении химического состава конкрементов при мочекаменной болезни (МКБ).

**Материалы и методы.** ДЭ МСКТ выполнена у 95 пациентов с МКБ с обработкой изображений с помощью программного обеспечения Syngo DE Calculi Characterization. Химический анализ 95 конкрементов выполнен *in vitro* методом диффузного отражения на спектрометре, с помощью программного обеспечения и специализированной библиотеки. Масса, объем и плотность каждого конкремента проанализированы гравиметрическим методом.

**Результаты.** Среди исследованных конкрементов 67/94 (71,3%) имели смешанный, 27/94 (28,7%) — однородный или монокомпонентный характер. Среди монокомпонентных конкрементов выявлены уратные 16/27 (59,3%), оксалатные 6/27 (22,2%), апатит 3 (11,1%), струвит 2 (7,4%). Среди смешанных камней мажорный оксалатный компонент преобладал в 51/67 (76,1%) случаев, в остальных 9/67 (23,9%) случаях мажорным компонентом служили урат, апатит, струвит и брусит с равной частотой встречаемости.

При анализе данных ДЭ МСКТ у пациентов с верифицированным мочекаменным уролитиазом конкременты имеют более высокие значения плотности по шкале Хаунсфилда при более высоких кВ, чем при более низких кВ, в то время как конкременты не мочевой кислоты, напротив, имеют более высокие значения при меньших кВ, чем при более высоких кВ.

Таким образом ДЭ МСКТ с использованием сканирования при 80кВ и 140кВ с расчетным значением MixHU, позволила установить среднюю плотность уратных конкрементов, которая составила  $345 \pm 43,7$  HU и была статистически значимо ниже, чем у конкрементов остальных типов  $700,9 \pm 243,8$  HU ( $p < 0,05$ ). Различия в двухэнергетической плотности неуратных конкрементов были статистически не значимы.

С помощью ROC- анализа установлено, что при ДЭ МСКТ конкременты плотностью менее 501 HU могут быть классифицированы как уратные с чувствительностью 77,78% и специфичностью 100%.

**Заключение.** ДЭ МСКТ позволяет корректно дифференцировать уратные конкременты *in vivo* с высокой специфичностью и низкой чувствительностью и тем самым своевременно определить выбор предоперационной консервативной терапии и оптимальный метод оперативного лечения.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Аляев Ю.Г. и др. Мочекаменная болезнь: современные методы диагностики и лечения: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 216 с. [Alyayev Yu.G. i dr. Mochekamennaya bolezni': sovremennyye metody diagnostiki i lecheniya: rukovodstvo. Moscow: GEOTAR-Media, 2010. 216 p. (In Russ.).]
2. Тиктинский О.Л., Александров В.П. Мочекаменная болезнь. СПб.: Питер, 2000. 384 с. [Tiktinskij O.L., Aleksandrov V.P. Mochekamennaya bolezni'. Saint-Petersburg: Piter, 2000. 384 p. (In Russ.).]
3. Jepperson M.A., Cernigliaro J.G., Sella D., Ibrahim E. et al. Dualenergy CT for the evaluation of urinary calculi: image interpretation, pitfalls, and stone mimics. *Clin. Radiol.*, 2013, Vol. 68, pp. 707–714.

#### ФЕКАЛЬНАЯ МАРКИРОВКА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАРИЕВОГО КОНТРАСТНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ПАЦИЕНТОВ К ВИРТУАЛЬНОЙ КОЛОНОСКОПИИ

А. К. Лейсле, В. Д. Завадовская, А. В. Ушаков, С. В. Мошнегут  
Кемеровская областная клиническая больница, г. Кемерово,  
Россия  
Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск,  
Россия

#### FECAL MARKING WITH THE USE OF BARIUM CONTRAST MEDIUM AS AN OPTIMIZATION METHOD OF PATIENTS' PREPARATION FOR THE VIRTUAL COLONOSCOPY

A. K. Leysle, V. D. Zavadovskaya, A. V. Ushakov, S. V. Moschnegootz  
Kemerovo Regional Clinical Hospital, Kemerovo, Russia  
Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

Контактное лицо: Лейсле Александр Карлович, [odal.lak@mail.ru](mailto:odal.lak@mail.ru)

Успешность виртуальной колоноскопии (ВКС) в скрининге колоректального рака (КРР) и выявлении предракловых полипов во многом зависит от качества подготовки пациентов к исследованию, ключевым моментом в которой является фекальная маркировка (ФМ) [1].

The success of virtual colonoscopy in the screening of colorectal cancer (CRC) and the detection of precancerous polyps largely depends on the quality of patient preparation for the study, the key point in which is fecal marking (FM).

**Цель:** подбор дозы контрастного препарата на основе мелкодисперсного сульфата бария для ФМ при подготовке пациентов к ВКС с повышением диагностической ценности получаемых изображений [2]. Определяющим моментом была качественная маркировка остаточного кишечного содержимого в сочетании с уменьшением количества и интенсивности побочных высокоплотных артефактов.

**Материалы и методы.** В исследование включены 100 пациентов, разделенных на две равные сопоставимые группы по 50 человек в каждой. Первая группа включала 14 мужчин и 36 женщин, средний возраст  $55,7 \pm 15,6$  года; вторая группа включала 10 мужчин и 40 женщин, средний возраст  $51,9 \pm 14,9$  год. Разница между группами заключалась в дозе барий содержащего контрастного препарата для ФМ при подготовке к ВКС. В первой группе использовалось 120 г контраста, во второй группе — 50 г. Второй из представленных вариантов ФМ был разработан нами на основе подбора оптимальной концентрации препарата в разведении при помощи модели-фантома толстой кишки. Всем пациентам из обеих групп проведена ВКС с предварительной ФМ и последующей очистительной подготовкой. В качестве сканера использовался компьютерный томограф Somatom Definition AS+ фирмы Siemens. Обработка полученных данных производилась на станции Leonardo. Качество ФМ оценивалось отдельно в каждом из шести анатомических сегментов толстой кишки [3] по наличию, отсутствию либо частичной маркировке как остаточной жидкости, так и твердых каловых фрагментов и аналогично по артефактам от бария.

**Результаты.** Полученные результаты прошли статистический анализ (точный тест Фишера и критерий  $\chi^2$  Пирсона). При сравнении двух вариантов ФМ выяснилось, что для резидуальной жидкости оба варианта по маркировочным критериям одинаковы ( $p=0,579$ ), за исключением небольших различий ( $p=0,006$ ) по полноте и однородности контрастирования в пользу варианта с большим количеством контраста. По наличию артефактов от маркированной жидкости имеется достоверная ( $p=0,0027$ ) разница в виде снижения количества «сильных» артефактов в 7 раз в пользу варианта с меньшим количеством контраста. Для остаточного твердого содержимого по маркировочным критериям оба варианта подготовки также приблизительно равны ( $p=0,781$ ). При этом у варианта с меньшим количеством контраста имеется небольшое преимущество по полноте и однородности маркировки ( $p=0,087$ ), что, в свою очередь, в отличие от жидкости, может быть значимо в дифференцировке между каловым фрагментом и полипом. По наличию артефактов от маркированных твердых фрагментов имеется достоверная ( $p=0,0001$ ) разница в виде уменьшения количества «сильных» артефактов в 5 раз в пользу варианта с меньшим количеством контраста.

**Заключение.** На основании полученных данных сформирован вывод о предпочтении варианта подготовки пациентов к ВКС с использованием 50 г мелкодисперсного барийсодержащего контрастного препарата для адекватной ФМ с уменьшением количества и интенсивности нежелательных высокоплотных артефактов.