

# ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЯ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

## IMAGING OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM

### ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ЛУЧЕВОЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ НАЧАЛЬНЫХ ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ СУБАКРОМИАЛЬНОЙ ЗОНЫ

Е. А. Андронников, Р. Н. Драндров, Н. В. Гоголина, Т. В. Алексеева

ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии  
и эндопротезирования» Минздрава России, Чебоксары, Россия

Для выявления ранних изменений субакромиального пространства в диагностике импинджмент-синдрома плечевого сустава лучевыми и ультразвуковыми методами обследованы 48 пациентов с болью в плечевом суставе. Критической отметкой признаны сужение субакромиального пространства до 5,0 мм и гипоэхогенная зона 1,5–3,0 мм в нем. Высота субакромиального пространства, структурные изменения субакромиальной сумки — критерии ранней диагностики дегенеративно-дистрофических изменений в плечевом суставе.

### POSSIBILITIES OF COMPLEX RADIATION AND ULTRASOUND DIAGNOSTICS OF INITIAL DEGENERATIVE-DYSTROPHIC CHANGES IN VISUAL ASSESSMENT OF THE SUBACROMIAL ZONE

Evgeniy A. Andronnikov, Rodion N. Drandrov, Natalya V. Gogolina,  
Tatyana V. Alekseeva

FSBI «Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty»  
of the Ministry of Health of the Russian Federation Cheboksary, Russia

To identify early changes in the subacromial space in the diagnosis of shoulder impingement syndrome by radiation and ultrasound methods, 48 patients with pain in the shoulder joint were examined. Narrowing of the subacromial space up to 5.0 mm and a hypoechoic zone of 1.5–3.0 mm in it were recognized as a critical mark. The height of the subacromial space, structural changes in the subacromial bursa are the criteria for early diagnosis of degenerative-dystrophic changes in the shoulder joint.

**Цель исследования:** выявить начальные признаки дегенеративно-дистрофических изменений субакромиального пространства у пациентов с клиническими признаками синдрома ущемления ротаторной манжеты методами ультразвуковой и лучевой диагностики.

**Материалы и методы.** Обследованы 48 пациентов в возрасте 37–60 лет (8 мужчин, 40 женщин) с постоянной болью в плечевом суставе в течение 1–6 мес, ограничением движения, неэффективностью консервативного лечения, отсутствием признаков вертеброгенной патологии, септического воспаления в суставе, рентгенологически значимой костной патологии. Исследование проводили на 1,5 Т МРТ, УЗИ-сканерах, рентгенодиагностическом комплексе. МРТ-исследование плечевого сустава выполнялось с достоверной оценкой фиброзных изменений субакромиальной сумки и возможностью построения мультипланарных реконструкций. Измерялось расстояние от нижнего края акромиального конца лопатки до верхней границы радиуса головки плеча. Рентгенография сустава проводилась в стандартной проекции, с измерением расстояния от головки плечевой кости до акромиального отростка, и во вспомогательных проекциях, с целью более точного изучения контуров нижней поверхности акромиона и прилежащей поверхности головки плечевой кости.

**Результаты.** При рентгенографии у 17 пациентов (35,4%) выявлено сужение субакромиального пространства до 5,5 мм, у остальных — в пределах нормы, без признаков наличия костных разрастаний у всех обследованных пациентов. У 9 пациентов (18,8%), по УЗИ расстояние от нижнего края акромиального конца лопатки до верхней границы головки плечевой кости составило 4,2–5,0 мм, у них же, по данным

МРТ, 4,0–4,8 мм. У 39 (81,3%) пациентов это расстояние составило 6,8–8,7 мм. Данной группе обследуемых было проведено физиотерапевтическое лечение с положительным эффектом. МРТ-исследование выявило начальные проявления дистрофических изменений субакромиального пространства в виде локального фиброзного уплотнения толщиной 1,4–3,0 мм без костных разрастаний. При УЗИ мягких тканей параартикулярной зоны у всех пациентов определялась гипоэхогенная зона в области субакромиального пространства толщиной 1,5–3,0 мм, соответствующая фиброзным изменениям вследствие перенесенного субакромиального бурсита. Девяти пациентам с субакромиальным пространством высотой до 5,0 мм (что признано нами критической отметкой для принятия решения о тактике лечения) проведена артроскопическая субакромиальная декомпрессия с последующим клиническим улучшением.

**Заключение.** Важными критериями диагностики начальных признаков дегенеративно-дистрофических изменений в плечевом суставе являются высота субакромиального пространства в совокупности со структурными изменениями в области субакромиальной сумки. Выявление данных признаков лежит в основе выбора метода лечения пациентов с синдромом сдавления ротаторной манжеты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Доманцевич В.А., Михайлов А.Н. Ультразвуковая диагностика импинджмент-синдрома плечевого сустава // *Актуальные вопросы лучевой диагностики (первый уровень визуализации): материалы респ. науч.-практ. конф. Минск, 3 ноября 2016 г.* / БелМАПО; под ред. акад. НАН Беларуси А.Н.Михайлова. Минск, 2016. С. 49–54. [Domantsevich V.A., Mikhailov A.N. Ultrasound diagnostics of shoulder joint impingement syndrome. *Actual problems of radiation diagnostics (the first level of visualization): materials of the rep. scientific-practical conf., Minsk, November 3, 2016* / BelMAPO; ed. Academician of the National Academy of Sciences of Belarus A.N.Mikhailov. Minsk, 2016, pp. 49–54 (In Russ.).]
2. Balke M., Liem D., Greshake O., Hoeher J., Bouillon B., Banerjee M. Differences in acromial morphology of shoulders in patients with degenerative and traumatic supraspinatus tendon tears. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016. Jul. Vol. 24 (7). P. 2200–2205. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3499-y>. Epub 2014 Dec 30. PMID: 25547273.
3. Elnour E.F.A., Abdalla E.A., Malik B.A., Ayad C.E. Diagnostic value of Sonography and MR Imaging in rotator cuff for patients with shoulder pain // *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)* e-ISSN: 2279–0853, p-ISSN: 2279–0861. Vol. 16, Issue 9 Ver. VIII (Sep. 2017). P. 65–71.
4. Cherchi L., Ciomhac J.F., Godet J., Clavert P., Kempf J.F. Critical shoulder angle: Measurement reproducibility and correlation with rotator cuff tendon tears // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2016. Vol. 102 (5). P. 559–562. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2016.03.017>. Epub 2016 May 26. PMID: 27238292.
5. Roddy E., Ogollah R.O. et al. Optimising outcomes of exercise and corticosteroid injection in patients with subacromial pain (impingement) syndrome: a factorial randomized trial // *Br. J. Sports Med.*, first published as 10.1136/bjsports-2019–101268 on 19 August 2020.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 31.01.2021 г.

Контакт/Contact: Андронников Евгений Александрович, [alenka\\_22@bk.ru](mailto:alenka_22@bk.ru)  
Сведения об авторах:

Андронников Евгений Александрович — заведующий отделением лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 428003, Чебоксары, ул. Федора Гладкова, д. 33; e-mail: [fc@orthoscheb.com](mailto:fc@orthoscheb.com);  
Драндров Родион Николаевич — врач ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здраво-

охранения Российской Федерации; 428003, Чебоксары, ул. Федора Гладкова, д. 33; e-mail: fc@orthoscheb.com;

*Гогулина Наталья Витальевна* — врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 428003, Чебоксары, ул. Федора Гладкова, д. 33; e-mail: fc@orthoscheb.com;

*Алексеева Татьяна Васильевна* — врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 428003, Чебоксары, ул. Федора Гладкова, д. 33; e-mail: fc@orthoscheb.com.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ДИФфуЗИОННО-ТЕНЗОРНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЗОН РОСТА

*Д. А. Бровин, Т. Н. Трофимова, В. М. Кенис*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г. И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

ФГБУН «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография обладает способностью визуализировать движение жидкости вдоль структур метаэпифизарной пластинки (зоны роста). Получены диффузионно-тензорные изображения коленных суставов условно здоровых пациентов и пациентов с патологией зоны роста. При помощи программы DSI STUDIO построены тракты соответствующей зоны роста. Параметры трактов у здоровых пациентов были выше чем у пациентов с патологией зоны роста.

## DIFFUSION TENSOR MAGNETIC RESONANCE IMAGING TO ASSESS THE FUNCTIONAL STATE OF GROWTH PLATE

*Daniil A. Brovin, Tatyana N. Trofimova, Vladimir M. Kenis*

FSBI «N. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

FSBIS «N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain» RAS, St. Petersburg, Russia

Diffusion tensor magnetic resonance imaging has the ability to visualize the movement of fluid along the structures of the metaepiphyseal plate (growth plate). Diffusion tensor images of the knee joints of conventionally healthy patients and patients with pathology of the growth zone were obtained. Using the DSI STUDIO software, tracts of the corresponding growth plate were built. The parameters of the tracts in healthy patients were higher than in patients with pathology of the growth zone.

**Цель исследования:** определение возможности применения методики диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии в оценке функционального состояния зоны роста у детей.

**Материалы и методы.** На базе Национального медицинского исследовательского центра детской травматологии и ортопедии имени Г. И. Турнера 10 условно здоровым пациентам и 5 пациентам с различными патологиями зоны роста дистального отдела бедренной кости были проведены МР-исследования коленного сустава с получением диффузионно-тензорных изображений в корональной плоскости. МР-исследования выполнялись на магнитно-резонансном томографе Philips IngeniaElitionX с напряженностью магнитного поля 3,0 Т. Полученные данные обрабатывались в программе DSI STUDIO с последующим получением трактов зоны роста дистального отдела бедренной кости и оценкой параметров данных трактов.

**Результаты.** При оценке основных параметров построенных трактов отмечается, что у пациентов с установленной патологией зоны роста средняя длина трактов и общий объем трактов ниже чем

у условно-здоровых пациентов сходной возрастной группы. Наибольшие отличия заметны при исследовании обоих коленных суставов у пациентов с различной длиной конечности.

**Заключение.** Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография может применяться для оценки функционального состояния зон роста, однако на данный момент не произведена валидация данной методики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Заварухин В.И., Моренко Е.С., Свиридов М.К., Говоров А.В. Эмбриональное развитие и строение зоны роста // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2015. No. 2. [Zavarukhin V.I., Morenko E.S., Sviridov M.K., Govorov A.V. Embryonic development and structure of the growth zone. *Pediatric Traumatology, Orthopedics and Reconstructive Surgery*. 2015. No. 2 (In Russ.)].
2. Карпенко А.К., Ярнова Е.А., Погорелый С.Н., Яновская И.В., Кириллова Е.С. МРТ-диагностика нарушений зон роста у детей // *Медицинская визуализация*. 2009. No. 4. [Karpenko A.K., Yarnova E.A., Pogorely S.N., Yanovskaya I.V., Kirillova E.S. MRI diagnostics of disorders of growth zones in children. *Medical visualization*, 2009, No. 4 (In Russ.)].
3. Barrera C., Bedoya M., Delgado J., Berman J., Chauvin N., Edgar J., Jaramillo D. Correlation between diffusion tensor imaging parameters of the distal femoral physis and adjacent metaphysis, and subsequent adolescent growth // *Pediatric Radiology*. 2019. Vol. 49 (9). P. 1192–1200.
4. Bedoya M., Delgado J., Berman J., Chauvin N., Zurakowski D., Ramirez-Gruoso R., Ntoulia A., Jaramillo D. Diffusion-tensor imaging of the physes: A possible biomarker for skeletal growth-experience with 151 children // *Radiology*. 2017. Vol: 284 (1). P. 210–218.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 14.02.2021 г.

Контакт/Contact: *Бровин Даниил Алексеевич, danbrovin@mail.ru*

## Сведения об авторах:

*Бровин Даниил Алексеевич* — аспирант федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н.П.Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 9; e-mail: office@ihb.spb.ru;

*Трофимова Татьяна Николаевна* — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории нейровизуализации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н.П.Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 9; e-mail: office@ihb.spb.ru;

*Кенис Владимир Маркович* — доктор медицинских наук, заместитель директора по инновационному развитию и работе с регионами, руководитель отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И.Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41.

## ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОГО ТОМОСИНТЕЗА В ДИАГНОСТИКЕ САКРОИЛЕИТОВ

*А. С. Гайдук, И. С. Железняк, В. В. Тыренко, Д. Ю. Анохин, М. М. Топорков, Д. С. Аганов, К. Ю. Волков*

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Спондилоартриты, характеризующиеся воспалительным поражением позвоночника, суставов и энтезисов, в настоящее время занимают одно из лидирующих мест по распространенности среди ревматологических заболеваний. Несмотря на сложности в интерпретации рентгенограмм, по-прежнему основным методом диагностики спондилоартритов является рентгенографическое исследование, позволяющее диагностировать сакроилеит и его стадии, что приводит к снижению риска прогрессирования заболевания и ранней инвалидизации.

## POSSIBILITIES OF DIGITAL TOMOSYNTHESIS IN THE DIAGNOSIS OF SACROILIITIS

Aleksandra S. Gaiduk, Igor S. Zheleznyak, Vadim V. Tyrenko, Dmitry Yu. Anokhin, Mikhail M. Toporkov, Dmitry S. Aganov, Konstantin Yu. Volkov

FSBMEI HE «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Spondyloarthritis, characterized by inflammatory lesions of the spine, joints and entheses, currently occupies one of the leading places in the prevalence of rheumatological diseases. Despite the difficulties in interpreting radiographs, X-ray examination is still the main method of diagnosing spondyloarthritis, which makes it possible to diagnose sacroiliitis and its stages, which leads to a reduction in the risk of disease progression and early disability of patients.

**Цель исследования:** сравнение эффективности цифрового линейного томосинтеза и цифровой рентгенографии в диагностике пораженного крестцово-подвздошных сочленений при спондилоартритах.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова на базе клиники факультетской терапии. Нами обследованы 34 пациента со спондилоартритами в возрасте от 19 до 71 лет. Среди них было 24 пациента с болезнью Бехтерева, 4 пациента с псориатическим спондилитом, 4 пациента с аксиальным спондилоартритом, 2 пациента с реактивным артритом. Обследования проводились на рентгеновском диагностическом телеуправляемом комплексе «ТелеКоРД- МТ» с функцией линейного томосинтеза.

**Результаты.** Оценивалась суставная щель на всем ее протяжении у 34 пациентов, из них в режиме цифрового томосинтеза визуализация всех отделов была возможна у 32 пациентов (94%), тогда как при традиционной рентгенографии оценить суставную щель на всем ее протяжении возможно было только у 14 пациентов (41%). Так же нами оценивались изменения костной ткани. Склеротическое уплотнение костной ткани было выявлено у 28 пациентов, из них у 27 пациентов (96%) при цифровом томосинтезе, у 23 пациентов (82%) при традиционной рентгенографии. Четко визуализировались неровности и нечеткости контуров суставных поверхностей у 30 пациентов, из них при цифровом томосинтезе у 17 пациентов (85%), при традиционной рентгенографии у 7 пациентов (35%). Краевые деструкции (эрозии) были выявлены у 28 пациентов, из них у 13 пациентов (62%) при цифровом томосинтезе, у 8 пациентов (38%) при цифровой рентгенографии.

**Заключение.** Цифровой линейный томосинтез дает более четкую и объемную визуализацию костной структуры, уменьшает наложение (суммацию) близлежащих органов, что позволяет оценить рентгеновскую суставную щель на всем ее протяжении, повышает точность выявления эрозий суставных поверхностей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Галушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространенность ревматических заболеваний в России // *Альманах клинической медицины*. 2018. Т. 46, № 1. С. 32–39. [Galushko E.A., Nasonov E.L. The prevalence of rheumatic diseases in Russia. *Almanac of Clinical Medicine*, 2018, Vol. 46, No. 1, pp 32–39 (In Russ.).] doi: 10.18786/2072–0505–2018–46–1–32–39.
2. *Ревматология. Клинические рекомендации. Анкилозирующий спондилит (болезнь Бехтерева)*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. [Rheumatologia. *Clinical guidelines. Ankylosing spondylitis (ankylosing spondylitis)*. Moscow: GEOTAR-Media, 2017 (In Russ.).]
3. Смирнов А.С. *Рентгенологическая диагностика анкилозирующего спондилита (болезнь Бехтерева)*. М.: ИМА-ПРЕСС, 2013. 112 с.; ил. [Smimov A.S. *X-ray diagnostics of ankylosing spondylitis (ankylosing spondylitis)*. Moscow: IMA-PRESS, 2013, 112 p. (In Russ.).]
4. Van derLinden S., Valkenburg H.A., Cats A. Modified New York criteria 1984 (Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis: a proposal for modification of the New York criteria) // *Arthritis Rheum*. 1984. No. 27. P. 361–368.
5. Slobodin G., Lidar M., Eshed I. Clinical and imaging mimickers of axial spondyloarthritis // *Semin. Arthritis Rheum*. 2017. Vol. 47, No. 3. P. 361–368.
6. Tada K., Ogasawara M., Inoue H., Yamaji K., Kobayashi S., Tamura N. Clinical images: nonradiographic axial spondyloarthritis with sacroiliitis detected by tomosynthesis // *Arthritis Rheumatol*. 2017. Vol. 69, No. 8. P. 1706.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 23.01.2021 г.

Контакт/Contact: Гайдук Александра Сергеевна, aliksg@mail.ru

### Сведения об авторах:

Гайдук Александра Сергеевна — заведующая рентгеновского кабинета кафедры факультетской терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
 Железняк Игорь Сергеевич — доктор медицинских наук начальника кафедры, доцент, рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
 Тыренко Вадим Витальевич — доктор медицинских наук, профессор, начальника кафедры факультетской терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
 Анохин Дмитрий Юрьевич — кандидат медицинских наук, начальник радиологического отделения клиники ВПТ федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
 Топорков Михаил Михайлович — кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры факультетской терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
 Аганов Дмитрий Сергеевич — кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры факультетской терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
 Волков Константин Юрьевич — старший ординатор кафедры факультетской терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ T2 DIXON В ДИАГНОСТИКЕ САКРОИЛИТА МЕТОДОМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

К. А. Завылова, Д. В. Сафонов, Ю. Ю. Коноплева  
 ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия  
 ООО «Региональный диагностический центр», Нижний Новгород, Россия

MRT эффективно используется как первичный метод оценки изменений в хряще периферических суставов, этот метод способен выявлять сакроилит на ранней стадии [1, 2]. Использование режима DIXON может иметь преимущество в связи с более высокими значениями SNR и лучшим пространственным разрешением.

## POSSIBILITY OF T2 DIXON SEQUENCE IN THE DIAGNOSIS OF SACROILIITIS BY MAGNETIC RESONANCE IMAGING

Ksenia A. Zavylova, Dmitrii V. Safonov, Yulia Yu. Konopleva  
 FSBEI HE «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia  
 Ltd «Regional Diagnostic Center», Nizhny Novgorod, Russia

MRI is effectively used as a primary method for assessing changes in the cartilage of peripheral joints; this method is able to detect sacroiliitis at an early stage [1, 2]. Using T2 DIXON mode can have a significant advantage due to higher SNR values and better spatial resolution.

**Цель исследования:** изучить эффективность T2 DIXON импульсной последовательности для визуализации зоны отека в крестцово-подвздошных сочленениях, а также сравнить ее с другими импульсными последовательностями, позволяющими получить подавление сигнала от жировой ткани (T2 STIR, T2 FS, PD FS).

**Материалы и методы.** 207 пациентам с сакроилеитом проведена магнитно-резонансная томография в режимах: T2 STIR, T2 FS, PD FS, T2 DIXON с получением 4 серий («только жир», «только вода», «в фазу», «в противофазу»). Количественные измерения значений SNR проводились в 5 анатомических областях, видимых во всех режимах, выполненных в коронарной плоскости. Анатомические области для обработки были определены следующим образом: интактная кость, зона отека костного мозга, мышца, спинномозговая жидкость, сосудисто-нервные сплетения. Проведен сравнительный анализ изображений, полученных при использовании традиционных последовательностей и метода T2 DIXON.

**Результаты.** Среднее значение SNR в зоне отека в режиме T2 DIXON («только вода») было значительно выше, чем в T2 STIR BI, T2 FS, PD FS на 101%, 75% и 86%, соответственно ( $p < 0,05$ ). Среднее значение SNR в зоне отека в режиме T2 DIXON (субтракция серий «только вода» и «только жир») было значительно выше, чем в T2 STIR BI, T2 FS, PD FS на 156%, 124%, 137%, соответственно ( $p < 0,05$ ). После статистической обработки результатов получено, что модификация режима T2 DIXON с выполнением субтракции серий «только вода» и «только жир» обеспечивает достоверно более высокую контрастность зоны отека в крестцово-подвздошных сочленениях по сравнению с режимами T2 STIR, T2 FS TSE, PD FS, T2 TSE. Данные результаты подтверждены и при субъективном визуальном анализе.

**Заключение.** Полученные данные демонстрируют существенное преимущество МР-последовательности T2 DIXON с предложенной схемой субтракции серий томограмм в диагностике сакроилеита по сравнению со стандартными импульсными последовательностями T2 FS TSE, T2 TSE, T2 STIR, PD FS. Более высокие значения SNR и CNR в режиме T2 DIXON могут быть полезными в клинической практике для визуализации зон отека малых размеров и для дифференциальной диагностики с сосудисто-нервными сплетениями в области крестца. Для получения оптимальных результатов в протоколе сканирования крестцово-подвздошных сочленений рекомендуется использовать комбинацию импульсных последовательностей T2 STIR, T2 DIXON и T1 TSE.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Смирнов А.В., Эрдес Ш.Ф. Диагностика воспалительных изменений осевого скелета при анкилозирующем спондилите по данным магнитно-резонансной томографии // *Научно-практическая ревматология*. 2016. Т. 54, № 1. С. 53–59. [Smirnov A.V., Erdes S.F. Magnetic resonance imaging diagnosis of inflammatory changes of the axial skeleton in ankylosing spondylitis. *Rheumatology Science and Practice*, 2016, Vol. 54, No. 1, pp. 53–59 (In Russ.)]. doi: 10.14412/1995-4484-2016-53-59.
- Сулейманова Р.А., Джанабаева Р.К., Жарыкбасов М.М., Досымбаева Р.Р., Сыдыкова Л.Б. Магнитно-резонансная томография в диагностике сакроилеита // *Лучевая диагностика и терапия*. 2017. Т. 3, № 8. С. 127. [Suleimenova R.N., Dzhanaabayeva R.K., Zharykbassov M.M., Dossymbayeva R.R., Sydykova L.B. Magnetic Resonance Imaging In the Diagnostics of Sacroiliitis. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2017, Vol. 3, No. 8, p. 127 (In Russ.)].
- Румянцева Д.Г., Эрдес Ш.Ф., Смирнов А.В. Воспалительные и поствоспалительные очаги в крестцово-подвздошных суставах и поясничном отделе позвоночника по данным магнитно-резонансной томографии у пациентов с ранним аксиальным спондилоартритом // *Научно-практическая ревматология*. 2019. Т. 57, № 1. С. 28–32. [Rumyantseva D.G., Erdes Sh.F., Smirnov A.V. Inflammatory and post-inflammatory lesions in the sacroiliac joints and lumbar spine according to magnetic resonance imaging in patients with early axial spondyloarthritis. *Rheumatology Science and Practice*. 2019, Vol. 57, No. 1, pp. 28–32 (In Russ.)].
- Schueler-Weidekamm C, Mascarenhas VV et al. Imaging and interpretation of axial spondylarthritis: the radiologist's perspective — Consensus of the Arthritis Subcommittee of the ESSR // *Semin Musculoskelet Radiol*. 2014. Vol. 18, No. 5. P. 523–524. doi: 10.1055/s-0034-1395421.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 27.01.2021 г.

Контакт/Contact: Завылова Ксения Александровна, stayerk@yandex.ru

#### Сведения об авторах:

*Завылова Ксения Александровна* — врач-рентгенолог ООО «Региональный диагностический центр»; 603000, г. Нижний Новгород, Советская ул., д. 12; *Сафонов Дмитрий Владимирович* — доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики ФДПО федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; e-mail: postdiplom@pimunn.ru;

*Коноплева Юлия Юрьевна* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; e-mail: postdiplom@pimunn.ru.

#### ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕТАСТАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ПОЧЕЧНО-КЛЕТОЧНОМ РАКЕ

*Н. А. Карлова, Я. П. Зорин, Д. В. Семенов, М. Г. Бойцова*  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
Научно-клинический и образовательный центр «Лучевая диагностика и ядерная медицина», Санкт-Петербург, Россия  
СПб ГУЗ «Городской клинический онкологический диспансер»,  
Санкт-Петербург, Россия

Проведен ретроспективный анализ лучевых исследований пациентов с костными метастазами почечно-клеточного рака (ПКР). Оценена информативность цифровой рентгенографии (ЦР), мультиспиральной компьютерной (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ), позитронно-эмиссионной томографии. Комплексный подход к применению современных методов лучевой визуализации позволяет добиться максимально информативной диагностики метастатического поражения скелета.

#### POSSIBILITIES OF MODERN DIAGNOSTIC IMAGING METHODS AT METASTATIC BONE CHANGES IN PATIENTS WITH RENAL CELL CARCINOMA

*Natalia A. Karlova, Yaroslav P. Zorin, Dmitry V. Semyonov, Marina G. Boitsova*

FSBEI HE «St. Petersburg State University», Scientific and clinical and educational center «Medical Radiology and Nuclear Medicine» of the Institute of High medical technologies, St. Petersburg, Russia  
SPb FIH «City Clinical Oncological Dispensary», St. Petersburg, Russia

A retrospective analysis of the diagnostic imaging reports of patients with bone metastases of renal cell carcinoma was performed. The informativeness of digital radiography, multispiral computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography was evaluated. A comprehensive approach to the application of modern methods of diagnostic imaging allows to achieve the most informative diagnosis of metastatic skeletal lesions.

**Цель исследования:** изучить возможности современных методов лучевой диагностики метастатических изменений в костной ткани при ПКР.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов ЦР, МСКТ и МРТ, позитронно-эмиссионной томографии 57 пациентов (мужчин 42, женщин 15) с метастазами ПКР в кости, проходивших обследование в Городском клиническом онкологическом диспансере в 2018–2020 г.

**Результаты.** Анализ результатов ЦР продемонстрировал низкую возможность оценки структуры костной ткани при деструктивных очагах малых размеров и небольшой плотности, и невозможность оценить состояние костного мозга. МСКТ, выполненная всем пациентам, позволила оценить состояние костной ткани и визуализировать мягкотканые структуры при костных метастазах ПКР. Семантика МСКТ-картин метастатического поражения при ПКР характеризовалась локальной потерей изображения трабекул, и отсутствием нормальной

структуры в области патологического очага. Прилегающая костная ткань не имела склеротической зоны. Исследование показало, что МСКТ, как и цифровая рентгенография позволяет выявить вторичные поражения костной ткани при ПКР, но только при наличии разрушения костного вещества, то есть в стадии разгара. Проведенное 29 пациентам МРТ на ранних стадиях, позволило выявить отек костного мозга с зонами низконтрастного сигнала на T1-ВИ и высокоинтенсивным сигналом на T2-ВИ и изображениях, выполненных в программе жироподавления. При метастазах в телах позвонков выявлен фокально-угловой разрыв замыкающих пластинок, что являлось патогномичным для метастатического процесса. Позитронно-эмиссионная томография с  $^{18}\text{F}$  (ФДГ) выполненная 8 больным продемонстрировала, что эффективность ФДГ-ПЭТ была выше при наличии литических метастазов. Сопоставление результатов исследований показало, что МРТ всего тела является наиболее чувствительным методом для выявления метастазов в кости при ПКР.

**Заключение.** Комплексный подход к использованию методов лучевой визуализации, и в частности, сочетанное применение МРТ всего тела и ФДГ-ПЭТ позволяет уточнить характер вторичного поражения костной ткани при ПКР, что помогает выбрать тактику лечебных мероприятий и снизить уровень смертности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Снеговой А.В., Ларионова В.Б., Кононенко И.Б. Современные возможности диагностики и мониторинга лечения при метастазах в кости // *Вестник ФГБУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина*. 2016. Т. 27, № 2. [Snegovoy A.V., Larionova V.B., Kononenko I.B. Modern possibilities of diagnostics and monitoring of treatment for bone metastases. *Blokhin Russian Cancer Research Center Bulletin*, 2016, Vol. 27, No. 2. (In Russ.)].
2. Неледов Д.В., Шавладзе Н.З. Диагностика метастазов в кости: возможности методики магнитно-резонансной томографии всего тела // *Сибирский онкологический журнал*, 2009. Приложение № 1. С. 142–143. [Neledov D.V., Shavlazde N.Z. Diagnosis of bone metastases: the possibilities of the whole body magnetic resonance imaging technique. *Siberian Journal of Oncology*, 2009. Appendix No. 1. P. 142–143 (In Russ.)].
3. Ljungberg B., Campbell S.C., Choi H.Y., Jackmin D., Lee J.E. et al. The epidemiology of renal cell carcinoma // *Eur. Urol*. 2011. Vol. 60. P. 615–621.
4. Santoni M., Conti A., Procopio G., Porta C., Ibrahim T., mBarni S. Bone metastases in patients with metastatic renal cell carcinoma // *J. Exp. Clin. Oncol. Res.* 2015. No. 34 (1).

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 27.01.2021 г.

Контакт/Contact: Зорин Ярослав Петрович, mgboitsova@mail.ru

#### Сведения об авторах:

*Карлова Наталья Александровна* — доктор медицинских наук, профессор, академик МАНЭБ, профессор научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: spbu@spbu.ru;

*Зорин Ярослав Петрович* — кандидат медицинских наук, доцент научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: spbu@spbu.ru;

*Семенов Дмитрий Владимирович* — кандидат медицинских наук, врач-уролог онколога высшей категории, государственное учреждение здравоохранения «Городской клинический онкологический диспансер»; 197022, Санкт-Петербург, 2-я Березовая аллея, д. 3/54;

*Бойцова Марина Геннадьевна* — кандидат медицинских наук, доцент научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: spbu@spbu.ru.

## КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЖИВЛЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ТАЗА

А. В. Кустурова, В. И. Кустуров, И. К. Паладий, Г. Сыргий

Государственный университет медицины и фармации имени Н. Тестемитану, Кишинев, Молдова

Институт срочной медицины, лаборатория «Полиатравма», Молдова, Кишинев, Молдова

Исследованы результаты лечения 207 пациентов и клинико-рентгенологическую картину сращения переломов таза. Установлено, что мониторинг рентгенологической картины сращения переломов позволяет контролировать репаративный процесс, осуществлять коррекцию с помощью внешнего устройства, что обеспечивает положительные результаты лечения (по шкале Majeed S.A.). В клинической практике основным методом оценки формирования костного сращения переломов таза до сих пор остаются рентгенологические признаки.

## CLINICAL AND RADIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PELVIS FRACTURES HEALING

Anna V. Kusturova, Vladimir I. Kusturov, Irina K. Paladii,

Grigorii Sirghii

State Medical and Pharmaceutical University name after Nicolae Testemitanu, Kishinev, Republic of Moldova

Institute of Urgent Medicine, Kishinev, Republic of Moldova

We studied treatment outcomes of 207 patients and clinical and radiological aspects of their pelvis fractures healing. Monitoring of radiological picture in fracture healing allowed to control the restoration process, to perform the correction by external device that permitted us to achieve positive results (by Majeed scale). In daily practice the basic method to evaluate the bone callus formation in pelvic fractures are radiological signs.

**Цель исследования:** изучение клинико-рентгенологической картины сращения переломов костей таза.

**Материалы и методы.** Изучены клинико-рентгенологическая картина сращения переломов костей таза и результаты лечения у 207 пациентов с множественной и сочетанной травмой. Все наблюдения разделены по типу перелома, классификация M. Tile [3]. В первую группу включены 75 пострадавших с переломами таза типа A2–A2.3, им выполнен ранний остеосинтез таза. Во вторую группу были включены пациенты (n=65) с переломами таза типа B1 и B2, тяжесть повреждения по шкале ISS составляла 25–37 баллов (34,52±0,11, p<0,01). Также им выполняли стабильную фиксацию таза наружным устройством, у части пациентов, после стабилизации гемодинамики проводили окончательную репозицию в устройстве. В третью группу исследования включены пациенты (n=59) с переломами таза типа C, у них наблюдалась более продолжительная нестабильная гемодинамика, стабилизацию таза выполняли после устранения повреждений внутренних органов. Исследование выполнено при финансовой поддержке Национального агентства исследований и разработок в рамках научно-исследовательских проектов № 20.80009.8007.07 и № 20.80009.8007.11.

**Результаты.** Клинико-рентгенологическая картина заживления переломов в группах на раннем этапе имела некоторые отличия, но после окончательной стабилизации тазового кольца наблюдалось нивелирование степени тяжести, сроков восстановления функции. Изучение рентгеновских данных показало, что через три месяца после травмы в зоне переломов костей таза процесс костеобразования продолжался: периостальные напластования на концах отломков уплотнялись, щели между ними заполнялись более порозной костной тканью, чем структура кортикального слоя. К концу четвертого месяца после остеосинтеза появлялась тенденция к нивелированию рентгенологической картины между группами, формировалась зрелая костная ткань с прогрессивным уменьшением периостальных напластований. Анализ результатов лечения больных, перенесших травму таза, проведен по шкале Majeed S.A [4] у 154 (66,09%) пациентов, в сроки от 1,5 года до 16 лет после операции. У всех больных было сращение костей таза и функциональное восстановление. Пациенты могли стоять, ходить и сохранять функциональную устойчивость отдельных сегментов нижних конечностей и тазового кольца в целом при статических физических нагрузках и в динамике.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **E42177**

**Заключение.** Современные методики функциональной рентгенодиагностики позволяют установить характер смещения фрагментов, степень нарушения стабильности тазового кольца. Основываясь на результатах анализа клинических и рентгенологических данных сращения переломов таза, пришли к выводу, что адекватная хирургическая коррекция повреждений тазового кольца возможна практически во всех случаях. Мониторинг изменения рентгенологической картины сращения переломов позволяет четко следить за процессом сращения тазовых костей, управлять им, вносить необходимую коррекцию и определять сроки прекращения фиксации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Дулаев А.К., Дыдыкин А.В., Метленко П.А. Лучевая диагностика у пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца // *Материалы VII российского национального конгресса «Человек и его здоровье»*. СПб., 2002. С. 150–151. [Dulaev A.K., Dydykin A.V., Metlenko P.A. Radiation diagnostics in patients with unstable injuries of the pelvic ring. *Materials of the VII Russian National Congress «Man and His Health»*, St. Petersburg, 2002, pp. 150–151 (In Russ.).]
2. Барабаш А.П., Барабаш Н.П., Кустуров В.И., Ларнонов А.А. Сравнительная рентгеноденситометрическая и морфологическая оценка образования костной ткани при замещении обширного дефекта трубчатой кости по методу Илизарова // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 1982. № 4. С. 74–75. [Barabash A.P., Barabash N.P., Kusturov V.I., Larionov A.A. Comparative X-ray densitometric and morphological assessment of bone tissue formation during the replacement of an extensive tubular bone defect using the Ilizarov method. *Bulletin of radiology and radiology*, 1982, No. 4, pp. 74–75 (In Russ.).]
3. Tile M., Helfet D., Kellam J. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3<sup>rd</sup> ed. Baltimore, 2003. 830 p.
4. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures // *J. Bone Joint Surg.* 1989. Vol. 71, pp. 304–306.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 27.01.2021 г.

Контакт/Contact: Кустурова Анна Владимировна,  
anna.kusturova@gmail.com

#### Сведения об авторах:

*Кустурова Анна Владимировна* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры ортопедии и травматологии, научный сотрудник лаборатории «Политравма», Институт срочной медицины; Государственный университет медицины и фармации им. Н.Тестемичану; Молдова, г. Кишинев, бул. Штефан чел Маре, д. 165, MD 2001;

*Кустуров Владимир Иванович* — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гепато-панкреато-билиарной хирургии, директор лаборатории «Политравма», Институт срочной медицины; Государственный университет медицины и фармации им. Н.Тестемичану; Молдова, г. Кишинев, бул. Штефан чел Маре, д. 165, MD 2001;

*Паладий Ирина Константиновна* — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории Гепато-панкреато-билиарной хирургии; Государственный университет медицины и фармации им. Н.Тестемичану; Молдова, г. Кишинев, бул. Штефан чел Маре, д. 165, MD 2001;

*Сыргей Григорий* — докторант кафедры ортопедии и травматологии, научный сотрудник научно-клинической лаборатории «Политравма», Институт срочной медицины; Государственный университет медицины и фармации им. Н.Тестемичану; Молдова, г. Кишинев, бул. Штефан чел Маре, д. 165, MD 2001.

### КОНУСНО-ЛУЧЕВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ КАК ПРИОРИТЕТНАЯ МЕТОДИКА В ДИАГНОСТИКЕ АНОМАЛИЙ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ У ДЕТЕЙ

Я. А. Лубашев, А. Д. Петрова, О. Я. Лубашева

Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»,  
Москва, Россия

Поиск приоритетного метода диагностики аномалий краниовертебральной области у детского населения является актуальной проблемой. Высокая степень полиморфизма клинических проявлений при аномалиях кранио-

вертебральной области, хроническое прогрессирующее течение нередко приводит к стойкой потере трудоспособности, развитию сопутствующей патологии и осложнениям.

### CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY, AS A PRIORITY TECHNIQUE IN THE DIAGNOSTICS OF CRANIOVERTEBRAL ANOMALIES IN THE PEDIATRIC POPULATION

Yakov A. Lubashev, Aleksandra D. Petrova, Olga Ya. Lubasheva  
ICDC of PAO «Gazprom», Moscow, Russia

The search for a priority method for diagnosing craniocervical anomalies in the pediatric population is an urgent problem. A high degree of polymorphism of clinical manifestations with anomalies of the craniocervical region, chronic progressive course, often leads to persistent disability, the development of concomitant pathology and complications.

**Цель исследования:** оценка возможностей конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в диагностике аномалий краниовертебральной области (КВО) у детей. Разнообразие клинических проявлений этих патологических состояний, отсутствие специфических неврологических синдромов обуславливают значительные трудности их раннего выявления. Алгоритм использования современных и максимально информативных методов лучевой диагностики для решения вопросов лечебно-профилактических мероприятий, прогноза, трудовой экспертизы и динамического наблюдения у данной категории пациентов является актуальной проблемой.

**Материалы и методы.** Обследованы 65 пациентов детского возраста с различными аномалиями краниовертебральной области в возрасте от 3 до 17 лет. КЛКТ проводилась на аппарате Gendex CB 500 (США). Перед выполнением исследований от каждого пациента (или от его представителя) было получено добровольное информированное согласие.

**Результаты.** Данные, полученные при проведении КЛКТ, обработаны методами статистического анализа. В ходе постпроцессорной обработки выявлено, что изображения, полученные, при КЛКТ отличались высоким пространственным разрешением, возможностью построения мультипланарных реконструкций (MPR). MPR при КЛКТ позволили определить пространственное положение анатомических структур основания черепа, детальное изображение костных и мягкотканых структур, оценить измененный связочный аппарат. Значительное снижение лучевой нагрузки на пациента при КЛКТ достигалось за счет импульсного сканирования рентгеновской трубки однократно вокруг зоны интереса, что явилось главным условием для использования данного метода диагностики у детского населения. Средняя доза облучения при КЛКТ в нашем исследовании составила 0,031 мЗв.

**Заключение.** КЛКТ КВО, учитывая высокую разрешающую способность, при сравнительно низкой дозовой нагрузке в отношении традиционной рентгенографии (ТР), может использоваться как приоритетная методика для диагностики аномалий КВО у детей. Широкий спектр возможностей постпроцессорной обработки изображений КЛКТ позволяет исключить малоинформативные методики (ТР) из диагностического поиска.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Хамидулина О.Н., Погосян И.А., Марчук Ю.В., Кожевников М.А., Ткаченко Т.Я. Оптимизация диагностики и лечения патологии краниовертебральной области у детей // *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2014. № 5 (51). С. 46–50. [Khamidulina O.N., Pogosyan I.A., Marchuk Yu.V., Kozhevnikov M.A., Tkachenko T.Ya. Optimization of diagnosis and treatment of pathology of the craniocervical region in children. *Bulletin of the Ural Medical Academic Science*, 2014, Vol. 5, No. 51, pp. 46–50 (In Russ.).]
2. Некрылов Д.В., Шалаев О.Ю., Селина О.Б. Преимущества конусно-лучевой компьютерной томографии по сравнению со стандартным рентгенологическим обследованием // *Врач-аспирант*. 2013. Т. 61, № 6.3. С. 431–435. [Nekrylov D.V., Shalaev O.Yu., Selina O.B. The advantages of cone-beam computed tomography in comparison with standard X-ray examination. *Postgraduate doctor*, 2013, Vol. 61, No. 6.3, pp. 431–435 (In Russ.).]
3. Talukdar R., Yalawar R.S., Kumar M. Imaging in Craniocervical Junction (CVJ) Abnormalities // *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-*

JDMS). 2015. Vol. 14, Iss. 12. P. 33–49. doi: 10.9790/0853–141223349 www.iosrjournals.org33.

4. Pang D., Thompson D.N. Embryology and bony malformations of the craniovertebral junction // *Child's Nervous System*. 2011. Vol. 27, No. 4. P. 523–564. doi 10.1007/s00381-010-1358-9.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 19.01.2021 г.

Контакт/Contact: Петрова Александра Дмитриевна, doc.lubashev@mail.ru

#### Сведения об авторах:

Лубашев Яков Александрович — доктор медицинских наук, врач высшей квалификационной категории по ультразвуковой диагностике и рентгенологии, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Петрова Александра Дмитриевна — врач-рентгенолог, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Лубашева Ольга Яковлевна — врач-рентгенолог первой квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОБОСТРЕНИЙ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА

А. В. Михалюк, А. В. Кудрявцева, А. С. Грищенко,  
И. С. Железняк

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова»  
Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Определение наличия отека костного мозга как критерий обострения хронического остеомиелита с помощью двухэнергетического КТ-сканирования путем вычитания плотностей кальция, гидроксипатита кальция и воды в постобработке данных двухэнергетического КТ-сканирования.

## EXPERIENCE OF DUAL ENERGY CT IN DIAGNOSIS OF ACUTE EXACERBATION OF CHRONIC OSTEOMYELITIS

Alina V. Mikhalyuk, Anna V. Kudryavtseva, Aleksander S.  
Grishchenkov, Igor S. Zheleznyak

FSBMEI HE «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry  
of Defence of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Finding bone marrow edema as a criteria for acute exacerbation of a chronic osteomyelitis with dual energy CT by density subtraction of calcium, calcium hydroxyapatite and water in post-processing.

**Цель исследования:** оценить возможности двухэнергетического КТ-сканирования костей в выявлении отека костного мозга как критерий обострения хронического остеомиелита.

**Материалы и методы.** Обследованы 32 пациента с хроническим остеомиелитом костей верхних и нижних конечностей, в возрасте от 18 до 62 лет. Пациенты были разделены на две группы: первая группа — пациенты с наличием клинических признаков обострения хронического остеомиелита (n=14); вторая группа — пациенты без каких-либо клинических проявлений обострения процесса (n=18). Пациентам выполнено КТ-исследование на 512-срезовом компьютерном томографе в режиме двухэнергетического сканирования с последующей обработкой полученных данных, поочередным вычитанием плотностей воды, гидроксипатита кальция, кальция.

**Результаты.** У пациентов с наличием клинических признаков обострения хронического остеомиелита при вычитании воды плотность либо не изменялась (у 72% пациентов первой группы), либо снижалась незначительно (у 28% пациентов первой группы) относительно выраженного снижения плотности окружающих мягких тканей, при вычитании кальция и гидроксипатита кальция плотность не изменялась. У всех пациентов второй группы признаков отека костного мозга не получено. При вычитании воды плотность не изменялась, при вычитании кальция и гидроксипатита кальция плотность костной ткани значительно снижалась, что свидетельствовало о наличии склеротической перестройки костной ткани.

**Заключение.** КТ-исследование в режиме двухэнергетического сканирования не позволяет достоверно выявить отек костного мозга при обострении хронического остеомиелита на фоне отека окружающих мягких тканей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Игнатиев Ю.Т., Никитенко С.А., Рожков К.Ю., Резник Л.Б., Крупко Н.Л., Пеньков Е.В. Двухэнергетическая компьютерная томография в контроле репаративной регенерации переломов трубчатых костей голени // *Лучевая диагностика и терапия*. 2016, № 1. С. 64–68. [Ignatiev Yu.T., Nikitenko S.A., Rozhkov K.Yu., Reznik L.B., Krupko N.L., Penkov E.V. Dual-energy computed tomography in the control of reparative regeneration of fractures of the tibial bones. *Radiation diagnostics and therapy*, 2016, No. 1, pp. 64–68 (In Russ.). <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2016-1-64-68>.
- Двухэнергетическая компьютерная томография спектральная КТ от теории к практике: сборник клинических наблюдений / под ред. В.Е.Спицина [Dual-energy computed tomography spectral CT from theory to practice: collection of clinical observations / ed. V.E. Spitsin (In Russ.)].
- Cao J.X., Wang Y.M., Kong X.Q., Yang C., Wang P. Good interrater reliability of a new grading system in detecting traumatic bone marrow lesions in the knee by dual energy CT virtual non-calcium images // *Eur. J. Radiol*. 2015. Vol. 84, No. 6. P. 1109–1115. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.03.003. Epub 2015 Mar 16.
- Zhang P et al. Spectral CT not only shows bone erosion and sclerosis, but also shows and quantitatively measures bone marrow edema in the sacroiliac joints of SpA patients // *J. Formos Med. Assoc*. 2016. Vol. 115, No. 8. P. 658–664. PMID: 26341148 Conclusion:

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 24.01.2021 г.

Контакт/Contact: Михалюк Алина Владимировна,  
alinochka.mikhalyuk@mail.ru

#### Сведения об авторах:

Михалюк Алина Владимировна — врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: vmedana@mil.ru;

Кудрявцева Анна Владимировна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, заведующая КТ кабинетом амбулаторных пациентов, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: vmedana@mil.ru;

Грищенко Александр Сергеевич — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: vmedana@mil.ru;

Железняк Игорь Сергеевич — доктор медицинских наук, доцент, начальник кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: vmedana@mil.ru.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **E42177**

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ КОСТЕЙ В РЕЖИМЕ ДВУХ ЭНЕРГИЙ В ВЫЯВЛЕНИИ ОТЕКА КОСТНОГО МОЗГА И СКЛЕРОЗА КОСТНОЙ ТКАНИ

А. В. Михалюк, А. В. Кудрявцева, А. С. Грищенко,  
И. С. Железняк

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова»  
Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Определение наличия отека костного мозга и склероза путем поочередного вычитания плотностей кальция, гидроксипатита кальция и воды в постобработке при двухэнергетическом КТ-сканировании.

## DUAL TNTRGY CT OF BONE MARROW EDEMA AND BONE TISSUE SCLEROSIS

Alina V. Mikhalyuk, Anna V. Kudryavtseva,

Aleksander S. Grishchenkov, Igor S. Zheleznyak

FSBMEI HE «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Determination of the presence of edema of bone marrow and sclerosis by alternately subtracting calcium, hydroxyapatite calcium and water in post-processing for dual-energy CT scanning.

**Цель исследования:** оценить возможности двухэнергетического КТ-сканирования костей в дифференциальной диагностике отека костного мозга и ее склеротической перестройки.

**Материалы и методы.** Обследованы 80 пациентов с импрессионными и компрессионными переломами костей скелета, в возрасте от 18 до 45 лет. Пациенты были разделены на 2 группы: первая группа — пациенты с острой травмой (n=56); вторая группа — пациенты, перенесшие травму кости в анамнезе (n=24). Пациентам выполнено КТ-исследование на 512-срезовом компьютерном томографе в режиме двухэнергетического сканирования с последующей обработкой полученных данных, поочередным вычитанием плотностей воды, гидроксипатита кальция, кальция.

**Результаты.** У пациентов с острой травмой (до 1 недели) выявлены признаки отека костного мозга: при вычитании воды плотность значительно снижалась, при вычитании кальция и гидроксипатита кальция плотность не изменялась, что свидетельствовало за наличие отека костного мозга. При острой травме описанный паттерн наблюдался у 80% пациентов. У всех пациентов второй группы признаков отека костного мозга не получено. При вычитании воды плотность не изменялась, при вычитании кальция и гидроксипатита кальция плотность костной ткани значительно снижалась, что свидетельствовало за наличие склеротической перестройки костной ткани.

**Заключение.** КТ-исследование в режиме двухэнергетического сканирования позволяет дифференцировать отек костного мозга от склеротической перестройки, что является важным для оценки давности повреждения кости.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Игнатьев Ю.Т., Никитенко С.А., Рожков К.Ю., Резник Л.Б., Крупко Н.Л., Пеньков Е.В. Двухэнергетическая компьютерная томография в контроле репаративной регенерации переломов трубчатых костей голени // *Лучевая диагностика и терапия*. 2016. № 1. С. 64–68. [Ignatiev Yu.T., Nikitenko S.A., Rozhkov K.Yu., Reznik L.B., Krupko N.L., Penkov E.V. Dual-energy computed tomography in the control of reparative regeneration of fractures of the tibial bones. *Radiation diagnostics and therapy*, 2016, No. 1, pp. 64–68 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2016-1-64-68>.
- Двухэнергетическая компьютерная томография спектральная КТ от теории к практике: сборник клинических наблюдений / под ред. В.Е.Спицина [Dual-energy computed tomography spectral CT from theory to practice: collection of clinical observations / ed. V.E. Spitsin (In Russ.)]*.
- Dareez N.M., Dahlslett K.H., Engesland E., Lindland E.S. Scaphoid fracture: Bone marrow edema detected with dual-energy CT virtual non-calcium images and confirmed with MRI // *Skeletal Radiol*. 2017. Dec. Vol. 46, No. 12. P. 1753–1756. doi: 10.1007/s00256-017-2730-6. Epub 2017 Jul 29.
- Wang C.K., Tsai J.M., Chuang M.T., Wang M.T., Huang K.Y., Lin R.M. Bone marrow edema in vertebral compression fractures: detection with dual-energy CT // *Radiology*. 2013. Nov. Vol. 269, No. 2. P. 525–533. doi: 10.1148/radiol.13122577. Epub 2013 Jun 25.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 23.01.2021 г.

Контакт/Contact: Михалюк Алина Владимировна, [alinochka.mikhalyuk@mail.ru](mailto:alinochka.mikhalyuk@mail.ru)

### Сведения об авторах:

Михалюк Алина Владимировна — врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: [vmedana@mail.ru](mailto:vmedana@mail.ru);

Кудрявцева Анна Владимировна — кандидат медицинских наук врач-рентгенолог, заведующая КТ кабинетом амбулаторных пациентов, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего

образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: [vmedana@mail.ru](mailto:vmedana@mail.ru);

Грищенков Александр Сергеевич — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: [vmedana@mail.ru](mailto:vmedana@mail.ru);

Железняк Игорь Сергеевич — доктор медицинских наук, доцент, начальник кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: [vmedana@mail.ru](mailto:vmedana@mail.ru).

## ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПИГМЕНТНОГО ВИЛЛОНОДУЛЯРНОГО СИНОВИТА КОЛЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

А. М. Муравлева

ГБУЗ «Волгоградский областной клинический кардиологический центр», Волгоград, Россия

Пигментный виллонодулярный синовит (ПВНС) — редкое деструктивно-пролиферативное заболевание синовиальной оболочки суставов, характеризующееся отложением гемосидерина. ПВНС не имеет специфической клинической симптоматики, данные рентгенографии, УЗИ, КТ зачастую не выявляют изменений. Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволяет дифференцировать данную патологию на раннем этапе [1, 2].

## DIAGNOSTIC FEATURES OF PIGMENTED VILLONODULAR SYNOVITIS OF THE KNEE BY MAGNETIC RESONANCE IMAGING (LITERATURE REVIEW AND CASE REPORT)

Anna M. Muravleva

SBEH «Volograd State Cardiology Center», Volgograd, Russia

Pigmented villonodular synovitis is a rare disease that affect the synovial membrane of joints. There is not specific clinical symptoms, radiographic, US and CT findings. MRI identifying hemosiderosis which is typical for PVNS [3].

**Цель исследования:** оценить возможности и преимущества метода МРТ в диагностике ПВНС коленного сустава.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ истории болезни пациентки Л., 32 лет с ПВНС коленного сустава. С октября 2019 г. предъявляет жалобы на боль и отечность коленного сустава. В марте 2020 г. данные рентгенографии без патологических изменений. В июле 2020 г. проведено исследование на МР-томографе Siemens 1,5 Тл с включением в протокол T2\* (GRE) последовательности.

**Результаты.** Выявлены два узловых утолщения синовиальной оболочки коленного сустава, гипоинтенсивных во всех последовательностях, включая T2\* (GRE), что обусловлено накоплением в очагах гемосидерина, т.е. парамагнитным эффектом железа [4].

**Заключение.** Метод МРТ с включением в протокол T2\* (GRE) последовательности позволяет выявить узловые/ворсинчатые разращения синовиальной оболочки с патогномичным признаком накопления гемосидерина у пациентов с ПВНС и оценить распространенность процесса для выбора оптимальной тактики лечения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Луценко П.Е. Диагностика пигментного виллонодулярного синовита методом магнитно-резонансной томографии // *Медицинская визуализация*. 2015. № 1. С. 69–74. [Lutsenko P.E. Diagnosis of pigmentary villonodular synovitis by magnetic resonance imaging. *Medical imaging*, 2015, No. 1, pp. 69–74 (In Russ.)].

2. Брюханов А.В., Васильев А.Ю. *Магнитно-резонансная томография в остеологии*. М.: Медицина, 2006. 200 с. [Bryukhanov A.V., Vasiliev A.Yu. *Magnetic resonance imaging in osteology*. Moscow: Medicine, 2006, 200 p. (In Russ.).]
3. Mingxuan Gao, Hong Li et al. Multifocal pigmented villonodular synovitis coexisting in both the knee joint and the patella. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2017. Vol. 18, No. 293.
4. Brahmī M., Vinceneux A., Cassier P.A. Current systemic treatment options for Tenosynovial Giant cell tumor/pigmented Villonodular Synovitis: targeting the CSF1/CSF1R Axis // *Curr. Treat Options in Oncol*. 2016. Vol. 17, No. 2. P. 10.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 01.02.2021 г.

Контакт/Contact: Муравлева Анна Михайловна, *aniuta.guskova@yandex.ru*  
Сведения об авторе:

Муравлева Анна Михайловна — врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ отдела лучевой диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Волгоградский областной клинический кардиологический центр»; Волгоград, Университетский просп., д. 106; e-mail: *vokkc@volganet.ru*.

### СТРОЕНИЕ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ШЕЙНЫХ ПОЗВОНКОВ У ДЕТЕЙ 4–7 ЛЕТ В НОРМЕ И С ПРИЗНАКАМИ СИСТЕМНОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

О. М. Нажмудинова, Л. А. Удочкина, Л. А. Гончарова,  
М. О. Иванов

ГБУЗ Астраханской области «Областной онкологический диспансер», Астрахань, Россия

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, Астрахань, Россия

С использованием программы Radian DICOM viewer проанализировано 58 компьютерных томограмм головы и шейного отдела позвоночника детей мужского и женского пола в возрасте 4–7 лет без патологии опорно-двигательного аппарата и 56 — с рецидивирующим подвывихом в сегменте C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub> на фоне системной дисплазии соединительной ткани. Выявлены различия в строении второго шейного позвонка у детей с признаками системной дисплазии соединительной ткани.

### STRUCTURE OF FIRST AND SECOND CERVICAL VERTEBRAE IN 4–7 YEARS OLD CHILDREN ACCORDING TO THE DATA OF COMPUTED TOMOGRAPHY

Oksana M. Nazhmudinova, Larisa A. Udochkina,  
Lyudmila A. Goncharova, Mikhail O. Ivanov

FSBEI Astrakhan Region «Regional Oncological Dispensary»,  
Astrakhan, Russia

FSBEI HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of  
Health of Russian Federation, Astrakhan, Russia

Using the Radian DICOM viewer program, 58 CT scans of head and cervical spine of male and female children of 4–7 years old without pathology of the musculo-skeletal system and 56 with systemic dysplasia of connective tissue and recurrent subluxation in the C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub> segment were analyzed. Discrepancies in structure of the second cervical vertebra were revealed in children with systemic connective tissue dysplasia.

**Цель исследования:** определить анатомические особенности первого и второго шейных позвонков (C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>) у детей 4–7 лет в норме и при системной дисплазии соединительной ткани по данным компьютерной томографии.

**Материалы и методы.** Проанализировано 58 компьютерных томограмм головы и шейного отдела позвоночного столба детей мужского и женского пола в возрасте 4–7 лет без патологии опорно-двигательного аппарата (ОДА) и 56 компьютерных томограмм детей с рецидивирующим подвывихом в сегменте C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub> на фоне клинических признаков системной дисплазии соединительной ткани (СДСТ). Морфометрия проводилась с использованием программы Radian

DICOM viewer в фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях. Краниотип определяли как отношение поперечного размера черепа к его продольному размеру. В соответствии с данными краниометрии [1] были отобраны дети с индексом более 80% (брахикрания), составившие 52,6% обследованных детей. Пол не учитывался. Статистическая обработка полученных данных проведена методами вариационной статистики для признаков с нормальным распределением. Степень точности исследования определена вероятностью безошибочного прогноза, меньшей или равной 0,95%; уровнем значимости  $p \leq 0,05$ ; использован критерий Стьюдента  $t=2$  [2].

**Результаты.** Исследование показало, что форма отверстия атланта близка к кругу в обеих группах, так как отношение продольного и поперечного его диаметров составило у детей без патологии ОДА  $0,99 \pm 0,01$  с СДСТ —  $1,04 \pm 0,01$ . Соотношение продольного и поперечного размеров нижних суставных поверхностей C<sub>1</sub> в группах обследованных детей не имело значимых различий. При анализе морфометрических данных C<sub>2</sub> выявлено, что соотношение высоты тела (продольный размер) C<sub>2</sub> и высоты его зуба имело достоверно меньшие значения у детей с СДСТ ( $1,54 \pm 0,03$ ), чем у здоровых ( $1,23 \pm 0,01$ ), а угол наклона зуба в сагиттальной плоскости у обследованных с СДСТ был значимо больше, чем у детей без патологии ОДА ( $152,21 \pm 0,21^\circ$  и  $143,88 \pm 0,14^\circ$  соответственно). Угол между продольной осью зуба и суставными поверхностями C<sub>2</sub> во фронтальной плоскости также имел различия, составив у детей из группы сравнения  $131,4 \pm 0,12^\circ$  и  $131,7 \pm 0,13^\circ$  соответственно справа и слева, а у детей с рецидивирующим подвывихом на фоне системной дисплазии соединительной ткани —  $129,51 \pm 0,14^\circ$  и  $130,07 \pm 0,13^\circ$  соответственно справа и слева.

**Заключение.** Таким образом, компьютерная томография позволяет выявить различия в строении второго шейного позвонка у детей с признаками системной дисплазии соединительной ткани и рецидивирующим подвывихом в сегменте C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub>.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Кузьменко Е.В., Усович А.К. Кефалометрические характеристики мужчин 17–24 лет, проживающих в Республике Беларусь // *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2016. Т. 5, № 1. С. 38–44. [Kuzmenko E.V., Usovich A.K. Cephalometric characteristics of men 17–24 years old living in the Republic of Belarus. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2016. Vol. 5, No. 1, pp. 38–44 (In Russ.).]
- Лакін Г.Ф. *Биометрия*. М.: Высшая школа, 1990, 350. [Lakin G.F. *Biometrics*. Moscow: Higher school, 1990, 350 p. (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 31.01.2021 г.

Контакт/Contact: Удочкина Лариса Альбертовна, *udochkin-lk@mail.ru*  
Сведения об авторах:

Нажмудинова Оксана Магомедшакировна — врач-рентгенолог высшей категории государственного бюджетного учреждения здравоохранения Астраханской области «Областной онкологический диспансер»; 414041, Астрахань, ул. Бориса Алексеева, д. 57;

Удочкина Лариса Альбертовна — доктор медицинских наук, заведующий кафедрой нормальной и патологической анатомии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 414000, г. Астрахань, Бакинская ул., д. 121; Гончарова Людмила Анатольевна — доктор медицинских наук, профессор кафедры детской хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 414000, г. Астрахань, Бакинская ул., д. 121;

Иванов Михаил Олегович — студент III курса лечебного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 414000, г. Астрахань, Бакинская ул., д. 121.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **E42177**

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

А. Д. Петрова, О. Я. Лубашева, Я. А. Лубашев

Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»,  
Москва, Россия

Поиск новых возможностей метода лучевой диагностики, повышающих его диагностическую информативность, — актуальная проблема. В настоящее время конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) относится к приоритетному методу диагностики для оценки лечения пациентов с патологией челюстно-лицевой области (ЧЛО) и смежных анатомических областей. При этом на полученных изображениях для морфометрии одновременно доступны краниовертебральный переход, большое затылочное отверстие, атлантоосевой сустав.

## NEW POSSIBILITIES AND APPROACHES TO THE USE OF CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSTICS OF PATHOLOGICAL CHANGES IN THE CRANIOVERTEBRAL REGION

Aleksandra D. Petrova, Olga Ya. Lubasheva, Yakov A. Lubashev  
ICDC of PAO «Gazprom», Moscow, Russia

The search for new possibilities of the method of radiation diagnostics, which increase its diagnostic information content, is an urgent problem. Currently, cone-beam computed tomography (CBCT) is a priority diagnostic method for evaluating the treatment of patients with pathology of the maxillofacial region and adjacent anatomical areas. At the same time, on the obtained images for morphometry, the craniovertebral junction, foramen magnum, and atlanto-axial joint are simultaneously available.

**Цель исследования:** определение возможностей использования КЛКТ в диагностике патологических изменений краниовертебральной области (КВО) у пациентов с патологией смежных областей.

**Материалы и методы.** Осуществлен анализ амбулаторных карт и лучевых изображений пациентов (как ретроспективно, так и в ходе текущей работы) с патологией ЧЛО и воспалительными заболеваниями околоносовых пазух. Проанализированы изображения 130 человек в возрасте 6–78 лет. Всем пациентам выполнялась КЛКТ на системе Gendex CB 500 (США), дополнительно проводилась оценка КВО с измерением угловых и линейных показателей.

**Результаты.** При ретроспективном анализе диагностический поиск сводился к выявлению патологических изменений КВО, как смежной зоны при обследовании ЧЛО и околоносовых пазух. У 48 пациентов (38%) выявлялись признаки частичного обезызвещения атлантооципитальной мембраны, у 27 пациентов (21%) — полное обезызвещение. Дисплазия затылочных мыщелков с наличием проатланта отмечена в 22 случаях (18%). У 14 пациентов (10%) выявлены аномалии краниовертебрального перехода, такие как платибазия у 8 пациентов (6%), платибазия с базиллярной импрессией в 6 случаях (4%). У 5 пациентов (3%) выявлено нарушение энхондрального формирования зуба СII (Os arices dens).

**Заключение.** Проведенный анализ лучевых изображений пациентов показал, что методика КЛКТ расширяет возможности рентгеновской диагностики в обследовании пациентов с патологией ЧЛО и околоносовых пазух, повышает ее диагностическую информативность, за счет дополнительного выявления патологических изменений КВО. Таким образом, имеется необходимость в дополнении традиционного протокола КЛКТ-исследования диагностическим протоколом измерений КВО, что позволит сократить время диагностического поиска патологических изменений, скорректировать дальнейшую тактику ведения пациентов с привлечением специалистов смежных специальностей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Корсунская Л.Л., Волкодв О.В., Зинченко С.А., Бунчук М.М., Леутина Н.А., Намировская А.А., Абросимова Л.И., Онищенко З.В., Дмитрук С.Д., Синявер С.В., Козловская Н.В. Лечебно-диагностические аспекты больших аномалий развития краниовертебральной зоны // *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2012. № 1–2 (5–6). С. 58–62.

- [Korsunskaya L.L., Volkodav O.V., Zinchenko S.A., Bunchuk M.M., Leutina N.A., Namirovskaya A.A., Abrosimova L.I., Onishchenko Z.V., Dmitruk S.D., Sinyaver S.V., Kozlovskaya N.V. Therapeutic and diagnostic aspects of large anomalies in the development of the craniovertebral zone. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 2012, No. 1–2 (5–6), pp. 58–62 (In Russ.)].
2. Чибисова М.А., Дударев А.Л., Зубарева А.А. Конусно-лучевая компьютерная томография — основа междисциплинарного взаимодействия специалистов при лечении патологии головы и шеи // *Лучевая диагностика и терапия*. 2017. № 2 (8). С. 73. [Chibisova M.A., Dudarev A.L., Zubareva A.A. Cone beam computed tomography is the basis for interdisciplinary interaction of specialists in the treatment of head and neck pathology. *Radiation diagnostics and therapy*, 2017, No. 2 (8), p. 73 (In Russ.)].
3. Liang X., Chen L., Nguyen D., Zhou Z., Gu X., Yang M., Jiang S. Generating synthesized computed tomography (CT) from cone-beam computed tomography (CBCT) using CycleGAN for adaptive radiation therapy // *Physics in Medicine & Biology*. 2019. Vol. 64, No. 12. P. 125002.
4. Gaunt T., Mankad K., Calder A., Tan A.P., Talenti G., Watson T.A., Thompson D. Abnormalities of the craniovertebral junction in the paediatric population: a novel biomechanical approach // *Clin. Radiol.* 2018. Vol. 73, No 10. P. 839–854.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 27.01.2021 г.

Контакт/Contact: Петрова Александра Дмитриевна, p-aleksa-93@yandex.ru

Сведения об авторах:

Петрова Александра Дмитриевна — врач-рентгенолог, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Лубашев Яков Александрович — доктор медицинских наук, врач высшей квалификационной категории по ультразвуковой диагностике и рентгенологии, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Лубашева Ольга Яковлевна — врач-рентгенолог первой квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru.

## ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРОБАМИ В ДИАГНОСТИКЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТЛАНТОАКСИАЛЬНОГО СОЧЛЕНЕНИЯ У ДЕТЕЙ

А. Д. Петрова, Е. В. Севрюкова, О. Я. Лубашева

Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»,  
Москва, Россия

Одной из важных задач диагностики костной патологии у детей является поиск информативного метода с минимальной дозой облучения. Основной диагностической методикой для определения патологических изменений КВО у детей остается рентгенография, но снимки обеспечивают только двухмерное отображение трехмерных структур, поэтому многие изменения остаются незамеченными. С применением методики КЛКТ стало возможным получение высококачественных изображений при сравнительно низкой лучевой нагрузке.

## POSSIBILITIES OF METHODS OF RADIATION DIAGNOSTICS WITH FUNCTIONAL TESTS IN THE DIAGNOSIS OF INSTABILITY OF THE ATLANTO-AXIAL JOINT IN CHILDREN

Aleksandra D. Petrova, Ekaterina V. Sevryukova, Olga Ya. Lubasheva  
ICDC of PAO «Gazprom», Moscow, Russia

One of the important tasks of diagnosing bone pathology in children is the search for an informative method with a minimum dose of radiation. Radiography remains the main diagnostic technique for determining pathological changes in CVO in children. But the images only provide a two-dimensional representation of three-dimensional structures, so many changes go unnoticed. With the use of the CBCT technique, it became possible to obtain high-quality images at a relatively low radiation dose.

**Цель исследования:** оценка возможностей методов традиционной рентгенографии (ТР) и конусно-лучевой компьютерной томографии

(КЛКТ) в диагностике нестабильности атлантоаксиального сочленения (ААС) у пациентов детского возраста.

**Материалы и методы.** Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) проводилась на системе конусно-лучевой волюметрической томографии и панорамной дентальной рентгенографии Gendex CB-500 производства США по разработанной нами методике (Патент на промышленный образец № 121589, заявка № 2020502365, приоритет промышленного образца 26 мая 2020 г, дата государственной регистрации в Государственном реестре промышленных образцов РФ 15 сентября 2020 г.). Традиционная рентгенография (ТР) выполнялась на аппарате CLINODIGITAL (Italray, Италия). Обследованы 25 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет, с подозрением на нестабильность в ААС. 15 пациентам (60%) выполнили КЛКТ с функциональными пробами, 10 пациентам (40%) ТР с функциональными пробами.

**Результаты.** При анализе полученных изображений ААС в стандартной укладке и с функциональными пробами диагностический поиск сводился к оценке и измерению основных и дополнительных кранио- и спондилометрических параметров, характеризующих анатомию собственно ААС, оценки его стабильности, а также выявление нестабильности или гипермобильности позвоночно-двигательных сегментов. Средняя доза облучения одного пациента на ТР составила 0,19 мЗв, на КЛКТ — 0,14 мЗв. У 8 человек (32%) на ТР, и у 4 пациентов (16%) на КЛКТ-исследовании выявлены признаки нестабильности и гипермобильности ААС. У 17 пациентов (68%) на ТР, и у 6 пациентов (24%) на КЛКТ-исследовании обнаружены признаки артроза ААС, наличие признаков артроза сустава Крюгелье.

**Заключение.** Таким образом, значительное снижение лучевой нагрузки на пациента при помощи метода КЛКТ, достигается за счет импульсного сканирования одного оборота рентгеновской трубки вокруг зоны интереса обследуемого объекта. Метод рентгенологического исследования следует выбирать с учетом минимизации лучевой нагрузки на пациента, особенно если речь идет о диагностике пациентов детского возраста. С целью динамического наблюдения за лечением и анализом отдаленных результатов лечения, с минимальной лучевой нагрузкой методом выбора служит метод КЛКТ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Годанюк Д.С., Гуляев Д.А., Бирагов Д.В., Кондюков Д.А. *Способ спондилодеза в области краниовертебрального перехода и верхнейшейного отдела позвоночника кровоснабжаемыми аутокостными лоскутами*. Пат. 2687777 Рососсийская Федерация, опублик. 16.05.2019. [Godanyuk D.S., Gulyaev D.A., Biragov D.V., Kondyukov D.A. *The method of fusion in the area of the craniovertebral junction and the upper cervical spine with blood supplied autobone flaps*. Pat. 2687777 Russian Federation, publ. 05/16/2019 (In Russ.)].
  - Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Дмитриенко С.В., Лепилин А.В., Фомин И.В. *Диагностические возможности конусно-лучевой компьютерной томографии при проведении краниоморфологических и краниометрических исследований в оценке индивидуальной анатомической изменчивости (часть II) // Институт стоматологии*. 2019. № 1 (82). С. 72–76. [Domenyuk D.A., Davydov B.N., Dmitrienko S.V., Lepilin A.V., Fomin I.V. *Diagnostic capabilities of cone-beam computed tomography during craniomorphological and craniometric studies in assessing individual anatomical variability (part II)*. *Institute of Dentistry*, 2019, No. 1 (82), pp. 72–76 (In Russ.)].
  - Srivastava S.K., Raj A., Bhosale S., Purohit S., Marathe N., Gaddikeri M. *Management of congenital craniovertebral anomalies: a single-centre experience of 71 cases by an algorithmic approach // European Spine Journal*. 2020. Vol. 29, No 11. P. 2758–2768.
  - Lopez A.J., Scheer J.K., Leibl K.E., Smith Z.A., Dlouhy B.J., Dahdaleh N.S. *Anatomy and biomechanics of the craniovertebral junction // Neurosurg Focus*. 2015. Vol. 38, No. 4. P. E2. doi: 10.3171/2015.1.FOCUS14807.
- Поступила в редакцию/Received by the Editor: 27.01.2021 г.  
 Контакт/Contact: Петрова Александра Дмитриевна, p-aleksa-93@yandex.ru

#### Сведения об авторах:

Петрова Александра Дмитриевна — врач-рентгенолог, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Севрюкова Екатерина Викторовна — кандидат медицинских наук, врач высшей квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Лубашева Ольга Яковлевна — врач-рентгенолог первой квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru.

### СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ТРАДИЦИОННОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ И КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРОБАМИ В ДИАГНОСТИКЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТЛАНТОАКСИАЛЬНОГО СОЧЛЕНЕНИЯ У ДЕТЕЙ

А. Д. Петрова, Е. В. Севрюкова, О. Я. Лубашева, Я. А. Лубашев  
 Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»,  
 Москва, Россия

Поражение лиц детского возраста приводит к выраженной клинической картине, что обуславливает высокую медико-социальную значимость данной проблемы.

### COMPARISON OF THE METHODS OF TRADITIONAL RADIOGRAPHY AND CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY WITH FUNCTIONAL TESTS IN THE DIAGNOSIS OF INSTABILITY OF THE ATLANTO-AXIAL JOINT IN CHILDREN

Aleksandra D. Petrova, Ekaterina V. Sevryukova, Olga Ya. Lubasheva, Yakov A. Lubashev  
 ICDC of PAO «Gazprom», Moscow, Russia

Comparison of the methods of traditional radiography and cone-beam computed tomography with functional tests in the diagnosis of instability of the atlanto-axial joint in children.

**Цель исследования:** поиск метода диагностики с минимальной лучевой нагрузкой в диагностике нестабильности атлантоаксиального сочленения (ААС) у пациентов детского возраста.

**Материалы и методы.** Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) проводилась на системе конусно-лучевой волюметрической томографии и панорамной дентальной рентгенографии Gendex CB-500 производства США по разработанной нами методике (Патент на промышленный образец № 121589, заявка № 2020502365, приоритет промышленного образца 26 мая 2020 г, дата государственной регистрации в Государственном реестре промышленных образцов РФ. 15 сентября 2020 г.). Традиционная рентгенография (ТР) выполнялась на аппарате CLINODIGITAL (Italray, Италия). Обследованы 25 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет, с подозрением на нестабильность в ААС. 15 пациентам (60%) выполнили КЛКТ с функциональными пробами, 10 пациентам (40%) ТР с функциональными пробами.

**Результаты.** При анализе полученных изображений ААС в стандартной укладке и с функциональными пробами диагностический поиск сводился к оценке и измерению основных и дополнительных кранио- и спондилометрических параметров, характеризующих анатомию собственно ААС, оценки его стабильности, а также выявление нестабильности или гипермобильности позвоночно-двигательных сегментов. Средняя доза облучения одного пациента на ТР составила — 0,19 мЗв, на КЛКТ — 0,14 мЗв. У 8 человек (32%) на ТР, и у 4 пациентов (16%) на КЛКТ-исследовании были выявлены признаки нестабильности и гипермобильности ААС. У 17 пациентов (68%) на ТР, и у 6 пациентов (24%) на КЛКТ-исследовании были выявлены признаки артроза ААС, наличие признаков артроза сустава Крюгелье.

**Заключение.** Таким образом, значительное снижение лучевой нагрузки на пациента при помощи метода КЛКТ, достигается за счет импульсного сканирования одного оборота рентгеновской трубки вокруг зоны интереса обследуемого объекта. Метод рентгенологического исследования следует выбирать с учетом минимизации лучевой нагрузки на пациента, особенно если речь идет о диагностике пациентов детского возраста. С целью динамического наблюдения за лечением и анализом отдаленных результатов лечения, с минимальной лучевой нагрузкой методом выбора служит метод КЛКТ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Годанюк Д.С., Гуляев Д.А., Бирагов Д.В., Кондюков Д.А. *Способ спондилодеза в области краниовертебрального перехода и верхней части отдела позвоночника кровоснабжаемыми аутокостными лоскутами*. Пат. 2687777 Российская Федерация, опубл. 16.05.2019. [Godanyuk D.S., Gulyaev D.A., Biragov D.V., Kondyukov D.A. *The method of fusion in the area of the craniocervical junction and the upper cervical spine with blood supplied autobone flaps*. Pat. 2687777 Russian Federation, publ. 05/16/2019 (In Russ.)].
2. Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Дмитриенко С.В., Лепилин А.В., Фомин И.В. Диагностические возможности конусно-лучевой компьютерной томографии при проведении краниоморфологических и краниометрических исследований в оценке индивидуальной анатомической изменчивости (часть II) // *Институт стоматологии*. 2019. № 1 (82). С. 72–76. [Domenyuk D.A., Davydov B.N., Dmitrienko S.V., Lepilin A.V., Fomin I.V. Diagnostic capabilities of cone-beam computed tomography during craniomorphological and craniometric studies in assessing individual anatomical variability (part II). *Institute of Dentistry*, 2019, No. 1 (82), pp. 72–76 (In Russ.)].
3. Srivastava S.K., Raj A., Bhosale S., Purohit S., Marathe N., Gaddikeri M. Management of congenital craniocervical anomalies: a single-centre experience of 71 cases by an algorithmic approach // *European Spine Journal*. 2020. Vol. 29, No. 11. P. 2758–2768.
4. Lopez A.J., Scheer J.K., Leibl K.E., Smith Z.A., Dlouhy B.J., Dahdaleh N.S. Anatomy and biomechanics of the craniocervical junction // *Neurosurg Focus*. 2015. Vol. 38, No. 4. P. E2. doi: 10.3171/2015.1.FOCUS14807.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 25.01.2021 г.

Контакт/Contact: Петрова Александра Дмитриевна, p-aleksa-93@yandex.ru

## Сведения об авторах:

Петрова Александра Дмитриевна — врач-рентгенолог, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Северюкова Екатерина Викторовна — кандидат медицинских наук, врач высшей квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Лубашева Ольга Яковлевна — врач-рентгенолог первой квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

Лубашев Яков Александрович — доктор медицинских наук, врач высшей квалификационной категории по ультразвуковой диагностике и рентгенологии, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru.

## ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ АКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ МИОПАТИЯХ

М. А. Тавлуй, О. Б. Богомякова

«МРТ технологии» ФГБУН «Институт «Международный томографический центр» СО РАН, Новосибирск, Россия  
ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия

Воспалительные миопатии — это группа аутоиммунных заболеваний, которые проявляются поражением мышц, кожи и других систем органов, что приводит к мышечной слабости и инвалидизации пациентов. Использование магнитно-резонансной томографии в диагностике этих патологий позволяет получить информацию о распространенности процесса, оценить поражение и глубоких, и поверхностных мышц, определить оптимальные участки для проведения биопсии и количественно оценить поражение мышечной ткани.

## POSSIBILITIES OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN ASSESSING THE DEGREE OF PROCESS ACTIVITY IN INFLAMMATORY MYOPATHIES

Marina A. Tavlu, Olga B. Bogomyakova

«MRI technologies» Institute «International Tomographic Center» SB RAS, Novosibirsk, Russia

FSAEI HE «Novosibirsk National Research State University», Novosibirsk, Russia

Inflammatory myopathies are a group of autoimmune diseases that are manifested by damage to muscles, skin, and other organ systems, which leads to muscle weakness and disability in patients. The use of magnetic resonance imaging in the diagnosis of these pathologies makes it possible to obtain information on the extent of the process, to assess the lesion of both deep and superficial muscles, to determine the optimal sites for biopsy, and to quantify the damage to muscle tissue.

**Цель исследования:** выявить МР-признаки, характерные для воспалительных миопатий и определить количественные различия времени Т2 релаксации, значений фракционной анизотропии и коэффициента диффузии в группе контроля и группе пациентов.

**Материалы и методы.** Работа проводилась на МР-томографе Philips Ingenia с напряженностью магнитного поля 3Т. В исследовании приняли участие 6 пациентов (средний возраст — 44,2 года) с воспалительной миопатией разной степени активности. Также в исследование была включена группа контроля — 9 человек (средний возраст — 37,5 лет). Всем добровольцам проведено МР-исследование, включающее рутинные МР-последовательности (Т1- и Т2-взвешенные изображения, изображения с подавлением жировой ткани STIR, PD-SPAIR) и специализированные методики: Т2-картирование, диффузионно-взвешенные и диффузионно-тензорные изображения. На полученных снимках, на мышцах бедра (прямая, широкая латеральная и большая приводящая) и голени (передняя большеберцовая, камбаловидная, медиальная и латеральная головки икроножной), проводилось измерение времени Т2-релаксации, значений коэффициента диффузии и фракционной анизотропии. Оценка достоверности различий проводилась с использованием U-критерия Манна-Уитни.

**Результаты.** На рутинных МР-последовательностях у пациентов в острой фазе отмечалось значительное повышение интенсивности сигнала на STIR и SPAIR за счет отчетных изменений мышечной ткани, а также выявлено достоверное увеличение времени Т2-релаксации (на 40–49% по сравнению с группой контроля), увеличение значений фракционной анизотропии на 23–44% и уменьшение значения коэффициента диффузии на 22–32% в пораженных мышцах. У пациентов с подострой фазой заболевания значимого изменения интенсивности сигнала выявлено не было, однако определялось достоверное увеличение времени Т2-релаксации на 15–25%.

**Заключение.** Полученные данные показывают, что МР-визуализация позволяет не только качественно, но и количественно определить поражение мышечной ткани при воспалительных миопатиях, что помогает дифференцировать острую и подострую стадию заболевания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Олдройд А., Лиллекер Дж., Чиной Х. Идиопатические воспалительные миопатии — руководство по подтипам, диагностическому подходу и лечению // *Clin Med*. 2017. Т. 17, № 4. С. 322–328. [Oldroyd A., Lilleker J., Chino H. Idiopathic inflammatory myopathies — a guide to subtypes, diagnostic approach and treatment. *Clin. Med.*, 2017, Vol. 17, No. 4, pp. 322–328 (In Russ.)]. doi: 10.7861/clinmedicine.17-4-322.
2. Литвиненко И.В., Живолупов С.А., Бардаков С.Н., Самарцев И.Н., Рашидов Н.А., Яковлев Е.В. Воспалительные миопатии: патогенез, клиника, диагностика, лечение // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015. Т. 3, № 51. С. 217–226. [Litvinenko I.V., Zhivolupov S.A., Bardakov S.N., Samartsev I.N., Rashidov N.A., Yakovlev E.V. Inflammatory myopathies: pathogenesis, clinical presentation, diagnosis, treatment. *Bulletin of the Russian military medical academy*, 2015, Vol. 3, No. 51, pp. 217–226 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 25.01.2021 г.

Контакт/Contact: Тавлуй Марина Алексеевна, m.tavlui@g.nsu.ru

## Сведения об авторах:

Тавлуй Марина Алексеевна — студентка VI курса Института медицины и психологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2; e-mail: medf@medf.nsu.ru;

Богомякова Ольга Борисовна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, научный сотрудник лаборатории «МРТ технологии» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт «Международный

томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090 Россия, Новосибирск, Институтская ул., д. 3а.

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

А. Ю. Хижняк, С. К. Скульский, Я. А. Лубашев, Е. В. Севрюкова  
Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»,  
Москва, Россия

Разрыв передней крестообразной связки является частым повреждением связок коленного сустава. В спортивной медицине проводится много операций по их восстановлению. Высокая тканевая контрастность МР-изображений позволяет визуализировать ряд послеоперационных изменений.

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING AFTER RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

Anastasia Yu. Khizhnyak, Sergei K. Skulskiy, Yakov A. Lubashev,  
Ekaterina V. Sevryukova  
ICDC of PAO «Gazprom», Moscow, Russia

Rupture of the anterior cruciate ligament is a common injury of knee ligaments. Many operations are performed in sports medicine to restore them. High tissue contrast of MRI images allows visualizing a number of postoperative changes.

**Цель исследования:** уточнение возможностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) в оценке коленного сустава после оперативно-го лечения по поводу реконструкции передней крестообразной связки.

**Материалы и методы.** МР-исследование проводилось на томографе Philips Ingenia с индукцией магнитного поля 1,5 Т с использованием катушек для коленного сустава. Выполнено исследование 30 пациентам, ранее перенесшим пластику передней крестообразной связки. Возрастной диапазон пациентов от 28 до 60 лет. Протокол исследования включал протонно-взвешенные импульсные последовательности (ИП) с подавлением сигнала от жировой ткани, T2-взвешенные изображения (ВИ) и T1-ВИ в сагиттальной, корональной и аксиальной плоскостях, а также дополнительные косые сагиттальные изображения вдоль плоскости трансплантата.

**Результаты.** Более частые выявленные изменения после реконструкции передней крестообразной связки были связаны с повреждением трансплантата (7 пациентов). Из них у 3 пациентов диагностирован полный разрыв трансплантата, что проявлялось в виде деформации, прерывания контура внутрисуставной его части, и сочеталось с признаками переднего смещения большеберцовой кости. Неравномерная толщина, умеренная неровность контура в сочетании с неоднородностью интенсивности сигнала от внутрисуставного сегмента трансплантата, без видимого смещения большеберцовой кости была характерна для частичного его повреждения — диагностировано в 4 случаях. В одном случае неровность контура внутрисуставной части трансплантата сочеталась со смещением его внутриканального сегмента, что характерно для нестабильности. Внутриканальные ганглиевые кисты большеберцовой кости, как признак неполной фиксации трансплантата, с наличием умеренного отека костной ткани по периферии выявлены у 3 пациентов.

**Заключение.** Таким образом, МРТ является информативным методом для оценки изменений после реконструкции передней крестообразной связки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Брюханов А.В., Васильев А.Ю. *Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний суставов*. Барнаул, 2001. 198 с. [Bryuhanov A.V., Vasil'ev A.Yu. *Magnetic resonance imaging in the diagnosis of joint diseases*, Barnaul, 2001, 198 p. (In Russ.).]
2. Труфанов Г.Е., Пчелин И.Г., Фокин В.А. *Лучевая диагностика поврежденного коленного сустава*. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2015. 384 с. [Trofanov G.E.,

Phelin I.G., Fokin V.A. *Radiation diagnosis of injuries of the knee joint*. Saint Petersburg Izdatel'stvo EHLBI-SPb, 2015, 384 p. (In Russ.).]

3. Ntoulia A., Papadopoulou F., Zampeli F., Stavros R. Evaluation with contrast-enhanced magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament graft during its healing process: a two-year prospective study // *Skeletal Radiol*. 2013. Vol. 42, No. 4. P. 541–552.
4. Panos J.A., Webster K.E., Hewett T.E. Anterior cruciate ligament grafts display differential maturation patterns on magnetic resonance imaging following reconstruction: a systematic review // *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc*. 2020. Vol. 28, No 7. P. 2124–2138.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 23.01.2021 г.  
Контакт/Contact: Хижняк Анастасия Юрьевна,  
KHIZANAY@medgaz.gazprom.ru

## Сведения об авторах:

*Хижняк Анастасия Юрьевна* — врач-рентгенолог, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

*Скульский Сергей Константинович* — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог высшей квалификационной категории кабинета магнитно-резонансной компьютерной томографии Отраслевого клинико-диагностического центра ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

*Лубашев Яков Александрович* — доктор медицинских наук, врач высшей квалификационной категории по ультразвуковой диагностике и рентгенологии, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru;

*Севрюкова Екатерина Викторовна* — кандидат медицинских наук, врач высшей квалификационной категории, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, Москва, ул. Наметкина, д. 16, к. 4; Lubayaka@medgaz.gazprom.ru.

## МЕСТО РЕНТГЕНОГРАФИИ В АЛГОРИТМЕ ДИАГНОСТИКИ МИНЕРАЛЬНО-КОСТНЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ

Н. А. Шолохова, Е. А. Грик, А. А. Скопина  
ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия  
ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова»  
Минздрава России, Москва, Россия

Анализ изменений костной структуры у детей является определяющим на этапах диагностики и коррекции минерально-костного обмена при различных заболеваниях. Рентгенография — наиболее доступная на сегодняшний день методика оценки костной ткани во всех учреждениях здравоохранения. В данной работе мы приводим критерии тяжести минеральных нарушений в педиатрии согласно собственным наблюдениям и анализу мировой литературы.

## ROLE OF RADIOGRAPHY FOR THE DIAGNOSIS OF MINERAL BONE DISEASE IN CHILDREN

Nataliya A. Sholokhova, Evgeniia A. Grik, Anna A. Skopina  
FSBI «Children State Hospital of St. Vladimir, Moscow Healthcare Department», Moscow, Russia  
FSBEI HE «A. I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry» of the Ministry of Health of the Russian Federation,  
Moscow, Russia

Bone structure analysis in children is essential for the diagnosis and management of mineral bone diseases of various origins. Radiography remains the most available method of bone assessment in all medical facilities. In this paper, we suggest criteria of mineral disturbances' severity in pediatrics, according to our experience and world literature analysis.

**Цель исследования:** выявление роли стандартной рентгенографии в диагностике минерально-костных нарушений у детей.

**Материалы и методы.** Нами ретроспективно отобраны и проанализированы данные рентгенографии коленных суставов 102 пациентов

от 6 месяцев до 11 лет с минерально-костными нарушениями различной этиологии. Проведено сопоставление данных рентгенографии с данными лабораторных биохимических исследований и клинической картиной. Проанализирована литература за последние 10 лет на тему «Рентгенография при минерально-костных нарушениях у детей». Составлена сводная таблица признаков рентгенографии при различных степенях тяжести.

**Результаты.** При рентгенографии коленных суставов у детей с нарушениями минерального обмена выявляются следующие признаки, отражающие степень развития патологического процесса. Первая степень — утолщение и неомогенность зон роста, уплотнение и расширение метафизов. Вторая степень — частичное разрушение зоны роста, при этом край метафиза ровный, может отмечаться клововидная деформация медиального отдела метафиза, начальные признаки вальгусной/варусной деформации. Третья степень — визуализируется частичное, более выраженное разрушение зоны роста, при этом край метафиза неровный, нечеткий, разрыхленный, признаки остеопороза. Четвертая степень — отмечается разрушение зоны роста, эпифизы расположены на значительном расстоянии от метафизов, выраженные признаки остеопороза.

**Заключение.** Рентгенография является первичным методом оценки костной структуры у детей. Использование рентгенологической классификации по степеням тяжести позволит корректировать тактику ведения пациентов и планировать алгоритм лучевой диагностики в процессе лечения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш. Клиническое значение и методы определения снижения минеральной плотности кости у детей // *Практическая медицина*. 2016. Т. 100, № 8. С. 87–90. [Maltsev S.V., Mansurova G. Sh. Clinical significance and methods for determining the decrease in bone mineral density in children. *Practical medicine*, 2016, Vol. 100, No. 8, pp. 87–90 (In Russ.)].
2. Пашенко А.В. и др. Роль цифровой рентгенографии в оценке динамики репаративного процесса у детей с нарушением костной структуры различного генеза // *Проблемы остеологии*. 2014. Т. 17, № 2. С. 61–61. [Pashenko A.V. et al. The role of digital radiography in assessing the dynamics of the reparative process in children with impaired bone structure of various origins. *Problems of osteology*, 2014, Vol. 17, No. 2, pp. 61–61 (In Russ.)].
3. Thacher T.D. et al. Rickets severity predicts clinical outcomes in children with X-linked hypophosphatemia: Utility of the radiographic Rickets Severity Score // *Bone. Elsevier Inc.*, 2019. Vol. 122. P. 76–81.
4. Walker A., el Demellawy D., Davila J. Rickets: Historical, Epidemiological, Pathophysiological, and Pathological Perspectives // *Academic Forensic Pathology*. SAGE Publications Inc., 2017. Vol. 7, No. 2. P. 240–262.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 29.01.2021 г.

Контакт/Contact: Шолохова Наталья Александровна, sholohova@bk.ru

#### Сведения об авторах:

**Шолохова Наталья Александровна** — кандидат медицинских наук, заведующая отделением лучевой диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы»; 107014, Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3; e-mail: dgkbsv@zdrav.mos.ru; доцент кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И.Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127473, Москва, Делегатская ул., д. 20/1; **Грик Евгения Андреевна** — врач-ординатор государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы»; 107014, Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3; e-mail: dgkbsv@zdrav.mos.ru; **Скопина Анна Александровна** — врач-рентгенолог государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы»; 107014, Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3; e-mail: dgkbsv@zdrav.mos.ru.

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ «УЗЕЛКА БАЙКЕРА» У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ (ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

*Р. Э. Штенцель, И. А. Мащенко, А. В. Кузьмин, А. С. Воронин,  
Г. Е. Труфанов*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия  
ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

Узловое уплотнение промежности (УУП, perineal nodular induration — PNI), также известное как узелок велосипедиста, — ведущая патология профессиональных велосипедистов, которая приводит к вынужденному длительному прекращению тренировочной и соревновательной деятельности, что негативно сказывается на функциональном состоянии и ставит под сомнение продолжение спортивной карьеры на прежнем уровне. Важной задачей является точная, ранняя и безопасная неинвазивная диагностика УУП с целью его профилактики.

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE DIAGNOSIS OF «BIKER NODULE» IN PROFESSIONAL CYCLISTS (INTERIM RESULTS)

*Regina E. Shtentsel, Irina A. Mashchenko, Arseniy V. Kuzmin,  
Aleksander S. Voronin, Gennady E. Trufanov*

FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia  
FSBI «Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency», Moscow, Russia

This study focuses on traumatic injury to the perineal in professional cyclists. The development of perineal nodule induration is a practical problem because athletes should stop training and competitive activities for a long time. This study presents the role of MRI as the most preferable, non-invasive method for diagnosing a «biker's nodule» as at the stage of the initial detection of pathology and during further dynamic measurement. In accordance with the severity of clinical manifestations.

**Цель исследования:** определить МР-критерии УУП, разработать алгоритм навигации по соответствию выявленных изменений при МРТ различным степеням клинических проявлений УУП у профессиональных велосипедистов.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов историй болезни и МРТ 5 пациентов профессиональных велосипедистов мужского пола в возрасте от 20 до 33 лет (средний возраст 27,8 года), стаж занятий велоспортом — от 11 до 20 лет. МРТ промежности пациентам выполнялась на высокопольном томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл, с использованием поверхностной абдоминальной катушки. Протокол исследования включал T1- и T2-взвешенные изображения (ВИ) в аксиальной и корональной плоскостях, с использованием селективного жироподавления, DWI и 3d-SPCISO с последующей реконструкцией изображений в сагиттальной плоскости.

**Результаты.** В соответствии с тяжестью клинических проявлений и МР-картиной были выделены три степени: начальная, средняя и тяжелая. Легкая степень (n=2, 40%) клинически характеризовалась уплотнением срединного шва мошонки, наличием мелкого узелка/узелков при пальпации, умеренной болью при физической нагрузке, локальным отеком и покраснением кожи; МР-картина включала наличие изонинтенсивных зон поражения в перинеальной области на T1- и T2-ВИ, изо-слабо-гиперинтенсивная (при незначительном перифокальном отеке) на PD-FS, без ограничения диффузии на DWI (b=800) и без понижения ИКД, с нечетким лучистым контуром, вовлекающим в патологический процесс поверхностную фасцию промежности, жировую клетчатку с участками ее уплотнения и умеренно выраженным отеком, при этом прилегающая к данной зоне кожа на всем протяжении была изо-гипоинтенсивна и неравномерно утолщена. Средняя степень (n=2, 40%) дополнительно клинически характеризовалась «плюс» тканью в перинеальной области с плотными кистоподобными валиками при пальпации; при МРТ дополнительно определялись фиброзные тяжи вдоль лукович-

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **Е42177**

но-губчатой мышцы, участки выраженного отека жировой клетчатки и кожи с более выраженным их утолщением, отсутствие границы между жировой клетчаткой и поверхностной фасцией. Тяжелая степень (n=1, 20%) дополнительно клинически характеризовалась выраженным болевым синдромом, отеком и гиперемией мягких тканей, участками изъязвлений на коже с отхождением гнойно-геморрагического экссудата. При МРТ определялись участки уплотнения перинеальной зоны с формированием участков некроза и абсцессов, открывающихся свищевыми ходами на кожу и выраженным отеком вокруг, МР-сигнал был изо-/слабо-гиперинтенсивным на T1-ВИ, гипер-/изо-гипоинтенсивным на T2-ВИ, изо-/гиперинтенсивным PD-FS МР-сигналом, с локальным слабо выраженным ограничением диффузии на DWI (b=800) и понижением ИКД по периферии зоны некрозов.

**Заключение.** МРТ-диагностика УУП у группы профессиональных велосипедистов способствовала точному топографо-анатомическому определению зон патологических изменений и выявлению специфичных для степени заболевания МР-признаков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. De Cima A., Pérez N., Ayala G. MR imaging findings in perineal nodular induration («cyclist's nodule»): A case report // *Radiology Case Reports*. 2020. Vol. 15, No. 7. P. 1091–1094. doi: 10.1016/j.radcr.2020.05.006.
2. De Saint Aubain Somerhausen N., Geurde B., Couvreur Y. Perineal nodular induration: the 'third testicle of the cyclist', an under-recognized pseudotumour // *Histopathology*. 2003. Vol. 42, No. 6. P. 615–616. doi: 10.1046/j.1365-2559.2003.01592.x
3. McCluggage W.G., Smith J.H. Reactive fibroblastic and myofibroblastic proliferation of the vulva (Cyclist's Nodule): A hitherto poorly described vulval lesion occurring in cyclists // *Am. J. Surg. Pathol*. 2011. Vol. 35, No. 1. P. 110–114. doi: 10.1097/PAS.0b013e3181fd8ab.
4. Van de Perre S., Vanhoenacker F.M., Vanstraelen L. et al. Perineal nodular swelling in a recreational cyclist: diagnosis and discussion // *Skeletal Radiol*. 2009. Vol. 38, No. 9. P. 919–920, 933–934. doi: 10.1007/s00256-009-0731-9.
5. Ермаков С.В. Влияние больших нагрузок на продолжительность жизни сильнейших профессиональных велосипедистов мира // *Вестник спортивной науки*. 2007. № 2 (2–7.01.2021). [Erdakov S.V. The impact of heavy loads on the lifespan of the world's strongest professional cyclists. *Sports Science Bulletin*. 2007. Vol. 3, No. 2 (2–7.01.2021) (In Russ.)].
6. Кокорулина О.П. Тенденции развития велоспорта в Москве и России // *Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация*. 2018. Т. 3, № 2. С. 16–22. [Kokoulina O.P. Cycling development trends in Moscow and Russia. *Physical Culture. Sport. Tourism. Motor recreation*. 2018. Vol. 3, No. 2. P. 16–22 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 31.01.2021 г.

Контакт/Contact: Штенцель Регина Эдуардовна, [reginashtentse@yandex.ru](mailto:reginashtentse@yandex.ru)

#### Сведения об авторах:

*Штенцель Регина Эдуардовна* — ординатор-рентгенолог кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации института медицинского образования федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Мащенко Ирина Александровна* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации Института медицинского образования федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Кузьмин Арсений Владимирович* — врач спортивной медицины Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства»; 121059, Москва, Большая Дорогомиловская ул., д. 5;

*Воронин Александр Сергеевич* — ординатор-рентгенолог кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации Института медицинского образования федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Труфанов Геннадий Евгеньевич* — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела лучевой диагностики, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации Института медицинского образования федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.