

ISSN 0042-4676 (Print)
ISSN 2619-0478 (Online)

Вестник
Journal

рентгенологии
of Radiology

и радиологии
and Nuclear Medicine

Том
Vol. 100, № 2, 2019

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ:



ЙОМЕРОН®
йомепрол

ПОЗВОЛЬТЕ СЕБЕ БОЛЬШЕ!



LIFE FROM INSIDE

● снижение лучевой нагрузки¹⁻⁶

● снижение скорости потока⁷⁻⁹

● снижение объема вводимого препарата⁷⁻⁹

● низкий риск развития КИН¹⁰

(ПК-ОПП постконтрастное острое повреждение почек)

Краткая инструкция по применению лекарственного препарата для медицинского применения ЙОМЕРОН (IOMERON)

Регистрационный номер: ЛИ 001939-131216. **МНН:** Йомепрол. **Лекарственная форма:** раствор для инъекций. **Фармакотерапевтическая группа:** рентгеноконтрастное средство. **Показания к применению:** внутривенная урография, периферическая флебография, компьютерная томография, кавернозография, внутривенная цифровая субтракционная ангиография, ангиокардиография, традиционная селективная коронарная артериография, интервенционная коронарная артериография, эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография, артрография, гистеросальпингография, фистулография, дискография, галактография, холангиография/ ретроградная холангиография, дакриоцистография, ретроградная уретрография, ретроградная пиелоуретрография, миелография, традиционная ангиография, внутриартериальная цифровая субтракционная ангиография, сиалография. **Противопоказания:** гиперчувствительность к йомепролу или вспомогательному компоненту препарата. **С осторожностью:** дети до 1 года, женщины с сохраненным репродуктивным потенциалом, пожилой возраст, повышенная чувствительность к другим йодсодержащим рентгеноконтрастным средствам; предрасположенность к аллергическим реакциям, бронхиальная астма; гипертиреоз, сахарный диабет, множественная миелома, парпротеинемия; феохромоцитомы, почечная недостаточность, серповидно-клеточная анемия, миастения, тяжелая печеночная недостаточность в сочетании с почечной недостаточностью, тяжелая сердечно-сосудистая недостаточность; заболевания нервной системы, алкогольная и наркотическая зависимость. **Способ применения и дозы:** раствор для инъекций 300, 350, 400 мг йода/мл; доза и способ применения согласно инструкции. **Побочное действие:** головокружение, головная боль, повышение артериального давления, одышка, рвота, тошнота, эритема, крапивница, зуд, жар, боль в груди, ощущение тепла и боль в области инъекции, боль в спине, боль в конечностях, реакции в зоне введения препарата. **Юридическое лицо, на имя которого выдано регистрационное удостоверение:** Бракко Свисс СА Рут-де-ля-Галез 31, 1228 План-лез-Уат, Женева, Швейцария. **Производитель:** Патеон Италия С.п.А. 2 Трав. СКС Виа Мороленсе 5, 03013 Ферентино (ФР), Италия. 2° Trav. SX Via Morolense 5, 03013 Ferentino (FR), Italia.

Информация предназначена для медицинских работников



Р-ФАРМ
Инновационные
технологии
здоровья

1. Sun Y, et al – Acad Radiol. 2017 Dec; 24(12): 1482-1490/Сай Ю с соавт. – Академ. Радиол. 2017 Дек; 24(12): 1482-1490
2. Iezzi R, et al – Eur J Radiol. 2011 Jul; 79(1):21-8/Иеззи Р с соавт. – Евр. Ж. Радиол. 2011 Июль; 79(1):21-8
3. Iezzi R, et al – Radiology 2012 Apr; 263(1): 287-98/Иеззи Р с соавт. – Радиология 2012 Апр; 263(1): 287-98

4. Schwarz F, et al – AJR Am J Roentgenol. 2013 Jun; 200(6): W628-34/Шварц Ф с соавт. – АЖР и Ж Рентгенол. 2013 Июнь; 200(6): W628-34
5. Heusch P, et al – J Thorac Imaging. 2014 Sep; 29(5): 293-7/Хьюш с соавт. – Ж Торак. Визуализ. 2014 Сен; 29(5): 293-7
6. Meyer M, et al – Radiology. 2014 Nov; 273(2):373-82/

Мейер М с соавт. – Радиология. 2014 Ноябрь; 273(2):373-82
7. Muntenbruch G, et al – Eur. Radiol. 2008 Dec; 18(12):2826-32/Мюntenбруч Г с соавт. – Евр. Радиол. 2008 Дек; 18(12):2826-32
8. Fleischmann D – Eur J Radiol. 2003 Mar; 45 Suppl 1:S88-93/Флейшманн Д – Евр. Ж. Радиол. 2003 Март; 45 Прилож 1:S88-93

9. Behrendt FF, et al – Acad. Radiol. 2009 Feb; 16(2): 144-9/Бехрендт ФФ с соавт. – Акад. Радиол. 2009 Фев; 16(2): 144-9
10. Thomsen HS, et al – Invest. Radiol. 2008 Mar; 43(3):170-8/Томсен ХС с соавт. – Исслед. Радиол. 2008 Март; 43(3):170-8

ИОМ0219 РЕКЛАМА

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВПОКАЗАНИЯ, НЕОБХОДИМО ОЗНАКОМИТЬСЯ
С ИНСТРУКЦИЕЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ПОЛУЧИТЬ КОНСУЛЬТАЦИЮ СПЕЦИАЛИСТА

Вестник рентгенологии и радиологии

Рецензируемый научно-практический журнал

Том 100, № 2, 2019

Journal of Radiology and Nuclear Medicine

Peer Reviewed scientific and practical journal

Vol. 100, № 2, 2019

Вестник рентгенологии и радиологии

Vestnik rentgenologii i radiologii

Рецензируемый научно-практический журнал

Журнал входит в перечень рецензируемых научных изданий, включенных в международные реферативные базы данных и системы цитирования, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук.

Журнал принимает статьи по специальности 14.01.13 «лучевая диагностика, лучевая терапия».

Издательство журнала установило лицензионные отношения в электронном виде с издательством EBSCO Publishing, ведущим мировым агрегатором полных текстов всевозможных журналов и электронных книг. Полный текст статей журнала можно найти в базе данных EBSCOhost™

Учредитель 1:	Общероссийская общественная организация содействия развитию лучевой диагностики и терапии «Российское общество рентгенологов и радиологов»
Адрес:	115035, Москва, ул. Садовническая, д. 72, стр. 1, этаж 1, помещение III, комната 6
Учредитель 2:	Общество с ограниченной ответственностью «ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА»
Адрес:	121552, Москва, ул. Ярцевская, д. 34, корп. 1, офис 8
Издатель:	Общество с ограниченной ответственностью «ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА» 121552, Москва, ул. Ярцевская, д. 34, корп. 1, офис 8
Стоимость:	Свободная цена
Адрес редакции, телефон:	121552, Москва, ул. Ярцевская, д. 34, корп. 1, офис 8, тел.: +7 (985) 120-70-06
Подписной индекс:	71486 – для индивидуальных подписчиков, предприятий и организаций в каталоге агентства «Роспечать» 81601 – в объединенном каталоге «Пресса России. Газеты и журналы» П8155 – в электронном каталоге Почта России

Подписку на печатный экземпляр журнала можно оформить в любом отделении Почты России или на сайтах <http://podpiska.pochta.ru>; <http://akc.ru>; <http://pressa-rf.ru>; <http://www.press-med.ru>

Главный редактор

Тюрин И.Е., д. м. н., профессор, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

Редакционная коллегия

Абугров С.А., д. м. н., профессор, заместитель главного редактора, Москва
Алекия Б.Г., д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук, Москва
Балахонова Т.В., д. м. н., профессор, Москва
Брюханов А.В., д. м. н., профессор, Барнаул
Васильев А.Ю., д. м. н., профессор, чл.-корр. Российской академии наук, Москва
Дмитриева Л.И., к. м. н., Москва
Егорова Е.А., д. м. н., Москва
Коновалов Р.Н., к. м. н., доцент, Москва
Корниенко В.Н., д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук, Москва
Коробкова И.З., к. м. н., доцент, ответств. секретарь, Москва
Михайлов А.Н., д. м. н., профессор, акад. Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
Михайлов М.К., д. м. н., профессор, акад. Академии наук Республики Татарстан, Казань
Морозов А.К., д. м. н., профессор, Москва
Низовцова Л.А., д. м. н., профессор, Москва
Нуднов Н.В., д. м. н., профессор, генеральный секретарь РОПР, Москва
Ольхова Е.Б., д. м. н., профессор, Москва

Осиев А.Г., д. м. н., профессор, Москва
Ратников В.А., д. м. н., профессор, Санкт-Петербург
Ридэн Т.В., д. м. н., профессор, Людвигсхафен-на-Рейне, Германия
Рогоза А.Н., д. м. н., профессор, Москва
Рожкова Н.И., д. м. н., профессор, Москва
Сергиенко В.Б., д. м. н., профессор, Москва
Синицын В.Е., д. м. н., профессор, президент РОПР, президент Европейского конгресса радиологов (2014 г.), заместитель главного редактора, Москва
Солодкий В.А., д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук, Москва
Сташук Г.А., д. м. н., профессор, Москва
Терновой С.К., д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук, 1-й заместитель главного редактора, Москва
Черемисин В.М., д. м. н., профессор, вице-президент РОПР, Санкт-Петербург
Черкавская О.В., д. м. н., заведующая редакцией, Москва
Шария М.А., д. м. н., профессор, Москва
Шахов Б.Е., д. м. н., профессор, Нижний Новгород
Шотемор Ш.Ш., к. м. н., Москва

Journal of Radiology and Nuclear Medicine

Peer Reviewed scientific and practical journal

Publisher has entered into an electronic licensing relationship with EBSCO Publishing, the world's leading aggregator of full text journals, magazines and eBooks. The full text of journal can be found in the EBSCOhost™ databases

Founder 1:	Russian Society of Radiology
Address:	115035, Moscow, Sadovnicheskaya str., 72, bld. 1, floor 1, office III, room 6
Founder 2:	Limited Liability Company «LUCHEVAYA DIAGNOSTIKA»
Address:	121552, Moscow, Yartsevskaya str., 34, bld. 1, office 8
Publisher:	Limited Liability Company «Luchevaya diagnostika»
The cost of one issue:	Free price
Address, phone:	121552, Moscow, Yartsevskaya str., 34, bld. 1, office 8, tel.: +7 (985) 120-70-06
Subscription index:	in the catalogue of Agency «Rospechat» – 71486 in United catalogue «Press of Russia. Newspaper and magazines» – 81601 in the electronic catalogue Russian Post – П8155

Subscription to the printed copy of the magazine you can apply in any branch of the Russian Post or on websites <http://podpiska.pochta.ru>; <http://akc.ru>; <http://pressa-rf.ru>; <http://www.press-med.ru>

Editor-in-Chief

Igor' E. Tyurin, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Chair of Radiology and Nuclear Medicine, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Editorial board

Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sc., Professor, deputy editor, Moscow
Bagrat G. Alekryan, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Moscow
Tatiana V. Balakhonova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Aleksandr V. Bryukhanov, Dr. Med. Sc., Professor, Barnaul
Aleksandr Yu. Vasilyev, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Moscow
Lyudmila I. Dmitrieva, Cand. Med. Sc., Moscow
Elena A. Egorova, Dr. Med. Sc., Moscow
Rodion N. Kononov, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Moscow
Valery N. Kornienko, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Moscow
Irina Z. Korobkova, Cand. Med. Sc., Associate Professor, executive secretary, Moscow
Anatoly N. Mikhaylov, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
Mars K. Mikhaylov, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan
Aleksandr K. Morozov, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Lyudmila A. Nizovtsova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Nikolay V. Nudnov, Dr. Med. Sc., Professor, General Secretary of RSR, Moscow

Elena B. Olkhova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Aleksandr G. Osiev, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Vyacheslav A. Ratnikov, Dr. Med. Sc., Professor, St. Petersburg
Tatiana V. Riden, Dr. Med. Sc., Professor, Ludwigshafen am Rhein, Germany
Anatoly N. Rogozha, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Nadezhda I. Rozhkova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Vladimir B. Sergienko, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Valentin E. Sinitsyn, Dr. Med. Sc., Professor, President of RSR, deputy editor, Moscow
Vladimir A. Solodkiy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Moscow
Galina A. Stashuk, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Sergey K. Ternovoy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, 1st deputy editor, Moscow
Vladimir M. Cheremisin, Dr. Med. Sc., Professor, Vice-President of RSR, St. Petersburg
Olga V. Cherkavskaya, Dr. Med. Sc., Head of Editorial Board, Moscow
Merab A. Shariya, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow
Boris E. Shakhov, Dr. Med. Sc., Professor, Nizhny Novgorod
Sherinsho Sh. Shotemor, Cand. Med. Sc., Moscow

Оригинальные статьи**Розенгауз Е.В., Нестеров Д.В., Альдеров З.А., Кораблин Н.М.**Волюметрия очагов в лёгких. Вариабельность результатов
при ручной коррекции контуров 74**Арутюнян Г.К., Проваторов С.И., Жукова Н.С., Терещенко А.С.,
Огнерубов Д.В., Емельянов П.Г., Краснощеков И.В., Самко А.Н.**Непосредственные и отдаленные результаты стентирования
незащищенного ствола левой коронарной артерии
у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца 82**Петровская В.В., Потрахов Н.Н., Васильев А.Ю.**Конусно-лучевая компьютерная томография в анализе
эндодонтического лечения зубов (в эксперименте) 89**Степанченко А.П., Федорук Г.В., Маковский А.А., Дубров В.Э.,
Зайцев Р.В., Синицын В.Е.**Использование рентгенологических критериев проксимальной
миграции головки плечевой кости после вывиха плеча
для определения повреждения вращательной манжеты плеча 95**Бывальцев В.А., Степанов И.А., Кичигин А.И.**Значение диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной
томографии в предоперационной оценке степени злокачественности
глиом головного мозга 102Клинические случаи**Гиллер Д.Б., Лазарева Я.В., Мартель И.И., Шехтер А.И., Отс О.Н.,
Фролова О.П., Щербакова Г.В., Гиллер Б.Д.**Лучевая диагностика пневмодулярного свища
как редкого осложнения туберкулезного медиастинита
у подростка с генерализованным туберкулезом 111Обзоры**Олимов Б.П., Коссов Ф.А., Стрельцова О.Н., Панов В.О., Паниченко И.В.,
Буйденко Ю.В., Тюрин И.Е.**Роль МРТ диффузионно-взвешенного исследования и МР-исследования
с динамическим контрастным усилением в корреляции с системой
Adnexa MR scoring system в диагностике опухолей яичников 116

Original Articles

- Evgeniy V. Rozengauz, Denis V. Nesterov, Zaur A. Al'derov, Nikolay M. Korablin**
Pulmonary nodules volumetry.
Variability in Results After Manual Correction of Contours 74
- Goar K. Arutyunyan, Sergey I. Provatorov, Natal'ya S. Zhukova, Andrey S. Tereshchenko, Dmitriy V. Ognerubov, Pavel G. Emel'yanov, Igor' V. Krasnoshchekov, Anatoliy N. Samko**
Immediate and Long-term Results of Stenting of the Unprotected Left Coronary Artery Trunk in Patients with Stable Coronary Heart Disease 82
- Viktoriya V. Petrovskaya, Nikolay N. Potrakhov, Aleksandr Yu. Vasil'ev**
Cone Beam Computed Tomography in the Analysis of Endodontic Treatment of Teeth (in an Experiment) 89
- Andrey P. Stepanchenko, Grigoriy V. Fedoruk, Aleksey A. Makovskiy, Vadim E. Dubrov, Ruslan V. Zaytsev, Valentin E. Sinitsyn**
Use of Radiographic Criteria for Proximal Humeral Head Migration After Dislocation of the Shoulder to Identify Damage to Its Rotator Cuff 95
- Vadim A. Byvaltsev, Ivan A. Stepanov, Aleksandr I. Kichigin**
The Value of Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging in the Preoperative Evaluation of the Grade of Brain Gliomas 102

Clinical Notes

- Dmitriy B. Giller, Yanina V. Lazareva, Ivan I. Martel', Anatoliy I. Shekhter, Oleg N. Ots, Ol'ga P. Frolova, Galina V. Shcherbakova, Boris D. Giller**
Radiodiagnosis of Pneumonodular Fistula as a Rare Complication of Tuberculous Mediastinitis in a Teenager with Generalized Tuberculosis. 111

Reviews

- Bekhruz P. Olimov, Filipp A. Kossov, Ol'ga N. Strel'tsova, Vadim O. Panov, Igor' V. Panichenko, Yuriy V. Buydenok, Igor' E. Tyurin**
The Role of Diffusion-weighted MRI and Follow-up Contrast-enhanced MRI in Correlation with the Adnexa MR Scoring System in the Diagnosis of Uterine Appendage Tumors 116

Волюметрия очагов в лёгких. Вариабельность результатов при ручной коррекции контуров

Розенгауз Е.В.^{1,2}, Нестеров Д.В.^{1, *}, Альдеров З.А.¹, Кораблин Н.М.³

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Минздрава России,
ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

² ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. ак. А.М. Гранова»
Минздрава России,
ул. Ленинградская, 70, п. Песочный, Санкт-Петербург, 197758, Российская Федерация

³ ГБУЗ «Городская больница № 33»,
ул. Павловская, 16А, Санкт-Петербург, 196653, Российская Федерация

Резюме

Цель исследования – изучение вариабельности результатов волюметрии очагов в легких после ручной коррекции их контуров.

Материал и методы. Выбрано 27 очагов, не отграниченных от сосудистых структур и плевры. С помощью линейной регрессионной модели было изучено влияние размеров очага, площади его соприкосновения с прилежащими структурами на вариабельность результатов.

Результаты. Выявлена линейная связь между эффективным диаметром очага, площадью его соприкосновения с прилежащими структурами и вариабельностью измерений.

Заключение. При некорректных результатах автоматического оконтуривания волюметрия очагов может быть проведена после ручной коррекции контуров с учетом допускаемой ошибки. При оценке динамики изменений коррекция контуров должна осуществляться одним и тем же человеком.

Ключевые слова: волюметрия; морфометрия; компьютерная томография; очаги в лёгких; оценка ответа на лечение.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Розенгауз Е.В., Нестеров Д.В., Альдеров З.А., Кораблин Н.М. Волюметрия очагов в лёгких. Вариабельность результатов при ручной коррекции контуров. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 74–81. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-74-81>

Статья поступила 18.12.2017 После доработки 12.11.2018 Принята к печати 21.11.2018

Pulmonary nodules volumetry. Variability in Results After Manual Correction of Contours

Evgeniy V. Rozengauz^{1,2}, Denis V. Nesterov^{1, *}, Zaur A. Al'derov¹, Nikolay M. Korablin³

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of the Russian Federation,
ul. Kirochnaya, 41, St. Petersburg, 191015, Russian Federation

² Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after A.M. Granov, Ministry of Health
of the Russian Federation, ul. Leningradskaya, 70, poselok Pesochnyy, St. Petersburg, 197758, Russian Federation

³ City Hospital № 33, ul. Pavlovskaya, 16A, St. Petersburg, 196653, Russian Federation

Abstract

Objective. To study variability of volumetric of the pulmonary nodules volumetry after manual correction of their contours.

Material and methods. Twenty-seven nodules uncircumscribed from the vascular structures and pleura were selected. A linear regression model was used to investigate the impact of the size of a nodule, the area of its contact with the adjacent structures on variability in results.

Results. The linear regression model based on contact area and nodule size can correctly predict volumetry variability.

Conclusion. Even after manual segmentation volumetry remain suitable method for size assessment of lung nodules. Segmentation should be made with the same person because of significant difference of interobserver and intraobserver variabilities.

Keywords: volumetry; morphometry; computed tomography; lung nodules; assessment of treatment response.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Rozengauz E.V., Nesterov D.V., Al'derov Z.A., Korablin N.M. Pulmonary nodules volumetry. Variability in results after manual correction of contours. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 74–81 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-74-81>

Received 18.12.2017 Revised 12.11.2018 Accepted 21.11.2018

Введение

Актуальной проблемой современной онкологии является контроль результатов лечения. Одним из подходов к её решению может быть оценка разницы размеров очагов в лёгких при скрининговом исследовании и исследовании, выполненном в процессе лечения. Существует множество способов оценки размеров очага: наибольший размер, комбинация наибольшего и наименьшего размеров, площадь очага, объём очага, диаметр шара, объём которого равен объёму очага произвольной формы (эффективный диаметр), и т. д. Такое разнообразие подходов обусловлено тем, что оптимальный способ должен обладать, как правило, взаимоисключающими характеристиками: хорошей воспроизводимостью и высокой точностью. Эффективность применения способа оценки размеров зависит не только от специфики оцениваемых очагов (лимфоузлы, метастазы в печени, изменения в лёгких при скрининге рака), но и от области применения: мультиклинические исследования, врачебная практика. Например, за счет своей простоты, высокой воспроизводимости, в том числе межисследовательской, широкую популярность завоевала система RECIST (Response Evaluation Criteria In Solid Tumors), в которой используется измерение наибольшего размера образования в аксиальной проекции [1, 2].

Так как форма образований в лёгких часто отличается от шара, судить о нём по диаметру было бы неточно [3]. Стандартное отклонение такой оценки составляет 88% и не зависит от размеров образования.

В ряде исследований показана большая эффективность измерения объёма (волюметрии) по сравнению с наибольшим размером. Основными его преимуществами являются более высокие воспроизводимость измерений при сложной форме образования и чувствительность, так как изменение объёма шара составляет третью степень изменения его диаметра.

Решающее значение в волюметрии имеет этап автоматического оконтуривания очагов для после-

дующего определения числа вокселей в очаге. В настоящее время предложено множество алгоритмов автоматического оконтуривания очагов в лёгких. При их использовании оператором выбираются очаги, не соприкасающиеся с сосудами и плеврой. Однако в практике встречаются и очаги, требующие отделения вокселей, относящихся к очагу, от вокселей, относящихся к прилежащим структурам, или, иными словами, ручной коррекции контуров. Эта процедура привносит субъективность и увеличивает вариабельность оценок. Тем не менее в современных программах для волюметрии такая возможность предусмотрена. Факторы, влияющие на величину ошибки при ручной коррекции контуров, изучены недостаточно.

Было продемонстрировано, что вариабельность автоматической волюметрии очагов с возможностью ручной коррекции контуров выше по сравнению с ручным измерением наибольшего диаметра. При измерении наибольшего размера 95% доверительный интервал повторных измерений одним специалистом составляет от -16 до 26%, а при полуавтоматической волюметрии – от -23 до 34% [3].

Остаётся неясным вклад, который привносит ручная коррекция контуров в воспроизводимость волюметрии очагов в лёгких.

Цель нашего исследования – оценить вариабельность волюметрии очагов в лёгких при ручной коррекции их контуров и изучить факторы, влияющие на неё.

Материал и методы

Проанализированы результаты исследования больных раком почки с метастатическим поражением лёгких по данным архива Российского научного центра радиологии и хирургических технологий им. ак. А.М. Гранова за период с 2015 по 2017 г.

Компьютерная томография выполнялась на томографах Aquilion One (Toshiba) и Aquilion CX (Toshiba) в 64-спиральном режиме, с напряжением на трубке 120 кВ, автоматическим контролем

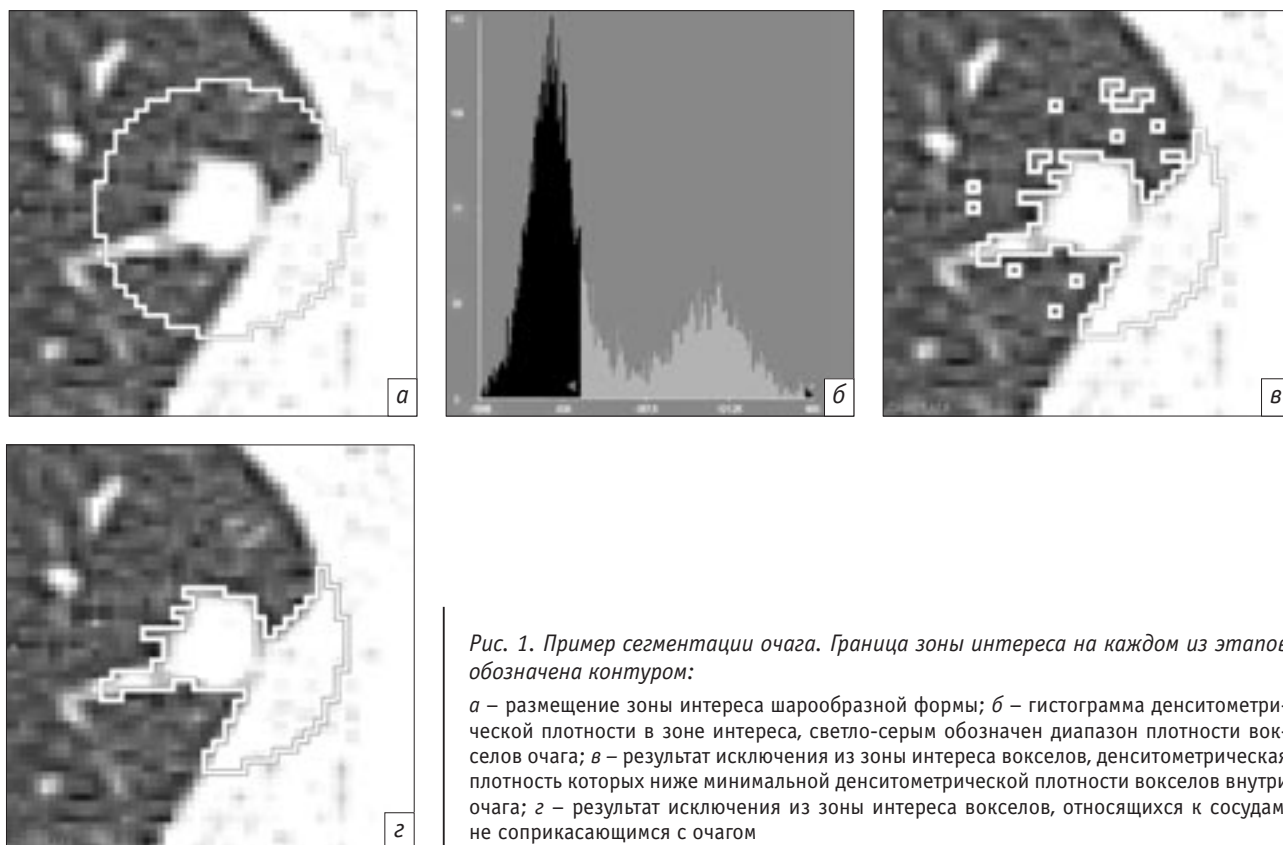


Рис. 1. Пример сегментации очага. Граница зоны интереса на каждом из этапов обозначена контуром:

а – размещение зоны интереса шарообразной формы; б – гистограмма денситометрической плотности в зоне интереса, светло-серым обозначен диапазон плотности вокселей очага; в – результат исключения из зоны интереса вокселей, денситометрическая плотность которых ниже минимальной денситометрической плотности вокселей внутри очага; г – результат исключения из зоны интереса вокселей, относящихся к сосудам, не соприкасающимся с очагом

подаваемого тока с помощью программы SureExposure (Toshiba) в режиме Normal Dose, период оборота трубки составил 0,5 с, питч – 1. Параметры реконструкции изображений – толщина среза 0,5 мм, шаг 0,5 мм, ядро FC 70, также применялся фильтр QDS 17.

Анализ изображений проводился в программе Mango v4.0.1 (<http://ric.uthscsa.edu/mango/>).

На первом этапе врач-рентгенолог выполнял первичную сегментацию очагов в лёгких. Сегментация осуществлялась по следующему алгоритму:

1) поиск очага, прилежащего к сосудам и/или плевре;

2) выделение оператором зоны интереса: она была шарообразной формы, ее диаметр превосходил наибольший поперечный размер очага более чем в 2 раза и включал в себя очаг, плевру, сосуды, прилежащие и не прилежащие к очагу, и паренхиму легкого (рис. 1, а);

3) исключение из зоны интереса вокселей, относящихся к паренхиме легкого: для этого использовался инструмент «гистограмма», являющийся частью программы Mango (рис. 1, б), этот инструмент позволяет на гистограмме денситометрической плотности вокселей в зоне интереса под визуальным контролем изображения отделить высокоплотные воксели, принадлежащие очагу, плевре и сосудам, от низкоплотных вокселей, отображающих паренхиму (рис. 1, в);

4) исключение в автоматическом режиме из зоны интереса вокселей, относящихся к сосудам, но не соприкасающимся с очагом (рис. 1, г).

По этому алгоритму было выделено 27 зон интереса (ЗИ), включающих лёгочные очаги с прилежащими сосудами и/или плеврой.

Трёх врачам-рентгенологам со стажем оценки компьютерных томограмм лёгких от 1 года до 8 лет, прошедшим тренинг по работе с программой Mango v4.0.1, предлагалось разделить эту ЗИ на очаг и прилежащие структуры. Процедура коррекции проводилась каждым исследователем трижды, с интервалом от 1 до 4 дней. При коррекции контуров рентгенолог мог изменять «окно» и проекцию реконструкции. Таким образом, для каждого вокселя неразделенной ЗИ было получено девять вариантов оценок, относящих его к очагу или к прилежащим структурам (рис. 2, а).

После того как были оконтурены все очаги, проводился расчет площади соприкосновения очага и окружающих его структур. Для этого требовалось на основании всех 9 вариантов коррекции контуров конгломерата вычислить «эталонный очаг». Мы использовали следующий алгоритм:

1) для каждого вокселя конгломерата оценивали частоту, с которой его исключали при коррекции контуров (от 0 до 9), то есть оценка «0» означала, что все исследователи во всех трёх подходах оставляли воксел в зоне интереса «очаг», а «9» – что



всегда считали его принадлежащим сосудам или плевре (см. рис. 2, а);

2) если в пяти и более вариантах воксел относили к очагу, его включали в «эталонный очаг» (рис. 2, б);

3) определяли воксели, окружающие ЗИ «эталонный очаг» (рис. 2, в);

4) подсчитывали число вокселей ЗИ прилежащих структур, граничащих с ЗИ «эталонный очаг» (рис. 2, г).

Площадь соприкосновения ЗИ «эталонный очаг» и прилежащих структур рассчитывалась как отношение числа приграничных вокселей к общему числу вокселей, окружающих «эталонный очаг» (см. рис. 2). Оценивалась взаимосвязь между вариабельностью измерений и размером «эталонного очага».

Все расчеты были автоматизированы с помощью специально разработанной для этой цели программы, на языке программирования Python (с применением пакетов NumPy, SciPy, Nibabel).

Оценка вариабельности. В качестве меры вариабельности измерений мы использовали коэффициент воспроизводимости [4], показывающий минимальную разницу между двумя измерениями, которая с 95% вероятностью не может быть обусловлена вариабельностью измерений. Для расчетов использовались следующие формулы:

$CO_{отн} = CO/m$, где $CO_{отн}$ – относительное стандартное отклонение, CO – стандартное отклонение оценок объёма очага; m – среднее оценок объёма очага; $KB = 1,96\sqrt{2CO^2}$, где KB – коэффициент вариации.

Статистический анализ. С помощью регрессионного анализа мы изучили факторы, влияющие на коэффициент воспроизводимости:

- объём очага;
- эффективный диаметр очага (диаметр шара, объём которого равен объёму изучаемого очага);
- относительная площадь соприкосновения очага и неочаговых структур;
- варианты неочаговых структур, с которыми соприкасается очаг: плевра, сосуды;
- отдельно изучены коэффициенты воспроизводимости для очагов, оконтуренных одним специалистом и разными (согласие между наблюдателями).

Для выявления коллинеарности между факторами мы использовали визуальный анализ графиков, регрессионный анализ (при определении связи объёма и эффективного диаметра очагов с относительной площадью соприкосновения) и оценку значимости различий между группами с помощью критерия Стьюдента. Проверка на гетероскедастичность осуществлялась путём визуального анализа графиков остатков модели. Статистический анализ проводился в R 3.2.5. Первичная

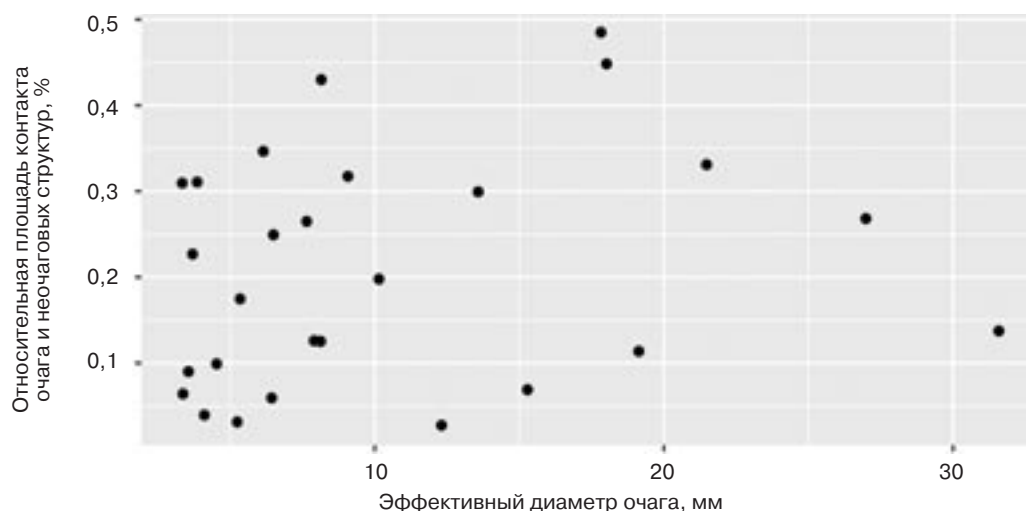


Рис. 3. Гистограмма взаимосвязи относительной площади контакта и эффективного диаметра очага

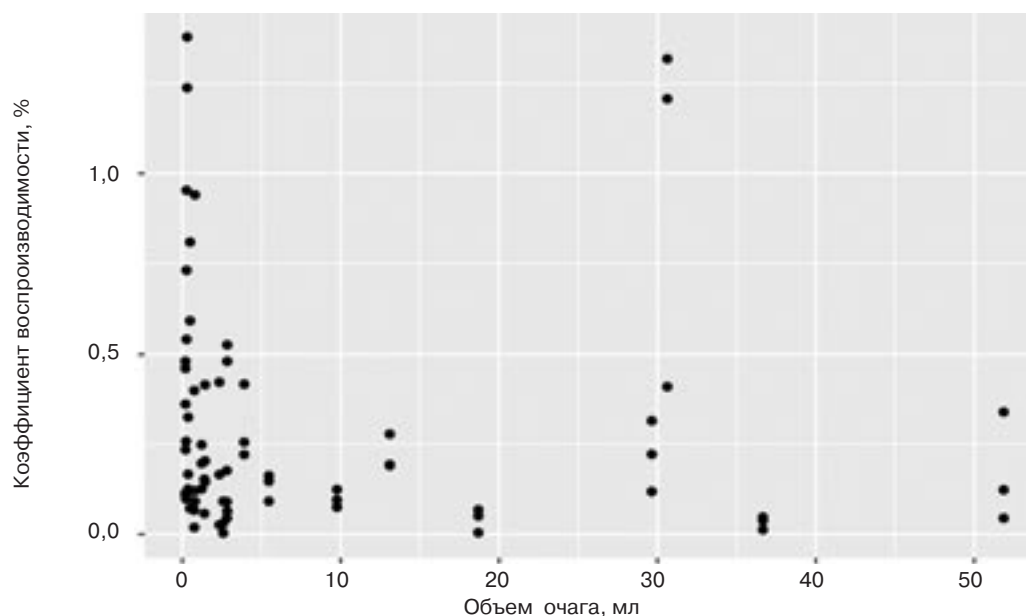


Рис. 4. Гистограмма взаимосвязи коэффициента воспроизводимости и объёма очага

обработка данных осуществлялась с помощью библиотек dplyr, tidyr. Для построения графиков использовалась библиотека ggplot2.

Результаты

Объём изученных очагов ($n=27$) находился в диапазоне от 19 до 16 493 мм³. Нами не было найдено взаимосвязи между показателями размера очага (объёмом и эффективным диаметром) и относительной площадью соприкосновения очага с неочаговыми структурами ($r=0,2128731$, $p=0,0563898$) (рис. 3), относительной площадью соприкосновения очага с неочаговыми структурами и типом неочаговых структур ($\chi^2=2,0732428$, $p=0,3546509$), показателями размера очага (объёмом и эффективным диаметром) и типом неочаговых структур ($\chi^2=3,666003$, $p=0,1599328$).

Отсутствие коллинеарности позволяло исследовать роль всех факторов с помощью регрессионного анализа.

На рисунке 4 отображена взаимосвязь между объёмом очага и коэффициентом воспроизводимости, на рисунке 5 – между эффективным диаметром и коэффициентом воспроизводимости. Было выявлено, что модель, основанная на эффективном диаметре, позволяет точнее предсказать коэффициент воспроизводимости. Итоговая модель имела вид: $KB = \exp^{\beta \cdot \text{ЭД} + \gamma \cdot \text{ОС} + \delta \cdot \text{ПС} + \alpha}$, где KB – коэффициент воспроизводимости, ЭД – эффективный диаметр, ОС – фиктивная переменная, равная 1, если коррекция контуров производилась одним и тем же специалистом, и 0 – если разными, ПС – площадь соприкосновения, α , β , γ , δ – коэффициенты модели.

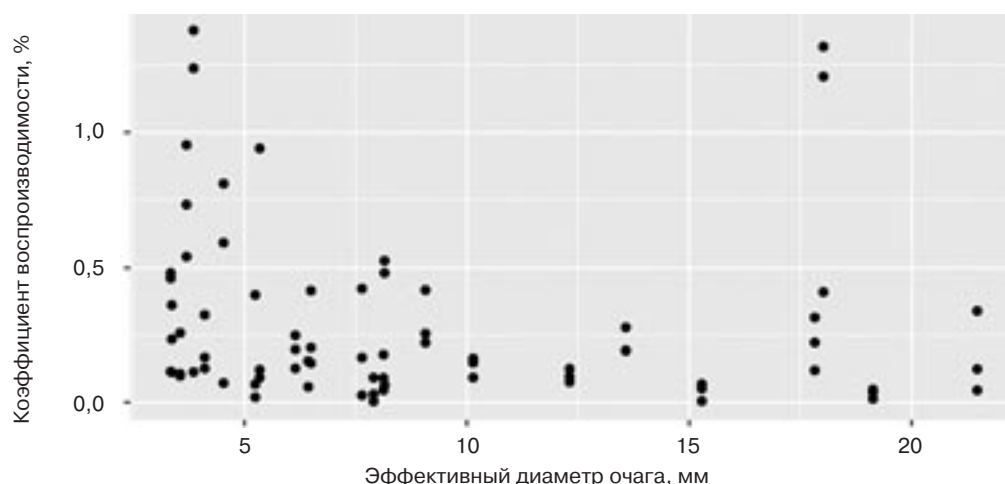


Рис. 5. Гистограмма взаимосвязи коэффициента воспроизводимости и эффективного диаметра очага

Таблица 1

Коэффициенты регрессионной модели

Фактор	Коэффициент
Свободный коэффициент	-1,40
Эффективный диаметр	-0,08
Один рентгенолог	-0,95
Площадь соприкосновения	4,57

Тип структуры, к которой прилегает очаг, влиял на коэффициент воспроизводимости статистически незначимо.

Коэффициенты регрессионной модели представлены в таблице 1.

По данным анализа гистограммы распределения (рис. 6) и теста Шапиро–Уилка ($p=0,6212$), остатки модели имели нормальное распределение. На рисунке 7 отражена зависимость остатков модели от предсказанного коэффициента воспроизводимости. Согласно полученным результатам, остатки модели и их дисперсия не коррелируют с предсказанными значениями. Таким образом, предложенная модель адекватно описывает взаимосвязь между коэффициентами воспроизводимости, эффективным диаметром очага, площадью соприкосновения и согласием между специалистами.

В таблице 2 представлены КВ при измерении очагов различного диаметра одним и тем же и разными специалистами.

Обсуждение

Проведенное нами исследование включало только очаги, нуждающиеся в ручной коррекции контуров. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в разработке алгоритмов автоматического оконтуривания, для очагов, прилежащих к со-

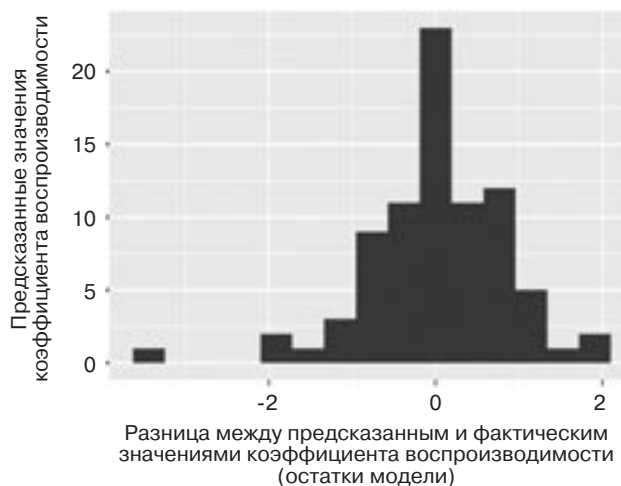


Рис. 6. Гистограмма распределения остатков модели

судам и плевре, ручная коррекция контуров часто является единственным выходом.

В своём исследовании мы постарались определить не только вариабельность, которую привносит вмешательство человека в процесс оконтуривания, но и выявить факторы, на неё влияющие.

По сравнению с другими исследованиями, проводимыми в этой области, дизайн нашей работы позволяет определить, какую ошибку привносит ручная коррекция контуров в измеренный объём. Так, было выявлено, что эта ошибка значительно зависит от размеров очага и площади соприкосновения очага и неочаговых структур. В отличие от Y. Wang et al. [5] мы не обнаружили статистически значимой связи между вариабельностью волюметрии и характером структур, к которым прилежит очаг (сосуды или плевра). В своём исследовании Y. Wang et al. не оценивали площадь соприкосновения очага с неочаговыми структурами, поэтому не исключено, что в их исследовании связь между вариабельностью волюметрии и характером струк-

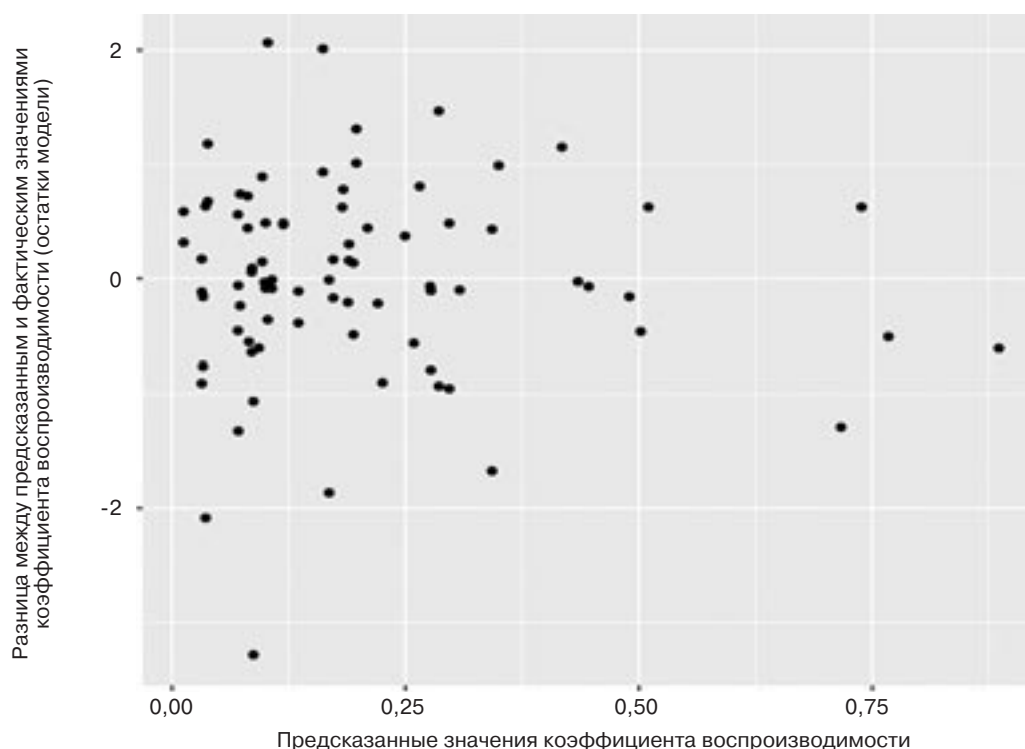


Рис. 7. Зависимость остатков модели от предсказанного коэффициента воспроизводимости

тур обусловлена большей площадью соприкосновения для очагов, прилежащих к сосудам.

Как и ожидалось, основным фактором, влияющим на вариабельность измерений, являлся размер очага. Экспоненциальная регрессионная модель лучше подходила при использовании эффективного диаметра в качестве меры размера, а не объёма. Помимо «математических» преимуществ эффективный диаметр удобней для использования в практических целях. У очагов правильной шаровидной формы он совпадает с диаметром, для измерения которого очаг вообще не надо оконтуривать. Таким образом, коэффициент воспроизводимости может быть рассчитан без проведения волюметрии.

В исследовании A. Frenette et al. выполнена оценка вариабельности волюметрии очагов в лёгких при их ручном оконтуривании [3]. Стандартное отклонение измеренных объёмов составило 4%. Несмотря на то что в это исследование были включены очаги, не граничащие с сосудами и плеврой, наши результаты значительно не отличались (9%). Различия с полученными нами данными могут быть обусловлены большей долей крупных образований в выборке A. Frenette et al. и наличием очагов, не граничащих с сосудами и плеврой.

Основным ограничением нашего исследования является то, что мы изучали вариабельность измерений в рамках одного и того же сканирования, тогда как для оценки динамики размеров очагов требуется два разных сканирования. При двух про-

Таблица 2

Рассчитанные коэффициенты воспроизводимости волюметрии очагов различного диаметра при коррекции контуров одним и тем же и разными специалистами

Рентгенолог	5 мм	10 мм	20 мм
Один	0,62	0,40	0,17
Разные	1,59	1,04	0,44

веденных подряд сканированиях стандартное отклонение результатов волюметрии составляет 20% [6]. Оценки вариабельности, полученные в нашем исследовании, следует рассматривать как дополнительную вариабельность, привнесенную ручной коррекцией контуров.

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что даже после ручной коррекции контуров очаги могут быть использованы для оценки динамики объёма. При выполнении оценки динамики целесообразно, чтобы коррекция контуров проводилась одним и тем же специалистом, так как коэффициент воспроизводимости уменьшается в 0,39 раза. Коэффициент воспроизводимости волюметрии очагов, подвергшихся ручной коррекции контуров, может быть оценен с помощью предложенной регрессионной модели, основанной на эффективном диаметре очага.

Литература/References

1. Therasse P., Arbut S.G., Eisenhauer E.A., Wanders J., Kaplan R.S., Rubinstein L. et al. New guidelines to evaluate the response to treatment in solid tumors. European Organization for Research and Treatment of Cancer, National Cancer Institute of the United States, National Cancer Institute of Canada. *J. Natl. Cancer. Inst.* 2000; 92 (3): 205–16.
2. Eisenhauer E.A., Therasse P., Bogaerts J., Schwartz L.H., Sargent D., Ford R. et al. New Response Evaluation Criteria in Solid Tumours: Revised RECIST Guideline (Version 1.1). *Eur. J. Cancer.* 2009; 45 (2): 228–47.
3. Frenette A., Morrell J., Bjella K., Fogarty E., Beal J., Chaudhary V. Do diametric measurements provide sufficient and reliable tumor assessment? An evaluation of diametric, areametric, and volumetric variability of lung lesion measurements on computerized tomography scans. *J. Oncol.* 2015; 2015: 632943. DOI: 10.1155/2015/632943
4. Obuchowski N.A., Reeves A.P., Huang E.P., Wang X.F., Buckler A.J., Kim H.J. et al. Quantitative imaging biomarkers: a review of statistical methods for computer algorithm comparisons. *Stat. Methods Med. Res.* 2015; 24 (1): 68–106.
5. Wang Y., van Klaveren R.J., van der Zaag-Loonen H.J., de Bock G.H., Gietema H.A., Xu D.M. et al. Effect of nodule characteristics on variability of semiautomated volume measurements in pulmonary nodules detected in a lung cancer screening program. *Radiology.* 2008; 248 (2): 625–31.
6. Wormanns D., Kohl G., Klotz E., Marheine A., Beyer F., Heindel W., Diederich S. Volumetric measurements of pulmonary nodules at multi-row detector CT: in vivo reproducibility. *Eur. Radiol.* 2004; 14 (1): 86–92.

Сведения об авторах | Information about the authors

Розенгауз Евгений Владимирович, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; заведующий отделением компьютерной томографии, ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-1742-7783

Нестеров Денис Валерьевич*, к. м. н., ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-8022-6864

E-mail: cireto@gmail.com

Альдеров Заур Амирсултанович, аспирант, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-6255-1583

Кораблин Николай Михайлович, к. м. н., врач-рентгенолог, ГБУЗ «Городская больница № 33»; orcid.org/0000-0003-1100-0981

Evgeniy V. Rozengauz, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Radiology and Radiotherapy, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of the Russian Federation; Head of Department of Computed Tomography, Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after A.M. Granov, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-1742-7783

Denis V. Nesterov*, Cand. Med. Sc., Assistant Professor of Chair of Radiology and Radiotherapy, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-8022-6864

E-mail: cireto@gmail.com

Zaur A. Al'derov, Postgraduate, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-6255-1583

Nikolay M. Korablin, Cand. Med. Sc., Radiologist, City Hospital № 33; orcid.org/0000-0003-1100-0981

Непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца

Арутюнян Г.К.*, Проваторов С.И., Жукова Н.С., Терещенко А.С., Огнерубов Д.В., Емельянов П.Г., Краснощеков И.В., Самко А.Н.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, ул. 3-я Черепковская, 15А, Москва, 121552, Российская Федерация

Резюме

Цель исследования – оценить непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) у пациентов, у которых были использованы различные типы стентов с лекарственным покрытием.

Материал и методы. В исследование были включены 282 пациента, которым выполнялось стентирование незащищенного ствола ЛКА. Средняя продолжительность наблюдения составила 34,6 [33,9; 35,3] мес. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от типа имплантируемого стента (I, II и III поколения соответственно).

Результаты. Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов 1-й группы достоверно выше по сравнению с пациентами 2-й и 3-й групп (29 и 7,6%, $p < 0,0001$). Частота тромбозов стентов I поколения достоверно выше (7,0%) по сравнению с таковой у стентов II и III поколения (1,6%) ($p = 0,02$). Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий сопоставима между 2-й и 3-й группами, несмотря на сокращенную длительность двойной антиагрегантной терапии в группе стентов III поколения. Отсутствие постдилатации стентов в стволе ЛКА является независимым фактором риска неблагоприятного прогноза.

Заключение. Использование стентов II и III поколения наряду с изменением технических аспектов стентирования незащищенного ствола ЛКА приводит к существенному снижению риска неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и позволяет расширить показания к вмешательству у данной категории пациентов.

Ключевые слова: стентирование ствола левой коронарной артерии; ишемическая болезнь сердца; стенты с биоразстворимым полимерным покрытием; сокращенная длительность двойной антиагрегантной терапии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Арутюнян Г.К., Проваторов С.И., Жукова Н.С., Терещенко А.С., Огнерубов Д.В., Емельянов П.Г., Краснощеков И.В., Самко А.Н. Непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 82–88. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-82-88>

Статья поступила 24.11.2018 После доработки 03.12.2018 Принята к печати 18.12.2018

Immediate and Long-term Results of Stenting of the Unprotected Left Coronary Artery Trunk in Patients with Stable Coronary Heart Disease

Goar K. Arutyunyan*, Sergey I. Provatorov, Natal'ya S. Zhukova, Andrey S. Tereshchenko, Dmitriy V. Ognerubov, Pavel G. Emel'yanov, Igor' V. Krasnoshchekov, Anatoliy N. Samko

National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Tret'ya Cherepkovskaya, 15A, Moscow, 121552, Russian Federation

Abstract

Objective. To assess the immediate and long-term results of stenting of the unprotected left coronary artery (LCA) trunk in patients, by using different types of drug-eluting stents.

Material and methods. The follow-up covered 282 patients who had undergone stenting of the unprotected LCA trunk. The mean follow-up was 34.6 [33.9; 35.3] months. The patients were divided into groups according to the type of a first-, second-, and third-generation implanted stent.

Results. The incidence of adverse cardiovascular events in the patients of Group 1 was significantly higher than in those in Groups 2 and 3 (29 and 7.6%, $p < 0.0001$). The incidence of thrombosis of first-generation stents (7.0%) was significantly higher than that of second- and third-generation ones (1.6%) ($p = 0.02$). The incidence of adverse cardiovascular events was comparable between Groups 2 and 3, despite a shorter duration of dual antiplatelet therapy in the third-generation stent group. The absence of stent postdilatation in the LCA trunk is an independent risk factor for adverse prognosis.

Conclusion. The use of second- and third-generation stents along with changes in the technical aspects of stenting of the unprotected LCA trunk leads to a substantial reduction in the risk of adverse cardiovascular events and allows the indications for intervention to be expanded in this patient category.

Keywords: stenting of the left main coronary artery; coronary heart disease; stents with biodegradable polymeric coating; reduced duration of dual antiplatelet therapy.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Arutyunyan G.K., Provatorov S.I., Zhukova N.S., Tereshchenko A.S., Ognerubov D.V., Emel'yanov P.G., Krasnoshchekov I.V., Samko A.N. Immediate and long-term results of stenting of the unprotected left coronary artery trunk in patients with stable coronary heart disease. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 82–88 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-82-88>

Received 24.11.2018 Revised 03.12.2018 Accepted 18.12.2018

Введение

Стентирование стенозированного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) длительное время являлось одной из запретных тем в интервенционной кардиологии. Совершенствование технологии этого вмешательства привело к тому, что вероятность острой окклюзии ствола ЛКА в непосредственном и отдаленном периоде свелась к минимуму, в связи с чем появилась возможность рутинно выполнять стентирование ствола ЛКА [1–5]. Появление в 1986 г. первых коронарных стентов и дальнейшее развитие технологии стентирования значительно расширило показания к выполнению чрескожного коронарного вмешательства на стволе ЛКА. В настоящее время стентирование ствола ЛКА считается эффективной и безопасной альтернативой коронарному шунтированию [2–9].

Рекомендации по реваскуляризации миокарда у пациентов с поражением незащищенного ствола ЛКА основаны на результатах исследований, в которых использовались стенты с лекарственным покрытием I поколения, тогда как стенты с лекарственным покрытием II поколения продемонстрировали лучшие отдаленные результаты, с достоверно более низкой частотой развития рестеноза и тромбоза стента [10, 11].

Таким образом, в настоящее время выбор метода реваскуляризации у таких пациентов основывается на совместном решении кардиолога, кар-

диохирурга и специалиста по эндоваскулярным методам лечения [12]. Нами были проведены проспективное исследование с ретроспективным наблюдением и анализ собственного опыта стентирования незащищенного ствола ЛКА с использованием различных типов коронарных стентов.

Материал и методы

В исследование были включены 282 пациента с поражением незащищенного ствола ЛКА, которым выполнялось стентирование с использованием различных типов стентов с лекарственным покрытием. В зависимости от сроков стентирования и типа используемого стента были выделены две группы – проспективная и ретроспективная. В ретроспективную группу (1-я группа, $n = 100$) для анализа были включены пациенты после стентирования незащищенного ствола ЛКА стентами I поколения с антипролиферативным покрытием: Cypher, Cordis ($n = 48$), Taxus, Boston Scientific ($n = 52$). Во 2-ю и 3-ю группы набор пациентов осуществлялся проспективно. Во 2-ю группу ($n = 101$) вошли пациенты после имплантации стентов II поколения с антипролиферативным покрытием: Promus, Boston Scientific ($n = 48$), Xience, Abbott ($n = 53$). Пациентам 3-й группы ($n = 81$) были имплантированы стенты III поколения с биodeградируемым полимером: Synergy, Boston Scientific. Все пациенты находились на стандартной двойной антиагрегантной

терапии (ДААТ) до и после вмешательства (пациенты 3-й группы получали ДААТ в течение 4 мес).

Регистрация неблагоприятных событий осуществлялась на госпитальном этапе и через 36 мес после выписки. Средний период наблюдения составил 34,6 [33,9; 35,3] мес. Конечными точками исследования были смерть и крупные сердечно-сосудистые события: инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), повторная реваскуляризация, тромбоз стента.

Для статистической обработки результатов был использован статистический пакет PASW Statistics v. 18 for Windows. Для оценки достоверности межгрупповых различий по количественным показателям применяли критерий Краскела–Уоллиса. Для оценки значимости различий частоты событий между группами использовали критерий χ^2 . Для каждой из проверяемых гипотез статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Результаты

Исходные характеристики пациентов были сопоставимы между группами (табл. 1). Стентирование незащищенного ствола левой коронарной артерии в 1-й группе с использованием стентов I поколения выполнялось в период с 2004 по 2009 г.,

в связи с чем технические аспекты стентирования в этой группе отличались от таковых в проспективных группах (табл. 2).

За время наблюдения в проспективной группе зарегистрировано 14 (7,6%) неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (НСС). Общая частота летальных исходов составила 3,8%, повторной реваскуляризации – 9,8%, тромбоза стента – 1,6%. В 2 случаях подтвержденный по результатам вскрытия подострый тромбоз стента в стволе ЛКА возник на фоне самостоятельной отмены пациентами двойной антиагрегантной терапии. У 1 пациента отмечен достоверный очень поздний тромбоз стента.

В ретроспективной группе (с использованием стентов I поколения) зарегистрировано 29 (29,0%) НСС. Общая частота летальных исходов составила 7,0%, повторной реваскуляризации – 27%, тромбоза стента – 7,0%. В 2 случаях подтвержденный по результатам вскрытия подострый тромбоз стента в стволе ЛКА возник на фоне самостоятельной отмены пациентами ДААТ. У 3 пациентов отмечен достоверный очень поздний тромбоз стента. У 2 пациентов внезапная смерть произошла в течение первого года после вмешательства, в связи с чем у них заподозрен тромбоз стента.

Таблица 1

Исходная клиническая характеристика пациентов ($n=282$)

Параметр	1-я группа		2-я группа		3-я группа	p
	Cypher ($n=48$)	Taxus ($n=52$)	Promus ($n=48$)	Xience ($n=53$)	Synergy ($n=81$)	
Возраст, лет	61,2 [59,8; 60,9]		64,3 [62,3; 66,3]		63,9 [61,3; 66,4]	0,0620
Мужской пол	74 (74,0%)		75 (74,2%)		69 (85,2%)	0,1337
Сахарный диабет	21 (21,0%)		19 (18,8%)		13 (16,0%)	0,6981
Артериальная гипертензия	88 (88,0%)		96 (95,0%)		75 (92,6%)	0,1810
ИМТ, кг/м ²	29,2 [28,3; 30,2]		28,6 [27,7; 29,4]		28,6 [27,5; 29,6]	0,5529
ФВ ЛЖ <50%	13 (13,0%)		16 (15,8%)		10 (12,3%)	0,8388
Периферический атеросклероз	27 (27,0%)		30 (29,7%)		15 (18,5%)	0,2088
SYNTAX Score, баллы	23,3 [21,3; 25,2]		24,3 [22,7; 26,0]		23,7 [21,7; 25,6]	0,5230

Примечание. ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ИМТ – индекс массы тела.

Таблица 2

Особенности выполненного вмешательства в группах ($n=282$)

Параметр	1-я группа		2-я группа		3-я группа	p
	Cypher ($n=48$)	Taxus ($n=52$)	Promus ($n=48$)	Xience ($n=53$)	Synergy ($n=81$)	
Радиальный доступ	12 (12,0%)		100 (99,0%)		81 (100,0%)	<0,0001
“Kissing”-баллонирование	40 (40,0%)		86 (85,1%)		67 (82,7%)	<0,0001
Постдилатация стента	35 (35,0%)		83 (82,2%)		76 (93,8%)	<0,0001
Средняя длина стента, мм	17,4 [15,9; 18,8]		22,6 [21,2; 24,1]		24,4 [22,2; 26,5]	<0,0001
Средний диаметр стента, мм	3,8 [3,7; 3,9]		3,8 [3,8; 3,9]		3,9 [3,9; 4,0]	0,0025

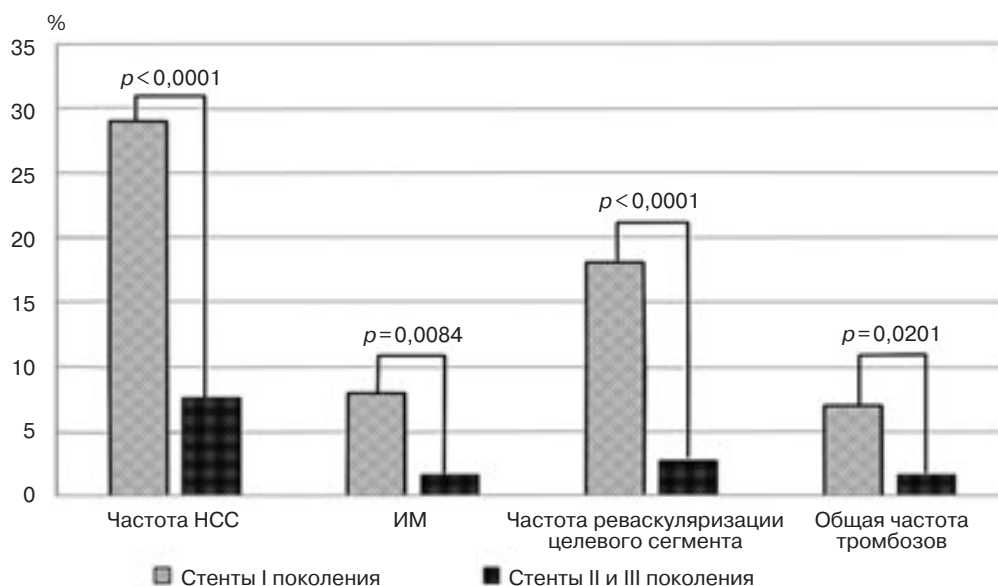


Рис. 1. Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов после стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии

Таким образом, частота НСС у пациентов ретроспективной группы (стенты I поколения) была достоверно больше, чем у пациентов проспективной группы, и составила 29% против 7,6% ($p < 0,0001$). Частота тромбозов стента также была достоверно выше в 1-й группе – 7,0% против 1,6% во 2-й и 3-й группах ($p = 0,02$) (рис. 1).

Частота НСС была сопоставима между 2-й и 3-й группами. Частота тромбоза стента между этими группами также была сопоставима, несмотря на сокращенную длительность приема двойной антиагрегантной терапии в группе со стентами III поколения (2,0 и 1,2% соответственно, $p = 0,6946$).

На основании полученных результатов наблюдения нами был проведен анализ факторов риска неблагоприятных событий у пациентов после стентирования незащищенного ствола ЛКА.

Из клинических факторов достоверную прогностическую значимость имели возраст пациентов старше 75 лет (ОШ 1,153, 95% ДИ 1,052–1,264), клиренс креатинина менее 60 мл/мин (ОШ 1,931, 95% ДИ 1,017–3,667) и наличие периферического атеросклероза (ОШ 1,129, 95% ДИ 1,009–1,151). Из ангиографических факторов наибольшее значение имели отсутствие постдилатации стента (ОШ 3,062, 95% ДИ 1,765–5,312), бифуркационное стентирование (ОШ 1,207, 95% ДИ 1,031–1,413), высокий риск по шкале Syntax (ОШ 1,428, 95% ДИ 1,159–1,760) и использование стентов I поколения (ОШ 3,770, 95% ДИ 2,091–6,797).

Обсуждение

За 40 лет существования стентирования представления о техниках стентирования и использо-

мых устройствах претерпели существенные изменения. Эти изменения тесно связаны с анализом причин основных отдаленных осложнений стентирования – тромбоза и рестеноза. Оба осложнения обусловлены наличием хронического воспалительного ответа в сосудистой стенке и неравномерной эндотелизацией устройства. В свою очередь, это определяется финальным результатом стентирования (наличие мальаппозиции стента, неполное покрытие атеросклеротической бляшки, недостаточная минимальная площадь просвета сосуда) и техническими характеристиками стента (толщина каркаса, концентрация лекарственного препарата и скорость его выделения, наличие и биосовместимость полимерного покрытия) [1].

В нашем исследовании использование стентов I поколения с лекарственным покрытием было ассоциировано с достоверно более высокой частотой развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и тромбоза стента, что сопоставимо с результатами крупных рандомизированных исследований [7–11]. При этом использование стентов с биоразлагаемым полимерным покрытием продемонстрировало сопоставимую эффективность и безопасность со стентами II поколения по частоте развития НСС и тромбоза стентов.

Основными причинами, определившими лучшие результаты стентирования незащищенного ствола ЛКА при использовании стентов II и III поколения, стали устранение неблагоприятного воздействия постоянного полимерного покрытия на стенку сосуда, уменьшение профиля платформы стента и опосредованное увеличение

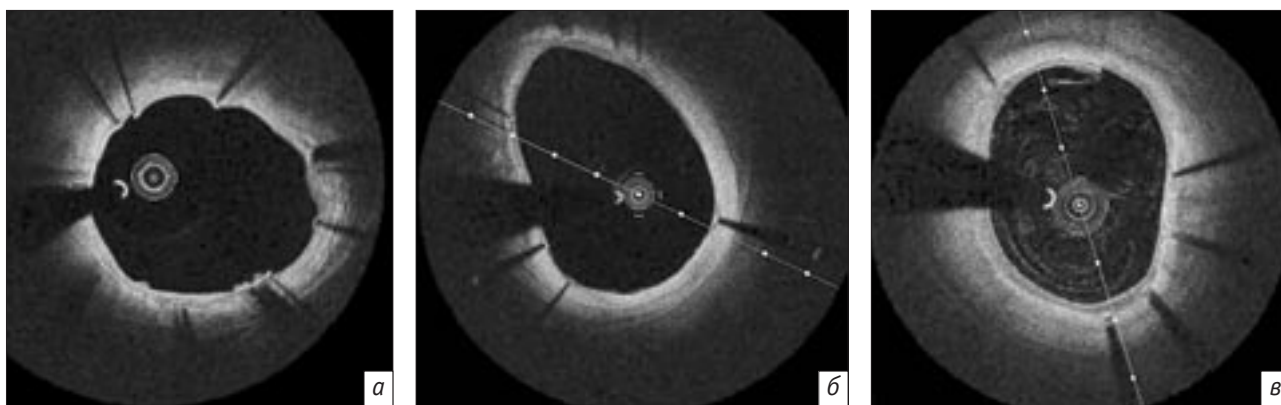


Рис. 2. Сравнение эндотелизации различных интракоронарных стентов по результатам оптической когерентной томографии:

а – стент I поколения через 7 лет после установки в стволе ЛКА: балки однородно покрыты тонким слоем эндотелия, однако на некоторых балках имеются наложения фибрина, микротромбы; б – стент II поколения через 3 мес после имплантации в стволе ЛКА: большинство балок покрыты однородным слоем эндотелия, но имеются единичные непокрытые балки; в – стент III поколения с биорассасываемым полимерным покрытием: все балки покрыты плотным слоем эндотелия

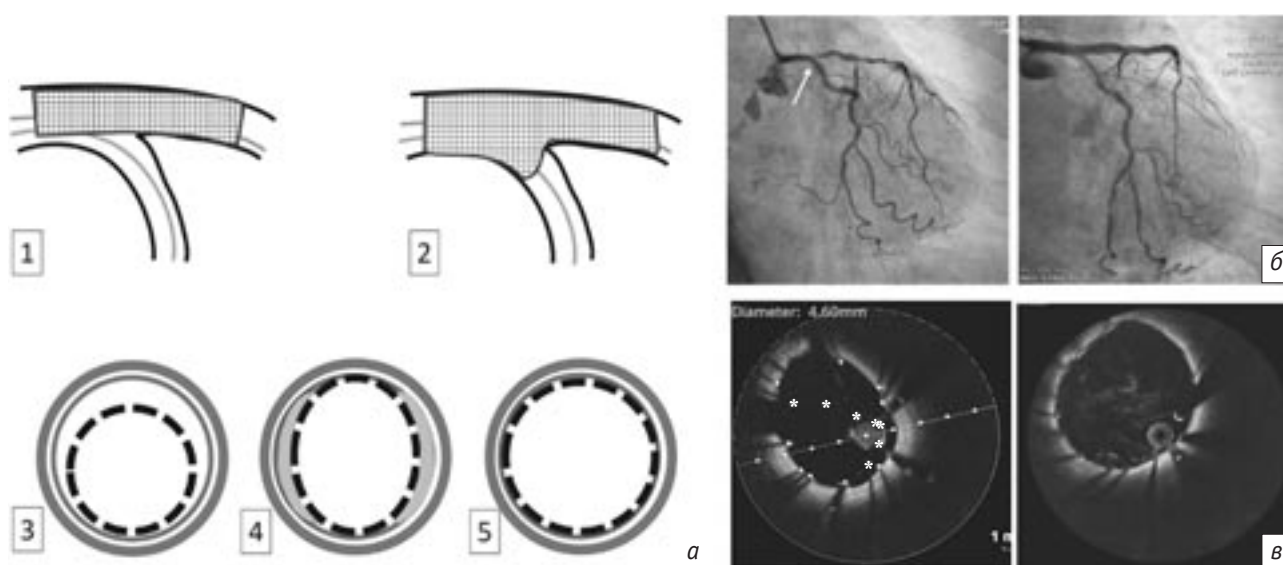


Рис. 3. Оптимизация стента в стволе ЛКА:

а – 1, 2 – мальаппозиция стента в ЛКА и оптимизация результата стентирования; 3, 4, 5 – мальаппозиция стента после его имплантации в стволе левой коронарной артерии и результат (5) проксимальной оптимизации стента; б – коронарография в правой каудальной проекции: терминальное поражение ствола ЛКА (стрелка) с вовлечением устья передней нисходящей артерии и результат стентирования (справа); в – оптическая когерентная томография: звездочками показаны балки стента (мальаппозиция), справа – результат оптимизации

скорости эндотелизации стента [13] (рис. 2). Вторым фактором, достоверно улучшившим результаты стентирования незащищенного ствола ЛКА, стало снижение риска мальаппозиции стента.

Анализ факторов риска стентирования незащищенного ствола ЛКА в нашей работе продемонстрировал, что выполнение оптимизации стентирования у пациентов с поражением ствола ЛКА оказывает существенное влияние на отдаленные результаты вмешательства (рис. 3). Как и предполагалось, высокий риск по шкале Syntax (>33 баллов) в период наблюдения был ассоциирован с вы-

сокой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

Это может объясняться двумя факторами. Первый фактор – наличие протяженного поражения коронарного русла: большая длина стентированного участка приводит к замедлению процесса эндотелизации стента, что увеличивает риск развития позднего и очень позднего тромбоза стента. Улучшить результат стентирования протяженных поражений у пациентов с высоким риском может использование стентов нового поколения с биорассасываемым полимерным покрытием, эндотелиза-

ция которых ускоряется за счет гидролиза полимера и исключения его воспалительного воздействия на сосудистую стенку [12]. Вторым фактором является сложность подготовки поражения и оптимизации результатов у пациентов с высоким риском. В этом случае использование дополнительных методов подготовки поражения (тщательная преддилатация, применение ротационной атерэктомии) и внутрисосудистой визуализации позволяет минимизировать риск мальаппозиции стента и улучшить непосредственные и отдаленные результаты стентирования [14–16].

Заключение

К настоящему времени проведено большое количество исследований, продемонстрировавших, что стентирование незащищенного ствола ЛКА может быть альтернативой операции коронарного шунтирования. Накопление опыта стентирования незащищенного ствола ЛКА с использованием новых техник и новых генераций стентов может позволить значительно расширить показания к этому вмешательству и повысить уровень доказательности клинических рекомендаций в отношении выбора тактики лечения данной группы пациентов.

Литература [References]

1. Арутюнян Г.К., Терещенко А.С., Кайралиев Д.М., Меркулов Е.В., Проваторов С.И., Самко А.Н. Стентирование незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца: эволюция представлений. *Неотложная кардиология*. 2017; 1: 25–33. [Arutyunyan G.K., Tereshchenko A.S., Kayraliev D.M., Merkulov E.V., Provatorov S.I., Samko A.N. Percutaneous coronary intervention for unprotected left main coronary artery stenosis in patients with stable ischemic heart disease. The evolution opinions. *Neotlozhnaya Kardiologiya (Emergency Cardiology)*. 2017; 1: 25–33 (in Russ.).]
2. Арутюнян Г.К., Меркулов Е.В. Инвазивное лечение ишемической болезни сердца. В кн.: Сергиенко И.В., Аншелес А.А., Кухарчук В.В. Дислипидемии, атеросклероз и ишемическая болезнь сердца: современные аспекты патогенеза, диагностики и лечения. М.; 2018: 158–94. [Arutyunyan G.K., Merkulov E.V. The invasive treatment of coronary heart disease. In: Sergienko I.V., Ansheles A.A., Kukharchuk V.V. Dyslipidemia, atherosclerosis and coronary heart disease: modern aspects of pathogenesis, diagnosis and treatment. Moscow; 2018: 158–94 (in Russ.).]
3. Stone P., Goldschlager N. Left main coronary artery disease: review and appraisal. *Cardiovasc. Med.* 1979; 4: 165–77.
4. Herrick J. Clinical features of sudden obstruction of the coronary arteries. *JAMA*. 1912; 59: 2015–20.
5. Conley M.J., Ely R.L., Kisslo J. The prognosis spectrum of left main stenosis. *Circulation*. 1978; 57: 947–52.
6. Fajadet J., Chieffo A. Current management of left main coronary artery disease. *Eur. Heart J.* 2012; 33: 36–50. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr426
7. Patrick W.S., Marie-Claude M., Kappetein A.P., Colombo A., Holmes D.R., Mack M.J. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (10): 961–72. DOI: 10.1056/NEJMoa0804626
8. Mohr F.W., Morice M.C., Kappetein A.P., Feldman T.E., Stähle E., Colombo A. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet*. 2013; 381 (9867): 629–38. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60141-5
9. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur. Heart J.* 2014; 35: 2541–61.
10. Stone G.W., Sabik J.F., Serruys P.W. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2016; 375 (23): 2223–35. DOI: 10.1056/NEJMoa1610227
11. Mäkilä T., Holm N.R., Lindsay M., Spence M.S., Erglis A., Menown I.B. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *Lancet*. 2017; 388 (100610): 2743–52.
12. Pandya B., Gaddam S., Raza M. Biodegradable polymer stents vs second generation drug eluting stents: a meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *World J. Cardiol.* 2016; 8 (2): 240–6.
13. Danzi G.B., Piscione F. DES with bioabsorbable polymers, antiplatelet therapy and stent thrombosis. Turin: Edizioni Minerva Medica; 2012.
14. Jaryl Ng., Foin N. Over-expansion capacity and stent design model: an update with contemporary DES platforms. *Intern. J. Cardiol.* 2016; 221: 171–9.
15. Lassen J.F., Burzotta F., Banning A.P., Lefèvre T., Darremont O., Hildick-Smith D. Percutaneous coronary intervention for the left main stem and other bifurcation lesions: 12th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2018; 13 (13): 1540–53. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00622
16. Lemmert M.E., Oldroyd K., Barragan P., Lesiak M., Byrne R.A., Daemen J. et al. Reduced duration of dual antiplatelet therapy using an improved drug-eluting stent for percutaneous coronary intervention of the left main artery in a real-world, all-comer population: rationale and study design of the prospective randomized multicenter IDEAL-LM trial. *Am. Heart J.* 2017; 187: 104–11. DOI: 10.1016/j.ahj.2017.02.015

Сведения об авторах | Information about the authors

Арутюнян Гоар Кимовна*, аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-8600-3189

E-mail: argoar@yandex.ru

Проваторов Сергей Ильич, д. м. н., вед. науч. сотр., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

Жукова Наталья Семеновна, к. м. н., ст. науч. сотр., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-3547-4527

Терещенко Андрей Сергеевич, к. м. н., науч. сотр., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-4198-0522

Огнерубов Дмитрий Викторович, аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-4781-2773

Емельянов Павел Григорьевич, ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

Краснощеков Игорь Владимирович, ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

Самко Анатолий Николаевич, д. м. н., профессор, руководитель отдела рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-1808-3484

Goar K. Arutyunyan*, Postgraduate, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-8600-3189

E-mail: argoar@yandex.ru

Sergey I. Provatorov, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation

Natal'ya S. Zhukova, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-3547-4527

Andrey S. Tereshchenko, Cand. Med. Sc., Researcher, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-4198-0522

Dmitriy V. Ognerubov, Postgraduate, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-4781-2773

Pavel G. Emel'yanov, Resident Physician, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation

Igor' V. Krasnoshchekov, Resident Physician, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation

Anatoliy N. Samko, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department of Endovascular Methods of Diagnostics and Treatment, National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-1808-3484

<http://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-89-94>

Конусно-лучевая компьютерная томография в анализе эндодонтического лечения зубов (в эксперименте)

Петровская В.В.^{1, *}, Потрахов Н.Н.², Васильев А.Ю.³

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет

им. А.И. Евдокимова» Минздрава России,

ул. Делегатская, 20, стр. 1, Москва, 127473, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В.И. Ульянова (Ленина)», ул. Профессора Попова, 5, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация

³ ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»,

ул. Авиаконструктора Миля, 15, корп. 1, Москва, 109431, Российская Федерация

Резюме

Цель исследования – определить особенности и эффективность использования микрофокусной конусно-лучевой компьютерной томографии (микро-КЛКТ) и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) при анализе анатомии зубов и качества эндодонтического лечения.

Материал и методы. В экспериментальных условиях с помощью микро-КЛКТ и КЛКТ обследованы 8 препаратов удаленных зубов до и после эндодонтического лечения корневых каналов с применением различных видов пломбировочного материала.

Результаты. Микро-КЛКТ показала высокую информативность в определении вида, характера и качества пломбирования каналов, было диагностировано множество трещин и дополнительных канальцев. По данным микро-КЛКТ, верхушки зубов не запломбированы, эндодонтический материал неравномерно и неплотно заполняет просвет каналов, хорошо прослеживается ход гуттаперчевых штифтов, дифференцируется характер эндодонтического материала.

Заключение. Применение микро-КЛКТ открывает новые возможности в стоматологии с объемной визуализацией зубов, позволяя получать на рентгеновском изображении мелкие и малоконтрастные детали анатомического строения.

Ключевые слова: зубы; эндодонтическое лечение; эксперимент; конусно-лучевая компьютерная томография; микрофокусная конусно-лучевая компьютерная томография.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Петровская В.В., Потрахов Н.Н., Васильев А.Ю. Конусно-лучевая компьютерная томография в анализе эндодонтического лечения зубов (в эксперименте). *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 89–94. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-89-94>

Статья поступила 22.01.2018 После доработки 14.02.2018 Принята к печати 26.02.2018

Cone Beam Computed Tomography in the Analysis of Endodontic Treatment of Teeth (in an Experiment)

Viktoriya V. Petrovskaya^{1, *}, Nikolay N. Potrakhov², Aleksandr Yu. Vasil'ev³

¹ A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of the Russian Federation,

ul. Delegatskaya, 20, stroenie 1, Moscow, 127473, Russian Federation

² Saint Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ul'yanov (Lenin),

ul. Professora Popova, 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation

³ Central Research Institute of Radiology,

ul. Aviakonstruktora Milya, 15, korpus 1, Moscow, 109431, Russian Federation

Abstract

Objective. To determine peculiarities when using microfocus cone beam computed tomography (micro-CBCT) and cone beam computed tomography (CBCT) to analyze the anatomy of the teeth and the quality of endodontic treatment.

Material and methods. Micro-CBCT and CBCT were experimentally used to examine 8 extracted tooth preparations before and after endodontic root canal treatment using different types of filling material.

Results. Micro-CBCT showed the high informative value of determining the type, nature, and quality of canal filling and diagnosed many cracks and accessory canals. According to the micro-CBCT findings, the tooth apices were not filled; the lumen of the canals was unevenly and loosely filled with endodontic material; the passages of guttapercha points were well traced; the nature of the endodontic material was differentiated.

Conclusion. Micro-CBCT opens up new opportunities in dentistry with tooth volume visualization, allowing the minor and low-contrast details of the anatomical structure of the teeth to be seen on the X-ray image.

Keywords: teeth; endodontic treatment; experiment; cone beam computed tomography; microfocus cone beam computed tomography.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Petrovskaya V.V., Potrakhov N.N., Vasil'ev A.Yu. Cone beam computed tomography in the analysis of endodontic treatment of teeth (in an experiment). *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 89–94 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-89-94>

Received 22.01.2018 Revised 14.02.2018 Accepted 26.02.2018

Введение

В стоматологической практике для анализа вида эндодонтического материала и качества пломбирования корневых каналов все чаще используют конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ) [1–3]. Данная методика позволяет получить объемное изображение зубов, изучить морфологические особенности пульпарной камеры, проходимость корневых каналов, что является необходимым условием для качественного эндодонтического лечения зубов. Однако из-за наличия высокоплотных эндодонтических материалов невозможно дифференцировать степень прилегания пломбировочного материала и наличие дополнительных канальцев [3–5].

Сочетание микрофокусной технологии съемки и конусно-лучевого принципа получения изображения имеет значительные перспективы и позволяет рассчитывать на получение новой и дополнительной информации об анатомических особенностях зубочелюстной системы [6–10].

Цель нашего исследования – определить особенности и эффективность использования микро-КЛКТ и КЛКТ при анализе анатомии зубов и качества эндодонтического лечения.

Материал и методы

Для эксперимента были отобраны препараты 8 удаленных зубов, проведена их конусно-лучевая компьютерная томография до и после эндодонтического лечения различными пломбировочными материалами. В ходе экспериментального исследования в качестве материалов для эндодонтического лечения использовались гуттаперчевые штифты разных марок с разным характером заполнения корневых каналов, стоматологический силикофосфатный цемент, резорцинформальде-

гидная паста, цинк-фосфатный цемент, паста на основе параформальдегида, цинк-оксид эвгенола, паста на основе эпоксидной смолы.

Для более детального анализа характера пломбировочного материала проводили микро-КЛКТ в лабораторных условиях. Препараты зубов устанавливали на вращающуюся платформу, которую поворачивали на 360° и с шагом в 5° выполняли снимок (рис. 1).

После выполнения исследования был получен набор данных для построения трехмерной реконструкции изучаемого объекта.

Результаты

В ходе эксперимента проводился анализ возможностей различных видов КЛКТ в определении особенностей строения зубов, диагностике количества

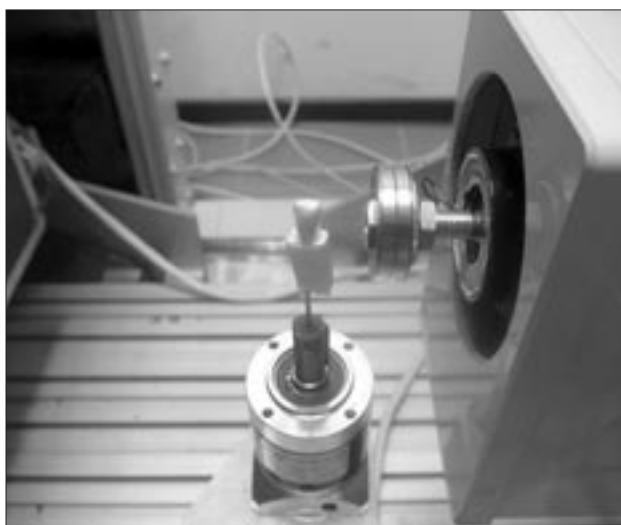


Рис. 1. Проведение микро-КЛКТ в экспериментальных условиях



Рис. 2. Препараты удаленных зубов



Рис. 3. КЛКТ: препараты зубов в коронарной плоскости. Определяются краевые дефекты коронок, что свидетельствует о наличии кариозных процессов в пределах эмали и дентина, визуализируются корни зубов и, менее отчетливо, количество каналов



Рис. 4. Этапы проведения эндодонтического лечения препаратов зубов:

а – формирование полости зуба; б – удаление наркотизированной пульпы и корневых каналов; в – obturation корневых каналов эндодонтическими материалами

корневых каналов, оценке качества эндодонтического лечения, характера пломбировочного материала.

При внешнем осмотре препаратов у всех зубов были обнаружены различные виды кариозных изменений, определены однокорневые зубы, также у 6 зубов отмечены внешние повреждения в виде трещин и сколов (рис. 2).

На следующем этапе экспериментального исследования была выполнена КЛКТ, в ходе которой диагностированы кариозные полости по жевательным поверхностям в пределах эмали и дентина, у каждого зуба визуализировалось по одному корню с одним или двумя каналами (рис. 3).

По данным КЛКТ определить количество дополнительных каналов (ответвлений), патологических включений и трещин, а также положение апикального отверстия не представлялось возможным.

Следующий этап эксперимента заключался в подготовке корневых каналов зубов к пломбированию различными видами эндодонтических материалов (рис. 4).

Из корневых каналов была удалена наркотизированная пульпа, полость зуба и корневые каналы

обработаны физиологическим раствором, высушены и заполнены различными эндодонтическими материалами, каждый зуб был пронумерован в соответствии с выбранным эндодонтическим материалом. Во всех случаях полость зуба была закрыта временной пломбой.

В ходе экспериментального исследования для лечения корневых каналов использовались несколько видов эндодонтических материалов. Все материалы имели разную структуру, характер приготовления и заполнения корневых каналов. Во всех случаях пломбировочные материалы после приготовления (замешивания) имеют однородную полужидкостную консистенцию для равномерного заполнения корневых каналов.

Препараты зубов были запломбированы различными эндодонтическими материалами (случайная выборка) (см. таблицу).

Для трехмерного сравнительного анализа особенностей анатомического строения зуба, характера эндодонтического материала и качества пломбирования выполнялись КЛКТ и микро-КЛКТ.

По данным КЛКТ определялось большое количество артефактов от высокоплотного пломбиро-

Распределение препаратов зубов и пломбировочного материала

Порядковый номер препарата зуба	Название пломбировочного материала	Свойства и характер пломбировочного материала
1	Гуттаперчевые штифты	Правильная лентовидная форма, штифты разного размера, уложены в корневые каналы Z-образно, в горизонтальном направлении
2	Цинк-оксид эвгенола	Порошок и раствор, формируют пастообразное вещество однородной структуры
3	Гуттаперчевые штифты	Правильная лентовидная форма, штифты разного размера, уложены в корневые каналы в вертикальном направлении
4	Паста на основе параформальдегида	Порошок и раствор, формируют пастообразное вещество
5	Резорцинформальдегидная паста	Порошок и раствор, формируют пастообразное вещество однородной консистенции
6	Цинк-фосфатный цемент	То же
7	Силикофосфатный цемент	»
8	Паста на основе эпоксидной смолы	Порошок и смола, густой однородной консистенции

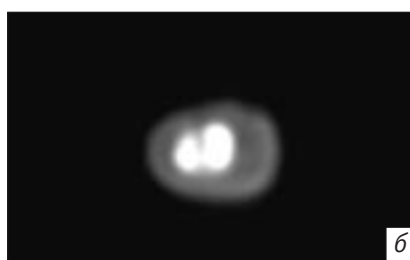


Рис. 5. КЛКТ: препараты зубов под номерами 1 (а) и 2 (б) в аксиальной плоскости на уровне средней трети корней. Определяется плохая дифференцировка структуры пломбировочного материала, который равномерно и плотно прилегает к стенкам корневых каналов

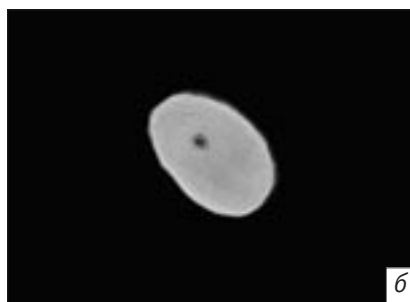


Рис. 6. Микро-КЛКТ: препараты зубов под номерами 2, 3, 6 в аксиальной плоскости на уровне верхушек корней. Определяются следы пломбировочного материала (цинк-оксид эвгенола) (а), отсутствует пломбировочный материал в корневом канале на уровне верхушек корней зубов (б, в)

вочного материала, что не позволяло оценить характер его прилегания к стенкам каналов. В ходе исследования выявлено, что во всех случаях каналы запломбированы неравномерно, не до верхушек.

В полости зубов дифференцировать временный пломбировочный материал от различных видов эндодонтических препаратов невозможно. Наблюдалось большое количество артефактов, это не позволяло полноценно на всем протяжении каналов проследить степень прилегания материала к их стенкам, также не было возможности визуализировать наличие дополнительных каналов, трещин и апикальных отверстий (рис. 5).

Для более детальной оценки характера и качества эндодонтического лечения, определения од-

нородности пломбировочного материала, выявления дополнительных канальцев и трещин была проведена микро-КЛКТ. Результаты исследования показали высокую информативность этого метода по сравнению с КЛКТ. У препаратов под номерами 1, 3, 4, 5, 6, 7 верхушки зубов оказались не запломбированы, у зубов под номерами 2 и 8 отмечены следы пломбировочного материала, на остальном протяжении корневые каналы во всех случаях протечены неудовлетворительно, эндодонтический материал неравномерно и неплотно заполняет просвет каналов (рис. 6).

У препаратов зубов под номерами 1 и 5 определялись дополнительные каналы, в которых следов пломбировочного материала нет. Из всех материалов гуттаперчевые штифты были наиболее высо-

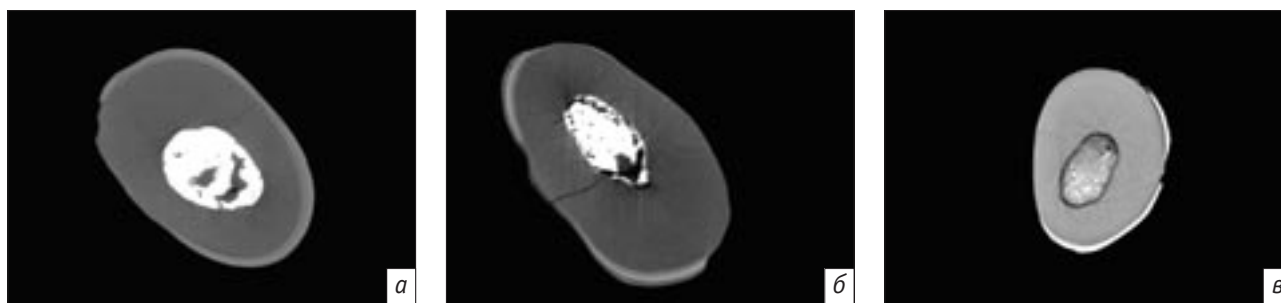


Рис. 7. Микро-КЛКТ: препараты зубов под номерами 3, 5, 1 в аксиальной плоскости на уровне шеек зубов. Определяются неравномерно расположенный пломбировочный материал (гуттаперчевые штифты) в области устья корневого канала (а), менее контрастный материал неравномерной консистенции (резорцинформальдегидная паста) (б), слабоконтрастный материал неоднородной консистенции (силикофосфатный цемент) (в)



Рис. 8. Микро-КЛКТ: препарат зуба под номером 1 в аксиальной плоскости на уровне корня. Определяются значительные артефакты от пломбировочного материала (гуттаперчевых штифтов) (а), неплотное прилегание фрагментов штифтов к стенкам корневых каналов (б), трещины на поверхности корня с распространением к центру (а, б), верхушка без признаков эндодонтического лечения (в)

корентгеноконтрастными по сравнению с другими эндодонтическими материалами, а силикофосфатный цемент – менее рентгеноконтрастным, с плотными точечными вкраплениями. Все эти особенности эндодонтических материалов по результатам КЛКТ не были диагностированы.

По данным микро-КЛКТ во всех случаях эндодонтический пломбировочный материал в каналах с различными характеристиками четко дифференцировался от временного пломбировочного материала (рис. 7).

Гуттаперчевые штифты в каналах препаратов 1 и 3 располагались косогоризонтально и косовертикально, со множеством промежутков между ними, материал неплотно прилежал к стенкам корневых каналов. Во всех случаях определяется множество мелких повреждений корня в виде трещин, которые направлены поперечно и вертикально от поверхности к корневым каналам, некоторые из них не доходят до корневого канала (рис. 8).

Обсуждение

По результатам микро-КЛКТ отмечена более высокая информативность этого метода по сравнению с КЛКТ в оценке качества эндодонтического лечения, положения и хода пломбировочного материала. При проведении микро-КЛКТ удалось

выявить неравномерное заполнение пломбировочным материалом корневых каналов, недоведение его до верхушек зубов, а также множество мелких повреждений корней, трещин и дополнительных канальцев.

Полученные нами результаты по визуализации мало контрастных деталей с использованием микро-КЛКТ соответствуют экспериментальным данным зарубежных и отечественных авторов [5, 7, 9, 10]. В ходе исследования были определены преимущества микро-КЛКТ, которые заключались в получении изображения высокого разрешения, позволяющего детализировать анатомические особенности зубов и оценить результаты применения различных эндодонтических материалов.

Заключение

Микро-КЛКТ показала более высокую информативность по сравнению с КЛКТ в изучении анатомического строения зубов и результатов использования различного эндодонтического материала. Применение микро-КЛКТ открывает новые возможности в стоматологии с объемной визуализацией зубов, позволяя получать на рентгеновском изображении мелкие и мало контрастные детали анатомического строения.

Литература

1. Алпатова В.Г., Васильева А.Ю., Кисельникова Л.П., Потрахов Н.Н., Грязнов А.Ю., Селягина А.С., Петровская В.В. Сравнительная оценка информативности цифровой микрофокусной рентгенографии с многократным увеличением изображения и радиовизиографии в эксперименте. *Институт стоматологии*. 2010; 1 (46): 80–1.
2. Васильев А.Ю. Возможности конусно-лучевой компьютерной томографии в оценке состояния костей и суставов кисти. *Радиология – практика*. 2012; 6: 54–61.
3. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2006; 35: 219–26. DOI: 10.1259/dmfr/14340323
4. Аржанцев А.П. Конусно-лучевая компьютерная томография челюстно-лицевой области: Учебное пособие. М.: Медицина; 2012.
5. Кисельникова Л.П. Детская терапевтическая стоматология. Национальное руководство. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016.
6. Васильев А.Ю., Петровская В.В. Возможности микрофокусной радиовизиографии в оценке структуры костной ткани и костно-пластического материала в эксперименте. *Биотехносфера*. 2014; 4 (34): 3–6.
7. Васильев Ю.А. Сравнительная оценка точности объема корневого канала зубов с помощью томографических методик исследования в эксперименте. *Медицинская визуализация*. 2014; 6: 8–13.
8. Потрахов Н.Н. (ред.) Микрофокусная рентгенография в медицине. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; 2015.
9. Olejniczak A.J., Grine F.E. Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using micro-focal X-ray computed tomography. *Anat. Rec. Part Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.* 2006; 288 (3): 263–75. DOI: 10.1002/ar.a.20307
10. Rühli F.J., Kuhn G., Evison R. Diagnostic value of micro-CT in comparison with histology in the qualitative assessment of historical human skull bone pathologies. *Am. J. Phys. Anthropol.* 2007; 133 (4): 1099–111. DOI: 10.1002/ajpa.20611

References

1. Alpatova V.G., Vasil'ev A.Yu., Kisel'nikova L.P., Potrakhov N.N., Gryaznov A.Yu., Selyagina A.S., Petrovskaya V.V. Comparative evaluation of information value of digital microfocus radiography with multiple magnification image and radiovisography in the experiment. *Institut Stomatologii (The Dental Institute)*. 2010; 1 (46): 80–1 (in Russ.).
2. Vasil'ev A.Yu. Opportunities of cone-beam computed tomography in the assessment of bones and joints of the hand. *Radiologiya – Praktika (Radiology – Practice)*. 2012; 6: 54–61 (in Russ.).
3. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2006; 35: 219–26. DOI: 10.1259/dmfr/14340323
4. Arzhantsev A.P. Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region. Moscow: Meditsina; 2012 (in Russ.).
5. Kisel'nikova L.P. Children's therapeutic dentistry: National guidelines. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2016 (in Russ.).
6. Vasil'ev A.Yu., Petrovskaya V.V. Possibilities of a microfocus radiovisography in an assessment bone structure and osteoplastic material in experiment. *Biotechnosfera (Biotechnosphere)*. 2014; 4 (34): 3–6 (in Russ.).
7. Vasil'ev Yu.A. Comparative evaluation of the accuracy of the volume of the root canal of teeth with the help of tomographic techniques to study in the experiment. *Meditsinskaya Vizualizatsiya (Medical Visualization)*. 2014; 6: 8–13 (in Russ.).
8. Potrakhov N.N. (Ed.) Microfocus radiography in medicine. St. Petersburg; 2015 (in Russ.).
9. Olejniczak A.J., Grine F.E. Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using microfocus X-ray computed tomography. *Anat. Rec. Part Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.* 2006; 288 (3): 263–75. DOI: 10.1002/ar.a.20307
10. Rühli F.J., Kuhn G., Evison R. Diagnostic value of micro-CT in comparison with histology in the qualitative assessment of historical human skull bone pathologies. *Am. J. Phys. Anthropol.* 2007; 133 (4): 1099–111. DOI: 10.1002/ajpa.20611

Сведения об авторах | Information about the authors

Петровская Виктория Васильевна*, д. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-8298-9913
E-mail: VVPetrovskaya@yandex.ru

Потрахов Николай Николаевич, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой электронных приборов и устройств, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»; orcid.org/0000-0001-8806-0603

Васильев Александр Юрьевич, д. м. н., чл.-корр. РАН, генеральный директор, ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»; orcid.org/0000-0002-0635-4438

Viktoriya V. Petrovskaya*, Dr. Med. Sc., Associate Professor of Department of Radiology, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-8298-9913
E-mail: VVPetrovskaya@yandex.ru

Nikolay N. Potrakhov, Dr. Tech. Sc., Professor, Chief of Chair of Electron Devices and Systems, Saint Petersburg State Electrotechnical University «LETI» named after V.I. Ul'yanov (Lenin); orcid.org/0000-0001-8806-0603

Aleksandr Yu. Vasil'ev, Dr. Med. Sc., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, General Director, Central Research Institute of Radiology; orcid.org/0000-0002-0635-4438



Автоматическая инъекционная система MEDRAD® Avanta – оптимальное решение в интервенционной эндоваскулярной хирургии

- **Снижение риска развития контраст-индуцированной нефропатии** за счет сокращения объема вводимого контрастного средства¹
- **Точность дозировки** введения контрастного средства²
- **Высокое качество изображения** при использовании меньшего объема контрастного средства¹
- **Удобный дизайн** ручного управляющего устройства, создающего впечатление использования ручного шприца

Материал для специалистов здравоохранения



АО «БАЙЕР»
107113, Москва,
3-я Рыбинская ул., дом 18, стр. 2
тел. (495) 231-1200
www.bayer.ru

ЗАКРЫВАЙТЕ С УВЕРЕННОСТЬЮ.

STARCLOSE SE

СИСТЕМА ЗАКРЫТИЯ СОСУДА

Технология клипирования для
экстравазкулярного закрытия



PERCLOSE PROGLIDE

СИСТЕМА УШИВАНИЯ СОСУДА

Разработан для безопасного
закрытия



PROSTAR XL

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЧРЕСКОЖНОЕ
СОСУДИСТОЕ УСТРОЙСТВО

Чрескожное закрытие отверстий
большого размера



Требуется предварительное обучение по использованию всех упомянутых изделий согласно инструкции по пользованию.

Все упомянутые здесь изделия являются торговыми марками группы компаний Abbott. Фотографии из архива Abbott Vascular. Все рисунки являются художественными изображениями и не должны рассматриваться как технические чертежи или фотографии. Изделия предназначены для применения врачом или под его руководством. Перед использованием обратитесь к инструкции по пользованию внутри упаковки изделия (где имеется), на сайте eifu.abbottvascular.com для получения более детальной информации о показаниях, противопоказаниях, предупреждениях, предосторожностях и неблагоприятных событиях. Содержащаяся здесь информация предназначена для распространения ТОЛЬКО в Европе, на Ближнем Востоке и в Африке. Пожалуйста, проверяйте регистрацию изделия перед дистрибуцией в странах, где не действуют Европейские Директивы. Для получения более подробной информации посетите наш сайт abbottvascular.com

© 2017 Abbott. Все права защищены. 2-DI-1-7083-12 09-2017

Abbott

<http://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-95-101>

Использование рентгенологических критериев проксимальной миграции головки плечевой кости после вывиха плеча для определения повреждения вращательной манжеты плеча

Степанченко А.П.¹, Федорук Г.В.², Маковский А.А.^{3,*}, Дубров В.Э.³, Зайцев Р.В.³, Сеницын В.Е.³

¹ ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»,

Коломенский пр-д, 4, Москва, 115446, Российская Федерация

² ГБУЗ г. Москвы «Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы»,

Шоссе Энтузиастов, 86, Москва, 111123, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Ломоносовский пр-т, 27, корп. 1, Москва, 119992, Российская Федерация

Резюме

Цель исследования – оценка возможности применения рентгенологических критериев проксимальной миграции головки плечевой кости как скрининга повреждения вращательной манжеты плеча после вывиха у пациентов старше 45 лет.

Материал и методы. В исследование включены результаты наблюдения 101 пациента после вывиха плеча без признаков повреждения вращательной манжеты плеча до травмы. Повреждение вращательной манжеты плеча оценивали при помощи магнитно-резонансной томографии (МРТ) с последующим корреляционным анализом результатов вычислений высоты субакромиального пространства при помощи рентгенографии и МРТ.

Результаты. Признаки миграции головки плечевой кости краниально в группе возрастных пациентов определяются статистически значимо чаще, чем в группе молодых пациентов ($F=0,009$, $p<0,05$). Также у возрастных больных статистически значимо чаще, чем у молодых, определяются признаки повреждения вращательной манжеты плеча при МРТ-исследовании ($F=0,009$, $p<0,05$). Между значениями индекса миграции головки плечевой кости и результатами измерения акромиоплечевого интервала при помощи МРТ обнаружена высокая корреляционная связь ($r=0,93$, $p<0,05$).

Заключение. Акромиоплечевой индекс может быть использован в качестве критерия наличия повреждения вращательной манжеты плеча так же, как и МРТ. По результатам настоящего исследования, у возрастных пациентов риск повреждения вращательной манжеты плеча при вывихах в 19 раз выше (95% ДИ 6,93–52,11). В связи с этим у всех пациентов после вывиха плеча следует обращать внимание на наличие рентгенологических признаков повреждения вращательной манжеты плеча.

Ключевые слова: вывих плеча; плечевой сустав; вращательная манжета плеча; акромиоплечевой индекс; субакромиальное пространство; рентгенография.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Степанченко А.П., Федорук Г.В., Маковский А.А., Дубров В.Э., Зайцев Р.В., Сеницын В.Е. Использование рентгенологических критериев проксимальной миграции головки плечевой кости после вывиха плеча для определения повреждения вращательной манжеты плеча. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 95–101. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-95-101>

Статья поступила 19.01.2018 После доработки 12.02.2018 Принята к печати 05.03.2018

Use of Radiographic Criteria for Proximal Humeral Head Migration After Dislocation of the Shoulder to Identify Damage to Its Rotator Cuff

Andrey P. Stepanchenko¹, Grigoriy V. Fedoruk², Aleksey A. Makovskiy^{3,*}, Vadim E. Dubrov³, Ruslan V. Zaytsev³, Valentin E. Sinitsyn³

¹ Yudin City Clinical Hospital, Moscow Health Department,
Kolomenskiy proezd, 4, Moscow, 115446, Russian Federation

² Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow Health Department,
shosse Entuziastov, 86, Moscow, 111123, Russian Federation

³ Lomonosov Moscow State University,
Lomonosovskiy prospekt, 27, korpus 1, Moscow, 119992, Russian Federation

Abstract

Objective. To assess whether radiographic criteria for proximal humeral head migration can be used as screening of damage to the rotator cuff after dislocation in patients over 45 years of age.

Material and methods. The study included the results of a follow-up of 101 patients after shoulder dislocation without signs of damage to the rotator cuff before injury. Damage to the rotator cuff was assessed using MRI, followed by a correlation analysis between the results of measuring the height of the subacromial space with radiography and MRI.

Results. Signs of cranial migration of the humeral head are detected statistically significantly more frequently in the group of older patients than in that of young ones ($F=0.009$; $p<0.05$). MRI study statistically significantly more often revealed signs of damage to the rotator cuff in the older patients than in the young ones ($F=0.009$; $p<0.05$). There was a high correlation between the humeral head migration index and the MRI measurements of the acromiohumeral interval ($r=0.93$, $p<0.05$).

Conclusion. The acromiohumeral index, as well as MRI, can be used as a criterion for rotator cuff injury. This study has shown that the older patients have a 19-fold higher risk for damage to the rotator cuff from a dislocated shoulder (95% CI 6.93–52.11). Thus, attention should be paid to the presence of radiographic signs of rotator cuff injury in all patients after dislocation of the shoulder.

Keywords: shoulder dislocation; shoulder joint; rotator cuff; acromiohumeral index; subacromial space; radiography.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Stepanchenko A.P., Fedoruk G.V., Makovskiy A.A., Dubrov V.E., Zaytsev R.V., Sinitsyn V.E. Use of radiographic criteria for proximal humeral head migration after dislocation of the shoulder to identify damage to its rotator cuff. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 95–101 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-95-101>

Received 19.01.2018 Revised 12.02.2018 Accepted 05.03.2018

Введение

Плечевой сустав (ПС) является самым мобильным сочленением в человеческом теле [1]. Сложный комплекс его статических и динамических стабилизаторов играет важную роль в обеспечении стабильности ПС во время движений. Каждый из этих элементов выполняет свои функции, в частности вращательная манжета плеча (ВМП) центрует, ограничивает и удерживает головку плечевой кости (ПК) относительно суставной впадины лопатки [2–4]. И если у молодых пациентов, испытывающих циклические микротравмы ПС, спортсменов бросковых и контактных видов спорта ВМП наиболее часто травмируется при приложении значительной силы [5], то для пациентов старшей возрастной группы более характерны повреждения в результате дегенеративно-дистрофических изменений в сухожилиях ВМП [6, 7]. В любой возрастной группе один вывих плеча может повредить уже дегенеративно измененную ВМП, а впоследствии поврежденная ВМП может привести к дисфункции ПС, развитию хронического болевого синдрома и ре-

цидивизирующей нестабильности, поэтому раннее выявление такого повреждения является необходимым для грамотного клинического подхода, ведения данной патологии, а также выработки лучшей клинической стратегии.

По результатам своих исследований М.М. Gomborawalla et al. [8] пришли к выводу, что при наличии постоянной боли через 2–3 нед после вывиха плеча необходимо обследовать пациента для выявления повреждения ВМП. Причем, по мнению нескольких ученых [9, 10], это обследование должно носить комплексный характер. Около 20% всех вывихов плеча встречаются у пациентов старше 60 лет [10], а повреждение ВМП, по данным различных исследований, при вывихе плеча у пациентов старше 40 лет происходит в 35–86% наблюдений [11]. Такой разброс частоты повреждения ВМП связывают с тем, что дегенеративные изменения в сухожилиях ВМП четко коррелируют с увеличением возраста пациентов [7].

В России основным методом исследования структуры ВМП служит МРТ [12, 13], в то же время поражение ВМП можно косвенно определить и

при помощи стандартной рентгенографии [14–17]. К рентгенологическим признакам повреждения ВМП относят: миграцию головки ПК краниально, изменение расстояния между головкой ПК и акромиальным отростком лопатки (акромиоплечевой интервал), изменение отношения радиуса головки ПК к расстоянию между головкой ПК и акромиальным отростком лопатки (акромиоплечевой индекс) [14, 15], развитие крючковидной деформации акромиального отростка лопатки, а также разнообразные дегенеративно-дистрофические изменения большого бугорка ПК и акромиально-ключичного сустава [18].

Еще в 1962 г. изменение акромиоплечевого интервала на стандартных прямых рентгенограммах ПС во внутренней и наружной ротации было определено в качестве важного критерия оценки состояния ВМП [19]. Так, пороговое значение этого интервала, свидетельствующее о наличии возможного повреждения ВМП, составляет менее 6–7 мм между нижней точкой акромиального отростка лопатки и самой высокой точкой на головке ПК [14]. Следует отметить, что не всегда разрыв сухожилий ВМП сразу приводит к уменьшению акромиоплечевого интервала, а измерение его на рентгенограммах имеет некоторые особенности. Отсутствие точного масштаба изображения на некоторых рентгенограммах, конституциональные особенности человека, положение пациента относительно кассеты могут затруднять получение истинных размеров субакромиального пространства.

A. Hirooka et al. [20] описали альтернативный способ определения краниальной миграции головки ПК, заключающийся в установлении отношения радиуса головки ПК к расстоянию от нижней части акромиального отростка лопатки до центра головки ПК (рис. 1), и это отношение выражается в виде индекса проксимальной миграции головки ПК [20]. При использовании данного индекса учитываются различия пациентов по конституциональным особенностям и разный масштаб изображений. M. van de Sande и P.M. Rozing [14, 15] подтвердили точность измерения индекса краниальной миграции головки ПК на обычных рентгенограммах и его корреляцию с КТ- и МРТ-исследованиями. Кроме того, индекс проксимальной миграции головки ПК коррелирует с мышечной дистрофией и степенью жировой инфильтрации ВМП при застарелых повреждениях [14, 15, 21].

На основании полученных авторами данных было установлено, что значение индекса менее 1,25 следует расценивать как высоковероятный признак повреждения ВМП, значение более 1,35 – как маловероятный признак повреждения ВМП [14, 15, 21].



Рис. 1. Определение индекса краниальной миграции головки ПК. R – радиус головки ПК, CA – расстояние от центра головки ПК до нижней точки акромиального отростка лопатки

Однако количества проведенных исследований не достаточно для того, чтобы судить о целесообразности использования индекса проксимальной миграции головки ПК в качестве метода скрининга острых повреждений ВМП.

Целью нашего исследования является оценка возможности применения рентгенологических критериев краниальной миграции головки ПК как скринингового метода диагностики повреждения ВМП после вывиха плеча у пациентов старше 45 лет.

Материал и методы

В настоящем исследовании, проведенном на клинических базах факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, использованы данные клинического и инструментального исследования 101 пациента после вывиха плеча. Возраст больных варьировал от 18 до 89 лет (в среднем 47,6 года), срок наблюдения – от 12 до 47 нед (в среднем 21 нед) (см. таблицу).

После вправления плеча выполняли иммобилизацию ПС, вид которой зависел от клинической ситуации, возраста и коморбидности пациента. У всех пострадавших проводили контрольную рентгенографию ПС. Особое внимание при анализе рентгенограмм уделяли косвенным рентгенологическим признакам застарелого повреждения ВМП. К этим признакам относят: склероз медиальной части акромиального отростка лопатки, остеофиты и субхондральные кисты акромиального отростка лопатки, зоны остеолизиса

Характеристика пациентов в исследуемых группах

Группа исследования	Количество наблюдений	Средний возраст, лет	Число женщин	Число мужчин	Средний срок наблюдения, нед
Молодые пациенты (от 18 до 45 лет)	49	30±7,7	22 (45%)	27 (55%)	18±2,5
Возрастные пациенты (45 лет и старше)	52	64,3±12,8	13 (25%)	39 (75%)	22,3±5

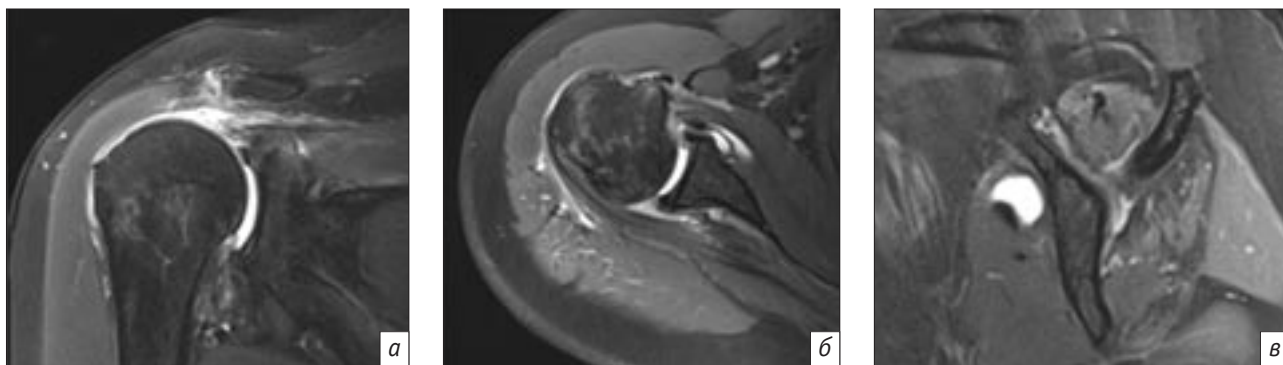


Рис. 2. МРТ правого плечевого сустава пациентки 48 лет через 4 мес после вывиха плеча:

а – коронарное изображение, PD-FS-BI, разрыв надостной мышцы; б – аксиальное изображение, PD-FS-BI, импрессионный перелом головки плечевой кости по типу Hill-Sacks, нарушение центрации головки плечевой кости, признаки повреждения суставной губы в передних и задних отделах; в – сагитальное изображение, PD-FS-BI, выраженная атрофия надостной мышцы

в акромиальном отростке лопатки, сужение суставной щели акромиально-ключичного сочленения, дегенеративно-дистрофические изменения акромиально-ключичного сочленения, остеофиты и субхондральные кисты в акромиальном конце ключицы, остеолитический процесс в акромиальном конце ключицы, склероз и субхондральные кисты большого бугорка ПК, зоны остеолитического процесса большого бугорка ПК, наличие признаков кальцификации в сухожилиях ВМП [18]. Всем пациентам рекомендовали выполнить МРТ ПС после вправления плеча в течение первых 7 дней.

В ходе МРТ оценивали положение головки относительно суставной впадины лопатки (то есть центрацию головки ПК), состояние капсулы и суставной губы, наличие сопутствующих переломов, состояние ВМП (рис. 2). После выполнения МРТ проводили сопоставление результатов лучевой диагностики.

В исследование не включали тех пациентов, у которых на этапе рентгенологического обследования обнаруживали косвенные признаки повреждения ВМП.

Все пациенты, включенные в исследование, были разделены на две группы в зависимости от возрастной градации по ВОЗ [22]: пациенты до 45 лет были отнесены в группу молодых, а 45 лет и старше – в группу возрастных пациентов. После сбора данных проводили статистическое сравнение групп по нескольким признакам: наличие перелома суставной впадины лопатки, перелома головки ПК, перелома большого бугорка, значение

акромиоплечевого индекса, а также исследование корреляционной зависимости между значениями индекса и значениями, полученными при помощи МРТ.

Статистическую обработку непараметрических значений проводили при помощи точного двустороннего критерия Фишера. Для статистической обработки использовали программу IBMSPSSStatisticsv.23.

Результаты

В группе молодых пациентов (49 человек), возраст которых варьировал от 18 лет до 44 лет (в среднем $30 \pm 7,7$ года), средний срок наблюдения составил $18 \pm 2,5$ нед, соотношение мужчин и женщин – 55 и 45% соответственно. Во второй группе пациентов (52 человека), возраст которых варьировал от 45 лет до 89 лет (в среднем $64,3 \pm 12,8$ года), средний срок наблюдения составил $22,3 \pm 5$ нед, соотношение мужчин и женщин – 75 и 25% соответственно.

В группе молодых пациентов перелом края суставной впадины лопатки (перелом по типу костного Банкарта) обнаружен в 16 (32,7%) случаях, а в группе возрастных пациентов эта патология зафиксирована в 6 (11,5%) наблюдениях, различия между группами были статистически значимы ($F=0,015$, $p<0,05$).

В группе молодых пациентов импрессионный перелом головки ПК (перелом по типу Hill-Sacks) обнаружен в 21 (42,9%), а перелом большого бугорка – в 7 (14,3%) наблюдениях, в группе

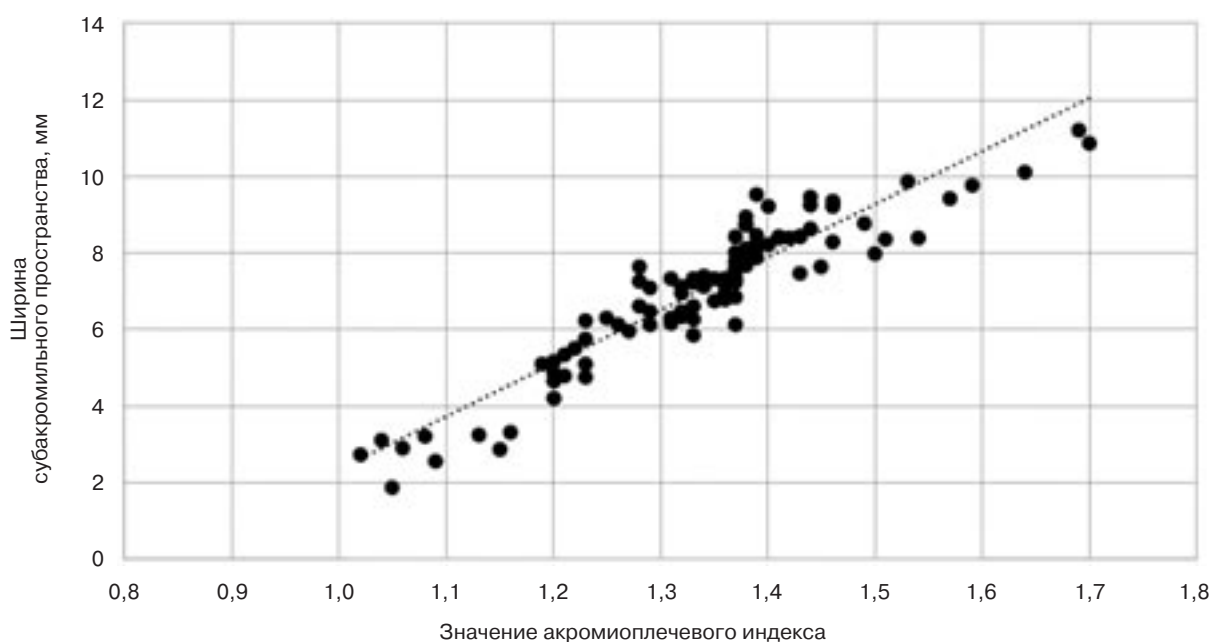


Рис. 3. Графическое отображение корреляционной связи между значениями акромиоплечевого индекса и шириной субакромиального пространства, полученными при помощи МРТ

возрастных пациентов показатели были сравнимы – 22 (42,3%) и 7 (13,5%) наблюдений соответственно ($F=0,92$ и $F=0,98$ соответственно, $p>0,05$).

Признаки миграции головки ПК краниально в группе молодых пациентов отмечены в 5 (10,2%) наблюдениях, а в группе возрастных пациентов миграция головки ПК вверх выявлена в 33 (63,5%) случаях, разница между группами статистически значима ($F=0,009$, $p<0,05$).

При МРТ-исследовании признаки повреждения ВМП в группе молодых пациентов обнаружены в 11 (22,4%), а в группе возрастных пациентов – в 44 (84,6%) наблюдениях, разница статистически значима ($F=0,009$, $p<0,05$).

У 21 (20,8%) из 101 пострадавшего при измерении индекса краниальной миграции ПК его значение было менее 1,25, у 25 (24,8%) пациентов значение индекса находилось в промежутке между 1,25 и 1,35, и у 55 (54,4%) оно превышало 1,35. При измерении параметров субакромиального пространства при помощи МРТ его высота менее 6 мм была обнаружена в 19 (18,8%) случаях, в диапазоне от 6 до 7 мм – в 33 (32,7%), более 7 мм – в 49 (48,5%). Между значениями индекса миграции головки ПК и результатами измерения акромиоплечевого интервала при помощи МРТ обнаружена высокая корреляционная связь: $r=0,93$, $p<0,05$ (рис. 3).

Обсуждение

Несмотря на наличие данных литературы о повреждениях ВМП при вывихах плеча, в повседневной практике этому повреждению не уделяется

достаточного внимания [10, 23]. Стоит отметить, что усредненный протокол ведения таких пострадавших включает иммобилизацию в течение 4–6 нед [23, 24], несмотря на то, что многочисленные публикации показали: такой традиционный срок иммобилизации для уже измененной дегенеративно-дистрофическими процессами ВМП может привести к значительному смещению сухожилий проксимально и увеличению степени дегенерации [24]. Более того, после прекращения иммобилизации эти пациенты проходят неоднократные, часто безрезультатные курсы ЛФК и ФТЛ [23]. В итоге за весь период иммобилизации и реабилитации развивается выраженная жировая дегенерация мышц, приводящая к дополнительному повреждению структур ПС за счет отсутствия центрации головки ПК [10, 23]. Все эти процессы приводят к дальнейшим значительным дегенеративно-дистрофическим изменениям сухожилий и, как следствие, значительно снижают успех оперативного лечения повреждений ВМП [25]. Таким образом, ранняя диагностика повреждения ВМП поможет вовремя установить диагноз и определить оптимальную клиническую стратегию.

По результатам нашего исследования, риск перелома переднего края суставной впадины лопатки у молодых пациентов в 3,7 раза выше (95% ДИ 1,3–10,5), чем у пациентов возрастной группы. Это можно объяснить высокоэнергетическим характером травмы у молодых пациентов, приводящей к перелому лопатки. У возрастных пациентов для вывиха плеча достаточно низкоэнергетического воздействия, а следовательно, можно предположить,

что основные повреждения во время травмы имеют мягкотканый характер.

Так, по результатам нашего исследования, повреждение ВМП в группе возрастных пациентов встречается в 19 раз чаще (95% ДИ 6,93–52,11), чем в группе молодых (полученные результаты совпадают с данными мировой литературы, посвященной изучению этой проблемы [10, 24]). Подобное увеличение частоты повреждения ВМП, скорее всего, связано с дегенеративно-дистрофическими процессами, протекающими в сухожилиях ВМП. Но также следует обратить внимание, что в исследование были включены пациенты с вывихом плеча без косвенных рентгенологических признаков повреждения ВМП. До вывиха плеча пациентам не выполняли МРТ для полноценной визуализации состояния сухожилий ВМП, следовательно, у части пострадавших с диагностированным повреждением ВМП эта патология могла быть и до травмы – в виде асимптоматического повреждения ВМП или застарелого повреждения ВМП различной степени, не причиняющего какого-либо дискомфорта. Несмотря на это, значимое увеличение частоты повреждения ВМП при вывихе плеча у пациентов старше 45 лет свидетельствует о необходимости исключения повреждения ВМП у всех пациентов этой возрастной категории.

В серии своих исследований M. van de Sande и P.M. Rozing [14, 15] выяснили, что акромиоплечевой индекс коррелирует с результатами измерений параметров субакромиального пространства при помощи КТ и УЗИ, и значение корреляции варьирует от 0,83 до 0,91. По результатам нашего исследования, значение акромиоплечевого индекса

коррелирует с результатами измерения высоты субакромиального пространства при помощи МРТ ПС, значение корреляции равно 0,93. Столь высокая корреляция отражает значительный потенциал использования акромиоплечевого индекса как рентгенологического критерия оценки размеров субакромиального пространства еще на раннем этапе диагностики и лечения повреждения.

Заключение

У всех пациентов, особенно в возрасте старше 45 лет, после вывиха плеча следует обращать внимание на наличие рентгенологических признаков проксимальной миграции головки ПК и сужение субакромиального пространства для исключения повреждения ВМП. Одним из надежных рентгенологических критериев краниальной миграции головки ПК и, следовательно, повреждения ВМП является измерение акромиоплечевого индекса, который, по результатам нашего исследования, в высокой степени коррелирует с истинными показателями субакромиального пространства по данным МРТ. Акромиоплечевой индекс как признак повреждения ВМП позволит своевременно его диагностировать и определить оптимальную тактику лечения пациентов после вывиха плеча. По результатам нашего исследования, у молодых пациентов по сравнению с больными старше 45 лет риск перелома переднего края суставной впадины лопатки при вывихах плеча выше, тогда как у возрастных пациентов гораздо более значимо превалирует повреждение ВМП, что, по всей видимости, связано с возрастными дегенеративно-дистрофическими процессами в сухожилиях ВМП.

Литература [References]

1. Bahk M., Keyurapan E., Tasaki A., Sauers E.L., McFarland E.G. Laxity testing of the shoulder: a review. *Am. J. Sports Med.* 2007; 35: 131–44. DOI: 10.1177/0363546506294570
2. Lee S.B., Kim K.J., O'Driscoll S.W., Morrey B.F., An K.N. Dynamic glenohumeral stability provided by the rotator cuff muscles in the mid-range and end-range of motion. A study in cadavera. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 2000; 82: 849–57. DOI: 10.1016/j.math.2007.07.002
3. Lehtinen J.T., Belt E.A., Kauppi M.J., Kaarela K., Kuusela P.P., Kautiainen H.J. et al. Bone destruction, upward migration, and medialisation of rheumatoid shoulder: a 15 year follow up study. *Ann. Rheum. Dis.* 2001; 60: 322–6. DOI: 10.1136/ard.60.4.322
4. Neviaser R.J., Neviaser T.J., Neviaser J.S. Anterior dislocation of the shoulder and rotator cuff rupture. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1993; 291: 103–6.
5. Goldberg J.A., Chan K.Y., Best J.P., Bruce W.J.M., Walsh W., Parry W. Surgical management of large rotator cuff tears combined with instability in elite rugby football players. *Br. J. Sports. Med.* 2003; 37: 179–81. DOI: 10.1136/bjism.37.2.179
6. Yamamoto A., Takagishi K., Osawa T., Yanagawa T., Nakajima D., Shitara H. et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J. Shoulder. Elb. Surg.* 2010; 19: 116–20. DOI: 10.1016/j.jse.2009.04.006
7. Yang G., Rothrauff B.B., Tuan R.S. Tendon and ligament regeneration and repair: clinical relevance and developmental paradigm. *Birth. Defects. Res. Part. C. Embryo Today Rev.* 2013; 99: 203–22. DOI: 10.1002/bdrc.21041
8. Gomberawalla M.M., Sekiya J.K. Rotator cuff tear and glenohumeral instability: a systematic review. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2014; 472: 2448–56. DOI: 10.1007/s11999-013-3290-2
9. Hovelius L., Eriksson K., Fredin H., Hagberg G., Hussenius A., Lind B. et al. Recurrences after initial dislocation of the shoulder. Results of a prospective study of treatment. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 1983; 65: 343–9.
10. Gumina S., Postacchini F. Anterior dislocation of the shoulder in elderly patients. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1997; 79: 540–3.
11. Pevny T., Hunter R.E., Freeman J.R. Primary traumatic anterior shoulder dislocation in patients 40 years of age and older. *Arthroscopy.* 1998; 14: 289–94.

12. Акимкина А.М., Гончаров Е.Н., Лисаченко И.В., Знаменский И.А., Юматова Е.А., Чибисов С.М. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике нестабильности плечевого сустава. *Здоровье и образование в XXI веке*. 2011; 13 (1): 70–6.
[Akimkina A.M., Goncharov E.N., Lisachenko I.V., Znamenskiy I.A., Yumatova E.A., Chibisov S.M. Possibilities of magnetic resonance imaging in the diagnosis of shoulder instability. *Health & Education Millennium*. 2011; 13 (1): 70–6 (in Russ.).]
13. Брюханов А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике разрывов вращательной манжеты плеча. *Радиология – практика*. 2011; 5: 64–70.
[Bryukhanov A.V. Magnetic resonance imaging of rotator cuff tears. *Radiology – Practice*. 2011; 5: 64–70 (in Russ.).]
14. Van de Sande M.J., Stoel B.C., Rozing P.M. Subacromial space measurement: a reliable method indicating fatty infiltration in patients with rheumatoid arthritis. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2006; 451: 73–9. DOI: 10.1097/01.blo.0000229294.06475.41
15. Van de Sande M.J., Rozing P.M. Proximal migration can be measured accurately on standardized anteroposterior shoulder radiographs. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2006; 443: 260–5. DOI: 10.1097/01.blo.0000196043.34789.73
16. Keener J.D., Wei A.S., Kim H.M., Steger-May K., Yamaguchi K. Proximal humeral migration in shoulders with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 2009; 91: 1405–13. DOI: 10.2106/JBJS.H.00854
17. Lapner P.C., Su Y., Simon D., El-Fatori S., Lopez-Vidriero E. Does the upward migration index predict function and quality of life in arthroscopic rotator cuff repair? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2010; 468: 3063–9. DOI: 10.1007/s11999-010-1457-7
18. Pearsall A.W., Bonsell S., Heitman R.J., Helms C.A., Osbahr D., Speer K.P. Radiographic findings associated with symptomatic rotator cuff tears. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2003; 12: 122–7. DOI: 10.1067/mse.2003.19
19. Golding F.C. The shoulder – the forgotten joint. *Br. J. Radiol.* 1962; 35: 149–58.
20. Hirooka A., Wakitani S., Yoneda M., Ochi T. Shoulder destruction in rheumatoid arthritis. Classification and prognostic signs in 83 patients followed 5–23 years. *Acta Orthop. Scand.* 1996; 67: 258–63.
21. Rozing P.M., Obermann W.R. Osteometry of the glenohumeral joint. *J. Shoulder. Elbow Surg.* 1999; 8: 438–42.
22. World Health Organization (WHO). <http://apps.who.int/classifications/icfbrowser> (дата обращения 08.01.2018).
23. Murthi A.M., Ramirez M.A. Shoulder dislocation in the older patient. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2012; 20: 615–722. DOI: 10.5435/JAAOS-20-10-615
24. Porcellini G., Paladini P., Campi F., Paganelli M. Shoulder instability and related rotator cuff tears: arthroscopic findings and treatment in patients aged 40 to 60 years. *Arthroscopy*. 2006; 22: 270–6. DOI: 10.1016/j.arthro.2005.12.015
25. Gladstone J.N., Bishop J.Y., Lo I.K.Y., Flatow E.L. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am. J. Sports. Med.* 2007; 35: 719–28. DOI: 10.1177/0363546506297539

Сведения об авторах | Information about the authors

Степанченко Андрей Петрович, к. м. н., заведующий отделением рентгенологии, ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»; orcid.org/0000-0001-5655-2929

Федорук Григорий Владимирович, к. м. н., заведующий отделением ортопедии и сложной травмы, ГБУЗ г. Москвы «Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы»; orcid.org/0000-0002-2180-9218

Маковский Алексей Андреевич*, аспирант, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; orcid.org/0000-0002-0794-2485

E-mail: Makovskiya@yandex.ru

Дубров Вадим Эрикович, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; orcid.org/0000-0001-5407-0432

Зайцев Руслан Валерьевич, к. м. н., доцент кафедры общей и специализированной хирургии, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; orcid.org/0000-0002-6627-750X

Синицын Валентин Евгеньевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; orcid.org/0000-0002-5649-2193

Andrey P. Stepanchenko, Cand. Med. Sc., Head of Radiology Department, Yudin City Clinical Hospital, Moscow Health Department; orcid.org/0000-0001-5655-2929

Grigoriy V. Fedoruk, Cand. Med. Sc., Head of Orthopedics and Complex Trauma Department, Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow Health Department; orcid.org/0000-0002-2180-9218

Aleksey A. Makovskiy*, Postgraduate, Lomonosov Moscow State University; orcid.org/0000-0002-0794-2485

E-mail: Makovskiya@yandex.ru

Vadim E. Dubrov, Dr. Med. Sc., Professor, Head of General and Specialized Surgery Chair, Lomonosov Moscow State University; orcid.org/0000-0001-5407-0432

Ruslan V. Zaytsev, Cand. Med. Sc., Associate Professor of General and Specialized Surgery Chair, Lomonosov Moscow State University; orcid.org/0000-0002-6627-750X

Valentin E. Sinitsyn, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Radiology and Radiotherapy Chair, Lomonosov Moscow State University; orcid.org/0000-0002-5649-2193

Значение диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии в предоперационной оценке степени злокачественности глиом головного мозга

Бывальцев В.А.^{1, 2, 3, 4, *}, Степанов И.А.¹, Кичигин А.И.¹

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

² НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД»», ул. Боткина, 10, Иркутск, 664005, Российская Федерация

³ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ул. Борцов Революции, 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

⁴ Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, мкр-н Юбилейный, 100, Иркутск, 664049, Российская Федерация

Резюме

Цель исследования – сопоставление полученных значений измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) глиом головного мозга с клеточной плотностью и индексом пролиферативной активности Ki-67, а также изучение возможности применения диффузионно-взвешенной МРТ (ДВ МРТ) в предоперационной оценке степени злокачественности глиальных опухолей.

Материал и методы. Исследованы диффузионно-взвешенные изображения 39 пациентов с глиомами головного мозга. Для каждой опухоли рассчитаны ИКД, клеточная плотность и индекс пролиферативной активности Ki-67, выполнен корреляционный анализ между ними.

Результаты. При сравнении средних значений ИКД получено достоверное различие между опухолями G=I–II и G=III–IV. Сравнение средних значений индекса Ki-67 между глиомами различной степени злокачественности показало наличие статистически значимых различий. При оценке корреляции между ИКД и значениями индекса пролиферативной активности Ki-67 отмечена умеренная и выраженная обратная корреляционная зависимость соответственно для глиальных опухолей низкой и высокой степени злокачественности.

Заключение. Методика ДВ МРТ с подсчетом ИКД может быть использована в качестве дополнительного неинвазивного метода предоперационной оценки степени злокачественности и пролиферативного потенциала глиом головного мозга.

Ключевые слова: глиомы головного мозга; диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография; измеряемый коэффициент диффузии; клеточная плотность; индекс пролиферативной активности Ki-67.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 14–32–00006).

Для цитирования: Бывальцев В.А., Степанов И.А., Кичигин А.И. Значение диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии в предоперационной оценке степени злокачественности глиом головного мозга. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 102–110. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-102-110>

Статья поступила 19.12.2017 После доработки 11.01.2018 Принята к печати 29.01.2018

The Value of Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging in the Preoperative Evaluation of the Grade of Brain Gliomas

Vadim A. Byvaltsev^{1, 2, 3, 4, *}, Ivan A. Stepanov¹, Aleksandr I. Kichigin¹

¹ Irkutsk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation,
ul. Krasnogo Vosstaniya, 1, Irkutsk, 664003, Russian Federation

² Road Clinical Hospital at the station of Irkutsk-Passenger, Russian Railways Ltd.,
ul. Botkina, 10, Irkutsk, 664005, Russian Federation

³ Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology,
ul. Bortsov Revolyutsii, 1, Irkutsk, 664003, Russian Federation

⁴ Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy
of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation,
mikrorayon Yubileyny, 100, Irkutsk, 664049, Russian Federation

Abstract

Objective. To compare the values obtained for the measured diffusion coefficient (MDC) of brain gliomas with cell density and Ki-67 proliferative activity index and to study whether diffusion-weighted MRI (DW-MRI) can be used in the preoperative evaluation of the grade of glial tumors.

Material and methods. Diffusion-weighted images of 39 patients with brain gliomas were studied. MDC, cell density, and Ki-67 proliferative activity index were calculated for each tumor. The correlation between MDC values, cell density, and Ki-67 proliferative activity index was analyzed.

Results. Comparison of the mean values for MDC revealed a significant difference between grades I–II and III–IV tumors. There were statistically significant differences in the mean Ki-67 index between different grades of gliomas. Evaluation of the correlation between MDC and Ki-67 proliferative activity index demonstrated moderate and strong inverse correlations for low- and high-grade tumors, respectively.

Conclusion. The procedure using DW-MRI along with MDC calculation can be used as an additional non-invasive method for the preoperative estimation of the grade and proliferative potential of brain gliomas.

Keywords: brain gliomas; diffusion-weighted magnetic resonance imaging; measured diffusion coefficient; cell density; Ki-67 proliferative activity index.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study was supported by Grant of the Russian scientific Fund (№ 14–32–00006).

For citation: Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Kichigin A.I. The value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative evaluation of the grade of brain gliomas. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 102–110 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-102-110>

Received 19.12.2017 Revised 11.01.2018 Accepted 29.01.2018

Введение

Глиомы головного мозга представляют собой наиболее распространенную группу первичных опухолей центральной нервной системы (ЦНС) [1]. Цитогенетическим источником глиальных опухолей, по мнению ряда авторов, являются опухолевые стволовые клетки [2]. Большая часть глиом головного мозга представлена опухолями астроцитарного ряда. Согласно современной классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), глиомы (астроцитомы и олигодендроглиомы) ЦНС принято делить на опухоли низкой (I–II) и высокой (III–IV) степени злокачественности [3].

Как правило, астроцитарные опухоли I степени злокачественности (пилоидная астроцитома) четко отграничены от прилежащего вещества головного мозга и лишь за редким исключением способны к инфильтрации последнего. Астроцитомы II степени злокачественности (пиломиксоидная, фибриллярная, протоплазматическая, гемис-

тоцитарная) диффузно инфильтрируют здоровую мозговую ткань, имеют высокую клеточную плотность, признаки ядерной атипии, но без патологических митозов, пролиферации эндотелия и некрозов. Для астроцитом III степени злокачественности (анapластическая астроцитома) характерны более высокие показатели ядерной атипии и клеточной плотности по сравнению с астроцитами II степени, но без очагов некроза и пролиферации эндотелия. Астроцитомы IV степени злокачественности отличаются высокой митотической активностью, множественными очагами некрозов и пролиферацией эндотелия сосудов. Представителем данной группы астроцитом является глиобластома – высокозлокачественная опухоль, характеризующаяся устойчивостью к современным хирургическим, химио- и радиотерапевтическим методам лечения [4]. На сегодняшний день даже после выполнения максимально возможной микронеурхирургической резекции с интраоперационным нейробиологическим контролем, проведения

курсов адъювантной химиотерапии темозоломидом и радиотерапии медиана выживаемости пациентов с глиобластомой составляет не более 14 мес [4, 5]. Оставшаяся часть глиальных опухолей представлена олигодендроглиомами, которые также могут иметь как низкую степень злокачественности (олигодендроглиома, II степень), так и высокую (анапластическая олигодендроглиома, III степень) [6].

Учитывая характер роста глиом головного мозга, длительное субклиническое течение заболевания и высокий процент распространенности опухолей III–IV степени злокачественности (в первую очередь, глиобластом), ранняя диагностика данной группы опухолей является актуальной проблемой современной нейроонкологии [7]. В настоящее время методика магнитно-резонансной томографии (МРТ) представляет собой «золотой стандарт» в диагностике опухолей ЦНС, в том числе глиальных опухолей [8]. Тем не менее многие объемные внутримозговые образования на стандартных T1- и T2-взвешенных изображениях (T1-, T2-ВИ) имеют схожие сигнальные характеристики, что значительно затрудняет дифференциальную диагностику и выбор адекватной тактики ведения таких пациентов [9].

Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВ МРТ) – это инструментальный метод, позволяющий получать изображения опухолевой ткани, взвешенные по диффузии свободных молекул воды на клеточном уровне. При этом степень диффузии молекул воды можно оценить с помощью численного значения, в виде измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). Множество значений ИКД для данной биологической структуры представляет собой функциональную карту диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) [10].

Исследования, посвященные применению ДВ МРТ при глиомах головного мозга, немногочисленны и во многом противоречивы. Некоторые авторы отмечают, что для определенных гистологических типов глиальных опухолей характерна корреляционная зависимость между значением ИКД, их клеточной плотностью и значением индекса пролиферативной активности (Ki-67) [11–13]. Другие же авторы в своих работах данной зависимости не отмечают [14–16]. Учитывая гистологическое разнообразие глиом, а также высокую частоту злокачественных форм, важно правильно оценить степень их злокачественности уже на этапе выполнения первичного нейровизуализационного исследования с целью дальнейшего планирования вида, объема хирургического вмешательства и выбора адекватной тактики ведения пациентов.

Цель нашего исследования – сопоставить полученные значения ИКД глиом головного мозга

с клеточной плотностью и индексом пролиферативной активности Ki-67, а также оценить возможности применения ДВ МРТ в предоперационной оценке степени злокачественности глиальных опухолей.

Материал и методы

В период с 2014 по 2017 г. на базе Центра нейрохирургии Дорожной клинической больницы на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД» было выполнено моноцентровое ретроспективное нерандомизированное когортное исследование.

В исследование включены случаи глиом головного мозга различной степени злокачественности, подтвержденные данными патоморфологического исследования. Критериями исключения являлись: случаи рецидива глиом головного мозга, а также проведенные ранее курсы химио- и радиотерапии.

Описание медицинского вмешательства. МР-томограммы (T1-, T2-ВИ и ДВИ) для всех пациентов, включенных в исследование, получены с помощью аппарата МРТ Siemens Magnetom Essenza 1,5 T (Германия) до и после введения контрастного вещества «Ультравист®» (Bayer Schering Pharma AG, Германия) (рис. 1, 2, а–в). При исследовании в T1-ВИ использовались следующие параметры: матрица 384 × 387, TR (время повторения) – 650, TE (время эхо) – 9,6, NEX (число возбуждений) – 1, толщина среза – 4 мм, FOV (поле зрения) – 30 × 30. Для T2-ВИ: матрица 384 × 288, TR – 4000, TE – 43, NEX – 1, толщина среза – 4 мм, FOV – 30 × 30. Для получения ДВИ использовался следующий набор параметров опции ДВ МРТ с SE-эхопланарным изображением (EPI): матрица 160 × 128, TR – 7500, TE – 83, NEX – 6, толщина среза – 4 мм, FOV – 30 × 30. Использованы значения b-фактора, равные 400 и 800 с/мм². Время сканирования в среднем составило 6 мин 30 с. ИКД вычислялся на ДВИ с наибольшим диаметром объемного образования, в область интереса не были включены кистозные и некротические зоны опухолей. Подсчет ИКД производился с помощью программы «RadiAnt DICOM Viewer».

Во всех случаях удаление опухолей выполнено одной хирургической бригадой, с максимально возможной степенью радикальности, с помощью микронейрохирургической техники и под увеличением операционного микроскопа OPMI Pentero 900 (Carl Zeiss, Германия). При удалении глиом головного мозга в большинстве случаев использованы флуоресцентная навигация с 5-аминолевулиновой кислотой («Аласенс®», НПОПИК, Россия) в режиме визуализации «Blue-400» (см. рис. 1, г), а также ультразвуковой деструктор-аспиратор CUSA Excel (Integra, США) и система интраоперационной нейронавигации CURVE (Brainlab, Германия).

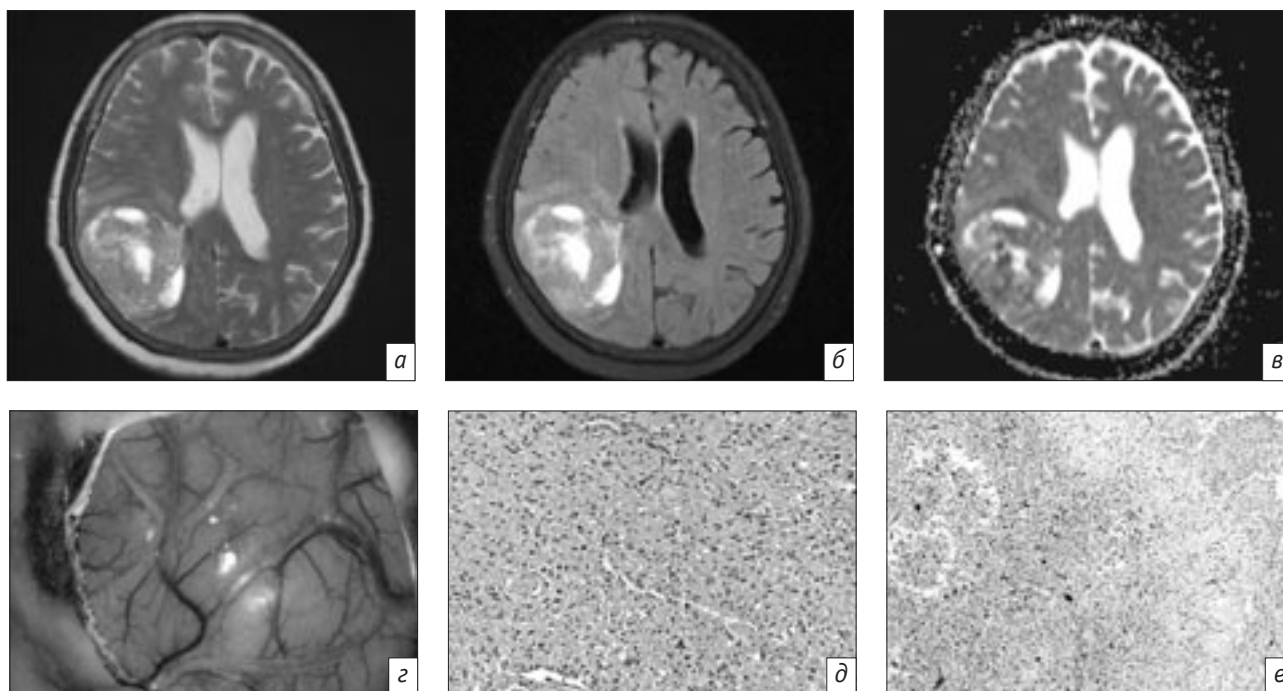


Рис. 1. МР-томограммы и патоморфологическая картина глиобластомы левой лобной доли:

а – Т2-взвешенное изображение; б – Т2-FLAIR взвешенное изображение; в – ДВИ с ИКД $867 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$; г – внешний вид опухоли при осмотре через операционный микроскоп в режиме «Blue-400»; д – световая микроскопия, окраска гематоксилином и эозином, картина глиобластомы (IV степень злокачественности), клеточная плотность составила 1658 клеток/мм³; е – окраска моноклональными антителами MIB-1, индекс пролиферативной активности Ki-67 = 87%

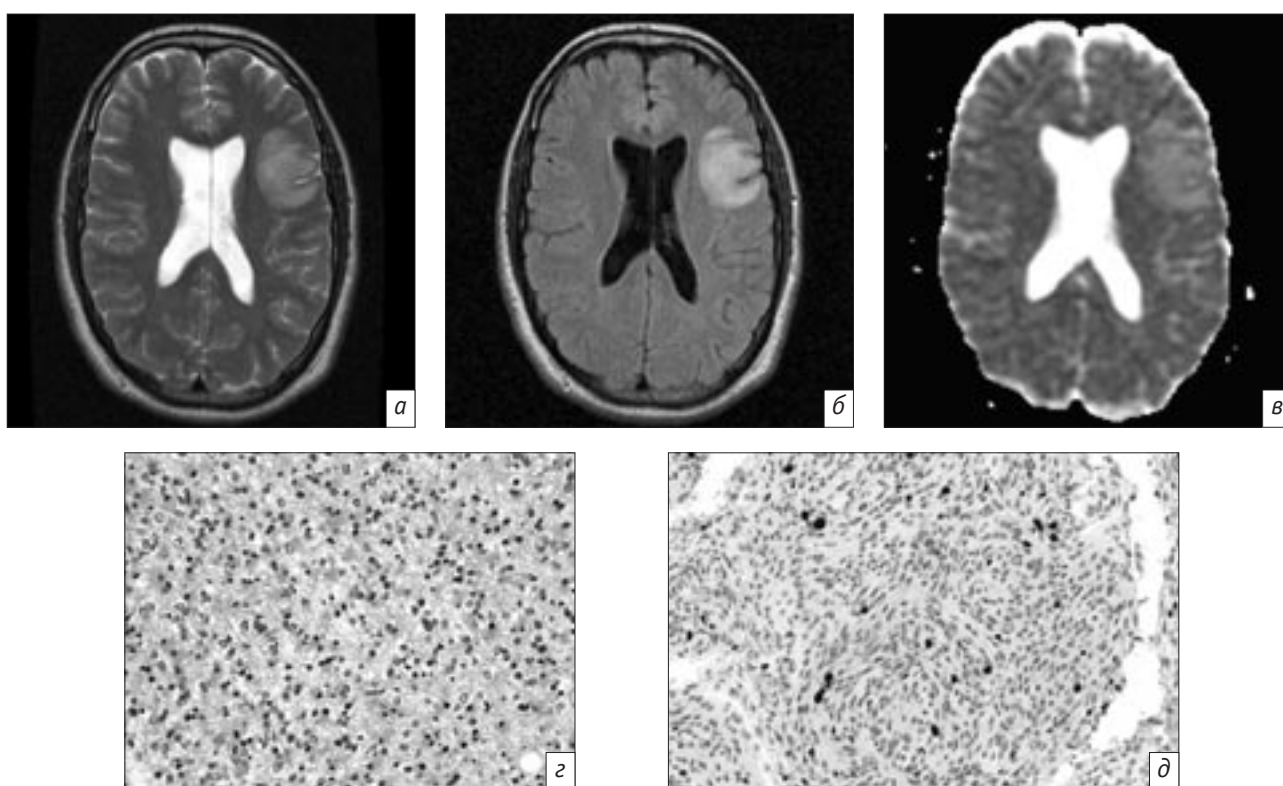


Рис. 2. МР-томограммы и патоморфологическая картина олигоастроцитомы левой височной доли:

а – Т2-взвешенное изображение; б – Т2-FLAIR взвешенное изображение; в – ДВИ с ИКД $1268 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$; г – световая микроскопия, окраска гематоксилином и эозином, картина диффузной олигоастроцитомы (II степень злокачественности), клеточная плотность составила 1487 клеток/мм³; д – окраска моноклональными антителами MIB-1, индекс пролиферативной активности Ki-67 = 9%

Гистологические варианты глиом головного мозга

Степень злокачественности по ВОЗ	Гистологический вариант
G=I	Пилоидная астроцитома ($n=4$)
G=II	Пиломиксоидная ($n=1$), фибриллярная ($n=4$), протоплазматическая ($n=2$), гемистоцитарная ($n=5$) астроцитомы, олигодендроглиома ($n=1$)
G=III	Анапластическая астроцитома ($n=7$)
G=IV	Глиобластома ($n=15$)

Все удаленные объемные образования исследованы опытными патоморфологами. При морфологическом исследовании глиом головного мозга оценивались следующие параметры: степень злокачественности по классификации ВОЗ, значение индекса пролиферативной активности Ki-67 с помощью моноклональных антител «MIB-1» (DakoCytomation, Дания), а также клеточная плотность опухолевой ткани (рис. 1, д, е, 2, г, д). Подсчет клеточной плотности (клеток/мм³) осуществляли с применением программы «Image J» при общем увеличении микроскопа Axiolab (Carl Zeiss, Германия) в 400 раз, по методу Abercrombie [17].

Этическая экспертиза. Протокол исследования одобрен этическим комитетом Иркутского государственного медицинского университета. Исследование проводилось в соответствии с принципами надлежащей клинической практики и Хельсинкской декларации. Перед началом исследования пациенты предоставили письменное информированное согласие.

Статистический анализ данных. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2010. Все измерения проверены на нормальность с помощью теста Колмогорова–Смирнова. Полученные данные оценены с помощью методов описательной статистики (абсолютных и относительных величин). Категориальные переменные выражены в процентах. Сравнительный анализ значений ИКД, клеточной плотности и индексов пролиферативной активности Ki-67 выполнен с помощью U-теста Манна–Уитни. Для оценки корреляционной зависимости между этими показателями использован коэффициент Спирмена. Порог значимости p выбран равным 0,05.

Результаты

В исследование включены МР-томограммы с ДВИ 39 пациентов с глиомами головного мозга, прооперированных в Центре нейрохирургии Дорожной клинической больницы на станции Иркутск-Пассажирский в период с 2014 по 2017 г. Среди пациентов было 16 женщин и 23 мужчины, возраст варьировал от 40 до 70 лет (средний возраст составил $55,4 \pm 10,5$ года). Исследованы глиомы всех степеней злокачественности по класси-

фикации ВОЗ. Гистологические варианты опухолей представлены в таблице.

Средние значения ИКД для глиом низкой ($G=I-II$) и высокой ($G=III-IV$) степени злокачественности составили соответственно $1260 \pm 127,2 \times 10^{-3}$ мм²/с и $864,6 \pm 154,1 \times 10^{-3}$ мм²/с. При сравнении средних значений ИКД нами получено достоверное различие между опухолями $G=I-II$ и $G=III-IV$ степеней ($p=0,007$) (рис. 3, а).

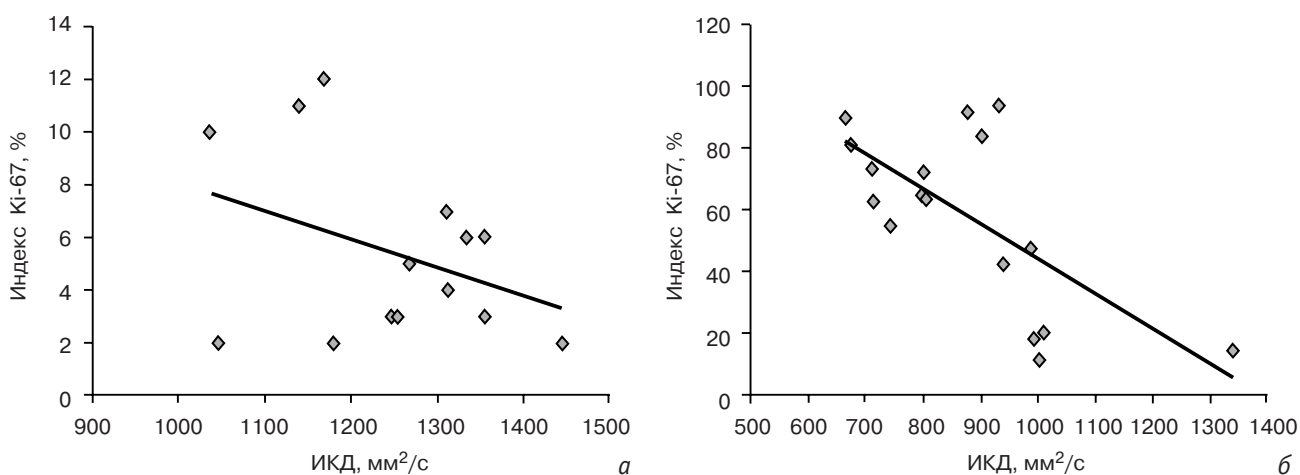
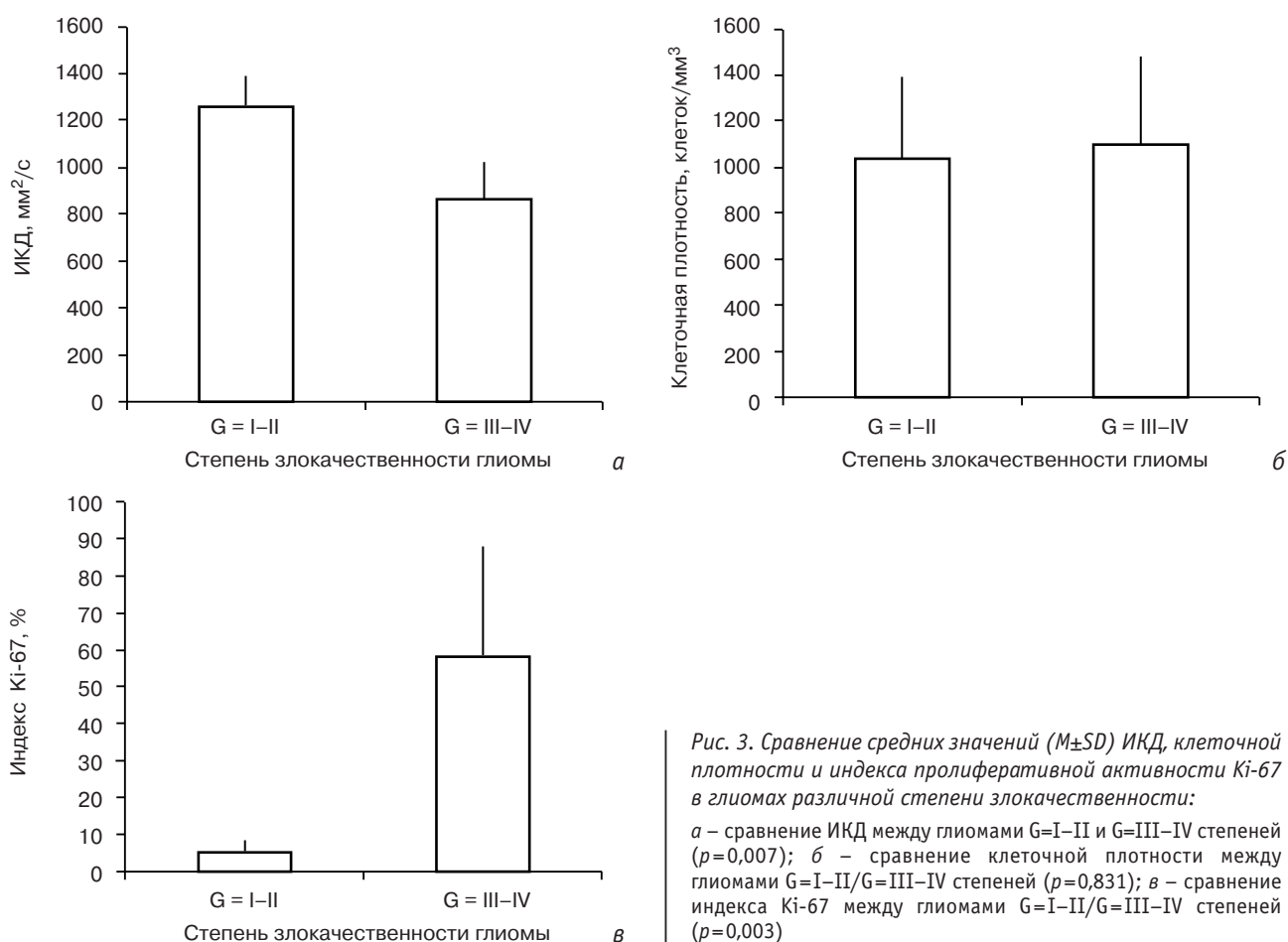
Клеточная плотность глиальных опухолей различной степени злокачественности варьировала в широких пределах: для глиом низкой степени злокачественности – от 594 до 1785 клеток/мм³ (в среднем $1038,1 \pm 349$ клеток/мм³), для глиом высокой степени злокачественности – от 657 до 1783 клеток/мм³ (в среднем $1100,7 \pm 376$ клеток/мм³). При сравнении значений клеточной плотности между глиальными опухолями различной степени злокачественности достоверных различий не выявлено ($p=0,831$) (рис. 3, б).

Индекс пролиферативной активности глиальных опухолей низкой и высокой степени злокачественности также варьировал в широких пределах. Так, для группы глиом $G=I-II$ степени индекс Ki-67 варьировал от 2 до 12% (в среднем $5,4 \pm 3,1\%$), а для опухолей $G=III-IV$ – от 12 до 97% (в среднем $58,4 \pm 29,3\%$). Сравнение средних значений индекса Ki-67 между глиомами различной степени злокачественности показало наличие статистически значимых различий ($p=0,003$) (рис. 3, в).

Анализ корреляционной зависимости между значениями ИКД и клеточной плотностью в различных группах глиом показал отсутствие статистически значимой зависимости. При оценке корреляции между ИКД и значениями индекса пролиферативной активности Ki-67 отмечена умеренная и выраженная обратная корреляционная зависимость соответственно для глиальных опухолей низкой ($r=-0,43$, $p=0,006$) и высокой ($r=-0,66$, $p=0,004$) степеней злокачественности (рис. 4).

Обсуждение

Как уже отмечалось выше, МРТ широко используется в диагностике объемных образований ЦНС. Тем не менее стандартные T1- и T2-ВИ не всегда позволяют с уверенностью судить о характере новообразования. Техническое развитие



и совершенствование методики МРТ дало возможность разработать целый ряд инструментальных нейровизуализационных исследований, основанных на регистрации протонного электромагнитного излучения. При этом особое значение в диагностике внутримозговых объемных образований придают таким методам исследования, как

протонная МР-спектроскопия, МР-трактография, а также ДВ МРТ [18].

Многие исследования подтверждают высокую эффективность методики протонной МР-спектроскопии в дифференциальной диагностике внутримозговых объемных образований (глиом, лимфом, метастазов, очагов ишемии и т. д.) [19–21]. В свою

очередь, МР-трактография позволяет нейрохирургу получить информацию о состоянии проводящих путей, их смещении или прорастании внутри-мозговой опухолью и на основании полученных данных выбрать верную тактику при выполнении оперативного вмешательства [22, 23]. В настоящее время разработано несколько новых моделей негауссовской диффузии молекул в ткани головного мозга, а именно диффузионно-куртозисной магнитно-резонансной томографии (ДК МРТ) [24]. На сегодняшний день известно несколько исследований, посвященных применению ДВ МРТ в дифференциальной диагностике различных опухолей головного мозга, в том числе глиом. При этом результаты данных исследований неоднозначны и во многом противоречивы. Так, в работе S.D. Chen et al. [11] получены достоверные различия в значениях ИКД глиом низкой и высокой степени злокачественности. Эти данные согласуются с исследованием Y.C. Hu et al. [12].

Это направление активно развивается и в России. Так, отечественными авторами проводились исследования использования ДВ МРТ в диагностике опухолевых и неопухолевых заболеваний головного мозга [24, 25]. На основе обширного материала была показана зависимость ИКД различных образований, в том числе глиальных опухолей, от их гистологической принадлежности. В результате была отмечена возможность дифференциальной диагностики патологических образований с помощью методики ДВ МРТ, а также планирования хирургического лечения.

В работе B. Nakyemez et al. [26] показано, что значения ИКД типических менингиом ($G=I$) головного мозга также достоверно выше значений ИКД атипических и анапластических менингиом ($G=II$, $G=III$). С другой стороны, S.E. Sanverdi et al. [14] при анализе менингиом головного мозга различной степени злокачественности не выявили достоверных различий между ИКД. Аналогичные результаты получены в исследовании G. Pavlisa et al. [15].

При анализе данных мировой литературы нами найдены единичные сообщения, посвященные исследованию корреляционной зависимости между значениями ИКД и индексом Ki-67 для различных опухолей. В исследовании A. Karaman et al. [27] доказано наличие выраженной обратной корреляционной зависимости между этими показателями для немелкоклеточного рака легкого. Однако X. Wu et al. [16] в своем исследовании не обнаружили зависимости между значениями ИКД и индексом Ki-67 для диффузной В-крупноклеточной и фолликулярной лимфом. Для опухолей ЦНС, в частности менингиом, также получены противоречивые результаты. Y. Tang et al. [28] в своем исследовании отмечают статистически значимую корреляцию между значениями ИКД и индексом

Ki-67 как в группе менингиом $G=I$, так и в группах менингиом $G=II$ и $G=III$. В сообщении D.T. Ginat et al. [29] достоверной корреляции между ИКД и индексом Ki-67 для менингиом $G=III$ отмечено не было. Z. Fatima et al. [30] в своем наблюдении также не обнаружили достоверной корреляции между этими показателями. В работе R.F. Barajas et al. [31] оценивались морфологические особенности глиом высокой степени злокачественности, в частности глиобластом, и характеристики ДВИ. Авторы пришли к заключению, что методика ДВ МРТ обладает высокой степенью чувствительности в диагностике рецидива глиобластом, что подтверждалось данными патоморфологического исследования. Исследования по оценке степени злокачественности глиальных опухолей на основе методики ДК МРТ показали статистически значимую корреляцию параметров ДК МРТ с индексами Ki-67/MIB-1 [32]. Следует отметить наблюдение R.J. Young et al. [13], в котором подтверждена корреляционная зависимость между низкими значениями ИКД и амплификацией рецептора эпидермального фактора роста (EGFR, Epidermal Growth Factor Receptor). На наш взгляд, столь неоднозначные результаты, полученные для различных типов опухолей, можно объяснить разными подходами авторов исследований к методике подсчета ИКД по данным ДВИ.

Несмотря на различие в результатах приведенных исследований, полученные нами данные во многом с ними согласуются. Средние значения ИКД глиом низкой степени достоверно выше ИКД глиальных опухолей высокой степени злокачественности. Более того, для всех типов глиом головного мозга характерно наличие статистически значимой корреляционной зависимости между значениями ИКД и индексом пролиферативной активности Ki-67. Полученные данные позволяют нам предположить, что ИКД косвенно отражает патоморфологические изменения в глиомах головного мозга.

Основной целью настоящего исследования является применение ИКД в предоперационной оценке степени злокачественности глиом головного мозга. Полученные нами данные позволяют предположить, что при значениях ИКД менее $950 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ глиальная опухоль имеет злокачественную природу и высокий пролиферативный потенциал. В связи с этим определение степени злокачественности и пролиферативного потенциала глиомы в предоперационном периоде играет одно из первостепенных значений. Методика ДВ МРТ с подсчетом ИКД позволяет нейрохирургу уже на этапе предоперационной подготовки предположить природу опухолевого поражения, определить тактику ведения пациента, особенно при подозрении на глиому головного мозга высокой

степени злокачественности (вид и объем оперативного вмешательства, степень хирургической агрессии, применение различных методов нейронавигации, необходимость применения интраоперационного нейромониторинга, химио- и лучевой терапии), и прогноз для его жизни. Заблаговременное использование всех возможностей современной нейроонкологии (микронейрохирургия, химио-, радио-, иммуно- и таргетная терапия) позволяет увеличить общую выживаемость пациентов со злокачественными формами глиом, в первую очередь с глиобластомами [33]. Доказано, что применение флуоресцентной навигации с 5-аминолевулиновой кислотой позволяет достигнуть максимально возможной степени резекции глиобластомы и, как следствие, добиться увеличения длительности безрецидивного периода у данной группы пациентов [34].

Безусловно, настоящее исследование не лишено недостатков. Так, работа имеет ретроспективный характер и низкую репрезентативность вы-

борки. Для повышения достоверности получаемых результатов требуется проведение исследований с участием большего числа пациентов, с комплексным анализом данных для глиом всех гистологических типов.

Выводы

1. Проведенное исследование наглядно показало, что значения ИКД и индекс пролиферативной активности Ki-67 глиальных опухолей низкой и высокой степени злокачественности имеют достоверные различия.

2. Имеет место корреляционная зависимость между значениями ИКД и индексом Ki-67 для глиом всех степеней злокачественности.

3. Методика ДВ МРТ с подсчетом ИКД, наряду с другими методами исследований, может быть использована в качестве дополнительного неинвазивного метода предоперационной оценки степени злокачественности и пролиферативного потенциала глиом головного мозга.

Литература [References]

- Kleihues P., Cavenee W.K. Pathology and genetics of tumors of the nervous system. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2000.
- Бывальцев В.А., Степанов И.А., Белых Е.Г. Опухолевые стволовые клетки как источник возникновения глиом головного мозга. *Сибирский медицинский журнал*. 2015; 3: 5–9.
[Byval'tsev V.A., Stepanov I.A., Belykh E.G. Tumor stem cells as a source of brain gliomas. *Sibirskiy Medicinskiy Zhurnal (Siberian Medical Journal)*. 2015; 3: 5–9 (in Russ.).]
- Ostrom Q.T., Bauchet L., Davis F.G., Deltour I., Fisher J.L., Langer C.E. et al. The epidemiology of glioma in adults: a "state of the science" review. *Neuro-Oncology*. 2014; 16 (7): 896–913.
- Lau D., Magill S.T., Aghi M.K. Molecularly targeted therapies for recurrent glioblastoma: current and future targets. *Neurosurgical Focus*. 2014; 37 (6): E15.
- Weller M., Cloughesy T., Perry J.R., Wick W. Standards of care for treatment of recurrent glioblastoma – are we there yet? *Neuro-Oncology*. 2013; 15 (1): 4–27.
- Von Neubeck C., Seidlitz A., Kitzler H.H., Beuthien-Baumann B., Krause M. Glioblastoma multiforme: emerging treatments and stratification markers beyond new drugs. *Br. J. Radiol.* 2015; 88 (1053): 20150354.
- Theeler B.J., Gilbert M.R. Advances in the treatment of newly diagnosed glioblastoma. *BMC Medicine*. 2015; 13: 293.
- Kalpathy-Cramer J., Gerstner E.R., Emblem K.E., Andronesi O., Rosen B. Advanced magnetic resonance imaging of the physical processes in human glioblastoma. *Cancer Research*. 2014; 74 (17): 4622–37.
- Zhou J., Tryggstad E., Wen Z., Lal B., Zhou T., Grossman R. et al. Differentiation between glioma and radiation necrosis using molecular magnetic resonance imaging of endogenous proteins and peptides. *Nature Medicine*. 2011; 17 (1): 130–4.
- Byval'tsev V.A., Stepanov I.A., Kalinin A.A., Shashkov K.V. Diffusion-weighted magnetic resonance tomography in the diagnosis of intervertebral disk degeneration. *Biomedical Engineering*. 2016; 50 (4): 253–6.
- Chen S.D., Hou P.F., Lou L., Jin X., Wang T.H., Xu J.L. The correlation between MR diffusion-weighted imaging and pathological grades on glioma. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2014; 18: 1904–9.
- Hu Y.C., Yan L.F., Sun Q., Liu Z.C., Wang S.M., Han Y. et al. Comparison between ultra-high and conventional mono b-value DWI for preoperative glioma grading. *Biomed. Res. Int.* 2013; 15 (3): 330–40.
- Young R.J., Gupta A., Shah A.D., Graber J.J., Schweitzer A.D., Prager A. et al. Potential role of preoperative conventional MRI including diffusion measurements in assessing epidermal growth factor receptor gene amplification status in patients with glioblastoma. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2013; 34 (12): 2271–7.
- Sanverdi S.E., Ozgen B., Oguz K.K., Mut M., Dolgun A., Soylemezoglu F. et al. Is diffusion-weighted imaging useful in grading and differentiating histopathological subtypes of meningiomas? *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (9): 2389–95.
- Pavlis G., Rados M., Pazanin L., Padovan R.S., Ozretic D., Pavlis G. Characteristics of typical and atypical meningiomas on ADC maps with respect to schwannomas. *Clin. Imaging*. 2008; 32 (1): 22–7.
- Wu X., Pertovaara H., Dastidar P., Vornanen M., Paavola L., Marjomäki V. et al. ADC measurements in diffuse large B-cell lymphoma and follicular lymphoma: a DWI and cellularity study. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82 (4): 158–64.
- Abercrombie M. Estimation of nuclear population from microtome sections. *Anat. Rec.* 1946; 94: 239–47.
- Wong K., Young G.S., Makale M., Hu X., Yildirim N., Cui K. et al. Characterization of a human tumorsphere glioma orthotopic model using magnetic resonance imaging. *J. Neuro-Oncology*. 2011; 104 (2): 473–81.
- De la Fuente M.I., Young R.J., Rubel J., Rosenblum M., Tisnado J., Briggs S. et al. Integration of 2-hydroxyglutarate-proton magnetic resonance spectroscopy into clinical practice for disease monitoring in isocitrate dehydrogenase-mutant glioma. *Neuro-Oncology*. 2016; 18 (2): 283–90.

20. He T., Qiu T., Wang X., Gui H., Wang X., Hu Q. et al. Multivoxel magnetic resonance spectroscopy identifies enriched foci of cancer stem-like cells in high-grade gliomas. *Oncotarg. Ther.* 2017; 10: 195–203.
21. Ranjith G., Parvathy R., Vikas V., Chandrasekharan K., Nair S. Machine learning methods for the classification of gliomas: initial results using features extracted from MR spectroscopy. *Neuroradiol. J.* 2015; 28 (2): 106–11.
22. Abhinav K., Yeh F.-C., Mansouri A., Zadeh G., Fernandez-Miranda J.C. High-definition fiber tractography for the evaluation of perilesional white matter tracts in high-grade glioma surgery. *Neuro-Oncology.* 2015; 17 (9): 1199–209.
23. Farshidfar Z., Faeghi F., Mohseni M., Seddighi A., Kharrazi H.H., Abdolmohammadi J. Diffusion tensor tractography in the presurgical assessment of cerebral gliomas. *Neuroradiol. J.* 2014; 27 (1): 75–84.
24. Тоноян А.С., Пронин И.Н., Пицхелаури Д.И., Хачанова Н.В., Фадеева Л.М., Погосбекян Э.Л. и др. Диффузионно-куртозисная МРТ в диагностике злокачественности глиом головного мозга. *Медицинская визуализация.* 2015; 1: 7–18. [Tonoyan A.S., Pronin I.N., Pitskhelauri D.I., Khachanova N.V., Fadeeva L.M., Pogosbekyan E.L. et al. Diffusion kurtosis imaging in diagnostics of brain glioma malignancy. *Meditsinskaya Vizualizatsiya (Medical Visualisation).* 2015; 1: 7–18 (in Russ.).]
25. Серков С.В., Пронин И.Н., Фадеева Л.М., Голанов А.В., Родионов П.В., Корниенко В.Н. Диффузионно-взвешенная МРТ в диагностике объемных образований задней черепной ямки. *Медицинская визуализация.* 2004; 2: 66–75. [Serkov S.V., Pronin I.N., Fadeeva L.M., Golanov A.V., Rodionov P.V., Kornienko V.N. Diffusion weighted MRI in diagnostics of neoplasms of the posterior cranial fossa. *Meditsinskaya Vizualizatsiya (Medical Visualisation).* 2004; 2: 66–75 (in Russ.).]
26. Hakyemez B., Yildirim N., Gokalp G., Erdogan C., Parlak M. The contribution of diffusion-weighted MR imaging to distinguishing typical from atypical meningiomas. *Neuroradiology.* 2006; 48 (8): 513–20.
27. Karaman A., Durur-Subasi I., Alper F., Araz O., Subasi M., Demirci E. et al. Correlation of diffusion MRI with the Ki-67 index in non-small cell lung cancer. *Radiol. Oncol.* 2015; 49 (3): 250–5.
28. Tang Y., Dundamadappa S.K., Thangasamy S., Flood T., Moser R., Smith T. et al. Correlation of apparent diffusion coefficient with Ki67 proliferation index in grading meningioma. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 202 (6): 1303–8.
29. Ginat D.T., Mangla R., Yeane G., Wang H.Z. Correlation of diffusion and perfusion MRI with Ki-67 in high-grade meningiomas. *Am. J. Roentgenol.* 2010; 195 (6): 1391–5.
30. Fatima Z., Motosugi U., Waqar A.B., Hori M., Ishigame K., Oishi N. et al. Associations among q-space MRI, diffusion-weighted MRI and histopathological parameters in meningiomas. *Eur. Radiol.* 2013; 23 (8): 2258–63.
31. Barajas R.F. Jr., Phillips J.J., Parvataneni R., Molinaro A., Essock-Burns E., Bourne G. et al. Regional variation in histopathologic features of tumor specimens from treatment-naïve glioblastoma correlates with anatomic and physiologic MR imaging. *Neuro-Oncology.* 2012; 14 (7): 942–54.
32. Пронин И.Н., Тоноян А.С., Шульц Е.И., Фадеева Л.М., Захарова Н.Е., Горайнов С.А. и др. Диффузионно-куртозисная МРТ в оценке Ki-67/MIB-1 LI глиальных опухолей. *Медицинская визуализация.* 2016; 5: 6–17. [Pronin I.N., Tonoyan A.S., Shul'ts E.I., Fadeeva L.M., Zakharova N.E., Goryaynov S.A. et al. Diffusion kurtosis MRI in assesment of Ki-67/MIB-1 LI in gliomas. *Meditsinskaya Vizualizatsiya (Medical Visualisation).* 2016; 5: 6–17 (in Russ.).]
33. Castro B.A., Aghi M.K. Bevacizumab for glioblastoma: current indications, surgical implications, and future directions. *Neurosurgical Focus.* 2014; 37 (6): E9.
34. Esteves S., Alves M., Castel-Branco M., Stummer W. A pilot cost-effectiveness analysis of treatments in newly diagnosed high-grade gliomas: the example of 5-aminolevulinic acid compared with white-light surgery. *Neurosurgery.* 2015; 76 (5): 552–62.

Сведения об авторах | Information about the authors

Бывальцев Вадим Анатольевич*, д. м. н., заведующий кафедрой нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; главный нейрохирург, ОАО «РЖД»; руководитель Центра нейрохирургии, НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД»»; заведующий научно-клиническим отделом нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-4349-7101 E-mail: byval75vadim@yandex.ru

Степанов Иван Андреевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-9039-9147

Кичигин Александр Иванович, аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-8763-2905

Vadim A. Byvaltsev*, Dr. Med. Sc., Chief of Chair of Neurosurgery and Innovative Medicine, Irkutsk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; Chief Neurosurgeon of Russian Railways; Head of Neurosurgery Center, Road Clinical Hospital at the station of Irkutsk-Passenger, Russian Railways Ltd.; Head of Scientific and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology; Professor of Chair of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-4349-7101 E-mail: byval75vadim@yandex.ru

Ivan A. Stepanov, Postgraduate, Irkutsk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-9039-9147

Aleksandr I. Kichigin, Postgraduate, Irkutsk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-8763-2905

<http://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-111-115>

Лучевая диагностика пневмонодулярного свища как редкого осложнения туберкулезного медиастинита у подростка с генерализованным туберкулезом

Гиллер Д.Б.^{1,*}, Лазарева Я.В.², Мартель И.И.¹, Шехтер А.И.¹, Отс О.Н.¹, Фролова О.П.¹, Щербакова Г.В.¹, Гиллер Б.Д.¹

¹ ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Минздрава России, ул. Достоевского, 4, корп. 2, Москва, 127473, Российская Федерация

Резюме

Низкая частота встречаемости нодулярных свищей может создавать трудности в их диагностике и своевременном лечении. В представленном клиническом наблюдении описана диагностика пневмонодулярного свища у больной туберкулезом множественных локализаций как осложнение туберкулезного медиастинита. Описано проведенное данной пациентке хирургическое лечение и его исход как пример правильной тактики при лечении этого осложнения.

Ключевые слова: туберкулез; медиастинит; свищи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Гиллер Д.Б., Лазарева Я.В., Мартель И.И., Шехтер А.И., Отс О.Н., Фролова О.П., Щербакова Г.В., Гиллер Б.Д. Лучевая диагностика пневмонодулярного свища как редкого осложнения туберкулезного медиастинита у подростка с генерализованным туберкулезом. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 111–5. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-111-115>

Статья поступила 29.06.2018 После доработки 07.11.2018 Принята к печати 21.11.2018

Radiodiagnosis of Pneumonodular Fistula as a Rare Complication of Tuberculous Mediastinitis in a Teenager with Generalized Tuberculosis

Dmitriy B. Giller^{1,*}, Yanina V. Lazareva², Ivan I. Martel¹, Anatoliy I. Shekhter¹, Oleg N. Ots¹, Ol'ga P. Frolova¹, Galina V. Shcherbakova¹, Boris D. Giller¹

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Trubetskaya, 8, stroenie 2, Moscow, 119991, Russian Federation

² National Medical Research Center of Tuberculosis and Infectious Diseases, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Dostoevskogo, 4, korpus 2, Moscow, 127473, Russian Federation

Abstract

The low incidence of nodular fistulas can create difficulties in diagnosis and timely treatment. This clinical observation describes the diagnosis of pneumonodular fistula in a female patient with tuberculosis at multiple sites as a complication of tuberculous mediastinitis. It describes the surgical treatment received by this patient and its outcome as an example of correct treatment policy for this complication.

Keywords: tuberculosis; mediastinitis; fistulas.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Giller D.B., Lazareva Ya.V., Martel' I.I., Shekhter A.I., Ots O.N., Frolova O.P., Shcherbakova G.V., Giller B.D. Radiodiagnosis of pneumonodular fistula as a rare complication of tuberculous mediastinitis in a teenager with generalized tuberculosis. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 111–5 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-111-115>

Received 29.06.2018 Revised 07.11.2018 Accepted 21.11.2018

Введение

Поражение лимфатических узлов средостения не является редкостью. Воспалительный процесс зачастую вовлекает окружающие структуры, что может привести к развитию осложнений туберкулеза, в том числе к формированию свищей [1–8]. Однако частота возникновения фистул при поражении внутригрудных лимфатических узлов невелика, а в мировой литературе подобные случаи представлены ограниченным количеством статей. Во всех найденных нами работах описывалось формирование патологического сообщения лимфоузлов с трахеей или крупными бронхами. Среди нозологий, при которых наблюдалось формирование свищевых ходов между лимфоузлом и окружающими тканями, встречались микобактериоз [9], мукомикоз [10], туберкулез [1, 7, 8, 11]. Причем наиболее часто фистулы формируются у взрослых, в частности в исследовании S.H. Park et al. бронходулярные фистулы описаны только у взрослых пациентов [11], что обусловлено, вероятно, различными механизмами их формирования. У взрослых наиболее часто бронходулярный свищевой ход появляется на фоне трофических нарушений стенки бронха, вызванных компрессией кальцинированного лимфоузла, тогда как у детей и подростков он формируется за счет гнойного расплавления стенки при активном воспалении.

Казеозно-измененные лимфатические узлы как резервуар инфекции оказывают влияние на все образования средостения. В случаях казеозного лимфаденита при активном первичном туберкулезе лимфатические узлы плотно прилегают к стенке бронха или трахеи и иногда обхватывают их в виде муфты. Степень и выраженность поражения стенок бронхов имеет свою последовательность. Процесс развития железисто-бронхиальных поражений начинается с разрыхления капсулы пораженного узла и прорастания ее специфическими грануляциями. Затем специфическая ткань растет в клетчатку, окружающую лимфоузел, и переходит на стенку бронха и слизистую оболочку бронха с дальнейшим ее изъязвлением и перфорацией стенки. При последующем казеозном некрозе и выделении казеозных масс через бронхи возникают микро- и макрофистулы с образованием бронходулярных каверн. В корне легкого при различных проявлениях туберкулеза внутригрудных лимфатических узлов отмечается развитие поражения клетчатки средостения, проходящих в ней сосудов и нервов. При поражении медиастинальных лимфатических узлов и прогрессировании в них туберкулезных изменений может развиваться туберкулезный медиастинит. В случае распространения казеозного процесса за пределы лимфатических узлов возможно вовлечение в специфический процесс контактных отделов легкого

в виде специфической перинодулярной интерстициальной инфильтрации, актинозных очагов и возникновение пневмонотуберкулезных свищей, что является исключительно редким осложнением туберкулеза лимфатических узлов.

Клиническое наблюдение

Пациентка Б., 14 лет, с диагнозом генерализованного туберкулеза после 1 года и 7 мес лечения была направлена в Клинику фтизиопульмонологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. По результатам обследования диагностирован туберкулез множественных локализаций: туберкулез лимфатических узлов, осложненный бронхолегочным поражением верхней доли правого легкого, туберкулезным медиастинитом, пневмонотуберкулезным свищом, туберкулез периферических и мезентериальных лимфатических узлов, печени и селезенки. За 8 мес до поступления пациентка перенесла плеврэктомия слева по поводу туберкулезной эмпиемы плевры. Позднее туберкулез медиастинальных лимфатических узлов осложнился медиастинитом с пневмонотуберкулезным свищом и синдромом верхней полой вены за счет ее сдавления. Сопутствующей патологией был эрозивный гастрит.

При многократном исследовании мокроты методом люминесцентной микроскопии кислотоустойчивых микобактерий не обнаружено. Данных о лекарственной устойчивости микобактерий туберкулеза из операционного материала получено не было. Проводилась противотуберкулезная терапия по первому режиму, с удовлетворительной переносимостью противотуберкулезных препаратов.

При КТ-исследовании органов грудной клетки отмечено массивное поражение внутригрудных лимфатических узлов, в правых отделах верхнего средостения – формирование обширного инфильтрата размером 7×6 см, содержащего крупные конгломераты лимфатических узлов до 3×2,5 см с воздушными вакуолями в периферических отделах и небольшим смещением трахеи влево. Структура узлов неоднородна, с наличием в основном разновеликих участков жидкого и мягкого казеоза. При контрастном усилении наблюдается разрушение капсулы узлов на большом протяжении в конгломерате в верхнем средостении, с распространением казеозных масс на перинодулярную клетчатку. Клетчатка средостения на большом протяжении уплотнена, инфильтрирована, имеются очаги казеификации (рис. 1, а, б, в). В верхней доле правого легкого – перинодулярная интерстициальная инфильтрация и немногочисленные актинозные очаги (рис. 1, г, д, е).

По данным фибробронхоскопии патологии не обнаружено.

25.11.2016 г. пациентке была выполнена операция: видеоассистент-торакоскопическое вскрытие

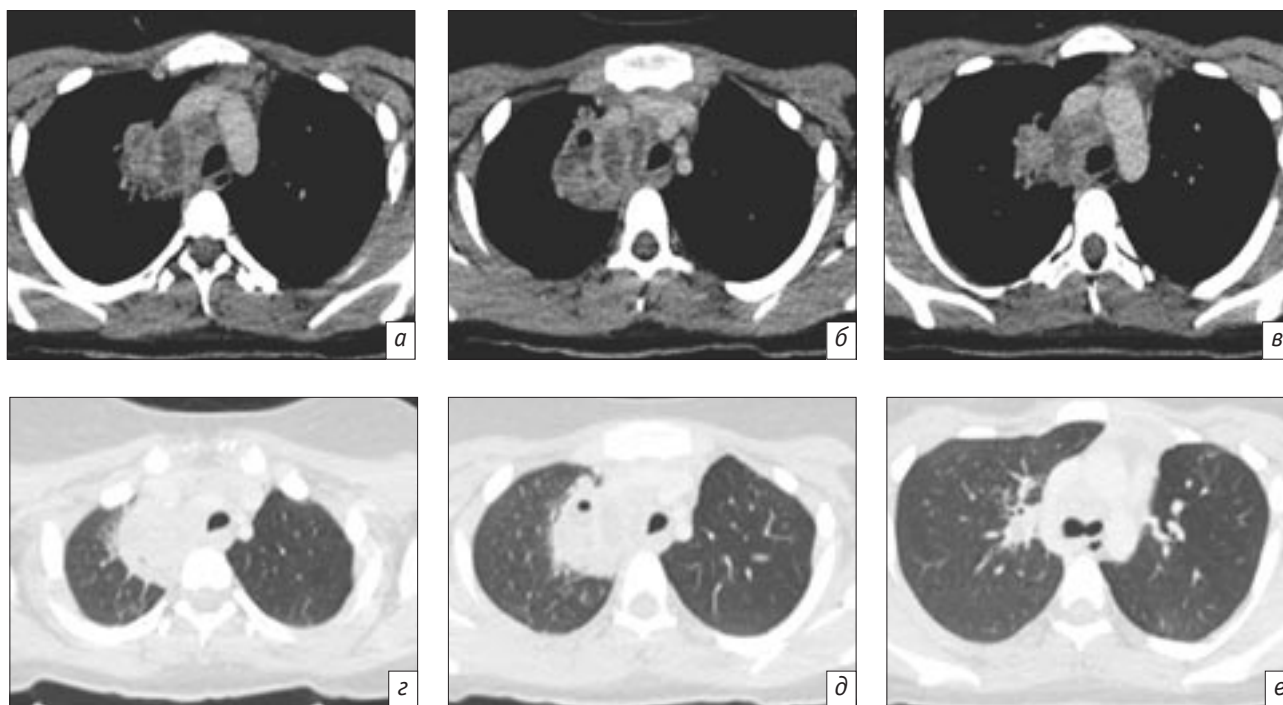


Рис. 1. Компьютерная томография органов грудной клетки в медиастинальном (а, б, в) и легочном (з, д, е) режимах.

Массивное поражение внутригрудных лимфатических узлов, в правых отделах верхнего средостения – формирование обширного инфильтрата 7×6 см, содержащего крупные конгломераты лимфатических узлов до 3×2,5 см с воздушными вакуолями в периферических отделах. Трахея несколько смещена влево. Структура узлов неоднородна, с наличием казеозных масс разной плотности, что соответствует участкам жидкого и мягкого казеоза. При контрастном усилении капсулы лимфатических узлов частично или полностью разрушены, с распространением казеозных масс на перинодулярную клетчатку средостения. Клетчатка средостения на большом протяжении уплотнена, инфильтрирована, имеются очаги казеификации (а, б, в). Мелкие вакуоли дорзальных отделов конгломерата лимфатических узлов верхнего средостения сообщаются с деформированными бронхами контактных отделов паренхимы легкого. В верхней доле правого легкого – перинодулярная интерстициальная инфильтрация и немногочисленные ацинозные очаги (з, д, е)

медиастина, санация и дренирование средостения справа. Интраоперационно плевральная полость была заращена плотными кровотоочивыми сращениями в проекции средостения. При выделении легкого до корня вскрылся гнойник выше дуги непарной вены, пенетрировавший в легочную паренхиму. На висцеральной плевре отпрепарированного от медиастинального инфильтрата легкого на границе второго и третьего сегментов визуально определялся участок гнойного расплавления до 4 мм диаметром, являвшийся причиной патологического сообщения бронхиального дерева с полостью деструкции в средостении. Субплевральные отделы легкого в этой проекции были инфильтрированы. В средостении определялось напряженное, флюктуирующее образование диаметром до 6 см (рис. 2, а), занимающее всю паратрахеальную зону от купола до непарной вены. После вскрытия медиастинальной плевры над флюктуацией эвакуировано 10 мл жидкого казеоза и фрагментов расплавленных лимфатических узлов (рис. 2, б). Полость выскоблена ложкой Фолькмана и промыта перекисью водорода (рис. 2, в), в нее засыпан порошок амикацина. Послеоперационный период прошел без осложнений. Заклю-

чение при гистологическом исследовании операционного материала: хроническое гнойное воспаление.

Послеоперационный период – неосложненный. При выписке по данным КТ-исследования отмечена положительная динамика. Через 4 мес после операции в III сегменте правого легкого наблюдается малая зона перибронхиального склероза. Очагов не выявлено (рис. 3, а, б). Трахея не смещена, клетчатка средостения однородно уплотнена, без деформации структур средостения. Очагов патологической плотности в лимфатических узлах не обнаружено (рис. 3, в).

Из хирургического отделения пациентка была выписана в удовлетворительном состоянии. При контрольном обследовании через 1 год 7 мес после операции самочувствие больной хорошее, обострений туберкулеза не отмечено, продолжает получать курс противотуберкулезной химиотерапии в стационаре.

Обсуждение

Низкая частота встречаемости нодулярных свищей может создавать трудности в их диагностике и своевременном лечении. В клинической

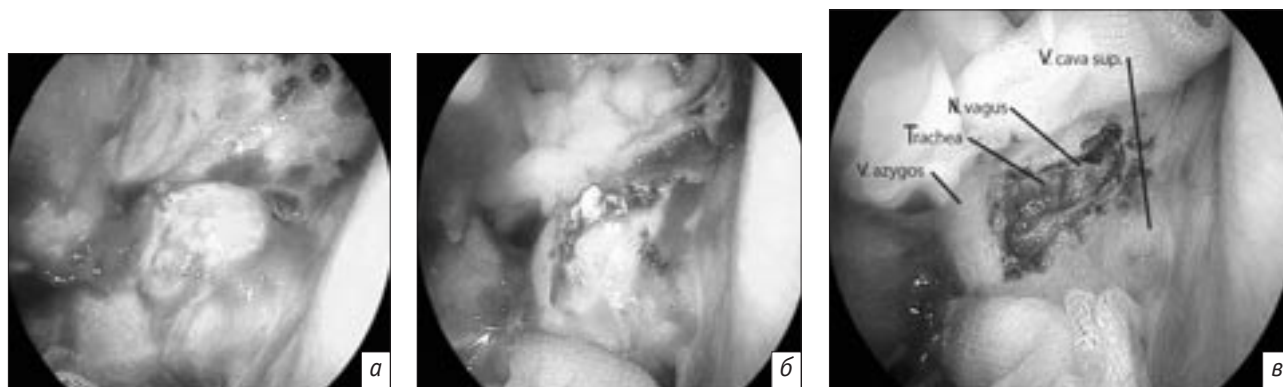


Рис. 2. Этапы операции больной Б.:

а – вид медиастинального инфильтрата в паратрахеальной зоне до его вскрытия; б – после рассечения медиастинальной плевры из средостения под давлением выделяются жидкие казеозные массы; в – вид средостенной раны после удаления казеоза и патологических тканей



Рис. 3. КТ-исследование органов грудной клетки. В III сегменте правого легкого отмечается малая зона перибронхиального склероза. Очагов не выявлено (а, б). Трахея не смещена. Клетчатка средостения однородно уплотнена, без деформации структур средостения. Очаги патологической плотности в лимфатических узлах отсутствуют (в)

практике детских торакальных хирургов туберкулез внутригрудных лимфатических узлов может встречаться в сочетании с врожденными пороками развития легких, такими как секвестрация, гипоплазия или аплазия легкого, поликистоз, бронхоэктазии. Показания к оперативному лечению туберкулеза внутригрудных лимфатических узлов могут быть выставлены уже через 4–6 мес неэффективной химиотерапии либо ранее, если процесс принимает осложненное течение.

В зависимости от выраженности патологического процесса и наличия осложнений могут выполняться следующие хирургические вмешательства:

- лимфодулотомия, то есть вскрытие и кюретаж лимфатического узла с удалением казеозных масс и, как правило, обработкой ложа лимфатического узла трихлоруксусной кислотой или другим сильным антисептиком;

- лимфодулэктомия – более радикальная операция, при которой удаление лимфатического узла выполняется вместе с капсулой, а в случае перехода казеозного расплавления на окружающие ткани – с прилежащей клетчаткой;

- лимфодулэктомия с циркулярной (манжетной) или клиновидной резекцией бронха – по-

казана в случае перехода туберкулезного расплавления на стенку бронха с появлением бронхонодулярного свища, при отсутствии выраженных патологических изменений в легочной ткани;

- лимфодулэктомия в сочетании с резекцией легкого или пневмонэктомией – применяется при сочетанном поражении внутригрудных лимфатических узлов и легкого или расплавлении стенки бронха на большом протяжении, когда технически невозможно выполнить резекцию бронха.

Заключение

В представленном клиническом наблюдении у больной туберкулезом множественных локализаций был диагностирован пневмонотуберкулезный свищ как осложнение туберкулезного медиастинита. Благоприятный исход выполненного пациентке хирургического лечения позволяет сделать вывод о правильной тактике, выбранной для лечения этого редкого осложнения.

Стоит обратить внимание на разницу в рентгенологической картине нодулярных свищей у подростков и взрослых пациентов, у которых, как правило, отмечаются подкапсульные кальцинаты в структуре лимфатического узла.

Литература [References]

1. Bae K., Jeon K.N., Kim H.C., Suh Y.S., Lee G.D., Kim J.Y. et al. Tuberculosis presenting as isolated bronchodistal fistula in a patient with systemic lupus erythematosus. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (45): e8764. DOI: 10.1097/MD.00000000000008764
2. Kuhtin O., Veith M., Alghanem M., Martel I., Giller D., Haas V., Lampl L. Thoracoplasty – current view on indication and technique. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* DOI: 10.1055/s-0038-1642633
3. Гиллер Д.Б., Шайхайев А.Я., Васильева И.А., Зюзя Ю.Р., Ениленис И.И., Асанов Б.М. и др. Эффективность частичных резекций легких у больных туберкулезом с множественной лекарственной устойчивостью. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2008; 85 (5): 6–10. [Giller D.B., Shayhayev A.Ya., Vasil'eva I.A., Zyuzya Yu.R., Enilenis I.I., Asanov B.M. et al. Partial lung resections efficacy in patients with multi drug resistant tuberculosis. *Problemy Tuberkuleza i Bolezney Legkikh (Problems of Tuberculosis and Lung Diseases)*. 2008; 85 (5): 6–10 (in Russ.).]
4. Drebov R., Brankov O., Panov M., Shivachev Kh., Iotov I., Sürbianova N. Surgical aspects of primary tuberculosis in children: clinical presentation and indications for surgical treatment. *Khirurgia (Sofia)*. 2006; 6: 12–5.
5. Hewitson J.P., Von Oppel U.O. Role of thoracic surgery for childhood tuberculosis. *World J. Surg.* 1997; 21 (5): 468–74.
6. Гиллер Д.Б., Гиллер Б.М., Гиллер Г.В., Дрыга О.П., Кузьмина Н.М. Хирургическое лечение больных остро прогрессирующим туберкулезом легких. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2004; 10: 23–30. [Giller D.B., Giller B.M., Giller G.V., Dryga O.P., Kuz'mina N.M. Surgical treatment of patients with acute progressive pulmonary tuberculosis. *Problemy Tuberkuleza i Bolezney Legkikh (Problems of Tuberculosis and Lung Diseases)*. 2004; 10: 23–30 (in Russ.).]
7. Митинская Л.А. Туберкулез у детей. Москва: Кудесники; 2004. [Mitinskaya L.A. Tuberculosis in children. Moscow: Kudesniki; 2004 (in Russ.).]
8. Гиллер Д.Б. (ред.) Хирургия туберкулеза у детей. М.: Альди-принт; 2016. [Giller D.B. (Ed.). Surgery of tuberculosis in children. Moscow: Al'di-print; 2016 (in Russ.).]
9. Dornetzhuber V., Martis R., Burjanova B., Pavukova K., Turzova M., Vincurova M. Pulmonary mycobacteriosis caused by *Mycobacterium xenopi*. Report of a case. *Eur. J. Respir. Dis.* 1982; 63 (4): 293–7.
10. Kim K.H., Choi Y.W., Jeon S.C., Shin D.H., Jung J.I., Seo H.S. et al. Mucormycosis of the central airways: CT findings in three patients. *J. Thorac. Imaging*. 1999; 14 (3): 210–4.
11. Park S.H., Jeon K.N., Park M.J., Bae K., Cho S.B., Kim H.C. et al. Tuberculous bronchodistal fistula in adult patients: CT findings. *Jpn J. Radiol.* 2015; 33: 360–5.

Сведения об авторах | Information about the authors

Гиллер Дмитрий Борисович*, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой фтизиопульмонологии и торакальной хирургии им. М.И. Перельмана, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-1946-5193

E-mail: giller-thorax@mail.ru

Лазарева Янина Викторовна, д. м. н., врач отделения лучевой диагностики, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-7855-225X

Мартель Иван Иванович, д. м. н., профессор кафедры фтизиопульмонологии и торакальной хирургии им. М.И. Перельмана, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-7514-7320

Шехтер Анатолий Ильич, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3220-9442

Отс Олег Николаевич, д. м. н., профессор кафедры фтизиопульмонологии и торакальной хирургии им. М.И. Перельмана, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-6724-2061

Фролова Ольга Петровна, д. м. н., профессор кафедры фтизиопульмонологии и торакальной хирургии им. М.И. Перельмана, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-2372-5341

Щербак Галина Владимировна, к. м. н., доцент кафедры фтизиопульмонологии и торакальной хирургии им. М.И. Перельмана, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-2541-8692

Гиллер Борис Дмитриевич, клинический ординатор, ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-9159-0023

Dmitriy B. Giller*, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Chair of Phthisiopulmonology and Thoracic Surgery named after M.I. Perel'man, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-1946-5193

E-mail: giller-thorax@mail.ru

Yanina V. Lazareva, Dr. Med. Sc., Doctor of Radiology Department, National Medical Research Center of Tuberculosis and Infectious Diseases, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-7855-225X

Ivan I. Martel', Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Phthisiopulmonology and Thoracic Surgery named after M.I. Perel'man, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-7514-7320

Anatoliy I. Shekhter, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Radiology and Radiotherapy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3220-9442

Oleg N. Ots, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Phthisiopulmonology and Thoracic Surgery named after M.I. Perel'man, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-6724-2061

Ol'ga P. Frolova, Dr. Med. Sc., Professor of Chair of Phthisiopulmonology and Thoracic Surgery named after M.I. Perel'man, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-2372-5341

Galina V. Shcherbakova, Cand. Med. Sc., Associate Professor of Chair of Phthisiopulmonology and Thoracic Surgery named after M.I. Perel'man, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-2541-8692

Boris D. Giller, Clinical Resident, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-9159-0023

Роль МРТ диффузионно-взвешенного исследования и МР-исследования с динамическим контрастным усилением в корреляции с системой Adnexa MR scoring system в диагностике опухолей яичников

Олимов Б.П.^{1, *}, Коссов Ф.А.¹, Стрельцова О.Н.², Панов В.О.^{1, 2}, Паниченко И.В.², Буйденко Ю.В.², Тюрин И.Е.^{1, 2}

¹ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России,

ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, Москва, 125993, Российская Федерация

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Каширское ш., 23, Москва, 115478, Российская Федерация

Резюме

Проанализированы данные зарубежных и отечественных исследований, опубликованных за последние 10 лет, посвященных основным методам и подходам лучевой диагностики объемных образований яичников, как на основе ультразвукового исследования с цветовым доплеровским картированием, так и использования комплексных подходов магнитно-резонансной томографии (МРТ) в комбинации рутинной МРТ, диффузионно-взвешенных исследований и динамической МРТ с контрастным усилением. Показано, что только комплексное внедрение вышеуказанных методов лучевой диагностики позволяет достичь необходимой чувствительности и специфичности диагностики опухолей яичников. Рассмотрена система оценки с использованием индекса риска злокачественности опухолей яичников с учетом менопаузального статуса, онкомаркера СА-125 и данных УЗИ. Представлена Adnexa MR scoring system, основанная на системе BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System), со схемами подсчета и анализа риска злокачественности опухолей яичников с учетом определенных МР-критериев.

Ключевые слова: объемные образования яичников; магнитно-резонансная томография; диффузионно-взвешенные изображения; динамическая магнитно-резонансная томография с контрастным усилением; индекс риска злокачественности; Adnexa MR scoring system.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Олимов Б.П., Коссов Ф.А., Стрельцова О.Н., Панов В.О., Паниченко И.В., Буйденко Ю.В., Тюрин И.Е. Роль МРТ диффузионно-взвешенного исследования и МР-исследования с динамическим контрастным усилением в корреляции с системой Adnexa MR scoring system в диагностике опухолей яичников. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 116–24. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-116-124>

Статья поступила 04.10.2018 После доработки 01.11.2018 Принята к печати 15.11.2018

The Role of Diffusion-weighted MRI and Follow-up Contrast-enhanced MRI in Correlation with the Adnexa MR Scoring System in the Diagnosis of Uterine Appendage Tumors

Bekhruz P. Olimov^{1, *}, Filipp A. Kossov¹, Ol'ga N. Strel'tsova², Vadim O. Panov^{1, 2}, Igor' V. Panichenko², Yuriy V. Buydenok², Igor' E. Tyurin^{1, 2}

¹ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Barrikadnaya, 2/1, stroenie 1, Moscow, 125993, Russian Federation

² N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation, Kashirskoe shosse, 23, Moscow, 115478, Russian Federation

Abstract

The paper analyzes the data available in the foreign and Russian literature over the past 10 years on main radiodiagnostic techniques and approaches in case of ovarian space-occupying lesions, by using both ultrasonic color Doppler mapping and complex MRI approaches in combination with routine MRI, diffusion-

weighted MRI studies, and follow-up contrast-enhanced MRI. It shows that only the comprehensive introduction of the above radiodiagnostic techniques can achieve the necessary sensitivity and specificity of diagnosis of ovarian tumors. The system for assessing the risk index for ovarian tumor malignancy is discussed, by taking into account the menopausal status, the tumor marker CA-125, and ultrasonographic findings. The paper presents the Adnexa MR scoring system based on the breast imaging-reporting and data system (BI-RADS) that gives schemes for calculating and analyzing the risk of ovarian tumor malignancy in terms of certain MR criteria.

Keywords: ovarian tumors; magnetic resonance imaging; diffusion weighted images; dynamic contrast enhancement; index risk of malignant; Adnexa MR scoring system.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Olimov B.P., Kossov F.A., Strel'tsova O.N., Panov V.O., Panichenko I.V., Buydenok Yu.V., Tuyrin I.E. The role of diffusion-weighted MRI and follow-up contrast-enhanced MRI in correlation with the Adnexa MR scoring system in the diagnosis of uterine appendage tumors. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 116–24 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-116-124>

Received 04.10.2018 Revised 01.11.2018 Accepted 15.11.2018

Злокачественные опухоли яичников (ЗОЯ) занимают 7-е место по частоте встречаемости и 8-е – среди причин смертности в структуре онкологической заболеваемости женщин. Ежегодно в мире регистрируется 239 тыс. новых случаев и 152 тыс. летальных исходов от ЗОЯ, так как на ранней стадии их выявляют лишь в 25% случаев из-за отсутствия надежных специфических диагностических тестов [1]. В результате пациенток с якобы «простыми кистами» яичников, опухолями малого таза неясных генеза и локализации или даже «миомами матки» длительно наблюдают [2]. Верификация рака яичников (РЯ) – отдельная проблема, так как биопсия образований яичников (ОЯ) запрещена из-за высокого риска диссеминации. Частота диагностических ошибок до операции для ЗОЯ составляет 25–51%, и на 1-е место в дооперационной дифференциальной диагностике ЗОЯ и доброкачественных ОЯ (ДОЯ) выходят лучевые методы [3]. Для выявления большинства ОЯ вполне достаточно ультразвукового исследования (УЗИ) [4]. УЗИ с цветовым доплеровским картированием (ЦДК) является необходимым этапом диагностики ОЯ. УЗИ с ЦДК надежно выявляет неангиогенез в ОЯ, а в диагностике отдельных вариантов ОЯ метод достигает чувствительности 84% и специфичности – 82%. Бессимптомные анэхогенные ОЯ размером, по данным УЗИ, менее 5 см – в пременопаузе и менее 1 см – в постменопаузе имеют низкий риск злокачественности, и дальнейшее наблюдение таких пациенток не требуется [5].

Индекс риска малигнизации (ИРМ) ЗОЯ рассчитывают на основе менопаузального статуса («М», балл) по онкомаркеру СА-125 сыворотки крови и признакам злокачественности по данным УЗИ («У», балл) (табл. 1). ИРМ более 200 указывает на высокий риск наличия ЗОЯ, и таких пациенток необходимо направлять в специализированные учреждения для стадирования и оценки распространенности опухолевого процесса с помощью КТ. ИРМ менее 25 позволяет исключить ЗОЯ, для этих пациенток достаточно наблюдения в динамике, но при появлении признаков малигнизации в этой группе, а также всем больным с ИРМ=25–200 рекомендуется провести МРТ для более точной характеристики ОЯ [6].

Точность МРТ в диагностике ДОЯ и ЗОЯ составляет от 88 до 93% [7]. Другие исследователи [8] при сравне-

Таблица 1

Алгоритм расчета индекса риска малигнизации [6]

Параметр	Описание
«У», балл	Количество злокачественных признаков по данным УЗИ
0	Нет признаков злокачественности
1	1 признак злокачественности
3	2 и более признаков злокачественности
«М», балл	Менопаузальный статус пациентки
1	Пременопауза
3	Постменопауза
ИРМ	Вычисление с помощью уравнения: $ИРМ = У \times М \times \text{уровень СА-125}$
>200	Высокий риск → направить в специализированное онкологическое учреждение → стадирование с помощью КТ
25–200	Средний риск → выполнить МРТ для более точной характеристики ОЯ
<25	Низкий риск → данные должны быть повторно перепроверены в первичном лечебном учреждении → если по данным УЗИ отмечаются признаки, подозрительные в отношении злокачественности → рекомендуется дообследование по МРТ

нии двух методов диагностики для характеристики ОЯ получили следующие результаты: МРТ имеет чувствительность 96,6%, специфичность – 83,7%, точность – 88,9%, УЗИ – 100, 39,5 и 63,9% соответственно.

При рутинной МРТ ОЯ основными являются Т1- и Т2-взвешенные изображения (Т1-ВИ и Т2-ВИ) без и с подавлением сигнала от жировой ткани, которые помогают в выявлении геморрагического и жирового компонентов солидных структур, серозного и муцинозного характера содержимого кистозной части ОЯ. Рутинная МРТ эффективна в выявлении ОЯ, хотя не всегда является специфичной [9]. Диффузионно-взвешенные изображения с построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ДВИ с ИКД) и динамическая МРТ с контрастным усилением (ДМРТКУ) позволяют повысить специфичность МРТ в оценке ОЯ. Добавление ДВИ с ИКД и ДМРТКУ увеличивает диагностическую точность МРТ на 15–25%, с ростом общей точности такой комплексной МРТ ОЯ до 90–94%, а значит, включение их в протокол МРТ-диагностики ОЯ необходимо [10].

Таблица 2

Изменение сигнала ОЯ при комбинированном использовании Т2-ВИ и ДВИ [11]

Т2-ВИ	b 0	b 1000	ADC	ДВИ «ограничение»	Эффект	Ткань	Диагноз
○	○	●	○	Нет	–	Жидкость	Киста яичника, фолликулярная киста
●	○	○	○	Нет	Эффект просветления на Т2-ВИ	Жидкость	Муцинозная киста
○ ●	○ ●	○	●	Да	–	Солид, геморрагический, муцин, ЗОЯ, ДОЯ	Гематома, геморрагическая киста, ЗОЯ, абсцесс, фиброма с дегенерацией
●	●	●	●	Нет	Эффект затемнения на Т2-ВИ	Фиброз	Лейомиома, фиброма, текома, опухоль Бреннера
●	○ ●	○	○	Да	–	Жир	Дермоидная киста

Примечание. Интенсивность сигналов: ○ – высокий; ● – промежуточный; ● – низкий.

Таблица 3

Сравнение уровня сигнала на ДВИ в четырех группах первичных ОЯ [18]

Тип патологии	Уровень интенсивности сигнала на ДВИ образований яичников				Всего
	низкий	промежуточный	высокий	смешанный	
ПКЯ	12	3	4	3	22
Эндометриоидные кисты	3	–	20	10	33
ДОЯ	6	14	18	5	43
ЗОЯ	1	4	27	10	42
Всего	22	21	69	28	140

При проспективном анализе ДВИ в комбинации с Т2-ВИ показано [11], что солидные компоненты ДОЯ имели низкую интенсивность МР-сигнала на ДВИ и Т2-ВИ, а для ЗОЯ были характерны МР-сигналы средней интенсивности на Т2-ВИ и более высокие – на ДВИ (табл. 2). Согласно обновлённой версии рекомендаций Европейского общества урогенитальной радиологии (2017 г.), при ОЯ неясной природы, по данным УЗИ и КТ, целесообразно включение ДВИ в рутинный протокол МРТ для дифференциальной диагностики ОЯ. Например, ОЯ преимущественно солидной структуры с низким МР-сигналом на Т2-ВИ и ДВИ чаще оказываются доброкачественными независимо от интенсивности накопления МР-контрастного средства (МРКС). Данная методика МРТ повышает диагностическую точность на 15% [12].

По данным S. Mansour et al. [13], анализ ДВИ с ИКД (фактор b=0, 500, 1000 и 1500) 235 пациенток показала, что все ЗОЯ имели высокую интенсивность МР-сигнала, а ДОЯ и пограничные ОЯ – только в 15,2 и 27,7% случаев соответственно ($p < 0,05$). ИКД у ЗОЯ и ДОЯ достоверно не различались ($p = 0,333$), возможно, это связано с высокой плотностью ткани и низким содержанием воды. В целом при оценке ОЯ по данным ДВИ диагностические показатели составили: чувствительность – 93,3%, специфичность – 85,0%, точность – 82,3%, положительные прогностические значения – 88,5%, отрицательные – 94,4%.

При сравнении данных ДВИ и КТ первый метод показал высокую информативность в выявлении ОЯ без введения РКС, что позволяло использовать ДВИ и у пациентов с терминальными стадиями почечной недостаточности [14]. По результатам сравнения «случай–контроль» для оценки диагностического значения КТ и МРТ с ДВИ

в дифференциальной диагностике ОЯ было показано [15], что оба метода можно считать достаточно эффективными для дифференциальной диагностики ОЯ, но второй обладал более высокими диагностическими показателями: точность МРТ с ДВИ – 89,77%, чувствительность – 93,1%, специфичность – 83,3%, тогда как у КТ – 81,82, 84,48 и 76,67% соответственно [15, 16].

Некоторые исследователи считают, что само по себе получение только ДВИ с ИКД не является достаточным в дифференциальной диагностике ЗОЯ и ДОЯ, так как ДВИ с ИКД дают дополнительную информацию только в комплексе с рутинной МРТ [17]. При анализе данных 139 пациенток с патоморфологически подтверждённым диагнозом ОЯ 69 из 140 выявленных образований имели повышенный МР-сигнал на ДВИ при его измерении от всего ОЯ, независимо от типа поражений яичников. Различия в интенсивности МР-сигнала на ДВИ в каждой группе (табл. 3) были статистически значимыми, за исключением эндометриоидных кист и ЗОЯ, потому что у этих ОЯ отмечался высокий МР-сигнал на ДВИ. При этом интенсивность МР-сигнала ДОЯ (за исключением эндометриоидных кист) и ЗОЯ на ДВИ статистически достоверно различалась. Была дополнительно выявлена большая вариабельность значений ИКД: средний ИКД в простых кистах яичников (ПКЯ) был выше, чем в других группах ОЯ, но достоверной разницы на картах ИКД между ними и ДОЯ не было выявлено. Отмечена значительная разница максимальных значений ИКД между ДОЯ и ЗОЯ, хотя среднее значение в этих группах достоверно не отличалось [18].

По результатам метаанализа данных 21 публикации достоверной разницы ИКД ДОЯ и ЗОЯ также не выявлено.

Анализ подгрупп эпителиальных и неэпителиальных ОЯ показал, что значения ИКД были выше в группе эпителиальных ЗОЯ. При сравнении ДОЯ и ЗОЯ более высокое значение ИКД отмечено у ОЯ, имеющих только кистозный компонент, по сравнению с группами кистозно-солидных образований [19].

Только изолированный ИКД все же нельзя считать эффективным в дифференциации ДОЯ и ЗОЯ, так как статистически значимых различий по этому показателю не выявлено, а средние значения ИКД при ЗОЯ и ДОЯ часто перекрываются из-за наличия небольших некротических или кистозных включений в солидном компоненте ЗОЯ и десмопластической реакции стромы или скопления жидкости, находящейся между папиллярными пристеночными компонентами. Снижение среднего значения ИКД в ДОЯ объясняется наличием обильных коллагенообразующих фибробластических клеток и плотной сети коллагеновых волокон во внеклеточном матриксе [20].

Повышение ИКД кистозных компонентов по сравнению с солидными компонентами в ДОЯ и ЗОЯ связано с их пониженной вязкостью. ИКД коррелирует с концентрацией белка жидкого содержимого кист и повышается при наличии геморрагического или муцинозного компонентов [21]. Включение в анализ значений МР-сигнала ДВИ с картой ИКД от всей структуры ОЯ, которая часто содержит кистозный/солидный компоненты, а иногда и сохранившуюся часть яичника, увеличивает варибельность результатов. В целом, чтобы уменьшить вероятность ошибок ДВИ с картами ИКД, следует интерпретировать их только вместе с данными T1-ВИ и T2-ВИ. Возможность изолированного применения ДВИ с ИКД в дифференциальной диагностике ДОЯ и ЗОЯ остается diskutabelной [17].

Повысить эффективность МРТ при ОЯ может ДМРТКУ, которая, по данным разных авторов, позволяет увеличить чувствительность МРТ с 70–82 до 77–84%, а специфичность – с 87–98 до 94–99% [22]. При ретроспективном анализе диагностической эффективности ДМРТКУ у 41 пациентки с РЯ оказались значимыми следующие фармакокинетические параметры после в/в введения МРКС: максимальная амплитуда изменения МР-сигнала или амплитуда усиления (АУ), время достижения 1/2 амплитуды увеличения сигнала ($T_{max, 1/2}$), максимальный наклон кривой (МНК) зависимости МР-сигнала от времени. АУ была достоверно выше у ЗОЯ по сравнению с ДОЯ ($p < 0,001$) и пограничными ОЯ ($p < 0,05$). $T_{max, 1/2}$ было больше у ДОЯ по сравнению с пограничными ОЯ ($p < 0,05$) и ЗОЯ ($p < 0,01$). МНК имел достоверно большее значение у ЗОЯ по сравнению с ДОЯ ($p < 0,001$) и пограничными ОЯ ($p < 0,001$). Индекс охвата пероцитов оказался ниже у ЗОЯ, чем у пограничных ОЯ ($p < 0,05$) и ДОЯ ($p < 0,05$). Иммуногистохимическая экспрессия РСЭФР-2 при ЗОЯ была сильнее, чем при ДОЯ и пограничных ОЯ ($p < 0,05$). ДМРТКУ в комплексе с исследованием опухолевого ангиогенного статуса надежнее различает пограничные ОЯ и ЗОЯ, выявляет ЗОЯ на ранних стадиях [23].

ДМРТКУ до операции у 37 пациенток с РЯ [24] также показала активное накопление МРКС при РЯ по сравнению с неизменной тканью миометрия. В качестве данных фармакокинетического анализа использовали от-

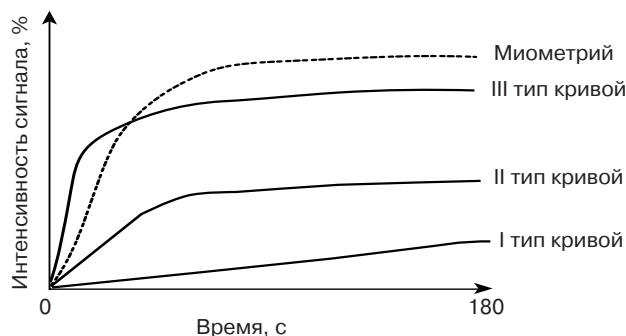


Рис. 1. График кривой интенсивности МР-сигнала

ношения АУ, T_{max} , МНК к начальной площади под кривой в течение первых 60 с после в/в введения МРКС (НППК60с) в тканях ЗОЯ и миометрия (АУс, T_{max} с, МНКс и НППК60с соответственно). НППК60с была наиболее важным критерием для дифференциации ДОЯ и пограничных ОЯ с ЗОЯ, у которых этот показатель был достоверно выше. Комбинация МНКс и НППК60с позволяет разработать решающее правило дифференциальной диагностики ОЯ с уровнем точности более 81%. Были определены три основных типа динамических кривых зависимости МР-сигнала от времени при ДМРТКУ (рис. 1).

На рисунке 2 [26] представлен I тип динамической кривой, с постепенным медленным повышением интенсивности МР-сигнала после в/в введения МРКС, что чаще характерно для ДОЯ.

На рисунке 3 [26] представлена динамическая кривая II типа, с постепенным умеренным повышением (ниже, чем III тип, и выше, чем I тип динамической кривой) после в/в введения МРКС.

На рисунке 4 [26] представлена динамическая кривая III типа, с быстрым и активным ростом и последующим медленным спадом или формированием плато, что специфично для ЗОЯ [12].

Рандомизированное исследование с анализом данных ДМРТКУ 102 пациенток с ОЯ с сопоставлением трех типов кривых зависимости интенсивности МР-сигнала от времени и трех полуколичественных параметров (АУ, МНК и T_{max}) [26] показало, что 59 (83%) из 71 ЗОЯ имели динамические кривые III типа, 9 (56%) из 16 пограничных ОЯ – II тип кривой, а у 10 (67%) из 15 ДОЯ кривая была I типа, со статистически значимой разницей между ЗОЯ и ДОЯ ($p < 0,001$) и между ЗОЯ и пограничными ОЯ ($p < 0,001$). МНК у ЗОЯ был выше, чем у ДОЯ ($p < 0,001$, $p = 0,013$). T_{max} было меньше при ЗОЯ, чем при ДОЯ ($p < 0,001$). Аналогичные изменения были выявлены для T_{max} пограничных ОЯ по сравнению с ДОЯ ($p = 0,007$).

При поиске различий между пограничными ОЯ и ЗОЯ, пограничными ОЯ и ДОЯ типы кривых ДМРТКУ сами по себе были менее эффективны. Для повышения точности диагностики необходимо использовать комбинацию типа кривых и параметров полуколичественного анализа зависимости изменения МР-сигнала от времени после в/в введения МРКС [27]. При этом АУ, по данным одних авторов [28], оказалась выше у ЗОЯ, чем у пограничных ОЯ или ДОЯ, а у других – АУ ЗОЯ была несколько ниже, чем у пограничных ОЯ, но превышала таковую у ДОЯ ($p > 0,05$) [23]. Пограничные ОЯ сложно



Рис. 2. МРТ малого таза (а). Фиброма левого яичника. На аксиальном T2-ВИ с подавлением сигнала от жира в левом яичнике определяется объемное образование (белые стрелки) солидной структуры. После введения МРКС на T1-ВИ с подавлением сигнала от жира (б) отмечается менее активное накопление МРКС образованием (темно-серый ROI) по сравнению с неизменным миометрием (белый ROI). Образованию соответствует I тип динамической кривой (в)



Рис. 3. МРТ малого таза (а). Серомуцинозное пограничное ОЯ. На аксиальном T2-ВИ с подавлением сигнала от жира в правом яичнике отмечается объемное образование с пристеночным компонентом (белые стрелки). После введения МРКС на T1-ВИ с подавлением сигнала от жира (б) визуализируется постепенное накопление МРКС пристеночным компонентом по сравнению с неизменным миометрием (белый ROI). Пристеночному компоненту соответствует II тип кривой (в)



Рис. 4. МРТ малого таза (а). Серозная аденокарцинома яичников. На аксиальном T2-ВИ с подавлением сигнала от жира в обоих яичниках отмечаются объемные образования (белые стрелки) с перитонеальными депозитами (черные стрелки) и асцитом. После введения МРКС на T1-ВИ с подавлением сигнала от жира (б) отмечается активное накопление МРКС солидным компонентом (темно-серый ROI) по сравнению с неизменным миометрием (белый ROI). Сольному компоненту соответствует III тип кривой (в)

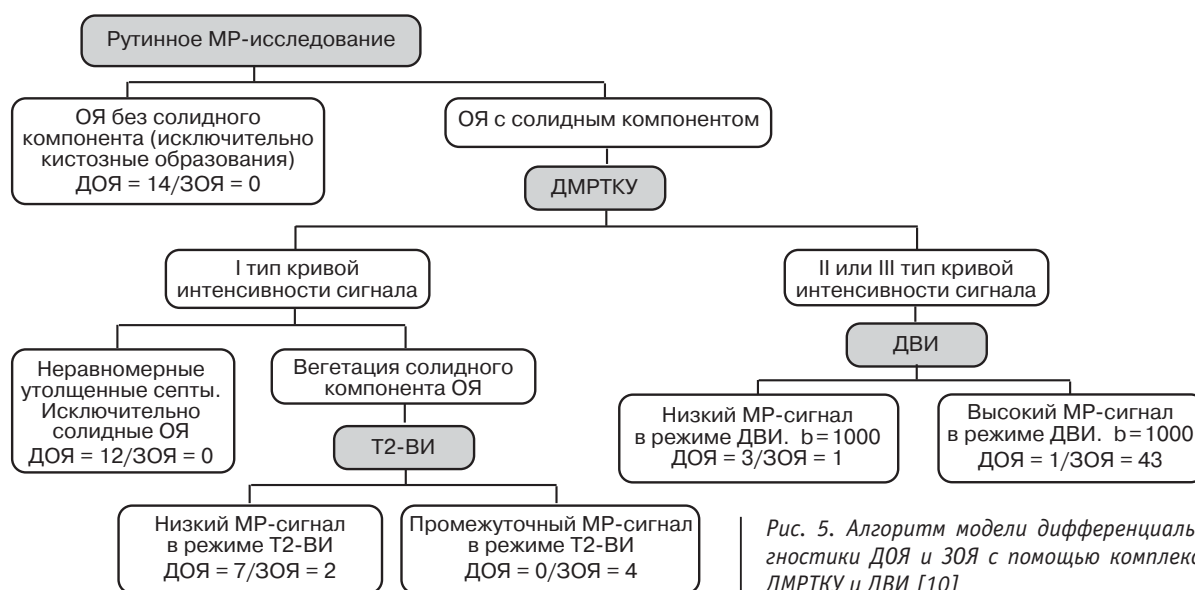


Рис. 5. Алгоритм модели дифференциальной диагностики ДОЯ и ЗОЯ с помощью комплекса Т2-ВИ, ДМРКТУ и ДВИ [10]

попарно дифференцировать и от ДОЯ, и от ЗОЯ, хотя типы кривых все же имели значительную разницу у ЗОЯ и пограничных ОЯ с чувствительностью 83%, специфичностью 75% и точностью 82%. Это, возможно, объясняется неоднородностью пограничных ОЯ за счет наличия в этой группе ОЯ в разные фазы развития. Таким образом, полуколичественный анализ данных ДМРКТУ эффективен для дифференциальной диагностики ДОЯ и ЗОЯ, но не позволяет надежно различать ЗОЯ и пограничные ОЯ, как и пограничные ОЯ и ДОЯ [26].

При ретроспективном сравнении МРТ с ДВИ и ДМРКТУ с обычной МРТ (у 87 пациенток с ОЯ) тремя радиологами было показано, что критериями злокачественной природы ОЯ могут считаться: III тип кривой зависимости интенсивности МР-сигнала от времени после введения МРКС, наличие высокой интенсивности МР-сигнала в солидном компоненте ЗОЯ на ДВИ ($b = 1000$), неоднородная структура солидного компонента ЗОЯ с промежуточным МР-сигналом на Т2-ВИ, выявление двухстороннего поражения яичников, асцит и перитонеальные отсеки. ДОЯ чаще были обычными кистами или солидными ОЯ с низким МР-сигналом на Т2-ВИ и на ДВИ ($b = 1000$) и I типом кривой при ДМРКТУ. ОЯ с III типом динамической кривой независимо от интенсивности МР-сигнала на Т2-ВИ и ДВИ ($b = 1000$) рассматривались как ЗОЯ. Наличие солидного компонента в ОЯ с гипоинтенсивным МР-сигналом на Т2-ВИ и ДВИ независимо от типа кривой интенсивности МР-сигнала от времени при ДМРКТУ интерпретировали как ДОЯ. Критерии, использованные для дифференциальной диагностики ОЯ (присутствие солидного компонента, утолщенные перегородки, пристеночные папиллярные разрастания, гиперинтенсивный МР-сигнал солидного компонента образования на ДВИ ($b = 1000$), тип кривых интенсивности сигнала при ДМРКТУ), оказались эффективными в модели рекурсивного разделения ДОЯ и ЗОЯ (рис. 5) [12].

Комплексная МРТ позволяет отнести к доброкачественным ОЯ, которые по данным рутинной МРТ были ложно диагностированы как ЗОЯ, что является серьезной проблемой в клинике и приводит к выбору неадекватных стратегий и тактики лечения [29].

МРТ широко применяется в диагностике заболеваний органов малого таза, включая ОЯ, однако отсутствие стандартизации проведения МРТ и формирования заключения снижает ее диагностическую значимость. Для решения этой проблемы была предложена Adnexa MR Scoring System (AMRSS) – система формализованной оценки риска злокачественности ОЯ на основе данных МРТ. AMRSS разработана и протестирована на результатах МРТ 394 пациенток. Два радиолога оценивали МР-томограммы малого таза без данных УЗИ, зная только возраст женщин. При множественных ОЯ радиологи оценивали каждое отдельно. Критерии анализа ОЯ по данным МРТ в системе AMRSS [7]:

- 1) просто кистозные ОЯ без каких-либо пристеночных папиллярных разрастаний и активного накопления МРКС, вероятнее всего, соответствуют однокамерным кистам яичников или гидросальпинксу;
- 2) эндометриодные кисты, для которых характерна инверсия МР-сигнала (высокий на Т1-ВИ и низкий – на Т2-ВИ), без каких-либо солидных компонентов;
- 3) дермоидные кисты, чаще всего имеющие высокий МР-сигнал на Т1-ВИ и низкий – на Т2-ВИ с подавлением сигнала от жира;
- 4) наличие солидного компонента, пристеночных папиллярных разрастаний и неровных утолщенных перегородок ОЯ с низким или промежуточным МР-сигналом по отношению к миометрию на Т2-ВИ и ДВИ ($b = 1000$) (по сравнению с МР-сигналом мочи в мочевом пузыре или спинномозговой жидкости);
- 5) три основных типа накопления МРКС при ДМРКТУ, с сопоставлением кривых зависимости МР-сигнала от времени после введения МРКС для солидного компонента ОЯ и неизмененной ткани миометрия;
- 6) наличие или отсутствие свободной жидкости и перитонеальных опухолевых отсеков.

Анализ вышеперечисленных МРТ-критериев позволил создать систему AMRSS, в которой каждому отдельному критерию МР-изображения соответствует свой положительный результат предсказания диагностической значимости злокачественности (ПДЗЗ). По аналогии с системой BI-RADS для опухолей молочных

Категории ADNEX MR [7]

Категория ADNEX MR	Критерии
1-я (ОЯ не выявлено)	ОЯ не выявлено
2-я (ДОЯ)	Исключительно кистозные ОЯ, эндометриоидные и дермоидные кисты. Отсутствие накопления МРКС стенками образований. Низкий МР-сигнал в режимах ДВИ ($b=1000$) и T2-ВИ солидного компонента ОЯ
3-я (возможно ДОЯ)	Отсутствие солидного компонента в ОЯ. I тип кривой интенсивности сигнала в солидном компоненте ОЯ
4-я (неопределенной природы ОЯ)	II тип кривой интенсивности сигнала в солидном компоненте ОЯ
5-я (возможно ЗОЯ)	Перитонеальные опухолевые отсева и III тип кривой интенсивности сигнала

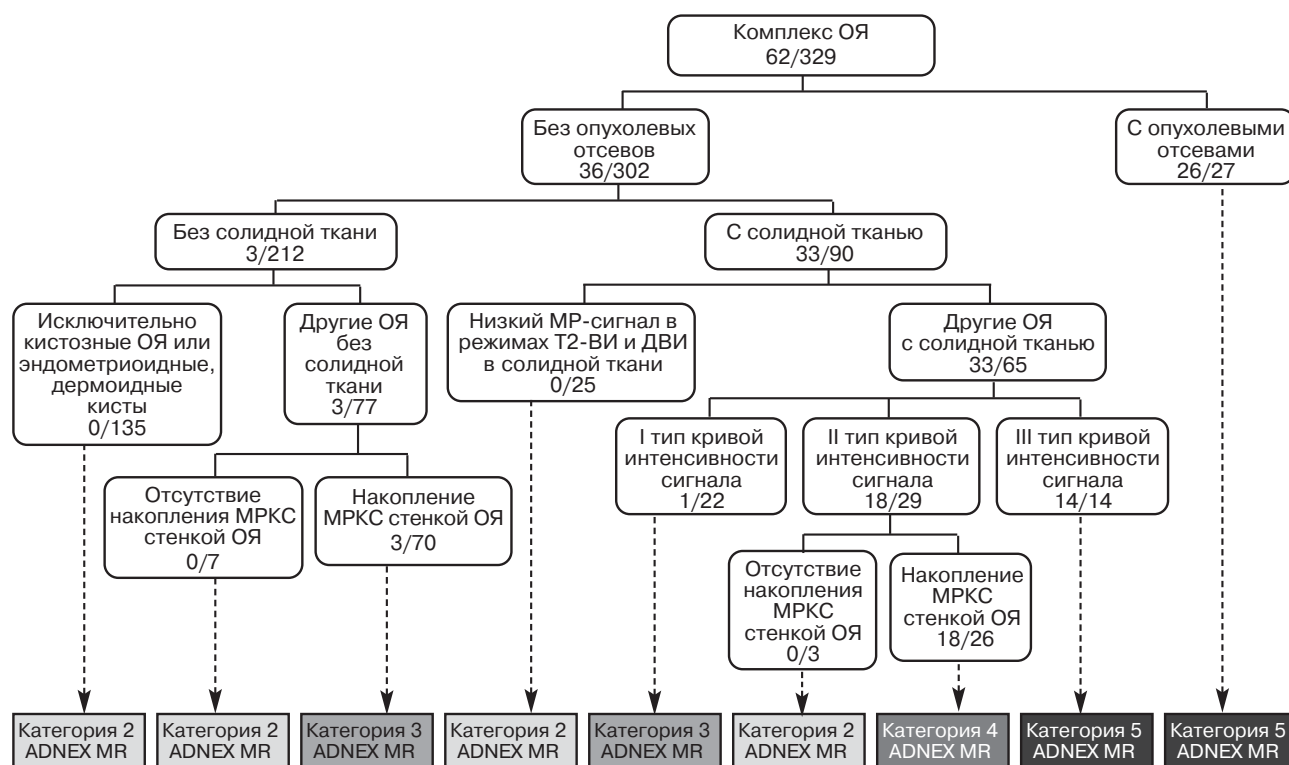


Рис. 6. Adnexa MR scoring system [7]

желез в AMRSS включены следующие пять категорий ADNEX MR (табл. 4, рис. 6) [7]:

- 1-я категория – не выявлено никаких ОЯ;
- 2-я категория – выявлены ДОЯ с ПДЗЗ 0;
- 3-я категория – выявлены, вероятнее всего, ДОЯ с ПДЗЗ менее 0,1;
- 4-я категория – выявлены ОЯ неясной природы с ПДЗЗ 0,1–10,0;
- 5-я категория – выявлены, вероятнее всего, ЗОЯ с ПДЗЗ более 10,0.

Все МРТ-критерии рассматривали как дискриминирующие в диагностике ЗОЯ, кроме следующих четырех критериев [7]: 1) двустороннее поражение ($p=0,07$); 2) неровные неутроенные перегородки ($p=0,94$); 3) II тип кривой при ДМРТКУ ($p=0,42$); 4) наличие свободной жидкости ($p=0,006$). Наиболее важными критериями при положительном прогнозировании ЗОЯ были: 1) III тип кривой ДМРТКУ ($\text{ПДЗЗ} = \infty$); 2) перитонеальные опухолевые отсева (диссеминация по брюшине?) ($\text{ПДЗЗ}=111,97$); 3) утолщенные неровные перегородки

($\text{ПДЗЗ}=9,83$) [7]. При прогнозировании ДОЯ наиболее важными критериями были: 1) простые кистозные образования ($\text{ПДЗЗ}=0$); 2) эндометриоидные кисты без дополнительного компонента ($\text{ПДЗЗ}=0$); 3) кистозные образования с жировыми включениями ($\text{ПДЗЗ}=0$); 4) ОЯ с солидными компонентами с низким МР-сигналом в режимах T2-ВИ и ДВИ ($b=1000$) ($\text{ПДЗЗ}=0$); 5) I тип кривой ДМРТКУ солидного компонента ОЯ ($\text{ПДЗЗ}=0,02$); 6) отсутствие солидного компонента ОЯ ($\text{ПДЗЗ}=0,08$) [8].

На базе системы AMRSS было проведено проспективное исследование 200 пациенток (237 ОЯ) с упрощенным протоколом ДМРТКУ (с низким временным разрешением в 30, 60, 90, 120 и 150 с при высоком пространственном разрешении), в ходе которого два радиолога анализировали категории ADNEX MR по следующим пяти барьерным критериям [29]:

- отсутствие ОЯ;
- ДОЯ – исключительно кистозные образования, без накопления МРКС стенками кисты, эндометриоидные и дермоидные кисты, солидные компоненты ОЯ с низ-

Таблица 5

Распределение ОЯ по категориям ADNEX MR [29]

ADNEX MR	Доброкачественные опухоли яичников	Злокачественные опухоли яичников
Категория 1	4 (2,5%)	0
Категория 2	123 (77,9%)	0
Категория 3	27 (17,1%)	4 (5,1%)
Категория 4	4 (2,5%)	21 (26,6%)
Категория 5	0	54 (68,3%)
Всего	158 (100%)	79 (100%)

ким МР-сигналом на T2-ВИ и ДВИ или со II типом кривой накопления МРКС либо отсутствием такого накопления;

– возможно ДОЯ – кистозные ОЯ с накоплением МРКС стенками образования или наличием солидных компонентов с I типом кривой накопления МРКС (см. рис. 2);

– ОЯ неопределенной природы – с солидными компонентами или стенками со II типом кривой накопления МРКС;

– возможно ЗОЯ – ОЯ с III типом кривых накопления МРКС (см. рис. 3) и наличием перитонеальных опухолевых отсеков [29].

Показатели эффективности AMRSS на основе упрощенного протокола MPT представлены в таблице 5. Для ЗОЯ чувствительность составила 94,9%, точность – 96,62%. Прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов – 94,8 и 97,4% соответственно [29]. Таким образом, AMRSS показала достаточную эффективность при оценке вероятности ЗОЯ. AMRSS формализует и упрощает общение радиолога с клиницистами, влияет на выбор профиля клиники, в которую необходимо направить пациентку с ОЯ, а также помогает определить с объемом хирургического вмешательства.

Ограничениями системы AMRSS являются определение категории дермоидных кист с компонентами, активно накапливающими МРКС, и оценка риска малигнизации тератом без жировых включений. Частота встречаемости таких ОЯ не превышает 15% от всех зрелых кистозных тератом, но их дифференциальная МР-

диагностика не ясна. Такие ОЯ лучше рассматривать как потенциальные ЗОЯ и направлять пациенток с ними в специализированные онкологические клиники.

Необходимо отметить, что за последние 5 лет в отечественной литературе появились единичные научные работы по диагностике ОЯ с помощью динамической МРТ с контрастным усилением [30]. Также А.Е. Солоповой и др. [31] были рассмотрены возможности ДВИ МРТ в дифференциальной диагностике ОЯ и выявлении рецидивного заболевания рака яичников.

Таким образом, надежная дифференциальная диагностика ОЯ возможна при комплексном анализе данных клинично-лабораторных и инструментальных методов исследования, среди которых наиболее важную роль играют комплексная МРТ с ДВИ и ИКД и ДМРТКУ.

Литература [References]

- Wanqing Chen, Rongshou Zheng, Peter P.D., Zhang S., Zeng H., Bray F. et al. Cancer statistics in China, 2015. *CA Cancer J. Clin.* 2016; 66: 115–32. DOI: 10.3322/caac.21338
- Fang Wang, Yanfen Ye, Xia Xu, Xuehui Zhou, Jinhua Wang, Xiaoxiang Chen. CA-125-indicated asymptomatic relapse confers survival benefit to ovarian cancer patients who underwent secondary cytoreduction surgery. *J. Ovarian. Res.* 2013; 6; 14. DOI: 10.1186/1757-2215-6-14
- Bast R.C., Badgwell D., Lu Z., Marquez R., Rosen D., Liu J.S. et al. New tumor markers: CA 125 and beyond. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2005; 15 (Suppl. 3): 274–81. DOI: 10.1111/j.1525-1438.2005.00441
- Coccia M.E., Rizzello F., Romanelli Ch., Capezzuoli T. Adnexal masses: what is the role of ultrasonographic imaging? *Arch. Gynecol. Obstet.* 2014; 290: 843–54. DOI: 10.1007/s00404-014-3327-0
- Foti P.V., Attina G., Spadola S., Caltabiano R., Forina R., Palmucci S., Ettore G.C. MR imaging of ovarian masses: classification and differential diagnosis. *Insights Imaging.* 2016; 7 (1): 21–41. DOI: 10.1007/s13244-015-0455-4
- Mohaghegh P., Rockall A.G. Imaging strategy for early ovarian cancer: characterization of adnexal masses with conventional and advanced imaging techniques. *RadioGraphics.* 2012; 32 (6): 1751–73. DOI: 10.1148/rg.326125520
- Palmeiro M.M., Cunha T.M. MRI Classification of the Sonographically Indetermined Adnexal Lesion. *Acta Radiol. Portug. Maio-Agosto.* 2016; XXVIII (108): 37–47.
- Sohaib S.A., Mills T.D., Sahdev A., Webb J.A., Jacobs I.J., Reznick R.H. The role of magnetic resonance imaging and ultrasound in patients with adnexal masses. *Royal Coll. Radiol. Clin. Radiol.* 2005; 60: 340–8. DOI: 10.1016/j.crad.2004.09.007
- Foti P.V., Milone P., Caltabiano R. MR imaging of ovarian masses: classification and differential diagnosis. *Insights Imaging.* 2016; 7 (1): 21–41. DOI: 10.1007/s13244-015-0455-4
- Thomassin-Naggara I., Toussaint I., Perrot N., Rouzier R., Bazot M., Daraï E. Characterization of complex adnexal masses: value of adding perfusion- and diffusion-weighted MR imaging to conventional MR imaging. *Radiology.* 2011; 258 (3): 793–803. DOI: 10.1148/radiol.10100751
- Thomassin-Naggara I., Daraï E., Cuenod Ch.A., Fournier L.S. Contribution of diffusion-weighted MR imaging for predicting benignity of complex adnexal masses. *Eur. Soc. Radiol.* 2009. DOI: 10.1007/s00330-009-1299-4
- Forstner R., Thomassin-Naggara I., Cunha T.N., Kinkel K., Masselli G., Spencer J.A., Rockall A. ESUR recommendations for MR omaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update. *Eur. Radiol.* 2017; 27 (Issue 6): 2248–57. DOI: 10.1007/s00330-016-4600-3
- Mansour S., Wessam R., Raafat M. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the assessment of ovarian masses with suspicious features: strengths and challenges Radiology Department (Women's Imaging Unit). Cairo: Kasr El Ainy Hospital, Cairo University, Egypt; 2015.
- Vargas H.A., Barrett T., Sala E. MRI of ovarian masses. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2013; 37 (2): 265–81. DOI: 10.1002/jmri.23721
- Fan X., Zhang H., Meng S., Zhang J., Zhang C. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in differentiating malignancies from benign ovarian tumors. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015; 8 (11): 19928–37. PMID 26884905
- Bekiesinska-Figatowska M., Bragoszewska H., Uliasz M., Ceran A., Olzewski A. Magnetic resonance imaging as a diagnostic tool in case of ovarian masses in girls and young women. *Med. Sci. Monit.* 2007; 13 (1): 116–20. DOI: 10.12659/PJR.900071
- Fujii S., Kakite S., Nishihara K., Nishihara K., Kanasaki Y., Harada T., Ogawa T. Diagnostic accuracy of diffusion-weighted imaging in differentiating benign from malignant ovarian lesions. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2008; 28 (5): 1149–56. DOI: 10.1002/jmri.21575

18. Zhang H., Zhang G.F., He Z.Y., Li Z.Y., Zhu M., Zhang G.X. Evaluation of primary adnexal masses by 3T MRI: categorization with conventional MR imaging and diffusion-weighted imaging. *J. Ovarian. Res.* 2012; 5 (1): 33. DOI: 10.1186/1757-2215-5-33
19. Hyun-Jung Kim, So-Yeon Lee, Shin Y.R., Park S.C., Kim K. The value of diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of ovarian lesions: a meta-analysis. *PLoS ONE*. 2016; 11 (2): e0149465. DOI: 10.1371/journal.pone.0149465
20. Yamashita Y., Tang Y., Takahashi M. Ultrafast MR imaging of the abdomen: echo planar imaging and diffusion-weighted imaging. *J. Magn. Reson. Imag.* DOI: 10.1002/jmri.1880080216
21. Takao Moteki, Hiroyuki Horikoshi, Keigo Endo. Relationship between apparent diffusion coefficient and signal intensity in endometrial and other pelvic cysts. *Magn. Reson. Imaging*. 2002; 20 (6): 463–70. PMID 12361793
22. Forstner R., Meissnitzer M.W., Schlattau A., Spencer J.A. MRI in ovarian cancer. *Imaging Med.* 2012; 4 (1): 59–75.
23. Thomassin-Naggara I., Bazot M., Daraï E., Callard P., Cuenod C.A. Epithelial ovarian tumors: value of dynamic contrast-enhanced MR imaging and correlation with tumor angiogenesis. *RSNA*. 2008. DOI: 10.1148/radiol.2481071120
24. Thomassin-Naggara I., Daraï E., Cuenod C.A., Rouzier R., Callard P., Bazot M. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging: a useful tool for characterizing ovarian epithelial tumors. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2008; 28 (1): 111–20. DOI: 10.1002/jmri.21377
25. Thomassin-Naggara I., Balvay D., Rockall A., Carette M.F. Added value of assessing adnexal masses with advanced MRI techniques. *BioMed Research International*. 2015; 2015. Article ID 785206. DOI: 10.1155/2015/785206
26. Hai-Ming Li, Jin-Wei Qiang, Ma F.H., Zhao S.H. The value of dynamic contrast-enhanced MRI in characterizing complex ovarian tumors. *J. Ovarian Research*. 2017; 10: 4. DOI: 10.1186/s13048-017-0302-y
27. O'Connor J.P., Jackson A., Parker G.J.M., Jayson G.C. DCE-MRI biomarkers in the clinical evaluation of antiangiogenic and vascular disrupting agents. *Br. J. Cancer*. 2007; 96 (2): 189–95. DOI: 10.1038/s/bjc.6603515
28. Goff B.A., Agrew K., Gray H.J., Liao J.B., Urban R.R. A symptom index, CA125 and HE4 (triple screen) to detect ovarian cancer in women with a pelvic mass. *Gynecol. Oncol.* 2017; 147 (2): 291–5. DOI: 10.1016/j.ygyno.2017.08.020
29. Pereira P.N., Sarian L.O., Yoshida A., Barros R.H.O., Derchain S. Accuracy of the ADNEX MR scoring system based on a simplified MRI protocol for the assessment of adnexal masses. *Diagn. Interv. Radiol.* 2018; 24 (2): 63–71. DOI: 10.5152/dir.2018.17378
30. Рубцова Н.А., Новикова Е.Г., Сыченкова И.Ю. Современные возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике рака яичников. *Исследования и практика в медицине*. 2017; 4 (1): 40–8. DOI: 10.17709/2409-2231-2017-4-1-5
[Rubtsova N.A., Novikova E.G., Sychenkova I.Yu. Current possibilities of magnetic-resonance imaging in detection of ovarian cancer. *Research'n Practical Medicine Journal*. 2017; 4 (1): 40–8 (in Russ.). DOI: 10.17709/2409-2231-2017-4-1-5]
31. Солопова А.Е., Чашин А.А., Солопова А.Г., Макацария А.Д. Современные взгляды на патогенез и возможности диагностики эпителиального рака яичников. *Акушерство, гинекология и репродукция*. 2016; 10 (1): 75–83. DOI: 10.17749/2313-7347.2015.10.1.075-083
[Solopova A.E., Chashchin A.A., Solopova A.G., Makatsariya A.D. Current opinions concerning the pathogenesis of epithelial ovarian cancer and new diagnostic approaches to the disease. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction*. 2016; 10 (1): 75–83 (in Russ.). DOI: 10.17749/2313-7347.2015.10.1.075-083]

Сведения об авторах | Information about the authors

Олимов Бехруз Парвизович*, аспирант, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3532-8201

E-mail: AlimovBP90@gmail.com

Коссов Филипп Андреевич, аспирант, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3459-8832

Стрельцова Ольга Николаевна, к. м. н., врач-рентгенолог, НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-9097-0267

Панов Вадим Олегович, к. м. н., доцент кафедры радиологии и рентгенологии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; вед. науч. сотр., НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-7534-4818

Паниченко Игорь Валерьянович, д. м. н., НИИ клинической онкологии им. Н.Н. Трапезникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-8467-6942

Буйденко Юрий Владимирович, д. м. н., профессор, вед. науч. сотр., НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-0480-8467

Тюрин Игорь Евгеньевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой радиологии и рентгенологии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; вед. науч. сотр., НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3931-1431

Bekhriz P. Olimov*, Postgraduate, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3532-8201

E-mail: AlimovBP90@gmail.com

Filipp A. Kossov, Postgraduate, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3459-8832

Ol'ga N. Strel'tsova, Cand. Med. Sc., Radiologist, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-9097-0267

Vadim O. Panov, Cand. Med. Sc., Associate Professor of Chair of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; Leading Researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-7534-4818

Igor' V. Panichenko, Dr. Med. Sc., N.N. Trapeznikov Clinical Oncology Research Institute, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-8467-6942

Yuriy V. Buydenok, Dr. Med. Sc., Professor, Leading Researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-0480-8467

Igor' E. Tyurin, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Radiology Chair, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; Leading Researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3931-1431



ARTIS pheno*

Для любого пациента и любой процедуры в гибридной операционной

Система ARTIS pheno® поможет вам проводить самые сложные процедуры, снизить частоту осложнений и улучшить результаты процедур. Ее превосходные возможности визуализации, оптимальное встраивание в гибридные или хирургические операционные и непревзойденный набор функциональных средств не только упрощают процедуры и делают их безопаснее, но и способствуют повышению удовлетворенности пациентов и укреплению репутации учреждения.

Назначение

- Эндопротезирование аневризмы аорты фенестрированным и многобраншевым стент-графтом (EVAR)
- Готовый процесс для операции спондилодеза
- Трансартериальная химиоэмболизация (TACE)
- Транскатетерная имплантация клапана аорты (TAVI)
- Видеоассистированная торакоскопическая хирургия (VATS)
- ... и множество других процедур в гибридной операционной

ARTIS pheno — такая же уникальная, как и ваши пациенты
Передовая роботизированная визуализация для проведения малоинвазивных процедур

* Название в соответствии с регистрационным удостоверением
«Система ангиографическая ARTIS pheno с принадлежностями».



ОМНИПАК®
ЙОГЕКСОЛ

Опыт применения как основа доверия



Неионный Омнипак®

- ◆ **Диагностическая эффективность**
Ни один из НОКС не превзошел Омнипак® по диагностической эффективности^{1–12}
- ◆ **Доверие**
Единственный НОКС, внесенный в список важнейших лекарственных препаратов ВОЗ¹³
- ◆ **Опыт применения**
Первый контрастный препарат, ставший объектом крупномасштабных исследований¹⁴



НОКС — низкоосмолярное контрастное средство.

ЖНВЛП — жизненно необходимые и важнейшие лекарственные препараты.

Информация для работников здравоохранения. Имеются противопоказания. Перед назначением препарата ознакомьтесь, пожалуйста, с полной версией инструкции по медицинскому применению.

Ссылки: 1. Lamb J.T. Invest Radiol 1985; 20 (Suppl.) S37-S43. 2. Rubin C.M.E. et al. Brit J Radiol 1987; 60:133-5. 3. Harding J.R. et al. Brit J Radiol 1995; 68: 712-5. 4. Katayama H. et al. Invest Radiol 2001; 36: 22-32. 5. Faykus M.H. et al. Invest Radiol 1994; 29 (Suppl.): S98-S101. 6. Bischoff W. Fortschr Röntgenstr 1989; 128:108-10. 7. Drouillard J. et al. Acta Radiol 1996; 37 (Suppl.400): 56-61. 8. Legmann P. et al. Eur Radiol 2001; 11:2220-7. 9. Kaufman A.J. et al. Urol Radiol 1990; 12: 56-60. 10. Cutcliff W.B. et al. Invest Radiol 1989; 24 (Suppl.): S56-9. 11. Bertrand P. et al. Acad Radiol 1995; 2: 683-6. 12. Krouwels M.M. et al. Eur J Radiol 1996; 22:133-5. 13. WHO Model List of Essential Medicines, 19th list, April 2015. Available at: <http://www.who.int/medicines/publications/essentialmedicines/en/Accessed on 04.02.16>. 14. Boijesen E., Aakhus T. Acta Radiol Suppl 1983; 366 7-8. 15. Вторичная упаковка и выпускающий контроль качества: ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА», Россия.

ООО «Джиги Хэлскеа Фарма»

123112 г. Москва, Пресненская наб., 10

Тел.: (495) 411 9806, факс: (495) 739 6932

gehealthcare.ru

© Компания General Electric, 2018 г. Все права защищены.

JB40116RU