

# ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ NEURORADIOLOGY

## ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ И МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Р. Х. Алдатов, В. А. Фокин

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Санкт Петербург, Россия

Ежегодно в Российской Федерации более 450 тыс. больных переносят инсульт. В первые 3 недели погибают более 30 % больных, а к концу первого года их число возрастает до 50 %. К полноценной жизни возвращаются всего 20 % заболевших. Остальных (30 %) ожидает судьба инвалидов, часть из которых нуждается в постоянном уходе.

## POSSIBILITIES OF COMPUTER AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE EARLY DIAGNOSIS OF ISCHEMIC BRAIN DAMAGE

Ruslan H. Aldatov, Vladimir A. Fokin

FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Every year in the Russian Federation, more than 450 thousand patients suffer a stroke. In the first 3 weeks, more than 30% of patients die, and by the end of the first year, their number increases to 50%. Only 20% of patients return to full life. The rest (30%) will face the fate of the disabled, and some of them need constant care.

**Цель исследования:** оценка возможности комплексной компьютерной и магнитно резонансной томографии в ранней диагностике ишемического повреждения головного мозга.

**Материалы и методы.** В наше исследование включено 137 пациентов в возрасте от 39 и до 90 лет, 62 (44 %) мужчины и 75 (56 %) женщин с клинической картиной, подозрительной на ОНМК по ишемическому типу, поступивших в первые 24 ч от момента развития неврологической симптоматики. Пациенты были разделены на 4 группы (в зависимости от методов исследования). Первой группе 84 пациентов, в которую включены в возрасте от 49 до 90 лет, 35 (42 %) мужчин и 49 (58 %) женщин, проводилась первичная и повторная КТ. Второй группе пациентов, в которую вошли 19 пациентов в возрасте от 39 до 84 лет, 9 (47 %) мужчин и 10 (53 %) женщин, проводилась первичная КТ и МРТ. В третьей группе 16 больных в возрасте от 55 до 81 лет, 9 (57 %) мужчинам и 7 (43 %) женщинам, проводилась только МРТ и при необходимости МР ангиография (6 %). Четвертой группе пациентов, в которую вошли 18 человек, в возрасте от 63 до 71 года, 9 (50 %) мужчин и 9 (50 %) женщин, проводилась комплексная КТ (КТ перфузия).

**Результаты.** В результате нашего исследования было показано, что в первой группе пациентов, поступивших в первые 4,5 ч от момента развития неврологической симптоматики КТ признаки инсульта, не были выявлены у 12 (63 %) пациентов из 19. Трудность постановки диагноза у части пациентов на КТ заключалась в размерах и локализации зон ишемии (особенно при лакунарных, стволовых инсультах). Линейный коэффициент корреляции Пирсона составил  $r=0,54$  с очень широким 95 % ДИ от 0,37 до 0,67 ( $p=107$ ), без нулевых начальных значений корреляция с высокими коэффициентами ( $r=0,88$  0,93 0,96;  $p=10-24$ ;  $rS=0,86$  0,92 0,95;  $p=8$  10-22). Во второй группе из 19 обследованных больных у 9 (47 %) на первичной КТ

не визуализировались данные, свидетельствующие об ОНМК, при МРТ у всех пациентов отмечались ишемические изменения. В третьей группе МРТ проведена 16 больным. У всех пациентов применялся разработанный нами МРТ алгоритм, который позволяет за 7 минут определиться с диагнозом «ишемический инсульт». Средняя разность ДВИ и TIRM статистически значима ( $p=3 \cdot 10^{-5}$ ) и составила  $D=0,9$  1,5 2,1. В четвертой группе КТ перфузии выполнена 18 больным. Оценивали объем повреждения на картах CBF (скорость мозгового кровотока), показатели объема мозгового кровотока, среднее время. Все попарные корреляции слабые (не больше 0,45) и статистически незначимы (с  $p$  значениями от 0,06 до 0,98).

**Заключение.** Комплексная КТ является наиболее широко используемым методом визуализации для инфаркта головного мозга с высокой чувствительностью к внутримозговым кровоизлияниям, высокая специфичность при ишемии, но низкая чувствительность к выявлению ишемических изменений служит ограничивающим фактором. Полученные данные подтверждают, что МРТ является надежным методом диагностики ишемического инсульта. Наиболее чувствительным при диагностике ишемических изменений в первые 4,5 часа от момента неврологического дефицита является режим диффузионно взвешенного изображения ( $b1000$ )  $p<0,05$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Агафонова Н.В., Алексеев А.Г., Баранова Е.А. Инсульт. *Современные подходы диагностики, лечения и профилактики*. М.: ГЭОТАР Медиа, 2019. 352 с. [Agafonova N.V., Alekseev A.G., Baranova E.A. Stroke. *Modern approaches to diagnosis, treatment and prevention*. Moscow: Publishing house GEOTAR Media, 2019, 352 p. (In Russ.)].
2. Диомидова В.Н., Федоров М.А., Мигушкина Л.П. и др. Изучение возможностей магнитно резонансной томографии в диагностике ишемического инсульта // *Дневник Казанской медицинской школы*. 2016. № 2. С. 24–28. [Diomidova V.N., Fedorov M.A., Migushkina L.P. et al. Study of the possibilities of magnetic resonance imaging in the diagnosis of ischemic stroke // *Diary of the Kazan Medical School*, 2016, No. 2, pp. 24–28 (In Russ.)].
3. Lee S. H. Pathophysiology of ischemic stroke // *Acute ischemic stroke. Medical, endovascular and surgical techniques*; editor J. Park. Singapore: Springer Science+Business Media Singapore, 2017. P. 1–26.
4. Reiser M.F., Hricak H., Knauth M. *Interventional magnetic resonance imaging*. New York: Springer International Publishing, 2012. 495 p.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 26.01.2020 г.  
Контакт / Contact: Алдатов Руслан Хаджимуссаевич, [ru\\_ald@mail.ru](mailto:ru_ald@mail.ru)

## Сведения об авторах:

Алдатов Руслан Хаджимуссаевич — врач рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;  
Фокин Владимир Александрович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:

Агентство «Роспечать» 57991

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» 42177

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СУБПОЛЕЙ И СУБРЕГИОНОВ ГИППОКАМПОВ

Е. В. Андреев, Н. И. Ананьева, Л. Р. Ахмерова, Т. А. Саломатина, Р. В. Гребенщикова, И. К. Стулов, Н. М. Залуцкая, Н. Г. Незнанов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Санкт Петербург, Россия

В данной работе были проанализированы данные воксель базированной морфометрии субполей и субрегионов гиппокампов 83 здоровых добровольцев в различные возрастные периоды. Были выявлены достоверно значимые различия между разными возрастными группами как в объеме гиппокампа в целом, так и в объемах отдельных субполей и субрегионов.

## THE STUDY OF AGE RELATED FEATURES OF HIPPOCAMPAL SUBFIELDS AND SUBREGIONS

Evgeny V. Andreev, Natalia I. Ananyeva, Linara R. Akhmerova, Tatyana A. Salomatina, Ruslana V. Grebenshchikova, Ilya K. Stulov, Natalya M. Zalutskaya, Nikolai G. Neznanov

FSBI «V. M. Bekhterev National Medical Research Center of Psychiatry and Neurology» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

In this work, we analyzed the data of voxel based morphometry of subfields and subregions of hippocampi of 83 healthy volunteers at different age periods. Reliably significant differences were revealed between different age groups both in the volume of the hippocampus as a whole and in the volumes of individual subfields and subregions.

**Цель исследования:** уточнить изменения объемов гиппокампа, его субрегионов и субполей при нормальном возрастном старении.

**Материалы и методы.** Для исследования возрастных особенностей объемов гиппокампов, а также их субполей и субрегионов были обследованы 83 здоровых добровольцев. Они были поделены на группы: 15–19 лет (13 человек), 20–24 года (15 человек), 25–29 лет (11 человек), 30–39 лет (9 человек), 40–49 лет (9 человек), 50–59 лет (8 человек), 60–69 лет (10 человек) и старше 70 лет (8 человек). Все группы сопоставимы по полу. Все добровольцы прошли нейропсихологическое обследование для исключения наличия снижения состояния психических функций. Исследование проводилось на МР томографе фирмы Toshiba, с напряженностью поля 1,5 Т. Для исследования субполей и субрегионов гиппокампов выполнялась 3D MPRAGE ИП с изотропным вокселем 0,5 мм. Для определения объемов структур головного мозга проводилась постобработка в программной среде FreeSurfer в автоматическом режиме. Для сегментации и определения объемов субполей и субрегионов гиппокампов использовалась программная среда FreeSurfer 6.0.

**Результаты.** При сравнительном анализе было выявлено, что объемы гиппокампа в целом на уровне тенденции увеличиваются до 25–29 лет, затем не изменяются до 30–39 лет, затем начинают плавно снижаться до 69 лет, после чего наблюдается резкое снижение объемов на 17%, с уровнем значимости  $p \leq 0,05$ . Выраженная динамика наблюдается в объемах СА3 полей гиппокампов. СА3 поля увеличиваются в объеме до 24 лет на 12% при уровне значимости  $p \leq 0,05$ . До возраста 49 лет существенной динамики выявлено не было. С 50 лет начинается снижение объемов полей СА3 на уровне тенденции не более чем на 7%. С 70 лет наблюдается устойчивое снижение полей СА3 полей гиппокампов более чем на 19%, с уровнем значимости  $p \leq 0,01$ . Похожая динамика выявлена и в полях Бродмана СА1. При этом увеличение объемов наблюдалось до 29 лет, а снижение объемов было плавнее, чем у поля СА3. У испытуемых пожилого возраста объем СА1 полей снизился на 18%, с уровнем значимости  $p \leq 0,05$ . В борозде гиппокампа было выявлено увеличение объема с возрастом на уровне значимости  $p \leq 0,05$  от младшего возраста к старшему на 20%. Объем молекулярного слоя собственно гиппокампа в группе 70 лет и старше был меньше на 14% по сравнению с группой 60–69 лет, молекулярный слой зубчатой фации — меньше на 19% на уровне значимости  $p \leq 0,05$ . В пожилом возрасте, на уровне значимости  $p \leq 0,05$ , было выявлено снижение объемов хвоста гиппокампа на 23%, фимбрии — на 37% и субикулюма — на 16%.

**Заключение.** Таким образом, были определены количественные показатели объемов субполей и субрегионов гиппокампов, характерные для различных возрастных периодов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Ананьева Н.И., Ежова Р.В., Гальсман И.Е., Давлетханова М.А., Ростовцева Т.М., Стулов И.К., Вассерман Л.И., Шмелева Л.М., Чуйкова А.В., Сорокина А.В., Иванов М.В. Гиппокамп: лучевая анатомия, варианты строения // *Лучевая диагностика и терапия*. 2015. № 1 (6). С. 39–44. [Ananyeva N.I., Ezhova R.V., Galsman I.E., Davletkhanova M.A., Rostovtseva T.M., Stulov I.K., Wasserman L.I., Shmeleva L.M., Chuykova A.V., Sorokina A.V., Ivanov M.V. Hippocampus: radiation anatomy, structural options. *Radiation diagnostics and therapy*, 2015, No. 1 (6), pp. 39–44 (In Russ.).]
2. Ананьева Н.И., Ежова Р.В., Ганзенко М.А. Исследование гендерных и возрастных особенностей анатомии гиппокампа при депрессивных расстройствах методом магнитно резонансной морфометрии // *Психическое здоровье*. 2016. Т. 14, № 9 (124) С. 18–25. [Ananiev N.I., Yezhova R.V., Ganzenko M.A. The study of gender and age related features of the anatomy of the hippocampus in depressive disorders by magnetic resonance morphometry. *Mental Health*, 2016, Vol. 14, No. 9 (124), pp. 18–25 (In Russ.).]
3. Андреев Е.В., Ананьева Н.И., Залуцкая Н.М., Бельцева Ю.А., Незнанов Н.Г. Применение метода воксель базированной морфометрии в диагностике деменции альцгеймеровского типа // *Обзорные психиатрии и медицинской психологии имени В.М.Бехтерева*. 2017. № 4. С. 66–72. [Andreev E.V., Ananyeva N.I., Zalutskaya N.M., Beltseva Yu.A., Neznanov N.G. The use of the voxel method based morphometry in the diagnosis of Alzheimer type dementia. *Review of psychiatry and medical psychology named after V.M. Bekhterev*, 2017, No. 4, pp. 66–72 (In Russ.).]
4. Ananyeva N.I., Ezhova R.V., Rostovtseva T.M. Voxel morphometry in patients with Alzheimer disease // *Neuroradiology*. 2017. Vol. 59, No. S1. P. 84.
5. McLean J. *The investigation of hippocampal and hippocampal subfield volumetry, morphology and metabolites using 3T MRI*. Thesis for the degree of Ph.D. University Glasgow, 2012. 354 p.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 25.01.2020 г.

Контакт / Contact: Андреев Евгений Валерьевич, ev.andreev94@gmail.com

## Сведения об авторах:

Андреев Евгений Валерьевич — младший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Ананьева Наталья Исаевна — профессор, главный научный сотрудник, руководитель отделения нейрофизиологии, нейровизуальных и клинико лабораторных исследований федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Ахмерова Линара Ринатовна — младший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Саломатина Татьяна Александровна — младший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Гребенщикова Руслана Владимировна — врач рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Стулов Илья Константинович — врач рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Залуцкая Наталья Михайловна — кандидат медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник отделения гериатрической психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3;  
Незнанов Николай Григорьевич — доктор медицинских наук, профессор, директор федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт Петербург, ул. Бехтерева, д. 3.

# **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ДИФфуЗИОННО ТЕНЗОРНАЯ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ СТРУКТУРНО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОК С ПОСТМАСТЭКТОМИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ**

*Т. А. Буккиева, М. Л. Поспелова, А. Ю. Ефимцев, Т. М. Алексеева,  
Г. Е. Труфанов*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Санкт Петербург, Россия

В послеоперационном периоде после тотальной мастэктомии у большинства пациенток развивается постмастэктомический синдром, включающий лимфедему верхней конечности и ряд психоневрологических нарушений, оказывающих влияние на функциональное состояние головного мозга и снижающих качество жизни. В данном исследовании были проанализированы возможности современных методик МР нейровизуализации в оценке структурно функциональных изменений головного мозга у пациенток с постмастэктомическим синдромом.

## **FUNCTIONAL AND DIFFUSION TENSOR MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE ASSESSMENT OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE BRAIN IN PATIENTS WITH POSTMASTECTOMY SYNDROME**

*Tatyana A. Bukkieva, Maria L. Pospelova, Alexandr Yu. Efimtsev,  
Tatyana M. Alekseeva, Gennadiy E. Trufanov*

FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

In the postoperative period after total mastectomy most patients develop post-mastectomy syndrome, including upper limb lymphedema, as well as a number of neuropsychiatric disorders that affect the functional state of the brain and reduce the quality of life. In the current study we analyzed the possibilities of modern neuroimaging techniques in assessing changes in the functional networks of the brain in patients with postmastectomy syndrome.

**Цель работы:** оценить наличие и характер изменения функциональной активности рабочих сетей головного мозга, а также структур проводящих путей белого вещества головного мозга у пациенток с постмастэктомическим синдромом в позднем послеоперационном периоде.

**Материалы и методы.** Функциональная МРТ в состоянии покоя (фМРТп) и диффузионно тензорная МРТ (ДТИ) проводились 15 пациенткам в позднем послеоперационном периоде (>6 месяцев) после тотальной мастэктомии по поводу рака молочной железы. Все пациентки были предварительно обследованы неврологом и имели неврологические симптомы, включавшие головокружение, головные боли, боли в шее, нарушения чувствительности и мышечной силы на стороне оперативного лечения. Качество жизни пациенток было оценено по шкале SF 36.

**Результаты.** По данным статистического анализа у всех 15 пациенток были выявлены изменения функциональной коннективности головного мозга ( $p < 0,001$ ). У 11 пациенток в виде увеличения функциональной коннективности в сети пассивного режима работы мозга (Default mode network); 12 пациенток имели более низкую фракционную анизотропию (ФА) проводящих путей белого вещества, преимущественно в инфратенториальных отделах, особенно в мозжечковых путях (8 пациентов — на стороне операции, 4 — двусторонние). Среди пациенток с изменениями в головном мозге, выявленными по данным фМРТп и ДТИ, у 12 отмечалось снижение качества жизни по шкале SF 36.

**Заключение.** Применение современных методик нейровизуализации, включающих фМРТп и ДТИ, у пациенток после тотальной мастэктомии по поводу рака молочной железы позволяет выявить структурные и функциональные изменения головного мозга, обусловленные комплексом психоневрологических нарушений. Значительное снижение качества жизни требует комплексного терапевтического и реабилитационного подхода к этой категории пациентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Обманов И.В., Ярыгин М.Л., Шмырев В.И., Ярыгин Л.М. Неврологические нарушения у больных раком молочной железы после хирургического лечения // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова*. 2015. Т. 115, № 8. С. 42–44. [Obmanov I.V., Yarygin M.L., Shmyrev V.I., Yarygin L.M. Neurological disorders in patients with breast cancer after surgical treatment. *Journal of Neurology and Psychiatry*. S.S.Korsakova, 2015, Vol. 115, No. 8, pp. 42–44 (In Russ.).]
2. Шикеримов Р.К., Савин А.А. и др. Неврологические расстройства у женщин после мастэктомии // *Клиническая геронтология*. 2008. № 8. С. 15–18. [Shikerimov R.K., Savin A.A. and other Neurological disorders in women after mastectomy. *Clinical Gerontology*, 2008, No. 8, pp. 15–18 (In Russ.).]
3. Vilholm O.J. et al. The postmastectomy pain syndrome: an epidemiological study on the prevalence of chronic pain after surgery for breast cancer // *British Journal of Cancer*. 2008. Vol. 99. P. 604–610.
4. Meijuan Y. et al. A retrospective study of postmastectomy pain syndrome: incidence, characteristics, risk factors, and influence on quality of life // *Scientific World Journal*. 2013. Nov. 27. P. 159732.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 20.01.2020 г.

Контакт / Contact: Буккиева Татьяна Александровна, [tanya\\_book25@mail.ru](mailto:tanya_book25@mail.ru)

## Сведения об авторах:

*Буккиева Татьяна Александровна* — аспирант 1 го года, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Поспелова Мария Львовна* — доктор медицинских наук, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Ефимцев Александр Юрьевич* — кандидат медицинских наук, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Алексеева Татьяна Михайловна* — доктор медицинских наук, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

*Труфанов Геннадий Евгеньевич* — доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНГОВОКСЕЛЬНОЙ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ МОРФОМЕТРИИ ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ НАДЪЯДЕРНОМ ПАРАЛИЧЕ

*Э. В. Исхакова*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт Петербург, Россия

Применение методики многовоксельной МР морфометрии позволяет определить структурные изменения мозжечка при прогрессирующем надъядерном параличе, невидимые при применении других методов нейровизуализации.

## RESULTS OF APPLICATION OF MULTI Voxel MAGNETIC RESONANT MORPHOMETRY AT PROGRESSING NUCLEAR PARALYSIS

*Elnara V. Iskhakova*

FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

The use of the multivoxel MR morphometry technique allows us to determine the structural changes in the cerebellum with progressive supranuclear palsy, which are not visible with other neuroimaging methods.



**Цель исследования:** оценка степени атрофии структур мозжечка у пациентов с диагнозом «прогрессирующий надъядерный паралич» методом многовоксельной МР морфометрии, а также установление взаимосвязи полученных результатов с развитием клинической картины заболевания.

**Материалы и методы.** Обследовано 19 пациентов с верифицированным диагнозом прогрессирующий надъядерный паралич. В качестве группы сравнения выступали пациенты с верифицированным диагнозом дисциркуляторной энцефалопатии I стадии. Всем пациентам выполняли многовоксельную МР морфометрию головного мозга с анализом показателей объема структур мозжечка в исследуемых зонах.

**Результаты.** Полученные данные позволяют отметить статистически значимые ( $p < 0,05$ ) изменения объемных показателей в виде атрофии структур мозжечка на уровне правой 7556,13 [6160,75; 8176,72] и левой 6743,72 [5009,84; 7123,6] полушарной долики мозжечка (относительно группы сравнения на 27% 10215,3 [8605,49; 10982,5] и на 22% 8658,14 [6770,05; 9372,76]), правой 1669,94 [1188,52; 2369,52] и левой 2155,13 [1805,35; 2226,59] 7b долики коры мозжечка (на 47% 3144,31 [2963,78; 3234,58] и на 27% 2941,21 [2835,9; 3046,52]), правой 8996,63 [6168,27; 10636,5] и левой 8090,21 [6363,85; 8680,71] 8 долики коры мозжечка (на 43% 13449,8 [13164,0; 14390,1] и на 27% 11110,4 [10388,3; 11629,4]), правой 3467,77 [3069,09; 4122,21] и левой 3825,07 [3415,11; 4400,53] 9 долики коры мозжечка (на 25% 4633,72 [4287,7; 4851,87] и на 23% 4964,7 [4332,83; 5431,08]). Помимо этого, отмечалось значительное изменение толщины коры правого 35813,55 [34023,3; 36716,2] и левого 32447,35 [31729,0; 34775,5] полушария мозжечка (на 28% 49993,1 [44870,4; 51821,0] и на 32% 47555,8 [41650,9; 49173,1]).

**Заключение.** Таким образом, применение методики МР морфометрии позволяет количественно оценить уменьшение объема и размеров структур мозжечка у пациентов с прогрессирующим надъядерным параличом. Наиболее значимая нейродегенерация выявлена на уровне коры полушарий мозжечка, в области 7b долики мозжечка. Атрофия серого вещества мозжечка является одним из компонентов первичного субстрата для формирования клинических проявлений прогрессирующего надъядерного паралича, в первую очередь, постуральной неустойчивости и глазодвигательных нарушений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Воронков Л.В., Труфанов А.Г., Литвиненко И.В. Возможности воксель базированной морфометрии в диагностике неопухолевых заболеваний головного мозга // *Вестник Российской Военной медицинской академии*. 2012. № 1 (37). С. 203–207. [Voronkov L.V., Trufanov A.G., Litvinenko I.V. Possibilities of voxel based morphometry in the diagnosis of non tumorous diseases of the brain. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2012, No. 1 (37), pp. 203–207 (In Russ.).]
2. Messina D., Cerasa A., Condino F. Patterns of brain atrophy in Parkinson's disease, progressive supranuclear palsy and multiple system atrophy // *Parkinsonism Relat Disord*. 2011. Vol. 17. P. 172–176. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2010.12.010>

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 10.01.2020 г.

Контакт / Contact: Исхакова Эльнара Вахидовна, [Atluvelnara@gmail.com](mailto:Atluvelnara@gmail.com)

#### Сведения об авторе:

Исхакова Эльнара Вахидовна — аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

## ЗНАЧЕНИЕ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ ВЕНОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПРИЧИН ГОЛОВНОЙ БОЛИ

М. А. Котов, К. И. Себелев, А. А. Шурчалин

ООО «Медиус и К», Всеволожск, Россия  
ФГБУ «Российский научно исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Санкт Петербург, Россия  
ГБУЗ «Александровская больница», Санкт Петербург, Россия

Проведена магнитно резонансная венография (МР ВГ), у 32 амбулаторных пациентов (73% женщин, 27% мужчин), средним возрастом 41,7±13 лет,

ведущей жалобой у которых была головная боль. У 19 (60%) пациентов выявлена патология венозного русла головного мозга. Таким образом, пациентам с жалобами на головную боль показано проведение МР ВГ.

## THE VALUE OF MRA VENOGRAMM IN THE DIAGNOSIS OF CAUSES OF HEADACHE

Maxim A. Kotov, Konstantin I. Sebelev, Andrey A. Shurkalin

«Medius & K» Ltd., Vsevolozhsk, Russia  
FSBI «Polenov Neurosurgical Institute» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia  
GBUZ «Alexander Hospital», St. Petersburg, Russia

MRA venogramm was performed in 32 outpatient patients (73% women, 27% men), with an average age of 41,7±13 years, the leading complaint was headache. In 19 (60%) of patients, pathology of the venous bed of the brain was revealed. Thus, patients with complaints of headache are shown to carry out MRA venogramm.

**Цель исследования:** оценка значения использования МР ВГ в диагностике причин головной боли.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты МР ВГ, у 32 амбулаторных пациентов, среди которых преобладали женщины — 73%, средний возраст составил 41,7±13 лет. Кроме головной боли у 100% пациентов, жалобы были на шаткость при ходьбе (6%), головокружение (5%) и общую слабость (6%). Критерии исключения из исследования: наличие инсульта, объемного образования головного мозга, травмы головы. Пациентам проводили стандартное исследование головного мозга на томографе Toshiba Vantage 1.5 T, дополняя общепринятые последовательности программой 3D PSMRA Venogrammm.

**Результаты.** У 19 (60%) пациентов были выявлены следующие изменения венозного русла головного мозга: гипоплазия — 14 (76%), аплазия — 1 (5%), тромбоз поперечного синуса — 4 (21%). Сочетанное поражение, тромбоз поперечного и сигмовидного синусов было выявлено в одном эпизоде. По частоте встречаемости изменения распределились следующим образом: поражение поперечного синуса — 17 (90%). Правосторонняя локализация — 7 (37%), левосторонняя — 11 (58%), двухсторонние изменения 1 (5%) случаев.

**Заключение.** Патологические изменения центрального венозного русла имеют широкое распространение у пациентов с жалобами на головную боль. МР ВГ позволяет неинвазивно диагностировать патологию вен головного мозга, оптимизировать лечебно диагностический процесс.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Schwartz B.S. Stewart W.F., Simon D., Lipton R.B. Epidemiology of tension type headache // *Jama*. 1998. Feb 4; Vol. 279 (5). P. 381–383.
2. Berk T. et al. Diagnosis and treatment of primary headache disorders in older adults // *Journal of the American Geriatrics Society*. 2018. Vol. 66 (12). P. 2408–2416.
3. Silberstein S. D. *Headache in clinical practice*. Abingdon: Routledge, 2018.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 16.09.2019 г.

Контакт / Contact: Котов Максим Анатольевич, [makskotov1@ya.ru](mailto:makskotov1@ya.ru)

#### Сведения об авторах:

Котов Максим Анатольевич — кандидат медицинских наук, заведующий Центром КТ и МРТ, ООО «Медиус и К»; 188640, г. Всеволожск, Социалистическая ул., д. 107;  
Себелев Константин Иванович — доктор медицинских наук, заведующий рентгенологическим отделением с ангиографическим кабинетом федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научно исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191014, Санкт Петербург, ул. Маяковского, д. 12;  
Шурчалин Андрей Александрович — врач невролог, государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Александровская больница»; 193312, Санкт Петербург, пр. Солидарности, д. 4.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:

Агентство «Роспечать» 57991

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» 42177

## РОЛЬ ДИФфуЗИОННО ТЕНЗОРНОЙ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ПРОГНОЗЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

<sup>1</sup>А. Ю. Лаврова, <sup>1,2</sup>В. М. Черемисин

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Санкт Петербургский государственный университет», Санкт Петербург, Россия

<sup>2</sup>ГБУЗ «Городская Марининская больница», Санкт Петербург, Россия

Инсульт является основной причиной инвалидности во всем мире. Двигательные нарушения возникают у большинства пациентов с инсультом в острой фазе и в значительной степени способствуют инвалидности. Биомаркеры диффузионной тензорной визуализации (DTI), такие как показатели фракционной анизотропии (FA), измеренные на ранней стадии после инсульта, стали потенциальными предикторами восстановления моторной функции у пациентов с ишемическим инсультом.

## THE ROLE OF DIFFUSION TENSOR MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY IN THE PREDICTION OF MOTOR FUNCTION RECOVERY IN PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE

<sup>1</sup>Anna Yu. Lavrova, <sup>1,2</sup>Vladimir M. Cheremisin

<sup>1</sup>FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>GBUZ «Mariinsky City Hospital», St. Petersburg, Russia

Stroke is the leading cause of disability worldwide. Movement disorders occur in most acute stroke patients and contribute significantly to disability. Diffusion tensor imaging (DTI) biomarkers, such as fractional anisotropy (FA), measured early after a stroke, have become potential predictors of motor recovery in patients with ischemic stroke.

**Цель исследования:** освещение возможностей применения DTI при ишемическом инсульте, а также представление результатов исследований, в которых изучалась корреляция между показателями DTI в кортикоспинальном тракте и восстановлением двигательной функции у пациентов на разных стадиях после инсульта.

**Материалы и методы.** Было прочитано и прореферировано девятнадцать публикаций в зарубежных источниках литературы в период с 2008 по 2018 г., в которых была представлена корреляция между данными DTI, собранных в первые 24 часа (острой фазу), 2–7 дней (острую фазу), и >7–90 дней (раннюю подострую фазу) после инсульта.

**Результаты.** На примере отдельных источников [1, 2] обзор литературы показывает, что нет единого мнения о «золотых стандартах» сбора или обработки данных DTI. Были обнаружены большие методологические различия между исследованиями, в которых оценивались показатели DTI в кортикоспинальном тракте. Несмотря на вариабельность поражений при инсульте, а также подходов к анализу данных, в большинстве исследований сообщалось о значительной корреляции между биомаркерами DTI и моторными нарушениями. Остается определить, могут ли результаты DTI повысить прогностическую ценность моделей двигательной дисфункции на основе клинических и нейрофизиологических переменных.

**Заключение.** FA в кортикоспинальном тракте, измеренная в течение первых часов до трех месяцев после инсульта, стала потенциальным биомаркером восстановления двигательной функции. Последующие исследования его актуальности, включающие анализ большого объема данных нескольких центров, будет иметь преимущество при определении оптимальных стандартов сбора, обработки и анализа данных DTI. Для проведения воксельного анализа головного мозга, а также анализа ROI, согласно опубликованным исследованиям в этой области, было предложено: 1) задавать в параметрах минимум 30 неколлинеарных направлений диффузии; 2) использовать минимум 6 изображений с низким значением b (например, 0); 3) использовать оптимальное значение b (около 1000 с/мм<sup>2</sup>); 4) по возможности использовать протокол HARDI, если целью является проведение трактографии. Снижение методологической неоднородности и повышение воспроизводимости установит основу для проведения мультицентровых исследований с данными хорошего качества для

определения клинической значимости DTI в прогнозе восстановления двигательной функции после инсульта. DTI может занять важное место в клинической практике, если точность этой диагностической модели будет выше по сравнению с моделями, в которых используют только данные клинической оценки у постели больного.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Elkholy S.F. et al. Diffusion tensor magnetic resonance imaging in assessment of prognostic outcome of stroke patients // *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2015. Т. 46, № 3. С. 707–713.
2. Lim S.H. et al. Corticospinal tract integrity and long term hand function prognosis in patients with stroke // *Frontiers in neurology*. 2019. Vol. 10. P. 374.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 31.01.2020 г.

Контакт / Contact: Лаврова Анна Юрьевна, lavrova.anya@gmail.com

### Сведения об авторах:

Лаврова Анна Юрьевна — аспирант кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Санкт Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт Петербург, Университетская наб., д. 7–9; Черемисин Владимир Максимович — доктор медицинских наук, профессор кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Санкт Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт Петербург, Университетская наб., д. 7–9; заведующий отделом лучевой диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Марининская больница»; 191014, Санкт Петербург, Литейный пр., д. 56.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ СТЕПЕНИ СНИЖЕНИЯ ФРАКЦИОННОЙ АНИЗОТРОПИИ С ШИРИНОЙ ТРЕТЬЕГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ СОСУДИСТОЙ ДЕМЕНЦИИ

И. М. Левашкина, С. В. Серебрякова

ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова» МЧС России, Санкт Петербург, Россия

Выявлено статистически значимое снижение FA в группе с патологически расширенным III желудочком в передних отделах лучистого венца, переднем бедре внутренней капсулы и в нижнем продольном пучке.

## VASCULAR DEMENTIA SCREENING METHOD BASED ON THE THIRD VENTRICLE AND FRACTION ANISOTROPY MEASUREMENTS

Irina M. Levashkina, Svetlana S. Serebryakova

FSBI «The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine» The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, St. Petersburg, Russia

For the group with pathological third ventricle widening was identified statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) FA decrease in three regions: front sections of corona radiata (SCR), inferior longitudinal fasciculi (ILF), anterior horn of internal capsule (AHIC).

**Цель исследования:** выявить связь расширения третьего желудочка головного мозга при дисциркуляторной энцефалопатии со снижением анизотропии диффузии в трактах белого вещества; обосновать этапы морфометрического и микроструктурного МР скрининга пациентов, имеющих риск когнитивной дисфункции.

**Материалы и методы.** Пациентам проводилось нейропсихологическое тестирование и МРТ. Измерение ширины III желудочка выполнялось на аксиальных срезах по изображениям T2 В1. Измерение FA осуществлялось в основных трактах лобных и височных долей, ответственных за когнитивную дисфункцию. (ИЛИ) Обследованы 12 ROI с помощью программы DTI. У 86 пациентов ширина III желудочка находилась в пределах возрастной нормы, у остальных — превышала возрастную норму.

**Результаты.** Выявлено статистически значимое снижение FA в группе с патологически расширенным III желудочком в передних

отделах лучистого венца, переднем бедре внутренней капсулы и в нижнем продольном пучке. Снижение было более выражено в левом полушарии. Так же у пациентов с патологическим расширением III желудочка в 78% случаев обнаруживался когнитивный дефицит, в то время как у группы с шириной III желудочка в пределах возрастной нормы — только у 50%.

**Заключение.** Начальным этапом поиска МР маркеров когнитивной дисфункции является простая морфометрическая операция по измерению ширины III желудочка по T2 ВИ. Расширение III желудочка считается косвенным признаком атрофии глубинных структур мозга и нарушения корково ядерных связей. Прямым признаком нарушения целостности данных отделов мозга может являться только снижение ФА, измерение которой необходимо на втором этапе. Наличие риска когнитивной дисфункции коррелирует со скрытым нарушением структурности лобно таламического пути, а также вовлечением в процесс лобных и височных долей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Трофимова Т.Н., Беляков Н.А., Ананьева Н.И. Очаговые изменения головного мозга при дисциркуляторной энцефалопатии (МРТ — патоморфологические сопоставления) // *Медицинская визуализация*. 2007. № 1. С. 89–96. [Trofimova T.N., Belyakov N.A., Ananyeva N.I. Focal brain changes in discirculatory encephalopathy (MRI — pathomorphological comparisons). *Medical imaging*. 2007, No 1, pp. 89–96 (In Russ.).]
2. Левашкина И.М., Серебрякова С.В., Тихомирова О.В., Китайгородская Е.В. Диагностические критерии пороговых значений фракционной анизотропии в оценке риска когнитивных нарушений у пациентов с дисциркуляторной патологией головного мозга // *Лучевая диагностика и терапия*. 2019. № 2. С. 59–65. [Levashkina I.M., Serebryakova S.V., Tikhomirova O.V., Kitaygorodskaya E.V. Diagnostic criteria for threshold values of fractional anisotropy in assessing the risk of cognitive impairment in patients with discirculatory pathology of the brain. *Radiation diagnostics and therapy*. 2019, No. 2, pp. 59–65 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-2-59-65>.]
3. Wardlaw J.M., Smith E.E., Biessels G.J. et al. Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration // *Lancet Neurol*. 2013. Vol. 12 (8). P. 822–838.
4. Jokinen H., Koikkalainen J., Laakso H.M. et al. Global Burden of Small Vessel Disease Related Brain Changes on MRI Predicts Cognitive and Functional Decline // *Stroke*. 2019. doi: 10.1161/STROKEAHA.119.026170.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 23.12.2019 г.

Контакт / Contact: Левашкина Ирина Михайловна, [levashkina.idc@yandex.ru](mailto:levashkina.idc@yandex.ru)

#### Сведения об авторах:

Левашкина Ирина Михайловна — кандидат медицинских наук, врач рентгенолог кабинета магнитно резонансной томографии федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова» МЧС России; 194044, Санкт Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2;

Серебрякова Светлана Владимировна — доктор медицинских наук, зав. кабинетом магнитно резонансной томографии федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова» МЧС России; 194044, Санкт Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2.

## АСИМПТОМНЫЙ СТЕНОЗ ВНУТРЕННИХ СОННЫХ АРТЕРИЙ: ВОЗМОЖНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ПОКОЕ

А. С. Лепёхина

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Санкт Петербург, Россия

Одним из перспективных направлений на сегодняшний день, которое позволит выявить раннее, доклиническое страдание головного мозга, а также определить тактику лечения у пациентов с хронической недостаточностью мозгового кровообращения, является исследование функциональных связей головного мозга.

## ASYMPTOMATIC STENOSIS OF INTERNAL CAROTID ARTERIES: OPPORTUNITIES OF FUNCTIONAL RESTING STATE MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY

Anna S. Lepekhina

FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

One of the promising directions today, which will allow to identify early, pre-clinical suffering of the brain, as well as determine the treatment tactics in patients with chronic cerebrovascular insufficiency, is the study of the functional connections of the brain.

**Цель исследования:** оценить функциональные связи в головном мозге у пациентов с хронической недостаточностью мозгового кровообращения с асимптомными атеросклеротическими стенозами каротидных артерий и без таковых.

**Материалы и методы.** Обследовано 28 пациентов с хронической недостаточностью мозгового кровообращения: 14 пациентов с асимптомными атеросклеротическими стенозами одной или нескольких ВСА в пределах 60–80%, составивших исследуемую группу и 14 пациентов без гемодинамически значимых стенозов ВСА — контрольная группа. Функциональную и структурную МРТ выполняли на МР томографе с силой индукции магнитного поля 3 Тл. Статистическую обработку и оценку результатов нейровизуализационных исследований (данных фМРТ в покое) проводили при помощи программного пакета CONN v.18 для установления взаимосвязей между различными отделами головного мозга, структуры различных сетей покоя и рабочих функциональных сетей.

**Результаты.** При выполнении межгруппового статистического анализа у 10 пациентов с атеросклеротическим поражением ВСА выявлены различия в функциональных связях ( $p < 0,001$ ) в сравнении с группой контроля. В правом полушарии определено существенное усиление отрицательных функциональных связей медиальной префронтальной коры (МПФК) с островком и надкраевой извилиной; ослабление положительных функциональных связей МПФК с передней и задней частью парагиппокампаальной, средней и нижней височными извилинами. В левом полушарии — ослабление положительных функциональных связей МПФК со средней височной извилиной и гиппокампом.

**Заключение.** Изменения функциональных связей между различными отделами и структурами головного мозга у пациентов с асимптомными стенозами ВСА, в сравнении с пациентами без значимых каротидных стенозов, отражают реорганизацию «рабочей сети покоя» головного мозга и являются предикторами когнитивных, эмоциональных и других расстройств высшей нервной деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий. М., 2013. 72 с. [National guidelines for the management of patients with brachiocephalic artery disease. Moscow, 2013, 72 p. (In Russ.).]
2. Den Hartog A.G., Achterberg S., Moll F.L., Kappelle L.J., Visseren F.L., van der Graaf Y., Algra A., de Borst G.J. Asymptomatic carotid artery stenosis and the risk of ischemic stroke according to subtype in patients with clinically manifest arterial disease // *Stroke*. 2013. Vol. 44 (4). P. 1002–1007. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.669267.
3. Wang T., Xiao F., Wu G., Fang J., Sun Z., Feng H., Zhang J., Xu H. Impairments in Brain Perfusion, Metabolites, Functional Connectivity, and Cognition in Severe Asymptomatic Carotid Stenosis Patients: An Integrated MRI Study. *Neural Plast*. 2017. P. 8738714. DOI: 10.1155/2017/8738714.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 10.01.2020 г.

Контакт / Contact: Лепёхина Анна Станиславовна, [anna20.04.1994@yandex.ru](mailto:anna20.04.1994@yandex.ru)

#### Сведения об авторе:

Лепёхина Анна Станиславовна — клинический ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова»; 197341, Санкт Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.



# ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ КОЛЛАТЕРАЛЬНОГО КРОВОТОКА В ОСТРЕЙШУЮ ФАЗУ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА И ПРОГНОЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕПЕРFUЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

Д. В. Меркулов

ГБУЗ «Городская Марининская больница», Санкт Петербург, Россия

Благоприятный клинический исход лечебных мероприятий в острой фазе ишемического инсульта определяется соотношением объема ядра и ишемической полутени (пенумбры) по данным перфузионного исследования, динамика которого зависит от выраженности коллатерального кровотока. Оценка коллатерального кровотока является важным прогностическим признаком для отбора пациентов на реперфузионную терапию [1–3].

## POSSIBILITIES OF MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN ASSESSING COLLATERAL BLOOD FLOW IN THE ACUTE PHASE OF ISCHEMIC STROKE AND PREDICTING THE RESULTS OF REPERFUSION THERAPY

Dmitry V. Merkulov

GBUZ «Mariinsky City Hospital», St. Petersburg, Russia

A favorable clinical outcome of therapeutic measures in the acute phase of ischemic stroke is determined by the ratio of core volume and ischemic penumbra according to a perfusion study, the dynamics of which depends on the severity of collateral blood flow. Evaluation of collateral blood flow is an important prognostic sign for selecting patients for reperfusion therapy [1–3].

**Цель исследования:** изучить возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке коллатерального кровотока в острой фазу ишемического инсульта и прогнозе результатов реперфузионной терапии.

**Материалы и методы.** Проанализированы изображения, полученные при мультиспиральной компьютерной томографии, у 93 пациентов (54 мужчины и 39 женщин) в острой фазу ишемического инсульта с неврологическим дефицитом по шкале NIHSS от 10 до 25 баллов и временем начала клинических проявлений от 1 до 10 часов. Всем пациентам выполняли нативное сканирование головного мозга с оценкой ранних признаков ишемии по шкале ASPECTS; КТ перфузию с вычислением объема ядра и пенумбры; однофазную КТ ангиографию с захватом дуги аорты и ее ветвей. У 20 пациентов исследование было дополнено трехфазной КТ ангиографией с оценкой коллатерального кровотока в специализированном приложении. У 73 пациентов без трехфазной ангиографии коллатеральный кровоток оценивался по нативным динамическим перфузионным изображениям.

**Результаты.** Из общего числа пациентов (n=93) отсутствовали ранние признаки ишемии при нативном исследовании у 28 пациентов. У остальных 65 пациентов выявлялись участки гиподенсивности и нарушения дифференцировки вещества головного мозга. По шкале ASPECTS: 9 баллов (n=30), 8 баллов (n=25), 7 баллов (n=10). У 64 пациентов выявлялся симптом гиперденсивной артерии. По данным однофазной КТ ангиографии были выявлены окклюзирующие тромбозы ВСА (n=24), М1 М2 сегмента СМА (n=69). По данным КТ перфузии объем ишемической полутени (пенумбры) составлял >90% у 19 пациентов, ≥70% у 43 пациентов, ≥50% у 31 пациентов. Лептоменингеальные коллатерали визуализировались у 59 пациентов, у 14 из которых появлялись в раннюю артериальную фазу и прослеживались на всем протяжении сканирования. У 34 пациентов коллатерали практически полностью отсутствовали. У пациентов с хорошо выраженным коллатеральным кровотоком (n=14) отсутствовали ранние признаки ишемии при нативном исследовании, объем пенумбры составлял >90%, неврологический дефицит до лечебных мероприятий оценивался в 10–15 баллов по NIHSS, а после реперфузионной терапии регрессировал до 0–3 баллов по NIHSS. У 2 пациентов из этой группы время от начала клинических проявлений составляло 6–8 часов. Пациенты с плохо выраженным коллатеральным кровотоком (n=34) до реперфузионной терапии имели более выраженный невро-

логический дефицит до 25 баллов по NIHSS, объем пенумбры 50–70%. У 22 пациентов из этой группы после реперфузионной терапии неврологический дефицит не регрессировал, у 7 из них развилась геморагическая трансформация.

**Заключение.** Трехфазная КТ ангиография и динамическая КТ перфузия позволяют оценить коллатеральный кровоток в острой фазу ишемического инсульта. Коллатеральный кровоток является ключевым фактором, определяющим динамику ишемического очага и исход реперфузионной терапии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Lu S.S., Zhang X., Xu X.Q. et al. Comparison of CT angiography collaterals for predicting target perfusion profile and clinical outcome in patients with acute ischemic stroke // *Eur. Radiol.* 2019 Sep; Vol. 29 (9). P. 4922–4929. doi: 10.1007/s00330-019-06027-9. Epub 2019 Feb 14.
2. Liebeskind D.S., Tomsick T.A., Foster L.D., Menon B.K. et al. Collaterals at angiography and outcomes in the Interventional Management of Stroke (IMS) III trial // *Stroke.* 2014 Mar; Vol. 45 (3). P. 759–764. doi: 10.1161/STROKEAHA.113.004072. Epub 2014 Jan 28.
3. Шамалов Н.А. Реперфузионная терапия при ишемическом инсульте в Российской Федерации: проблемы и перспективы // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2014. № 2. С. 15–22. [Shamalov N.A. Reperfusion therapy for ischemic stroke in the Russian Federation: problems and prospects. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*, 2014, No 2, pp. 15–22 (In Russ.).]

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 27.01.2020 г.

Контакт / Contact: Меркулов Дмитрий Валериевич, dr\_merkulov@mail.ru

## Сведения об авторе:

Меркулов Дмитрий Валериевич — заведующий отделением компьютерной томографии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская Марининская больница»; 191014, Санкт Петербург, Литейный пр., д. 56.

## ПРОЯВЛЕНИЯ ТУБЕРКУЛЕЗНОГО МЕНИНГОЭНЦЕФАЛИТА У ПАЦИЕНТОВ С ВЕРИФИЦИРОВАННЫМ ДИАГНОЗОМ ТУБЕРКУЛЕЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И НЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ СИМПТОМАТИКОЙ

<sup>1</sup>Е. Р. Мухаметшина, <sup>1</sup>П. В. Гаврилов, <sup>2</sup>Т. Н. Трофимова

<sup>1</sup>ФГБУ «Санкт Петербургский научно исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтерева» Российской академии наук, Санкт Петербург, Россия

Анализ частоты встречаемости и МР семиотика туберкулезного менингоэнцефалита у пациентов с верифицированным диагнозом туберкулеза органов дыхания и неврологической симптоматикой. Оценка развития ИРИС синдрома у пациентов с ВИЧ инфекцией на фоне проводимой антиретровирусной терапии.

## MANIFESTATIONS OF TUBERCULOUS MENINGOENCEPHALITIS IN PATIENTS WITH VERIFIED DIAGNOSIS OF TUBERCULOSIS OF RESPIRATORY ORGANS AND NEUROLOGICAL SYMPTOMATOLOGY

<sup>1</sup>Elena R. Mukhametshina, <sup>1</sup>Pavel V. Gavrilov, <sup>2</sup>Tatyana N. Trofimova

<sup>1</sup>FSBI «St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>FSBI «V. M. Bekhterev National Medical Research Center of Psychiatry and Neurology» of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Analysis of the incidence and MR semiotics of tuberculous meningoencephalitis in patients with a verified diagnosis of respiratory tuberculosis and

neurological symptoms. Assessment of the development of IRIS syndrome in patients with HIV infection during antiretroviral therapy.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 27.01.2020 г.

Контакт / Contact: Мухаметшина Елена Радиевна, doctor.mukhametshinaer@gmail.com

**Цель исследования:** изучить частоту встречаемости и МР семиотику туберкулезного менингоэнцефалита у пациентов с верифицированным диагнозом туберкулеза органов дыхания и неврологической симптоматикой.

**Материалы и методы.** За период 2013–2019 гг. в СПбНИИФ Минздрава России был обследован 121 пациент с верифицированным диагнозом туберкулеза органов дыхания, у которых на основании жалоб и данных неврологического обследования заподозрено специфическое поражение ЦНС. Из них 65,2% (79 чел.) ВИЧ инфицированы. Всем больным выполнена магнитно-резонансная томография головного мозга с внутривенным введением контрастного препарата.

**Результаты.** Туберкулезный менингоэнцефалит при обследовании был выявлен у 21 (17,3%) пациентов. В подавляющем большинстве случаев патологический процесс был выявлен у мужчин 16 (76,1%), и только у 23,8% у женщин (среди них 1 ребенок 10 лет). В данной группе пациентов, ВИЧ инфекция IVB ст. была выявлена в 90,4% случаев с количеством CD4 клеток от 127 до 214, из которых у 19% пациентов, изменения были выявлены на фоне впервые проводимой специфической терапии и связаны с синдромом восстановления иммунитета (IRIS синдром). При анализе выявленных изменений туберкулезный менингоэнцефалит имел базальную локализацию с поражением оболочек стволовых структур, хиазмально-селлярной области и распространением на зрительный перекрест и латеральную щель 14 (66,6%). Реже, у 7 пациентов (33,3%), были выявлены изменения в оболочках гемисфер головного мозга, намета мозжечка и пинеальной области (области четверохолмной цистерны с развитием окклюзионной гидроцефалии). Все изменения характеризовались неоднородным повышением МР сигнала на T2 ВИ и при FLAIR ИП, с наличием высокобелкового содержимого, в ряде случаев и участками обызвествлений, с признаками усиления МР сигнала на T1 ВИ после внутривенного введения контрастного препарата утолщенными оболочками гемисфер головного мозга и стволовых структур и формированием узелков в прилежащих отделах головного мозга, линейным контрастированием вдоль борозд и извилин гемисфер головного мозга. Чаще всего менингоэнцефалит сочетался с разнокалиберными туберкулемами головного мозга (28,5% случаев), у 1 пациента признаки менингоэнцефалита были выявлены на фоне прогрессирующей мультифокальной лейкоэнцефалопатии (ПМЛ).

**Заключение.** Диагностика нейротуберкулеза основана на анализе клинико-лабораторных данных и данных лучевых методов исследования (МРТ). МРТ головного мозга с внутривенным введением контрастного препарата должна входить в перечень обязательного обследования пациентов с туберкулезом органов дыхания при клинических подозрениях на поражение ЦНС (особенно у пациентов с ВИЧ инфекцией). Наши данные показали, что менингоэнцефалит туберкулезной этиологии чаще всего локализован в области базальных цистерн с распространением на хиазмально-селлярную область и латеральные щели с вовлечением в процесс прилежащих отделов головного мозга. Также исследование показало, менингоэнцефалит чаще всего сочетается с туберкулемами головного мозга.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Трофимова Т.Н., Рассохин В.В., Леонова О.Н., Шеломов А.С., Яковлев А.А., Азовцева О.В., Бакулина Е.Г., Беляков Н.А. Поражения структур головного мозга при ВИЧ инфекции // *Медицинский академический журнал*. 2019. Т. 19, № 3. С. 83–95. [Trofimova T.N., Rassokhin V.V., Leonova O.N., Shelomov A.S., Yakovlev A.A., Azovtseva O.V., Bakulina E.G., Belyakov N.A. Damage to brain structures in HIV infection. *Medical Academic Journal*, 2019, Vol. 19, No. 3, pp. 83–95 (In Russ.).]
2. Трофимова Т.Н., Беляков Н.А., Рассохин В.В. *Радиология и ВИЧ инфекция*. СПб.: Балтийский медицинский образовательный центр, 2017. 352 с. [Trofimova T.N., Belyakov N.A., Rassokhin V.V. *Radiology and HIV infection*. St. Petersburg: Baltic Medical Education Center, 2017, 352 p. (In Russ.).]
3. Mukhametshina E., Gavrilov P. Tuberculous meningoencephalitis in patient with HIV infection // *QJM: An International Journal of Medicine*, 2019. Vol. 112, No 12. P. 932–933; doi: 10.1093/qjmed/hcz104
4. Schaller M.A., Wicke F. Central Nervous System Tuberculosis: Etiology, Clinical Manifestations and Neuroradiological Features. *Clin Neuroradiol*. 2019. Mar; Vol. 29 (1). P. 3–18. doi: 10.1007/s00062-018-0726-9. Epub 2018 Sep 17.

#### Сведения об авторах:

Мухаметшина Елена Радиевна — младший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32;  
Гаврилов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления «Лучевая диагностика» федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32;  
Трофимова Татьяна Николаевна — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтерева» Российской академии наук; 197376, Санкт-Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9.

### КОНЦЕНТРИЧЕСКИЙ СКЛЕРОЗ БАЛО: РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МРТ

Ж. И. Савинцева, Л. Н. Прахова, А. Г. Ильвес, О. М. Новоселова,  
В. М. Лебедев, Т. Н. Трофимова

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

Концентрический склероз Бало (КСБ) представляет собой редкое демиелинизирующее заболевание, которое одни авторы относят к монофазному процессу, а другие — к хроническому ремиттирующему заболеванию. В настоящем исследовании впервые была прослежена динамика МРТ изменений у большой группы пациентов с концентрическим склерозом Бало. Сделан вывод о высокой вероятности последующего появления новых очагов демиелинизации у пациентов с КСБ, что диктует необходимость их регулярного МРТ контроля.

### EVALUATION OF BALO'S CONCENTRIC SCLEROSIS: MRI FOLLOW UP STUDY

Zhanna I. Savintseva, Lidia N. Prakhova, Alexander G. Ilves,  
Olga M. Novoselova, Valery M. Lebedev, Tatiana N. Trofimova

FSBI «V. M. Bekhterev National medical research center of psychiatry and neurology» of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Balo's concentric sclerosis (BCS) is a rare demyelinating disease, which some authors attribute to a monophasic process, and others to a chronic remitting disease. This study for the first time describes the dynamics of MRI changes in a large group of patients with BCS. It was concluded that there is a high probability of the subsequent emergence of new foci of demyelination in patients with BCS, which dictates the need for their regular MRI monitoring.

**Введение.** Концентрический склероз Бало (КСБ) является редким демиелинизирующим заболеванием, которое некоторыми авторами рассматривается как атипичный вариант рассеянного склероза (РС). В литературе информация о КСБ представлена в основном описанием клинических случаев с рассмотрением одного или нескольких пациентов. При этом существуют описания КСБ и как монофазного процесса, и как заболевания, имеющего ремиттирующее течение. В нескольких статьях упоминается сосуществование КСБ и очагов, типичных для РС. При этом практически отсутствуют публикации с описанием длительного динамического наблюдения пациентов с КСБ, что делает актуальной задачу исследования особенностей течения данного заболевания и выработки тактики радиологического ведения.

**Цель исследования:** изучение динамики изменений радиологических проявлений у большой группы пациентов с КСБ.

**Материалы и методы.** В ретроспективный анализ были включены 28 пациентов (19 женщин, 9 мужчин) в возрасте от 12 до 52 лет



(медиана — 30 лет) с наличием демиелинизирующего процесса и типичными очагами типа Бало. У каждого пациента была проанализирована МРТ картина в дебюте заболевания и в динамике на фоне лечения (медиана срока наблюдения — 56 месяцев). В анализ были включены данные о количестве очагов, типе очагов и наличии контрастного усиления, а также показатели исследования ликвора на наличие олигоклонального иммуноглобулина G (олигоIgG). Для сравнения пациентов по качественным признакам использовался критерий Фишера, уровень  $p < 0,05$  был принят как значимый.

**Результаты.** В результате анализа МРТ изображений, выполненных на момент дебюта заболевания, были выделены две группы пациентов. В первую группу (76% всех наблюдений) вошли пациенты, у которых присутствовали как типичные Бало подобные очаги, так и бляшки без концентрического паттерна, типичные для РС. Вторую группу составили пациенты, у которых на первичном МРТ исследовании визуализировались только очаги типа Бало (24% наблюдений). При анализе МРТ в динамике у пациентов обеих групп наблюдалось появление новых очагов, как Бало подобных, так и очагов типа РС. У пациентов первой группы новые концентрические очаги были выявлены у 22% пациентов, в РС очаги — у 63%. Для второй группы эти показатели составили 14 и 57% соответственно. Статистически значимых различий в МРТ изменениях между группами выявлено не было. У пациентов с отрицательным анализом ликвора на олигоIgG новые очаги демиелинизации появлялись в 77% случаев. Лишь у одного пациента не удалось установить признаков диссеминации процесса во времени и пространстве.

**Заключение.** Таким образом, наличие Бало подобных очагов с высокой вероятностью свидетельствует о последующим появлении новых очагов демиелинизации, что подтверждают представление о ремиттирующем течении КСБ. При наличии на МРТ только Бало подобных очагов в дебюте заболевания, даже при отсутствии IgG в ликворе, следует продолжать клинко радиологическое наблюдение за пациентом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Попова Е.А., Брюхов В.В., Бойко А.Н. и др. Атипичный рассеянный склероз — концентрический склероз Бало: два клинических наблюдения и обзор // *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2017. № 117 (2). С. 50–53. [Popova E.A., Bryukhov V.V., Boyko A.N. et al. Atypical multiple sclerosis — Balo concentric sclerosis: two clinical observations and a review. *Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S.Korsakova. Special issues*. 2017, No 117 (2), pp. 50–53 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/jnevro20171172250–53.
2. Серков С.В., Попова Е.А., Бойко А.Н. и др. Концентрический склероз Бало: редкое наблюдение и стабилизация при лечении // *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2012. № 112 (1). С. 90–93. [Serkov S.V., Popova E.A., Boyko A.N. et al. Balo concentric sclerosis: a rare observation and stabilization in treatment. *Journal of Neurology and Psychiatry named after S. S. Korsakova*, 2012, No 112 (1), pp. 90–93 (In Russ.)].
3. Purohit B., Ganewatte E., Schreiner B., Kollias S. Balo's Concentric Sclerosis with Acute Presentation and Co Existing Multiple Sclerosis Typical Lesions on MRI // *Case Rep. Neurol*. 2015, Vol. 7 (1). P. 44–50. Published 2015 Feb 28. doi: 10.1159/000380813.
4. Osborn A.G. Demyelinating and inflammatory diseases; in: Osborn's Brain. Imaging, Pathology, and Anatomy. *Mannitoba, Amirsys*. 2013. P. 405–442.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 26.01.2020 г.

Контакт / Contact: Савинцева Жанна Игоревна, jeanna.mri@ihb.spb.ru, lycaidas@gmail.com

#### Сведения об авторах:

Савинцева Жанна Игоревна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории нейровизуализации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9;

Прахова Лидия Николаевна — доктор медицинских наук, заведующая лабораторией нейрореабилитации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9;

Ильвес Александр Геннадиевич — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории нейрониммунологии федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9;

Новоселова Ольга Михайловна — младший научный сотрудник лаборатории нейрореабилитации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9;

Лебедев Валерий Михайлович — младший научный сотрудник лаборатории нейрореабилитации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9;

Трофимова Татьяна Николаевна — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории нейровизуализации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9.

## МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ ГЛИОМ ВЫСОКОГО ГРЕЙДА С УЧЕТОМ ПРОВОДИМОЙ ХИМИОТЕРАПИИ

А. В. Смирнова, О. В. Лукина, М. Ю. Анишкин, А. В. Кузьмин,  
А. М. Ткачев, Н. А. Плахотина

Медицинский институт им. Березина Сергея, Санкт Петербург,  
Россия

ФГБОУ ВО «Первый Санкт Петербургский государственный  
медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, Санкт Петербург, Россия

В настоящее время стандартом лечения злокачественных глиом является комплексный подход, включающий хирургическое удаление опухоли, последующую химиолучевую терапию, в том числе и с возможным применением бевацизумаба. Трактовка последующих динамических изменений глиом представляет определенную сложность. В представленном исследовании дана оценка совокупных морфологических, функциональных изменений глиом в различные сроки после проведения терапии, в том числе и с учетом данных ПЭТ КТ с метионином.

## MULTIMODAL EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF COMBINED HIGH GRADE GLIOMA THERAPY TAKING INTO ACCOUNT THE ONGOING CHEMOTHERAPY

Alina V. Smirnova, Olga V. Lukina, Mikhail Yu. Anishkin,  
Alexandr V. Kuzmin, Alexandr M. Tkachev, Nadezhda A. Plakhotina

Dr. Berezin Medical Institute, St. Petersburg, Russia  
FSBEI HE «Pavlov First St. Petersburg State Medical University» of  
the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg,  
Russia

Currently, the standard treatment for malignant gliomas is a comprehensive approach that includes surgical removal of the tumor, followed by chemoradiotherapy, including the possible use of bevacizumab. Interpretation of subsequent dynamic changes in gliomas is difficult. The present study assesses the total morphological and functional changes in gliomas at various times after therapy, including taking into account PET CT with methionine.

**Цель исследования:** оценить совокупность перфузионных, метаболических, морфологических изменений глиом III–IV грейда в разные сроки после различных видов комбинированного лечения, включающих лучевую терапию (ЛТ) и химиотерапию (ХТ), с учетом применения антиангиогенных препаратов.

**Материалы и методы.** В период с 2015 по 2019 г. в исследовании приняли участие 115 пациентов в возрасте 24–69 лет (средний возраст 55 лет), получивших различные виды лучевой терапии и ХТ по поводу глиом III–IV grade. Grade опухоли устанавливался согласно данным гистологического исследования. Исследования проводились на 1,5 Т и 3,0 Т томографах с использованием ИП T13D 1 мм до и после введения контраста, T2 WI tra 2 мм, flair tra 1–3 мм, T2 WI sag 2 мм, DWI, спектроскопии на зону интереса, PWI. Первое МР исследование осуществлялось перед лечением, последующее — через 1–2 месяца в зависимости от состояния пациента и затем каждые 2–3 месяца. МР

перфузия и ПЭТ с метионином проводились перед лучевой терапией и затем через каждые 4–6 месяцев. Постпроцессинг выполнялся с использованием рабочей станции SINGO.VIA с помощью технологических процессов: *neuro 3d*, *MM oncology*, *MR neurology*.

**Результаты.** При контрольных МР исследованиях на разных сроках было отмечено, что размеры зоны контрастного усиления могли увеличиваться, уменьшаться, оставаться стабильными. При этом количество пациентов с высокими значениями CBV постепенно уменьшалось, но в уменьшающейся когорте пациентов с нарастающими значениями CBV увеличиваются значения ИН метионина, и наоборот, в увеличивающейся когорте пациентов с убывающими значениями CBV снижается. В различных временных точках эти значения могут пересекаться. Выявлено, что первые признаки продолженного роста у пациентов, получающих бевацизумаб, в 96,8% всех случаев были в виде увеличения размеров по T2/FLAIR, без убедительного повышения ИН метионина (не более 1,4). В эти же ранние сроки на T1 с контрастированием и PWI не отмечалось ни признаков патологического усиления МР сигнала, ни повышения CBV, CBF. Хотя при последующих наблюдениях индекс накопления метионина имел более высокие значения (от 1,8 до 4,0) и отмечалось невыраженное контрастирование и нарастание CBV в зоне «нового» гиперинтенсивного на T2/FLAIR участка.

**Заключение.** Признаки изменения размеров опухоли являются неспецифическими и могут быть характерными как для продолженного роста, так и для постлучевых изменений. С развитием новых методик облучения, новых схем ХТ и с учетом применения антиангиогенной терапии актуальным является изучение методов нейровизуализации, позволяющих на этапе мониторинга результатов лечения в максимально ранние сроки оценивать его эффективность, дифференцировать продолженный рост и лучевые повреждения ткани мозга. Неопластический и метаболизм образования могут изменяться на фоне применения бевацизумаба и независимо друг от друга. Чтобы избежать неправильной трактовки результатов, требуется организация проспективных исследований со строгими критериями включения больных в исследование с соблюдением сроков повторных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Муфазалов Ф.Ф., Аббасова Р.Р., Муфазалова Н.А., Гончарова О.В., Сафина Л.Х., Муфазалова Л.Ф. Современная тактика лечения злокачественных глиом головного мозга и случаи полного ответа опухоли на фоне длительного приема бевацизумаба // *Злокачественные опухоли*. 2017. Т. 7, № 2. [Muftazalov F.F., Abbasova R.R., Muftazalova N.A., Goncharova O.V., Safina L.Kh., Muftazalova L.F. Modern tactics of treating malignant gliomas of the brain and the case of a complete tumor response against the background of prolonged use of bevacizumab. *Malignant tumors*, 2017, Vol. 7, No 2 (In Russ)].
- Клинические рекомендации по лечению первичных опухолей центральной нервной системы. Стандарты, рекомендации и опции в лечении опухолей головного мозга у взрослых [Электронный ресурс] / под ред. О.В.Абсальмова, О.Ю.Аникеева, А.В.Голанов и др. М.: Ассоциация нейрохирургов России, 2013. [Clinical recommendations for the treatment of primary tumors of the central nervous system. Standards, recommendations and options in the treatment of brain tumors in adults [Electronic resource] / ed. O.V.Absalyamova, O.Yu.Anikееva, A.V.Golanov et al. Moscow: Association of Neurosurgeons of Russia, 2013 (In Russ)]. URL: <http://ruans.org/files/pdf/guidelines/tumors.pdf>.
- Minniti G., Amelio D., Amichetti M. et al. Patterns of failure and comparison of different target volume delineations in patients with glioblastoma treated with conformal radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide // *Radiother. Oncol.* 2010. Vol. 97. P. 377–381.
- Galldiks N., Law I., Pope W.B., Arbizu J., Langen K.J. The use of amino acid PET and conventional MRI for monitoring of brain tumor therapy // *Neuroimage Clin.* 2017. Vol. 13. P. 386–394.
- Galldiks N., Dunkl V., Ceccon G. et al. Early treatment response evaluation using FET PET compared to MRI in glioblastoma patients at first progression treated with bevacizumab plus lomustine // *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2018. June.
- Langen K.J., Galldiks N., Hattingen E., Shah N.J. Advances in neuro oncology imaging // *Nat. Rev. Neurol.* 2017. Vol. 13. P. 279–289.
- Dhermain F.G., Hau P., Lanfermann H., Jacobs A.H., van den Bent M.J. Advanced MRI. PET imaging for assessment of treatment response in patients with gliomas // *Lancet Neurol.* 2010. Vol. 9. P. 906–920.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 20.01.2020 г.

Контакт / Contact: Смирнова Алина Вячеславовна, [smirnova\\_alina@bk.ru](mailto:smirnova_alina@bk.ru)

#### Сведения об авторах:

Смирнова Алина Вячеславовна — врач рентгенолог, высшая категория, Медицинский институт им. Березина Сергея; 197758, Санкт Петербург, пос. Песочный, ул. Карла Маркса, д. 43;

Лукина Ольга Васильевна — доктор медицинских наук, руководитель отделения рентгеновской компьютерной томографии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197022, Санкт Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8;

Анишкин Михаил Юрьевич — онколог, Медицинский институт им. Березина Сергея; 197758, Санкт Петербург, пос. Песочный, ул. Карла Маркса, д. 43;

Кузьмин Александр Владимирович — радиотерапевт, нейрохирург, Медицинский институт им. Березина Сергея; 197758, Санкт Петербург, пос. Песочный, ул. Карла Маркса, д. 43;

Ткачев Александр Михайлович — невролог, Медицинский институт им. Березина Сергея; 197758, Санкт Петербург, пос. Песочный, ул. Карла Маркса, д. 43;

Плахотина Надежда Александровна — кандидат медицинских наук, врач рентгенолог, высшая категория, Медицинский институт им. Березина Сергея; 197758, Санкт Петербург, пос. Песочный, ул. Карла Маркса, д. 43.

### ВОЗМОЖНОСТИ МР ПЕРФУЗИИ И МР МОРФОМЕТРИИ ПРИ ДЕМИЕЛИНИЗИРУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ НА ПРИМЕРЕ КЛИНИЧЕСКИ ИЗОЛИРОВАННОГО СИНДРОМА

<sup>1</sup>А. А. Содиков, <sup>2</sup>Л. М. Васильков, <sup>2</sup>Ю. А. Станкевич,  
<sup>2</sup>О. Б. Богомякова, <sup>1,2</sup>А. А. Тулунов

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия  
<sup>2</sup>ФГБУН «Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

«Клинически изолированный синдром» (КИС) — термин, используемый для описания первого клинического эпизода, указывающего на очаговое демиелинизирующее поражение центральной нервной системы, но не отвечающего критериям диссеминации в пространстве и времени. Согласно данным литературы, у 50% пациентов отмечалась конверсия КИС в РС в течение 5 лет. Лечение пациентов с КИС может отсрочить переход в РС. В настоящей работе проводится анализ МР перфузии и морфометрии, а также найдена корреляция данных этих методик.

### THE POSSIBILITIES OF MR PERFUSION AND MR MORPHOMETRY IN DEMYELINATING DISEASES USING THE EXAMPLE OF A CLINICALLY ISOLATED SYNDROME

<sup>1</sup>Abdovakhob A. Sodikov, <sup>2</sup>Lyubov M. Vasilkov,  
<sup>2</sup>Yuliya A. Stankevich, <sup>2</sup>Olga B. Bogomyakova,  
<sup>1,2</sup>Andrey A. Tulunov

<sup>1</sup>FSBEI HPE «Novosibirsk State University», Novosibirsk, Russia  
<sup>2</sup>FSBI «The Institute International Tomography Center» of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Clinically isolated syndrome (CIS) is a term that is used to describe the first clinical episode that indicates focal demyelinating lesions of the central nervous system, but does not meet the criteria for dissemination in space and time. According to the literature 50% of patients had a conversion of CIS to MS within 5 years. Early treatment of patients with CIS can delay the transition to MS. This paper analyzes MR perfusion and morphometry, and also found a correlation between the results.

**Цель исследования:** изучить возможности МРТ в оценке изменения перфузии и объема головного мозга при КИС и РС.

**Материалы и методы.** Объектом исследования были 31 пациент (6 пациентов с КИС, 13 с ремиссией рецидивирующей рецидивирующей формы РС (rPPRC), 7 с обострением PPRC (oPPRC), 5 с вторично прогрессирующей формой РС (ВПРС)) и группа контроля — 12 человек. На томографе Philips «Ingenia» 3.0T с помощью конт-

растной МР перфузии были исследованы относительный церебральный объем крови (relCBV) и церебральный кровоток (relCBF) в очагах демиелинизации. МР морфометрия (измерение относительного объема белого вещества головного мозга) была проведена при помощи онлайн сервиса volBrain.

**Результаты.** Выявлена корреляция объема белого вещества головного мозга с выраженностью очаговых изменений (коэффициент корреляции с Спирмана 0,4,  $p < 0,05$ ). Количественно оценены показатели перфузии: relCBF и relCBV не отличаются у пациентов с КИС и oPPPC ( $p > 0,05$ ), по сравнению с КИС у пациентов с rPPPC и ВПРС достоверно снижено на 32% и 40% relCBF ( $p < 0,01$ ), соответственно, и на 28% и 36% relCBV ( $p < 0,01$ ). Количественно оценены объемы белого вещества головного мозга: объемы у пациентов с КИС и контрольной группы достоверно не различаются ( $p > 0,05$ ), по сравнению с группой КИС у пациентов с oPPPC и rPPPC достоверно снижены на 8% и 11% ( $p < 0,05$ ) соответственно.

**Заключение.** Из полученных данных следует, что показатели перфузии у пациентов с КИС и oPPPC неразличимы, поэтому можно предполагать, что КИС является наиболее ранней стадией РС. Показатели объема белого вещества головного мозга у больных с КИС не изменены относительно контрольной группы. Снижение объема головного мозга взаимосвязано со снижением скорости церебрального кровотока в исследуемых группах.

Мы благодарим Министерство науки и высшего образования РФ (АААА А16 116121510090 5) за доступ к МРТ и УЗИ оборудованию.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (№ 19 75 00052).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Демин Д.С., Василькив Л.М., Тулупов А.А. Современные возможности использования МР перфузии при оценке церебрального кровотока // *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина*. 2015. Т. 13, Вып. 4. С. 47–56. [Demin D.S., Vasilkiv L.M., Tulupov A.A. Modern possibilities of using MR perfusion in assessing cerebral blood flow. *Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Biology, Clinical Medicine*, 2015, Vol. 13, No. 4, pp. 47–56 (In Russ.).]
2. Bates D. Treatment effects of immunomodulatory therapies at different stages of multiple sclerosis in short term trials // *Neurology*. 2011. 76. pp. 14–25.
3. Manjón J.V., Coupé P. volBrain: An Online MRI Brain Volumetry System // *Front Neuroinform*. 2016. Vol. 10. P. 30.
4. Wurster U., Lindert R. B., Torens I., Heidenreich F. Anti mog antibodies // *Autoantibodies*. 2007. P. 591–598.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 26.01.2020 г.

Контакт / Contact: Содилов Абдувахоб Абдурауфович, sodikov.a@icloud.com

#### Сведения об авторах:

Содилов Абдувахоб Абдурауфович — студент VI курса Института медицины и психологии В. Зельмана федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2;

Василькив Любовь Михайловна — младший научный сотрудник лаборатории «МРТ технологии» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Институтская ул., д. 3а;

Станкевич Юлия Александровна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории «МРТ технологии» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Институтская ул., д. 3а;

Богомякова Ольга Борисовна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории «МРТ технологии» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Институтская ул., д. 3а;

Тулупов Андрей Александрович — доктор медицинских наук, профессор РАН, заместитель директора Института медицины и психологии В. Зельмана НГУ, заведующий лабораторией «МРТ технологии» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Институтская ул., д. 3а.

## РОЛЬ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ КТ С ПЕРФУЗИОННЫМ ИССЛЕДОВАНИЕМ В ОПТИМИЗАЦИИ РАДИКАЛЬНОСТИ РЕЗЕКЦИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ГЛИОМ

<sup>1</sup>Р. С. Талыбов, <sup>1</sup>А. А. Суфианов, <sup>2</sup>Т. Н. Трофимова

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; г. Тюмень, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтерева» Российской академии наук, Санкт Петербург, Россия

В исследовании представлена методика проведения интраоперационной компьютерной томографии (иКТ) с перфузионным исследованием и результаты обследования 42 пациентов с глиомами высокой степени анаплазии. Применение данной методики свидетельствует о выявлении не только накапливающего контраст компонента глиомы высокой степени злокачественности, но и опухолевой ткани за пределами некроза, интактным гематоэнцефалическим барьером, демонстрирующим гиперперфузию по показателю объемного мозгового кровотока (CBV) в режиме реального времени.

## OPTIMIZATION OF HIGH GRADE GLIAL TUMOR RESECTION WITH INTRAOPERATIVE ICT PERFUSION IMAGING

<sup>1</sup>Rustam S. Talybov, <sup>1</sup>Albert A. Sufianov, <sup>2</sup>Tatyana N. Trofimova

<sup>1</sup>FSBI «Federal Centre of Neurosurgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tyumen, Russia

<sup>2</sup>FSBI «V. M. Bekhterev National medical research center of psychiatry and neurology» of the Federation of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

The study contains the results of surgical treatment of 42 patients with high grade gliomas which performed iCT With Perfusion Imaging. Using this technique Collected data confirms dependency between outcome and residual contrast enhanced tumor volume, with CBV hyperperfusion in areas without disrupted blood brain barrier in real time in the operating room.

**Цель исследования:** повысить радикальность резекции глиом с высокой степенью анаплазии на основе применения интраоперационной рентгеновской компьютерной томографии с перфузионным исследованием (иКТ).

**Материалы и методы.** Обследовано 42 взрослых пациентов со злокачественными глиомами (Grade III и IV WHO 2016), включая предоперационную МРТ головного мозга с внутривенным контрастным усилением и DSC перфузией. Контроль тотальности резекции опухоли осуществлялся интраоперационно (иКТ с исследованием перфузии), а также в первые 48 часов после операции (МРТ головного мозга с внутривенным контрастным усилением и DSC перфузионным исследованием). По результатам данных иКТ выполнялась коррекция объемов резекции. Оценка эффективности комбинированной терапии осуществлялась серией МРТ с внутривенным контрастированием и DSC перфузией через 3–6–9–12 месяцев. Общая продолжительность наблюдения составила 36 месяцев. Верификация полученных данных осуществлялась патоморфологическим и иммуногистохимическим исследованиями.

**Результаты.** В 10 (без применения иКТ) случаях объем поражения, локализация, вовлечение функционально значимых зон не позволили выполнить тотальную или субтотальную резекцию опухолевой ткани, в том числе участков накапливающих контрастное вещество и/или характеризующихся повышенными показателями объемного мозгового кровотока (CBV). При динамическом контроле указанные случаи были стойко сопряжены с неблагоприятным прогнозом и низкими показателями выживаемости (<13,5 месяцев). В 12 наблюдениях применение иКТ позволило выполнить тотальное удаление опухолевой ткани, накапливающей контрастное вещество, и субтотальную резекцию выявленных зон усиленной васкулярной эндотелиальной пролиферации (высокие параметры CBV). Перечисленные случаи демонстрировали большие сроки выживаемости без рецидива на фоне замедленных темпов опухолевой прогрессии (>13,5 месяцев). В 20 случаях, благодаря иКТ, степень микрохирургической резекции опухолевой массы была максимальной и обеспечила полное удаление фрагментов опухолевой ткани, накоп-



ливающих контрастное вещество, а также характеризовавшихся высоким CBV. При этом на протяжении всего периода динамического наблюдения признаки истинной опухолевой прогрессии выявлены не были.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о наличии стойкой корреляции между выживаемостью без прогрессирования и резидуальным объемом контрастнакапливающего компонента злокачественной глиомы, а также с резидуальным объемом опухолевой ткани с высокими показателями CBV. Наиболее значимую роль в этом играет ИКТ с перфузионным исследованием, которая позволяет своевременно вносить коррективы в объем микрохирургической резекции. Применение указанной методики для интраоперационного уточнения возможного объема оперативного вмешательства повышает эффективность оперативного лечения, увеличивает сроки средней продолжительности жизни пациентов без рецидива и улучшает прогноз.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Beckmann E.C. CT scanning the early days // *The British Journal of Radiology*. 2006. Vol. 79. P. 5–8.
2. Shalit M.N., Israeli Y., Matz S., Cohen M.L. Intra operative computerized axial tomography // *Surg. Neurol.* 1979. Vol. 11 (5). P. 382–384.
3. Engle D.J., Lunsford L.D. Brain tumor resection guided by intraoperative computed tomography // *J. Neurooncol.* 1987. Vol. 4 (4). P. 361–370.
4. Ohye C., Kawashima Y., Hirato M., Wada H., Nakajima H. Stereotactic CT scan applied to stereotactic thalamotomy and biopsy // *Acta Neurochir (Wien)*. 1984. Vol. 71 (1–2). P. 55–68.
5. Rumboldt Z., Huda W., Ali J.W. Review of portable CT with assessment of a dedicated head CT scanner // *Am. J. Neuroradiol.* 2009. Vol. 30. P. 1630–1636.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 01.12.2019 г.

Контакт / Contact: Талыбов Рустам Сабирович, rustam230789@gmail.com

#### Сведения об авторах:

Талыбов Рустам Сабирович — врач рентгенолог первой категории, федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр нейрохирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 625032, г. Тюмень, 4-й км, Червишевского тракта, д. 5;  
Суфианов Альберт Акрамович — доктор медицинских наук, профессор, врач нейрохирург, федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр нейрохирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 625032, г. Тюмень, 4-й км, Червишевского тракта, д. 5;  
Трофимова Татьяна Николаевна — доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтерева» Российской академии наук; 197376, Санкт Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ДИФфуЗИОННО ТЕНЗОРНОЙ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОГРЕССИРУЮЩИМ НАДЪЯДЕРНЫМ ПАРАЛИЧОМ

А. Г. Труфанов, А. А. Юрин

ФГБВОУ ВО «Военно медицинская академия им. С. М. Кирова»  
Министерства обороны России, Санкт Петербург, Россия

Методика диффузионно тензорной магнитно резонансной томографии (ДТ МРТ) позволяет оценить показатель фракционной анизотропии, по результатам которого можно судить о степени дегенерации нервных клеток, аксональных проводников, входящих в состав серого вещества головного мозга.

### RESULTS OF APPLICATION OF DIFFUSION TENSOR MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY METHODS IN PATIENTS WITH PROGRESSING NUCLEAR PARALYSIS

Artyom G. Trufanov, Anton A. Yurin

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

The method of diffusion tensor magnetic resonance imaging (DT MRI) allows us to evaluate the fractional anisotropy index, which can be used to judge the degree of degeneration of nerve cells, axonal conductors that make up the gray matter of the brain.

**Цель исследования:** определение изменений показателя фракционной анизотропии серого вещества головного мозга у пациентов с прогрессирующим надъядерным параличом путем проведения ДТ МРТ, а также установление взаимосвязи полученных результатов с развитием клинической картины заболевания.

**Материалы и методы.** Всего обследовано 19 пациентов с верифицированным диагнозом «прогрессирующий надъядерный паралич». В качестве группы сравнения выступали пациенты с верифицированным диагнозом «дисциркуляторная энцефалопатия I стадии».

**Результаты.** Полученные данные позволяют отметить статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение фракционной анизотропии у пациентов с прогрессирующим надъядерным параличом на уровне правого хвостатого ядра 0,158927 [0,123428; 0,202251], правого 0,306872 [0,267010; 0,327877] и левого 0,266008 [0,230351; 0,283545] таламуса, правой 0,255071 [0,231858; 0,271519] и левой 0,160165 [0,147043; 0,174585] дополнительной моторной коры, правого субталамического ядра 0,408719 [0,313237; 0,446801] и правого дорзального ядра таламуса 0,278583 [0,244493; 0,302752]. Значительное снижение показателей фракционной анизотропии отмечалось в коре правого 0,217613 [0,213035; 0,249816] и левого 0,212331 [0,196920; 0,251296] полушария мозжечка, 9 отдела червя мозжечка 0,171635 [0,163102; 0,196111], в 7b правой доле коры мозжечка 0,204734 [0,184810; 0,244064]. Наибольшее снижение фракционной анизотропии в коре полушарий головного мозга наблюдалось на уровне нижней круговой борозды правой островковой доли 0,160054 [0,149724; 0,185983], правой орбитальной извилины верхней лобной извилины 0,132013 [0,118111; 0,155431].

**Заключение.** Таким образом, применение ДТ МРТ позволило определить изменения показателя фракционной анизотропии в сером веществе у пациентов с прогрессирующим надъядерным параличом. Они преимущественно затрагивают область хвостатых ядер, таламуса, полосатого тела, мозжечка. Выявлено ухудшение измеряемых параметров в проекции различных отделов моторной коры, верхней лобной извилины, островковой доли, что может свидетельствовать о выраженном повреждении отростков нейронов серого вещества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Воронков Л.В., Труфанов А.Г., Литвиненко И.В. Возможности воксель базированной морфометрии в диагностике неопухолевых заболеваний головного мозга // Вестник Российской Военно медицинской академии. 2012. № 1 (37). С. 203–207. [Voronkov L.V., Trufanov A.G., Litvinenko I.V. Possibilities of voxel based morphometry in the diagnosis of non tumorous diseases of the brain // Bulletin of the Russian Military Medical Academy, 2012, No. 1 (37), pp. 203–207 (In Russ.).]
2. Messina D., Cerasa A., Condino F. Patterns of brain atrophy in Parkinson's disease, progressive supranuclear palsy and multiple system atrophy // *Parkinsonism Relat. Disord.* 2011. Vol. 17. P. 172–176. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkrel.2010.12.010>.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 10.01.2020 г.

Контакт / Contact: Исхакова Эльнара Вахидова, Atlievaelnara@gmail.com

#### Сведения об авторах:

Труфанов Артем Геннадиевич — доцент кафедры нервных болезней федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно медицинская академия им. С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;  
Юрин Антон Александрович — преподаватель кафедры нервных болезней федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно медицинская академия им. С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

### КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕМА НЕОБРАТИМОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПО ДАННЫМ Т2 ВЗВЕШЕННОЙ МРТ И ПЕРфуЗИОННОЙ ОФЭКТ С <sup>99m</sup>Tc ГМПАО: ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

<sup>1</sup>В. Ю. Усов, <sup>2</sup>С. П. Ярошевский, <sup>1</sup>А. Е. Сухарева, <sup>1</sup>И. Ю. Ефимова, <sup>3</sup>И. П. Вакуленко, <sup>1</sup>М. П. Плотноков, <sup>1</sup>Ю. Б. Лишманов, <sup>4</sup>О. И. Беличенко

<sup>1</sup>Научно исследовательский институт кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Росийской

академии наук, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия

<sup>3</sup>ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. А. М. Горького», г. Донецк, Украина

<sup>4</sup>НИИ спортивной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва, Россия

Представлены результаты количественной оценки повреждения головного мозга ишемического и травматического контузионного характера, по данным ОФЭКТ с <sup>99m</sup>Tc ГМПАО и Т2 взв. МРТ с расчетом объема поврежденной ткани (ОПТ, см<sup>3</sup>), физического объема очага повреждения (ФОП, см<sup>3</sup>) и доли повреждения в очаге как их отношения ДП=ОПТ/ФОП. Показано, что улучшение или полное клиническое восстановление нарушенных неврологических функций отмечается при ОПТ <20 см<sup>3</sup>, а ДП <0,38.

## QUANTIFICATION OF VOLUME OF IRREVERSIBLE DAMAGE OF BRAIN TISSUE FROM THE DATA OF T2 WEIGHTED MRI AND OF <sup>99m</sup>Tc HMPAO SPECT: PROGNOSTIC USE

<sup>1</sup>Vladimir Y. Ussov, <sup>2</sup>Sergey P. Yaroshevsky, <sup>1</sup>Anna E. Suhareva, <sup>1</sup>Irina Yu. Efimova, <sup>3</sup>Ivan P. Vakulenko, <sup>1</sup>Mihail P. Plotnikov, <sup>1</sup>Yuri B. Lishmanov, <sup>4</sup>Oleg I. Belichenko

<sup>1</sup>Cardiology Research Institute, FSBI «Tomsk National Research Medical Centre» of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>FSAEI HE «National research Tomsk Medical University», Tomsk, Russia

<sup>3</sup>SEO HPE «M. Gorky Donetsk National Medical University», Donetsk, Ukraine

<sup>4</sup>Research Institute of Sport Medicine of the FSBEI HE «Russian National State University of fitness, sport, youth and tourism», Moscow, Russia

The results of quantification of cerebral damage in stroke and trauma using SPECT with <sup>99m</sup>Tc HMPAO and T2 w. MRI are presented. The volume of damaged tissue (VDT, cm<sup>3</sup>) and physical volume of damage (PVD, cm<sup>3</sup>) were calculated as well as quota of damage (QD) as ratio VDT/PVD. It has been shown that improvement in or full recovery of neurologic disorders is highly likely predicted when VDT <20 cm<sup>3</sup>, and QD <0,38.

**Цель исследования:** традиционным методом количественной оценки объема и тяжести повреждения головного мозга при инсультах и травмах является ОФЭКТ с <sup>99m</sup>Tc гексаметилпропиленаминоксидом (<sup>99m</sup>Tc ГМПАО, <sup>99m</sup>Tc Теоксим). МРТ в Т2 взв. режиме также позволяет рассчитать объем и тяжесть повреждения при инсультах, учитывая, что изменения Т2 сигнала ЦНС отражают развитие отека, а затем и необратимого повреждения нервной ткани [1]. Мы пытались изучить прогностическое значение расчетов объема ишемического повреждения головного мозга при острых нарушениях мозгового кровообращения (ОНМК).

**Материалы и методы.** При МРТ в Т2 взвешенном режиме, обозначая интенсивность Т2 взвешенного изображения в области ликвора как I<sub>liq</sub>, в области интактного вещества мозга как I<sub>norm</sub>, а в области пораженного при ОНМК как I<sub>insult</sub>, предполагается, что за счет усиления в области ОНМК интенсивности Т2 взвешенной МРТ, разность (I<sub>insult</sub> — I<sub>norm</sub>) будет тем ближе к разности (I<sub>liq</sub> — I<sub>norm</sub>), чем выше доля повреждения ткани в этой области. Тогда, считая d — толщину среза, а Si — площадь ишемизированного региона на срезе i, суммарный объем поврежденной ткани (ОПТ, см<sup>3</sup>) в области ОНМК определялся как сумма по всем срезам i, на которых визуализируется зона ишемического повреждения мозга: ОПТ<sub>МРТ</sub>=Sum d×Si×(I<sub>insult</sub> — I<sub>norm</sub>)/(I<sub>liq</sub> — I<sub>norm</sub>). Физический объем области повреждения мозга (ФОП, см<sup>3</sup>) есть сумма объемов всех зон повреждения мозга: ФОП=Sum d×Si. Доля поврежденной ткани в очаге инфаркта мозга тогда определяется как: ДП=ОПТ / ФОП. Объем повреждения ткани мозга по данным перфузионной ОФЭКТ с <sup>99m</sup>Tc ГМПАО рассчитывался как сумма по всем томосрезам i, на которых визуализируется ишемическое повреждение: ОПТОФЭКТ=Sum V×Ni×[(C<sub>insult</sub> — C<sub>norma</sub>)/C<sub>norma</sub>], где C<sub>insult</sub> — счет импульсов накопления <sup>99m</sup>Tc

ГМПАО в зоне ОНМК, Снопта — счет импульсов в нормальной ткани, V — объем пикселя, Ni — число пикселей в зоне ОНМК на срезе i [2]. Техника расчета объема повреждения мозга была реализована в виде программы обработки изображений МРТ и ОФЭКТ.

**Результаты.** На материале обследования 20 лиц с техногенными травмами ЦНС и 17 пациентов с ишемическими нарушениями мозгового кровообращения оказалось, что между величинами ОПТ, полученными по данным МРТ и по данным ОФЭКТ есть достоверная корреляция (r=0,88, p>0,002). По данным оценки как Т2 взвешенной МРТ, так и перфузионной ОФЭКТ с <sup>99m</sup>Tc ГМПАО, у пациентов, обследованных в первые двое суток после развития ОНМК, у которых впоследствии произошло улучшение или полное восстановление неврологических функций (n=18), величина ОПТ <20 см<sup>3</sup>, а ДП <0,38. При ОПТ >25 см<sup>3</sup> и ДП >0,35 регресс нарушения неврологических функций не был отмечен ни в одном случае (n=19). При визуальном анализе результатов МРТ исследования выявить лиц с различным прогнозом не удавалось и сделать это можно было только по данным расчетов.

**Заключение.** Техника расчета объема повреждения нервной ткани головного мозга по данным перфузионной ОФЭКТ и Т2 взвешенной МРТ обладает прогностическим значением и повышает информативность МРТ головного мозга при острых повреждениях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Усов В.Ю., Ярошевский С.П., Тлюяева А.М., Максимова А.С., Алексеева Л.Н., Сухарева А.Е. Сочетанное применение количественной обработки Т2 взвешенных изображений и МР кортикометрии у пациентов с атеросклерозом сонных артерий для прогнозирования церебральных осложнений инвазивных и хирургических вмешательств. *Лучевая диагностика и терапия*. 2018. № 4 (9). С. 48–56. [Ussov W.Y., Yaroshevsky S.P., Tlyuniaeva A.M., Maksimova A.S., Alekseeva L.N., Suhareva A.E. Quantitative processing of T2 weighted cerebral MRI concomitant with thin slice corticometry in patients with severe carotid atherosclerosis for prognosis of cerebral complications after invasive cardiovascular interventions. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2018, No. 4, pp. 48–56 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2018-4-48-56>.
2. Усов В.Ю., Плотников М.П., Шипулин В.М. Количественная томоцинтиграфическая оценка объема ишемического повреждения головного мозга: выбор оптимального радиофармпрепарата и техника расчета // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 1997. № 3. С. 5–12. [Ussov W.Y., Plotnikov M.P., Shipulin V.M., Quantitative SPECT studies of volume of ischaemic damage of brain in stroke: choice of optimal radio-pharmaceuticals and quantification technique. *Medical radiology and radiation safety*, 1997, No. 3, pp. 5–12 (In Russ.)].

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 27.01.2020 г.

Контакт / Contact: Усов Владимир Юрьевич, ussov1952@yandex.ru

## Сведения об авторах:

Усов Владимир Юрьевич — профессор, доктор медицинских наук, заведующий отделения рентгеновских и томографических методов диагностики Научно исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;  
 Ярошевский Сергей Петрович — доцент кафедры биотехнологий и органической химии федерального государственного автономного образовательного учреждения «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30;  
 Сухарева Анна Евгеньевна — кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отделения рентгеновских и томографических методов диагностики Научно исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;  
 Ефимова Ирина Юрьевна — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования Научно исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;  
 Вакуленко Иван Петрович — профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики; ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени А. М. Горького»; 83000, Украина, г. Донецк, пр. Ильича, д. 164;  
 Плотников Михаил Павлович — кандидат медицинских наук, врач невролог Научно исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;

Лишманов Юрий Борисович — профессор, доктор медицинских наук, член корреспондент РАН, руководитель научного направления «Лучевая диагностика» Научно-исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научно-го учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр»

Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;

Беличенко Олег Игоревич — профессор, доктор медицинских наук, заместитель директора НИИ спортивной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма»; 105122, Москва, Сиреневый бульвар, д. 4.

## СИГНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПО ДАННЫМ СТАНДАРТНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

И. В. Чехонин, А. М. Шевченко, Л. М. Фадеева, Н. Е. Захарова, И. Н. Пронин

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Изучены контрастность и соотношение «контраст шум» для стандартных T1 и T2 взвешенных магнитно резонансных изображений (ВИ), а также синтетических изображений головного мозга, полученных по методу MAGiC (magnetic resonance image compilation). Синтетические T1 и T2 ВИ имели несколько более высокую контрастность между серым и белым веществом, однако и большую выраженность шума. Контрастность и соотношение «контраст шум» между веществом мозга и ликвором были выше на стандартных T2 ВИ.

## BRAIN SIGNAL CHARACTERISTICS ACCORDING TO CONVENTIONAL AND SYNTHETIC MAGNETIC RESONANCE IMAGING

Ivan V. Chekhonin, Aleksandr M. Shevchenko, Ljudmila M. Fadeeva, Natal'ya E. Zakharova, Igor' N. Pronin

FSAI «N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery» of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia

In the current work, we analyzed contrast and contrast to noise ratio (CNR) for conventional T1 and T2 weighted magnetic resonance imaging and synthetic T1WI and T2WI acquired with MAGiC (magnetic resonance image compilation). Synthetic T1WI possessed higher contrast between grey and white matter but also had higher noise. Synthetic T2WI had higher contrast between frontal cortex and white matter. Contrast and CNR between brain matter and cerebrospinal fluid were higher on conventional T2WI.

**Цель исследования:** сравнить контрастность, соотношение «контраст шум» (contrast to noise ratio — CNR) между серым (СВ) и белым веществом (БВ) головного мозга, а также ликвором, по данным стандартных магнитно резонансных (МР) изображений и синтетических, полученных по методу компиляции МР изображений (magnetic resonance image compilation, MAGiC).

**Материалы и методы.** Исследование было выполнено на МР томографе GE Optima MR450w с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл (General Electric, США). Выполняли аксиальные срезы толщиной 5 мм с интервалом 1 мм. Получали стандартные T1 и T2 ВИ. По технологии MAGiC на основе релаксометрических данных получали синтетические T1 и T2 ВИ. Включены 27 здоровых добровольцев (возраст 23–54 лет, медиана 30 лет). Осуществляли выбор областей интереса (5–50 мм<sup>2</sup>) в следующих структурах: БВ лобной доли (ЛД), колено мозолистого тела (МТ), колено внутренней капсулы (ВК), кора ЛД, хвостатое ядро (ХЯ), ликвор в переднем роге бокового желудочка). Контрастность определяли как разность интенсивностей сигналов двух областей, деленную на сумму интенсивностей их сигналов. CNR определяли как разность интенсивностей сигналов двух областей, деленную на медиану стандартных отклонений интенсивностей сигналов для всех областей интереса. Сравнение значений между двумя

методиками выполняли с помощью критерия Манна Уитни. Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Контрастность тканей на синтетических T1 ВИ была выше таковой для стандартных T1 ВИ за исключением пары «колено ВК — кора ЛД», где контрастность на стандартных T1 ВИ была выше. При анализе CNR, наоборот, в большем числе случаев это соотношение было выше для стандартных T1 ВИ за исключением пар «БВ ЛД — ХЯ» и «колено МТ — хвостатое ядро», где CNR было выше на синтетических изображениях (для пары «колено ВК — ХЯ» значения CNR для стандартных и синтетических МР изображений не различались). Контрастность тканей на синтетических T2 ВИ была выше для пар «БВ ЛД — кора ЛД», «колено МТ — кора ЛД», «колено ВК — кора ЛД», «колено ВК — ХЯ». Вместе с тем контрастность между БВ, СВ и ликвором, а также в паре «БВ ЛД — ХЯ» была выше на стандартных МР изображениях (за исключением пары «колено ВК — ликвор», где контрастность на стандартных и синтетических изображениях не различалась). Контрастность на синтетических и стандартных изображениях не различалась для пары «колено МТ — ХЯ». CNR на синтетических T2 ВИ было больше только для пары «колено ВК — кора ЛД». Для пар «БВ ЛД — кора ЛД» и «колено МТ — кора ЛД» CNR стандартных и синтетических изображений не различались. В остальных случаях (пары «БВ ЛД — кора ЛД», «БВ ЛД — ХЯ», «колено МТ — ХЯ», «колено ВК — ХЯ», «СВ или БВ — ликвор») CNR было выше для стандартных изображений.

**Заключение.** Синтетические T1 и T2 ВИ имели несколько более высокую контрастность между СВ и БВ головного мозга, но также и большую выраженность шума при сравнении со стандартными T1 и T2 ВИ. Контрастность и CNR между веществом мозга и ликвором были выше на стандартных T2 ВИ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Титова А.М., Труфанов Г.Е., Фокин В.А. T2\* магнитно резонансная релаксометрия в количественной оценке перегрузки железом печени и сердца // *Трансляционная медицина*. 2017. Т. 4, № 5. С. 37–45. [Titova A.M., Trufanov G.E., Fokin V.A. T2 \* magnetic resonance relaxation measurement in the quantitative assessment of iron and liver overload by the liver. *Translational medicine*, 2017, Vol. 4, No 5, pp. 37–45 (In Russ.).]
2. Насникова И.Ю., Морозов С.П., Филистеев П.А. Магнитно резонансная томография: методы количественной оценки состояния суставного хряща у больных остеоартрозом // *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2011. Т. 1. № 3. С. 75–81. [Nasnikova I.Yu., Morozov S.P., Filisteev P.A. Magnetic resonance imaging: methods for quantifying the state of articular cartilage in patients with osteoarthritis. *Russian Journal of Radiation Diagnostics*, 2011, Vol. 1, No 3, pp. 75–81 (In Russ.).]
3. Туркин А.М. *Диагностика опухолей головного мозга с помощью МР томографии в поле сверхнизкой напряженности: дис...* канд. мед. наук: 14.00.28, 14.00.19. НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н.Бурденко. М., 1990. 139 с. [Turkin A.M. *Diagnosis of brain tumors using MR tomography in the field of ultra low tension*: dis. ... cand. honey. Sciences: 14.00.28, 14.00.19. Research Institute of Neurosurgery Acad. N.N. Burdenko. M., 1990. 139 p. (In Russ.).]
4. Петряйкин А.В. *Изучение биофизических основ отека головного мозга методом магнитно резонансной томографии: дис...* канд. мед. наук: 14.00.19, 03.00.02. РГМУ им. Н.И.Пирогова, НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко. М., 1996. 140 с. [Petryaykin A.V. *The study of the biophysical foundations of cerebral edema by magnetic resonance imaging*: diss. ... cand. honey. Sciences: 14.00.19, 03.00.02. Russian State Medical University named after N.I.Pirogov, Research Institute of Neurosurgery. Acad. N.N. Burdenko. Moscow, 1996, 140 p. (In Russ.).]
5. Badve C., Yu. A., Rogers M., Ma D., Liu Y., Schluchter M., Sunshine J., Griswold M., Gulani V. Simultaneous T1 and T2 Brain Relaxometry in Asymptomatic Volunteers using Magnetic Resonance Fingerprinting // *Tomography*. 2015. Vol. 1, No. 2. P. 136–144.
6. Blystad I., Warntjes J.B., Smedby O., Landtblom A.M., Lundberg P., Larsson E.M. Synthetic MRI of the brain in a clinical setting // *Acta Radiol*. 2012. Vol. 53, No 10. P. 1158–1163.
7. Tanenbaum L.N., Tsiouris A.J., Johnson A.N., Naidich T.P., DeLano M.C., Melhem E.R., Quarterman P., Parameswaran S.X., Shankaranarayanan A., Goyen M., Field A.S. Synthetic MRI for Clinical Neuroimaging: Results of the Magnetic Resonance Image Compilation (MAGiC) Prospective, Multicenter, Multireader Trial // *AJNR Am. J. Neuroradiol*. 2017. Vol. 38, No. 6. P. 1103–1110.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 31.01.2020 г.  
Контакт / Contact: Чехонин Иван Владимирович, Ivan Chekhonin@yandex.ru



**Сведения об авторах:**

*Чехонин Иван Владимирович* — аспирант отделения рентгеновских радионуклидных методов диагностики федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская Ямская ул., д. 16;

*Шевченко Александр Михайлович* — аспирант отделения рентгеновских и радионуклидных методов диагностики федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская Ямская ул., д. 16;

*Фадеева Людмила Михайловна* — ведущий инженер отделения рентгеновских и радионуклидных методов диагностики федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика

Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская Ямская ул., д. 16;

*Захарова Наталья Евгеньевна* — доктор медицинских наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник отделения рентгеновских и радионуклидных методов диагностики федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская Ямская ул., д. 16;

*Пронин Игорь Николаевич* — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий отделением рентгеновских и радионуклидных методов диагностики федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская Ямская ул., д. 16.