

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

NEURORADIOLOGY

ВАРИАТИВНОСТЬ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ РАННИХ ИШЕМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ СОГЛАСНО ШКАЛЕ ASPECTS

¹П. Л. Андропова, ²П. В. Гаврилов

¹ФГБУН «Институт мозга человека имени Н. П. Бехтерева»
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Несмотря на попытку ввести строгую шкалу для оценки ранних ишемических изменений в бассейне средней мозговой артерии (ASPECTS), исследования ее эффективности показали достаточно разнородные результаты. Проведен обзор данных зарубежной литературы с целью проанализировать разнородность и вариативность экспертной оценки согласно шкале ASPECTS. Несмотря на повышение воспроизводимости, сохраняется высокая разнородность, а также вариативность мнения экспертов.

VARIABILITY OF INTEROBSERVER AGREEMENT IN THE DIAGNOSIS OF ACUTE STROKE BASIN ACCORDING TO ASPECTS

¹Polina L. Andropova, ²Pavel V. Gavrillov

¹FSBIS «N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain» of the Russian
Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

²FSBI «St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology» of
the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Despite the attempt to introduce a rigorous rating scale for assessing ischemic stroke basin (ASPECTS), studies of its effectiveness have shown rather mixed results. A review of data from foreign literature was carried out in order to analyze the heterogeneity and variability of expert assessment according to the ASPECTS. Despite the increase in reproducibility, high heterogeneity remains, as well as variability in expert opinion.

Цель исследования: проанализировать данные разнородности и вариативности экспертной оценки при диагностике ранних ишемических изменений в бассейне средней мозговой артерии согласно шкале ASPECTS на примере данных литературы.

Материалы и методы. Проведен обзор 35 статей, опубликованных на сервисе Pubmed в период с 2010 по 2021 г., посвященных исследованию разнородности коэффициента согласия между врачами-экспертами при определении ранних признаков ишемии согласно шкале ASPECTS.

Результаты. Основными проблемами современной нейровизуализации острого ишемического инсульта являются ограниченная доступность лучевых методов, нехватка специалистов для оперативной интерпретации исследований, а также вариативность между экспертными оценками. Для формализации диагностического подхода к диагностике ишемического инсульта в 2000 г. была разработана программа ASPECTS — полукваликативная шкала, созданная для оценки ранних ишемических изменений в бассейне средней мозговой артерии [1, 2]. Однако, несмотря на попытку ввести строгую оценочную шкалу с целью уменьшить вариативность экспертных оценок, исследования эффективности шкалы ASPECTS показали достаточно разнородные результаты. Анализ литературы зарубежных баз данных выявил, что наивысшим показателем критерия согласия был 0,71–0,89, самым низким 0,34. Надежность между наблюдателями определялась с использованием критерия взвешенного каппа (κ). В группе специалистов чаще всего включались нейрорадиологи, врачи-рентгенологи общей специализации и неврологи. Коэффициент согласия расценивался как умеренный при значениях $>0,4–0,6$, как существенный при $>0,6–0,8$ и как полное согласие при $>0,8–1,0$.

Заключение. Применение функциональной оценочной шкалы ASPECTS повысила воспроизводимость результатов, но несмотря на это сохраняется высокая разнородность, а также вариативность мнения экспертов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Трофимова Т.Н., Потапов А.А., Пронин И.Н., Ананьева Н.И. и др. *Современные стандарты анализа лучевых изображений и алгоритмы построения заключения*. Руководство для врачей. СПб., 2020. [Trofimova T.N., Potapov A.A., Pronin I.N., Ananyeva N.I. et al. *Modern standards for the analysis of ray images and algorithms for constructing a conclusion*. A guide for doctors. Saint Petersburg, 2020 (In Russ.).]
2. Ананьева Н.И., Трофимова Т.Н. *КТ- и МРТ-диагностика острых ишемических инсультов*. СПб.: СПбМАПО, 2005. [Ananyeva N.I., Trofimova T.N. *CT and MRI diagnostics of acute ischemic strokes*. Saint Petersburg: SPbMAPO, 2005 (In Russ.).]
3. Barber P.A., Demchuk A.M., Zhang J., Buchan A.M. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy // *Lancet*. 2000. Vol. 355. P. 1670–1674. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02237-6.
4. Nicholson P., Hilditch C.A., Neuhaus A., Seyedsaadat S.M., Benson J.C., Mark I., Tsang C.O.A., Schaafsma J., Kallmes D.F., Krings T., Brinjikji W. Per-region interobserver agreement of Alberta Stroke Program Early CT Scores (ASPECTS) // *J. Neurointerv. Surg.* 2020. Nov. Vol. 12, No. 11. P. 1069–1071. doi: 10.1136/neurintsurg-2019-015473. Epub 2020 Feb 5. PMID: 32024784.

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

Контакт/Contact: Андропова Полина Леонидовна, polin.and@icloud.com

Сведения об авторах:

Андропова Полина Леонидовна — аспирант федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н.П.Бехтерева» Российской академии наук; 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 9; Гаврилов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4.

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОКРАТНЫХ ПОСТ- ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ОФЭКТ С ^{99m}Tc-ТЕХНЕТИЛОМ И МРТ С ПАРАМАГНИТНЫМ КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ ДЛЯ ПРОГНОЗА ВЫЖИВАЕМОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ГЛИОМАМИ ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ

В. Ю. Бабилов, В. В. Удуг, А. В. Усова, Ю. Б. Лишманов,
Ж. В. Веснина, А. С. Чириков, В. Ю. Усов

НИИ кардиологии ФГБУН «Томский национальный исследовательский
медицинский центр» Российской академии наук, Томск, Россия

НИИ фармакологии и регенеративной медицины им. Е. Д. Гольдберга
ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский
центр» Российской академии наук, Томск, Россия

ООО «ПЭТ-Технолджи», Томск, Россия

НИИ онкологии ФГБУН «Томский национальный исследовательский
медицинский центр» Российской академии наук, Томск, Россия
ФГАУЗ «Томская областная клиническая больница», Томск, Россия

Изучалось прогностическое значение МРТ с парамагнитным контрастным усилением и ОФЭКТ с ^{99m}Tc-Технетрилом, выполненных однократно

после химиолучевой терапии, у пациентов с глиальными опухолями головного мозга. В случае одновременно низких величин индекса «Очаг/Здоровая ткань» менее 1,15 для ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом и менее 1,19 для МРТ с ПМКУ — спустя 1–3,5 мес после лечения — последующий срок безрецидивной выживаемости составил более 20 мес. При индексе «Очаг/Здоровая ткань» $>1,25$ для МРТ с ПМКУ.

ROLE OF SPECT WITH ^{99m}Tc -TECHNETRYL AND OF CONTRAST-ENHANCED MRI IN SURVIVAL PROGNOSIS OF PATIENTS WITH CEREBRAL GLIOMAS AFTER COMBINED CHEMO-RADIATION THERAPY

Victor Yu. Babikov, Vladimir V. Udut, Anna V. Usova,
Yuri B. Lishmanov, Zhanneta V. Vesnina, Aleksandr S. Chirikov,
Vladimir Yu. Ussov

Cardiology Research Institute, FSBIS «Tomsk National
Research Medical Centre» of the Russian Academy of Sciences,
Tomsk, Russia

E. D. Goldberg Research Institute of pharmacology and regenerative
medicine, FSBIS «Tomsk National Research Medical Centre» of the
Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

«PET Technologies Ltd», Tomsk, Russia

Institute of Oncology, FSBIS «Tomsk National Research Medical
Centre» of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia
FSAHCI «Tomsk regional clinical hospital», Tomsk, Russia

The prognostic value of contrast-enhanced MRI and ^{99m}Tc -Technetrl SPECT performed once after chemoradiotherapy in patients with glial brain tumors was studied. In the case of simultaneously low values of the «Focus/Normal Brain» index <1.15 for SPECT with ^{99m}Tc -Technetrl and <1.19 for CE-MRI in 1–3.5 months after treatment-the subsequent period of relapse-free survival was over 20 months. With a «Focus/Normal Brain» index >1.25 for SPECT with ^{99m}Tc -Technetrl and >1.35 for MRI with PM.

Цель исследования. Эффективность и прогностическое значение динамического повторного контроля комплексной терапии опухолей мозга средствами ОФЭКТ [1] или ОФЭКТ-МРТ [2] хорошо доказаны. Изучалась возможность однократного пост-терапевтического использования магнитно-резонансной томографии (МРТ) с парамагнитным контрастным усилением (ПМКУ) и одnofотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) с ^{99m}Tc -технетрилом в оценке прогноза у пациентов с глиальными опухолями головного мозга после комплексного химио- и радиотерапевтического лечения.

Материалы и методы. У 17 пациентов, наблюдавшихся после комплексной химиолучевой терапии опухолевых новообразований головного мозга — глиом 3 и 4 степени — были проведены МРТ головного мозга с ПМКУ, и ОФЭКТ с ^{99m}Tc -технетрилом. Полученная перед этим терапия включала в себя внешнее облучение — гамма-терапию и химиотерапию темозоломидом. Доза облучения при гамма-терапии составила 60 Гр (30 фракций по 2 Гр 1 раз в день). Больные получали препарат Темодал в разовой дозе 75 мг/м² (120–140 мг) за час до проведения гамма-терапии в течение до 40 дней (в суммарной дозе 5000–5900 мг). Далее в постлучевом периоде проводили 6 курсов ХТ Темодалом по схеме 200 мг/м² (280–400 мг) 5 дней через каждые 23 дня, суммарная доза за курс составляла 1400–2000 мг. Во всех случаях после проведенного исследования был определен срок последующей выживаемости пациентов, по данным первичного звена здравоохранения.

Результаты. После хирургического удаления глиальной опухоли, адъювантной химиотерапии и лучевого лечения в случае одновременно низких величин индекса «Очаг/Здоровая ткань» менее 1,15 для ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом и менее 1,19 для МРТ с ПМКУ — спустя 1–3,5 мес после лечения — последующий срок безрецидивной выживаемости составил более 20 мес. При индексе «Очаг/Здоровая ткань» $>1,25$ для ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом и $>1,35$ для МРТ с ПМКУ срок выживаемости составил менее года. При сохранявшемся длительном повышении для МРТ с ПМКУ, но нормализации картины ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом срок выживаемости составлял также более 19 мес.

Заключение. Таким образом, однократная посттерапевтическая оценка поглощения радиофармпрепарата и парамагнитных контрастов при МРТ с ПМКУ и ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом у пациентов

с глиальными опухолями головного мозга после комплексного химиолучевого лечения обладает прогностическим значением и обосновано должна использоваться для контроля эффективности такой терапии. ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом точнее для предсказания выживаемости, чем МРТ с ПМКУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Костеников Н. А., Поздняков А. В., Илющенко Ю. Р., Станжевский А. А., Михетько А. А. Современные технологии ядерной медицины в диагностике опухолей головного мозга // *Трансляционная медицина*. 2018. Т. 5, № 5. С. 37–45. [Kostenikov N.A., Pozdnyakov A.V., Iliuschenko Yu.R., Stanzhevskiy A.A., Mihetko A.A. Modern Technologies of Nuclear Medicine in Diagnosis of Brain Tumors. *Translyatsionnaya meditsina — Translational Medicine*, 2018, Vol. 5, No. 5, pp. 37–45 (In Russ.)].
2. Оноприенко А.В., Костеников Н.А., Величко О.Б., Базалева В.Б., Ефимова И.Ю., Бородин О.Ю., Завадовская В.Д., Дмитриченко В.А., Тютин Л.А., Усов В.Ю. Использование совмещенных изображений на основе МРТ с контрастным усилением и ОФЭКТ с ^{99m}Tc -Технетрилом в диагностике злокачественных рецидивных глиом // *Медицинская визуализация*. 2004. № 5. С. 38–46. [Onoprienko A.V., Kostenikov N.A., Velichko O.B., Bazaleva V.B., Efimova I.Yu., Borodin O.Yu., Zavadvovskaya V.D., Dmitrichenko V.A., Tyutin L.A., Ussov V.Yu. Use of fused images combining contrast enhanced MRI and ^{99m}Tc -MIBI SPECT in diagnosis of recidive gliomas. *Medical Visualization*, 2004, No. 5, pp. 38–46 (In Russ.)].

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

Контакт/Contact: Усов Владимир Юрьевич, ussov1962@yandex.ru

Сведения об авторах:

Бабиков Виктор Юрьевич — аспирант лаборатории физиологии, молекулярной и клинической фармакологии Научно-исследовательского института фармакологии и регенеративной медицины имени Е.Д.Гольдберга федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; ведущий специалист ООО «ПЭТ-Технолджи»; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;

Удут Владимир Васильевич — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, заместитель директора по научной и лечебной работе, заведующий лабораторией физиологии, молекулярной и клинической фармакологии Научно-исследовательского института фармакологии и регенеративной медицины им. Е.Д.Гольдберга федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;

Усова Анна Владимировна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики Научно-исследовательского института НИИ онкологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;

Лышманов Юрий Борисович — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, руководитель направления «Лучевая диагностика» Научно-исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а;

Веснина Жанета Владимировна — доктор медицинских наук, заведующая отделением 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;

Чириков Александр Сергеевич — врач высшей категории, заведующий отделением нейрохирургии федерального государственного автономного учреждения здравоохранения «Томская областная клиническая больница»; 634063, Томск, Томская обл., ул. Ивана Черных, д. 96;

Усов Владимир Юрьевич — профессор, доктор медицинских наук, заведующий отделением 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.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ В ОЦЕНКЕ СТРУКТУРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОК С ПОСТМАСТЭКТОМИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

Т. А. Буккиева, М. Л. Поспелова, А. Ю. Ефимцев, О. В. Фионик, Т. М. Алексеева, Г. Е. Труфанов, К. А. Самочерных, Н. Е. Иванова, В. В. Красникова, Е. А. Горбунова, А. Г. Левчук

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, 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 исследовании проанализированы возможности функциональной и диффузионно-тензорной МРТ в оценке структурных и функциональных изменений головного мозга у пациенток с постмастэктомическим синдромом.

MODERN METHODS OF NEUROIMAGING IN THE ASSESSMENT OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE BRAIN IN PATIENTS WITH POSTMASTECTOMY SYNDROME

Tatyana A. Bukkieva, Maria L. Pospelova, Aleksander Yu. Efimtsev, Olga V. Fionik, Tatyana M. Alekseeva, Gennady E. Trufanov, Konstantin A. Samochernykh, Natalia E. Ivanova, Varvara V. Krasnikova, Elena A. Gorbunova, Anatoly G. Levchuk
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 functional and diffusion tensor MRI in assessing structural and functional changes in the brain in patients with postmastectomy syndrome.

Цель исследования: 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 путем выполнения функциональной МРТ в состоянии покоя (фМРТп) и диффузионно-тензорной МРТ (ДТ-МРТ).

Материалы и методы. Функциональная МРТ в состоянии покоя (фМРТп) и диффузионно-тензорная МРТ (ДТ-МРТ) были проведены 20 пациенткам в позднем послеоперационном периоде (>6 месяцев) после тотальной мастэктомии по поводу рака молочной железы. Все пациентки были предварительно обследованы неврологом и имели симптомы, включавшие головокружение, головные боли, боли в шее, нарушения чувствительности и мышечной силы на стороне оперативного лечения. Качество жизни пациенток оценено по данным шкалы SF-36.

Результаты. По результатам статистического анализа данных фМРТп у всех 20 пациенток были выявлены изменения функциональной коннективности в сети пассивного режима работы мозга ($p < 0,001$). Отмечалось снижение функциональных связей между медиальной префронтальной корой и правым гиппокампом, мозжечком, медиальными ядрами таламуса, субкаллезной корой, корой средней височной извилины. По данным ДТ-МРТ у 16 пациенток выявлена более низкая фракционная анизотропия (ФА) проводящих путей белого вещества, преимущественно в инфратенториальных отделах, особенно в мозжечковых путях (9 пациенток — на стороне операции, 7 — двусторонние). Среди пациенток с изменениями в головном мозге, выявленными по данным фМРТп и ДТ-МРТ, у 17 пациенток отмечалось снижение качества жизни по шкале SF-36.

Заключение. Применение современных методик нейровизуализации, включающих фМРТп и ДТ-МРТ, 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.Korsakov*, 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. et al. 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. Vol. 2013. 159732.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 17.01.2021 г.

Контакт/Contact: Буккиева Татьяна Александровна, tanya-book25@mail.ru

Сведения об авторах:

Буккиева Татьяна Александровна — младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории магнитно-резонансной томографии, аспирант 2 года кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии федерального государственного бюджетного учреждения «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, доцент кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «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, заведующий научно-исследовательским отделом лучевой диагностики, доцент 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;
Фионик Ольга Владимировна — доктор медицинских наук, профессор кафедры сердечно-сосудистой хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «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, профессор кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
Труфанов Геннадий Евгеньевич — доктор медицинских наук, профессор 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;
Самочерных Константин Александрович — доктор медицинских наук, директор Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. профессора А.Л.Поленова федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
Иванова Наталия Евгеньевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая научным отделом кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
Красникова Варвара Валерьевна — врач по ЛФК отделения восстановительного лечения и медицинской реабилитации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
Горбунова Елена Алексеевна —ординатор кафедр рентгенологии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский

исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; Левчук Анатолий Геннадьевич — младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории магнитно-резонансной томографии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫЕ АСПЕКТЫ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ РАССЕЯННОМ СКЛЕРОЗЕ ПО ДАННЫМ ПЕРФУЗИОННОЙ МРТ

Л. М. Василькив, Ю. А. Станкевич, О. Б. Богомякова,
А. А. Тулулов

Лаборатория «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный
томографический центр СО РАН, Новосибирск, Россия
Институт медицины и психологии В. Зельмана ФГАОУ ВО
«Новосибирский национальный исследовательский государственный
университет», Новосибирск, Россия

Рассеянный склероз (РС) — это хроническое прогрессирующее заболевание центральной нервной системы, проявляющееся многоочаговой неврологической симптоматикой. В настоящее время обсуждается участие сосудистых изменений в формировании неврологических нарушений. Перфузионная МРТ позволяет оценить гемодинамику на капиллярном уровне *in vivo*. В данной работе проведена качественная и количественная оценка изменений перфузии в веществе головного мозга и очагах при демиелинизирующих заболеваниях.

MICROCIRCULATORY ASPECTS OF MORPHO- FUNCTIONAL CHANGES IN MULTIPLE SCLEROSIS USING PERFUSION MRI

Liubov M. Vasilkiv, Julia A. Stankevich, Olga B. Bogomyakova,
Andrey A. Tulupov

Laboratory «MRT TECHNOLOGIES» International Tomography Center
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
V. Zelman Institute for the Medicine and Psychology, Novosibirsk, Russia

Multiple sclerosis (MS) is a chronic progressive disease of the central nervous system that manifests itself with multifocal neurological symptoms. The participation of vascular changes in the formation of neurological disorders is currently being discussed. Perfusion MRI allows *in vivo* assessment of hemodynamics at the capillary level. In this work, a qualitative and quantitative assessment of changes in perfusion in the substance of the brain and foci in MS has been carried out.

Цель исследования: Оценить морфофункциональные изменения при демиелинизирующем поражении центральной нервной системы с применением методик перфузионной МРТ.

Материалы и методы. МР-исследование проводилось на сверхвысокопольном МР-томографе «Ingénia» («Philips») с напряженностью магнитного поля 3 Т с использованием методики динамической восприимчивости контраста (DSC). В исследование были включены 30 здоровых добровольцев (без клинических/радиологических признаков очаговой патологии ЦНС) и 80 пациентов с демиелинизирующим заболеванием (9 пациентов с клинически изолированным синдромом, 66 пациентов с ремиттирующим-рецидивирующим течением заболевания и 5 пациентов с вторично-прогрессирующим рассеянным склерозом) в возрасте от 18 до 48 лет. Проводилась количественная и качественная оценка скорости (CBF) и объема (CBV) церебрального кровотока, времени транзита контраста (MTT) и времени достижения пиковой концентрации (TTP) в очагах демиелинизации и в «визуально неповрежденном» белом веществе головного мозга (posttally appearing white matter — NAWM) в лобных, теменных, височных и затылочных долях головного мозга. Полученные количественные данные обрабатывались с помощью непараметрических методов анализа.

Результаты. На полученных перфузионных картах определялись асимметричные зоны гипо-/гиперперфузии, характеризующие патологические процессы в белом веществе головного мозга. Отмечалось достоверное повышение CBF и CBV в очагах демиелинизации, активно накапливающих контрастное вещество, в стадии обострения при ремиттирующем рассеянном склерозе до 34,1% и до 35,3% соответственно и при КИС до 65,2% и до 78,1% соответственно. В стадии ремиссии отмечалось снижение CBF на 33,5% и CBV на 21,1% в очагах, не накапливающих контрастное вещество. При динамическом наблюдении наблюдалось нарастание гиперперфузии в «визуально неповрежденном» белом веществе головного мозга во всех группах пациентов, более выраженное при вторично прогрессирующем течении — CBF снижен на 40%, CBV — на 24,8%. Аналогичные изменения наблюдались в сером веществе — CBF снижено на 36,5%, CBV — на 28,2%.

Заключение. Оценка церебральной перфузии позволяет по-новому взглянуть на роль сосудистого компонента в процессе формирования очаговых воспалительных изменений головного мозга при рассеянном склерозе, что может определить новое направление патогенетического лечения. Перфузионные данные дополняют рутинную МРТ и обеспечивают всестороннюю оценку патогенеза РС.

* * *

Мы благодарим Министерство науки и высшего образования РФ (AAAA-A16-116121510090-5) за доступ к оборудованию для выполнения МРТ. Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (№ 19-75-00052).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Абдурахманова Р.Ф., Иззатов Х.Н., Хадигаева Г.Р., Шарипова Б.А., Кахарова М.Х. Рассеянный склероз: этиология, патогенез и клиника (часть 1) // *Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения*. 2016. № 3. С. 68–74. [Abdurakhmanova R.F., Izzatov Kh.N., Khadibaeva G.R., Sharipova B.A., Kakharova M.Kh. Multiple sclerosis: etiology, pathogenesis and clinic (part 1). *Bulletin of postgraduate education in health care*, 2016, No. 3, pp. 68–74 (In Russ.).]
2. Брюхов В.В. Современный взгляд на МРТ-диагностику рассеянного склероза: обновленные МРТ-критерии 2016 г. // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова*. 2017. Т. 2. Вып. 2. С. 66–73. [Bryukhov V.V. Modern view on MRI diagnostics of multiple sclerosis: updated MRI criteria for 2016. *Journal of Neurology and Psychiatry named after I.I. S.S.Korsakov*, 2017, Vol. 2. Iss. 2, pp. 66–73 (In Russ.).]
3. Karussis D. The diagnosis of multiple sclerosis and the various related demyelinating syndromes: A critical review // *Journal of Autoimmunity*. 2014. Vol. 48–49, No. 3. P. 134–142.
4. Francis P.L., Jakubovic R., O'Connor P., Zhang L., Eilaghi A., Lee L., Carroll T.J., Mouannes-Srouf J., Feinstein A., Aviv R.I. Robust perfusion deficits in cognitively impaired patients with secondary-progressive multiple sclerosis // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2013. Vol. 34, No. 1. P. 62–67.

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

Контакт/Contact: Станкевич Юлия Александровна, vasilkiv@tomo.nsc.ru

Сведения об авторе:

Василькив Любовь Михайловна — кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник лаборатории «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А;

Станкевич Юлия Александровна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А;

Богомякова Ольга Борисовна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А;

Тулулов Андрей Александрович — доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, заместитель директора Института медицины и психологии В. Зельмана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; заведующий лабораторией «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСКОНТРАСТНОЙ ASL-ПЕРФУЗИИ В ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У ЖЕНЩИН В РАННЕМ ПОСЛЕРОДОВОМ ПЕРИОДЕ

Т. Д. Гельт

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский
университет» Минздрава России, Смоленск, Россия

Женщины в раннем послеродовом периоде имеют высокий риск острых церебральных нарушений по сравнению с небеременными, поэтому необходимо выявлять данные неврологические осложнения как можно раньше. В исследовании показаны возможности использования магнитно-резонансного исследования головного мозга, в частности бесконтрастной ASL-перфузии, в ранней дифференциальной диагностике церебральных нарушений у женщин в послеродовом периоде.

THE CAPABILITIES OF USING ASL-PERFUSION IN CASE OF CEREBRAL DISORDERS IN WOMEN IN THE EARLY POSTPARTUM PERIOD

Tatyana D. Gelt

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

Women in the early postpartum period have a high risk of acute cerebral disorders compared to non-pregnant women. Therefore, it is necessary to identify these neurological complications as early as possible. This study showed the possibilities of using magnetic resonance imaging of the brain, in particular, contrast-free ASL-perfusion in the early differential diagnosis of cerebral disorders in women in the postpartum period.

Цель исследования: изучить возможности применения бесконтрастной артериальной spin labeling-перфузии (ASL-перфузии) у женщин в раннем послеродовом периоде при наличии симптомов острого нарушения мозгового кровообращения.

Материалы и методы. На базе Перинатального центра Клинической больницы № 1 г. Смоленска с 2018 по 2020 г. были обследованы 30 женщин в раннем послеродовом периоде с клинической картиной острого нарушения мозгового кровообращения. Средний возраст обследованных составлял 28 ± 12 лет. Всем пациенткам было проведено магнитно-резонансное исследование головного мозга на томографе «Toshiba Titan» 1,5 Т с включением в протокол сканирования режимов T2, FLAIR, T1 в трех стандартных проекциях, DWI с построением карты ADC, бесконтрастной МР-ангиографии (MRA) и бесконтрастной ASL-перфузии с использованием программы реконструкции с выводом карт CBF (cerebral blood flow) в мл/100 г/мин. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета стандартных программ Statistica, версия 6.0.

Результаты. По данным МР-исследования у 3 (10%) женщин были выявлены признаки симметричного вазогенного отека на границе серого и белого вещества в области лобно-теменных, височно-затылочных долей. При проведении бесконтрастной ASL-перфузии определялось уменьшение показателей CBF по отношению к окружающим тканям. По данным MRA обнаружено двустороннее снижение кровотока по средним мозговым артериям. Состояние расценивалось как проявление обратимой задней церебральной энцефалопатии, сочетающееся с обратимым церебральным вазоспазмом. У 8 (27%) пациенток выявлялись очаги повышения МР-сигнала по данным T2 и FLAIR в области моста с сочетанием истинного ограничения диффузии в режиме DWI и признаков гиперперфузии в режиме ASL-перфузии ($CBF = 20 \pm 5$ мл/100 г/мин), что расценивалось как проявление острого инфаркта головного мозга. У 6 (20%) пациенток, несмотря на наличие идентичных изменений в области моста в режиме T2, определялось повышение сигнала только в режиме IsoDWI, при отсутствии изменений на карте ADC и в режиме ASL-перфузии. Наоборот, определялись признаки умеренно выраженной гиперперфузии в области коры обоих полушарий. Заключение острого нарушения церебрального кровообращения выставлено не было. У 8 (27%) пациенток при наличии признаков острого ишемического инфаркта в полушариях головного мозга (односторонние фокусы истинного ограничения диффузии в режиме DWI), по данным ASL-перфузии границы снижения кровотока ($CBF = 19 \pm 3$ мл/100 г/мин; контралатеральный уча-

сток $CBF = 123 \pm 5$ мл/100 г/мин) были значительно больше, чем границы выявленных фокусов по данным DWI. У 5 (16%) пациенток, несмотря на выявленные изменения в стандартных режимах, изменений в режиме DWI и ASL-перфузии выявлено не было.

Заключение. В случае церебральных нарушений у женщин в раннем послеродовом периоде при проведении МРТ, наряду с DWI, бесконтрастной ангиографией, необходимо включение в протокол исследования бесконтрастной ASL-перфузии, которая помогает провести более точную дифференциальную диагностику выявленных изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Асатуриян Е.Г., Ефимцев А.Ю., Шмедык Н.Ю., Машченко И.А., Чегина Д.С., Алдагов Р.Х. Методика артериального спинного маркирования: клиническое применение // *REJR*. 2019. Т. 9, № 4. С. 129–147. [Trufanov G.E., Fokin V.A., Asaturyan E.G., Efimtsev A.Yu., Shmedyk N.Yu., Mashchenko I.A., Chagina D.S., Aldatov R.Kh. Arterial spin marking technique: clinical application. *REJR*, 2019, Vol. 9, No. 4, pp. 129–147 (In Russ.).]
2. Чухонцева Е.С., Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Нейровизуализационные паттерны хронической недостаточности мозгового кровообращения с оценкой церебральной перфузии в зависимости от уровня когнитивных расстройств // *Медицинская визуализация*. 2020. Т. 24, № 3. С. 114–122. [Chukhontseva E.S., Morozova T.G., Borsukov A.V. Neuroimaging patterns of chronic cerebrovascular insufficiency with the assessment of cerebral perfusion depending on the level of cognitive disorders. *Medical visualization*, 2020, Vol. 24, No. 3, pp. 114–122 (In Russ.).]
3. Chen J., Licht D.J., Smith S.E. et al. Arterial spin labeling perfusion MRI in pediatric arterial ischemic stroke: initial experiences // *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009. No. 29. P. 282–290.
4. Edlow J.A., Caplan L.R., O'Brien K., Tibbles C.D. Diagnosis of acute neurological emergencies in pregnant and post-partum women // *Lancet Neurol*. 2013. No. 12 (2). P. 175–185.
5. Hosley C.M., McCullough L.D. Acute neurological issues in pregnancy and the peripartum // *Neurohospitalist*. 2011. No 1 (2). P. 104–116.
6. Kanekar S., Bennett S. Imaging of neurologic conditions in pregnant patients // *Radiographics*. 2016. No. 36. P. 2102–2122.

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

Контакт/Contact: Гельт Татьяна Давыдовна, tanjageltik@gmail.com

Сведения об авторе:

Гельт Татьяна Давыдовна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 214019, Смоленск, ул. Крупской, д. 28.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“»

E42177

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ МОРФОМЕТРИЯ У ПАЦИЕНТОВ С РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ ПЕРЕНЕСШИХ ВЫСОКОДОЗНУЮ ИММУНОСУПРЕССИВНУЮ ТЕРАПИЮ С ТРАНСПЛАНТАЦИЕЙ АУТОЛОГИЧНЫХ ГЕМОПОЭТИЧЕСКИХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

Е. А. Горбунова, А. В. Соколов, Г. Е. Труфанов, Е. Д. Вышедкевич,
А. А. Медеников, Г. Н. Бисага, А. Г. Труфанов, А. С. Лепехина
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

МР-морфометрия позволяет изучить изменение объема и размеров структур мозга у пациентов с РС. 10 пациентов прошли ВДИТ+аутоТГСК, МРТ-исследования были выполнены до и после ТГСК. Выявлены некоторые изменения: у пациентов наблюдалась отрицательная динамика в объемах серого вещества, белого вещества, таламуса и положительная динамика в снижении количества очагов РС. Результат можно связать с лечением — отмечается местное уменьшение отека и воспаления. Однако требуется динамический МРТ-контроль с МР-морфометрией.

MAGNETIC RESONANCE MORPHOMETRY IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS, WHO UNDERWENT HIGH-DOSE IMMUNOSUPPRESSIVE THERAPY WITH AUTOLOGOUS HEMATOPOIETIC STEM CELL TRANSPLANTATION

Elena A. Gorbunova, Andrey V. Sokolov, Gennady E. Trufanov, Elena D. Vyshedkevich, Andrey A. Medenikov, Gennady N. Bisaga, Artem G. Trufanov, Anna S. Lepekhina

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

MR-morphometry allows study changes of volume and size of the brain structures in patients with MS. 10 patients underwent HDIT+AHST, and MRI studies were performed before and after AHST. Some changes were accrued: patients showed negative dynamics in grey matter, white matter, thalamus volumes and positive dynamics in reducing number of MS lesions. Results can be associated with the treatment — local decrease of edema and inflammation. But dynamic MR-control with MR-morphometry is needed.

Цель исследования: установить изменения в структурах головного мозга (ГМ) пациентов с рассеянным склерозом (РС) в результате лечения высокодозной иммуносупрессивной терапией с трансплантацией аутологичных гемопоэтических стволовых клеток (ВДИТ+аутоТГСК) с использованием магнитно-резонансной морфометрии.

Материалы и методы. МР-морфометрия — это точная количественная методика, позволяющая изучить изменения объемных показателей ряда структур ГМ путем измерения их размеров и объемов у пациентов с РС. МР-морфометрия может быть информативна в оценке лечения и динамики развития заболевания. 10 пациентам с РС (3 мужчин, 7 женщин) была проведена ВДИТ+аутоТГСК, а также выполнено МРТ исследование до и после трансплантации. Средний возраст пациентов 41,6±8,9 года. МРТ-исследования проводились на высокопольном МР-томографе «Siemens Magnetom Symphony» с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Использовался протокол T1-ВИ (MPRAGE) с толщиной среза 1 мм и FLAIR с использованием расширения SPM12-CAT. Морфометрический анализ с применением CAT позволяет точно оценивать структуры ГМ и избегать ошибок при проведении «ручного» обчета.

Результаты. При оценке динамики морфометрических показателей в двух временных точках: у 70% пациентов была отмечена отрицательная динамика по показателям объема белого вещества, также у 70% — по показателям объема серого вещества. Говоря об атрофии центральной нервной системы при РС, необходимо упомянуть, что, помимо постепенной нарастающей потери вещества ГМ, могут отмечаться краткосрочные колебания объема. Воспаление и отек в результате формирования новых очагов приводят к временному увеличению объема ГМ, и наоборот, прием кортикостероидов ведет к кратковременному его уменьшению — псевдоатрофии. В следствии проводимого лечения ВДИТ+аутоТГСК, ожидается, что уменьшение объемов серого и белого вещества связаны с уменьшением отека и воспаления. Однако необходимо дальнейшее динамическое наблюдение вследствие наличия вероятности неправильной трактовки результатов, так как уменьшение объемов ГМ может быть связано с продолжающимся процессом нейродегенерации. У 60% пациентов отмечалась положительная динамика по уменьшению количества очагов РС, что также связано с результатом лечения, с локальным уменьшением отека и воспаления. У 84% пациентов снижение объема таламуса (у 50% снижение ниже возрастной нормы). У всех пациентов наблюдалось вторично-прогрессирующее течение заболевания, при этом статистически никак не связано с длительностью течения заболевания.

Заключение. Применение методики МР-морфометрии позволяет количественно оценить изменение объема и размеров структур ГМ у пациентов с РС. Наиболее значимые результаты были получены при анализе количества и объема очагов РС и степени атрофии белого вещества. Выявленные изменения соответствуют данным зарубежных исследований: процесс нейродегенерации может продолжаться до 2 лет после начала терапии с применением ТГСК. Это указывает на необходимость динамического МР-контроля объема серого и белого вещества головного мозга и подкорковых структур с применением МР-морфометрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Кротенкова И.А., Брюхов В.В., Переседова М.В., Кротенкова М.В. Атрофия центральной нервной системы при рассеянном склерозе: данные МРТ-мор-

фометрии // *Журнал неврологии и психиатрии*. 2014. № 10 (2). [Krotenkova I.A., Bryukhov V.V., Peresedova M.V., Krotenkova M.V. Atrophy of the central nervous system in multiple sclerosis: MRI-morphometry results. *Neurology and Psychiatry Journal*, 2014. No. 10 (2) (In Russ)].

2. Богачев Ю.В., Чердаков О.А., Фокин А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике рассеянного склероза // *Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*. 2014. № 3. С. 7–15. [Bogachev Yu.V., Cherdakov O.A., Fokin V.A. Magnetic resonance imaging in the diagnostics of multiple sclerosis. *Izvestia ETU «LETI»*, 2014. No. 3, pp. 7–15 (In Russ)].
3. Gaser C. Structural MRI: Morphometry // *Studies in Neuroscience, Psychology and Behavioral Economics*. 2016. P. 399–409. doi: 10.1007/978-3-642-35923-1_21.
4. Fox J., Kraemer M., Schormann T., Dabringhaus A., Hirsch J., Eisele P., Gass A. Individual Assessment of Brain Tissue Changes in MS and the Effect of Focal Lesions on Short-Term Focal Atrophy Development in MS: A Voxel-Guided Morphometry Study // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. No. 17 (4). P. 489. doi: 10.3390/ijms17040489.
5. Cohen J.A., Baldassari L.E., Atkins H.L., Bowen J.D., Bredeson C., Carpenter P.A., Georges G.E. Autologous Hematopoietic Cell Transplantation for Treatment. Refractory Relapsing Multiple Sclerosis: Position Statement from the American Society for Blood and Marrow Transplantation // *Biology of Blood and Marrow Transplantation*. 2019. doi: 10.1016/j.bbmt.2019.02.014.

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

Контакт/Contact: Горбунова Елена Алексеевна, lenagorbunova-124@yandex.ru
Сведения об авторах:

Горбунова Елена Алексеевна — клинический ординатор кафедры лучевой диагностики медицинской визуализации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова»; 197341, Санкт-Петербург ул. Аккуратова д. 2;
Соколов Андрей Валерьевич — врач-рентгенолог, 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 федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
Вышедкевич Елена Дмитриевна — клинический ординатор 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;
Медеников Андрей Андреевич — клинический ординатор 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;
Бисага Геннадий Николаевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
Труфанов Артем Геннадьевич — доктор медицинских наук федерального государственного бюджетного военного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;
Лепехина Анна Станиславовна — аспирант 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.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис”»

E42177

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕСКОНТРАСТНОЙ МР-ПЕРФУЗИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ

А. Ю. Лаврова, В. М. Черемисин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
Санкт-Петербург, Россия

Маркирование артериальных спинов (arterial spin labeling — ASL) — это метод магнитно-резонансной томографии (МРТ), позволяющий неинвазивно измерять перфузию мозга на тканевом уровне. Хотя принцип ASL был открыт еще в начале 1990-х годов, современные высокопольные МР-томографы с улучшенным соотношением сигнал/шум (signal to noise ratio — SNR), открывают возможности для широкого применения ASL при неврологических и психических заболеваниях.

THE BASIC PHYSICS OF NON-CONTRAST MR-PERFUSION AND ITS APPLICATIONS IN NEUROIMAGING

Anna Yu. Lavrova, Vladimir M. Cheremisin

FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia

Arterial spin labeling (ASL) is a magnetic resonance imaging (MRI) technique that non-invasively measures brain perfusion at the tissue level. Although the ASL principle was discovered in the early 1990-s, modern high-field MR-scanners with an improved signal-to-noise ratio (SNR) open up opportunities for widespread use of ASL in neurological and mental diseases.

Цель исследования: освещение физических основ бесконтрастной МР-перфузии, а также возможностей ее использования в ежедневной клинической практике.

Материалы и методы. ASL — это метод МР-перфузии, не требующий введения парамагнитного контрастного препарата. Вместо этого он обеспечивает количественную оценку объемного мозгового кровотока (Cerebral Blood Flow — CBF) с использованием протонов водородных молекул воды в крови в качестве эндогенного индикатора. Существует четыре методики получения ASL-перфузии, отличающиеся способом маркирования спинов: импульсная (pulsed — PASL), непрерывная (continuous — CASL), псевдо-непрерывная (pseudo-continuous — PCASL), скорость-селективная (velocity-selective — VS-ASL). В CASL, спины артериальной крови постоянно намагничиваются в тонком слое ниже области сканирования с использованием длинных радиочастотных импульсов (2–4 с). PASL использует более короткие радиочастотные импульсы (5–20 мс), маркируя широкий пласт артериальной крови за один раз, и визуализация выполняется через время, достаточное для того, чтобы маркированная кровь достигла области сканирования. В PCASL используется длинный период маркировки (1–2 с), состоящий из коротких (1 мс) радиочастотных импульсов, которые переводят намагниченность крови в адиабатический и псевдо-стационарный режим. VS-ASL маркирует спины артериальной крови, движущихся с определенной скоростью, а не на основании пространственного положения. К ограничениям ASL относятся артефакты магнитной восприимчивости в области основания черепа, которые могут затруднять интерпретацию перфузионных изображений при наличии патологии в этой области.

Результаты. При деменции на изображениях ASL зоны гипоперфузии соответствуют зонам гипометаболизма при позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Это говорит о том, что ASL можно рассматривать в качестве альтернативы ПЭТ. При инсульте ASL можно использовать для оценки изменений перфузии как в острой, так и в хронической фазе. При сосудистых мальформациях ASL значительно улучшает диагностическую точность стандартного МР-исследования и способствует обнаружению даже небольшого (>2 см) артериовенозного шунта. При эпилепсии ASL может использоваться для обнаружения эпилептогенного очага как в пери-, так и в межприступный период. При новообразованиях для дифференциальной диагностики прогрессирования опухоли и постлучевого некроза ASL представляет особый интерес в случаях, когда введение контрастного препарата невозможно. В заключение, ASL чувствительна к обнаружению последствий легкой черепно-мозговой травмы при отсутствии видимых структурных изменений на стандартной МРТ.

Заключение. Бесконтрастная МР-перфузия потенциально является незаменимым диагностическим методом для пациентов с почечной

недостаточностью, аллергией на гадолинийсодержащие контрастные препараты, а также для тех пациентов, которым необходимы многократные повторные контрастные МР-исследования. Дальнейшее изучение ASL-перфузии может включить этот метод в стандартный протокол сканирования, тем самым переведя его в рутинное клиническое использование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Пронин И.Н., Фадеева Л.М., Подопригора А.Е. и др. Спировое маркирование артериальной крови (ASL) — метод визуализации оценки мозгового кровотока // *Лучевая диагностика и терапия*. 2012. № 3. С. 64–78. [Pronin I.N., Fadeeva L.M., Podoprighora A.E. et al. Spin arterial blood labeling (ASL) — a method for visualizing the assessment of cerebral blood flow. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2012. No. 3. P. 64–78 (In Russ.).]
2. Баталов А.И., Захарова Н.Е., Погосбекян Э.Л. и др. Бесконтрастная ASL-перфузия в предоперационной диагностике супратенториальных глиом // *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко*. 2018. № 6. С. 15–22. [Batalov A.I., Zakharova N.E., Pogosebkyan E.L. et al. Non-contrast ASL perfusion in preoperative diagnosis of supratentorial gliomas. *Problems of neurosurgery named after N.N. Burdenko*, 2018, No. 6, pp. 15–22 (In Russ.).]
3. Detre J.A., Leigh J.S., Williams D.S., Koretsky A.P. Perfusion imaging // *Magnetic Resonance in Medicine*. 1992. No. 23. P. 37–45.
4. Telischak N.A., Detre J.A., Zaharchuk G. Arterial spin labeling MRI: Clinical applications in the brain: Arterial Spin Labeling MRI // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2015. No. 5. P. 1165–1180.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 16.01.2021 г.

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

Сведения об авторах:

Лаврова Анна Юрьевна — аспирант кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9;

Черемисин Владимир Максимович — доктор медицинских наук, профессор кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9.

ОЦЕНКА НАРУШЕНИЙ ГЕМО- И ЛИКВОРОДИНАМИКИ В НОРМЕ И ПРИ АНОМАЛИЯХ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ МРТ

В. Г. Ким, О. Б. Богомякова

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

Аномалии краниовертебральной области — нарушения анатомического строения в зоне перехода черепа в позвоночный столб. При декомпенсации патологий возникают нарушения мозгового кровотока и движения ликвора в области большого затылочного отверстия, что выражается симптомами внутричерепной гипертензии. Проведение многоуровневой оценки скоростных параметров и расчет индексов, отражающих артериовенозно-ликворное взаимодействие и его изменения, является перспективным в диагностике данных патологий.

EVALUATION OF DISTURBANCE OF HEMO- AND CEREBROSPINAL FLUID DYNAMICS IN PATIENTS WITH CRANIOVERTEBRAL JUNCTION'S ABNORMALITIES ACCORDING TO MRI

Valeriya G. Kim, Olga B. Bogomyakova

FSBEI HE «Novosibirsk State University», Novosibirsk, Russia
International Tomography Center «MRI Technology», Novosibirsk, Russia

Craniovertebral junction's abnormalities are violations of the anatomical structure of transition between the skull and the spinal column. Decompensation of pathologies causes cerebral blood flow and CSF move-

ment disorders in the region of foramen magnum, which is expressed by intracranial hypertension. Conducting a multilevel assessment of speed parameters and calculating indices reflecting hemo-cerebrospinal fluid interaction and its changes is a promising in the diagnosis of these pathologies.

Цель исследования: оценить нарушения гемо- и ликвородинамики по данным МРТ.

Материалы и методы. Для проведения исследования были сформированы группы контроля (здоровые добровольцы, 11 человек, средний возраст — 24 года) и пациентов с неврологическими нарушениями и различными аномалиями краниовертебральной области (9 человек, средний возраст 37 лет). Работа проведена на МР-томографе «Ingenu» фирмы Philips с напряженностью магнитного поля 3,0 Т. Всем участникам проведено рутинное МР-исследование и методика фазового контраста с возможностью количественной оценки потоков крови и ликвора (Q-Flow). Выполнена оценка скоростных характеристик потоков крови и ликвора на 4 различных уровнях, включающих водопровод мозга, субарахноидальное пространство большого затылочного отверстия и шейной области, прямой и верхний сагиттальный венозные синусы, основную и внутренние сонные артерии (на интракраниальном уровне). Были рассчитаны следующие объемно-скоростные параметры гемо- и ликвородинамики: пульсационный индекс, артериовенозная задержка и индекс краниального комплайенса. Данные были сравнены между двумя группами добровольцев с помощью непараметрических методов анализа.

Результаты. В группе пациентов с аномалиями краниовертебральной области было обнаружено достоверное снижение ударного объема ликвора, направленного каудально на уровне БЗО (на 27,3%, $p < 0,05$), уменьшение объемной скорости движения ликвора (на 15,6%, $p < 0,05$). Выявлено увеличение пульсационного индекса на уровне БЗО (на 22,5%, $p < 0,05$). Для интракраниального уровня замечено значительное увеличение артериовенозной задержки между внутренними сонными артериями и прямым синусом в 2 раза ($p < 0,05$), а с верхним сагиттальным синусом в 2,5 раза ($p < 0,05$). Выявлена тенденция к снижению индекса краниального комплайенса на 28% по сравнению с группой контроля.

Заключение. Таким образом, применение интегральных количественных характеристик потоков крови и ликвора дает дополнительную информацию о функциональном состоянии жидких сред центральной нервной системы и может расширить диагностические возможности у пациентов с данными патологическими состояниями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Заббарова А.Т. Клиническое значение костных краниовертебральных аномалий // *Неврологический вестник*. 2012. Вып. 2 (XLIV). С. 66–72. [Zabbarova A.T. Clinical significance of craniovertebral bone anomalies. *Neurological Bulletin*. 2012. Iss. 2 (XLIV), pp. 66–72.]
2. Комяхов А.В., Ключева Е.Г., Митрофанов Н.А. Особенности церебральной гемодинамики у пациентов с аномалией Киммерле // *Научные ведомости*. 2011. № 4 (13/1). С. 112–116. [Komyakhov A.V., Klocheva E.G., Mitrofanov N.A. Features of cerebral hemodynamics in patients with Kimmerle's anomaly. *Scientific Bulletin*, 2011, No. 4 (13/1), pp. 112–116 (In Russ.).]
3. Павлова О.М. и др. Клинико-радиологические особенности атлантоаксиальных дислокаций на фоне врожденных аномалий развития краниовертебрального перехода // *Хирургия позвоночника*. 2018. № 1 (15). С. 32–41. [Pavlova O.M. et al. Clinical and radiological features of atlantoaxial dislocations against the background of congenital anomalies in the development of the craniovertebral junction. *Spine Surgery*, 2018, No. 1 (15), pp. 32–41 (In Russ.).]
4. Gaunt T. et al. Abnormalities of the craniovertebral junction in the paediatric population: a novel biomechanical approach // *Clinical Radiology*. 2018. Vol. 10 (73). P. 839–854.
5. Goel A. Craniovertebral junction instability: A review of facts about facets // *Asian Spine Journal*. 2015. Vol. 4 (9). P. 636–644.

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

Контакт/Contact: Ким Валерия Геннадьевна, v.kim3@ng.nsu.ru

Сведения об авторах:

Ким Валерия Геннадьевна — студент федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2;

Богомякова Ольга Борисовна — кандидат медицинских наук, научный

сотрудник государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2.

ГУММОЗНЫЙ НЕЙРОСИФИЛИС: ВОЗМОЖНОСТИ МРТ-ДИАГНОСТИКИ (клиническое наблюдение)

Е. А. Кукушкина, А. И. Жеребцов, И. С. Обельчак, В. Г. Исламов
Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия

ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», Москва, Россия

В последние годы отмечается рост числа поздних форм сифилиса. Рассматриваются особенности диагностики и лечения поражения нервной системы при сифилисе с применением МРТ-диагностики. Использование МРТ необходимо для дифференциальной диагностики нейросифилиса с опухолями центральной нервной системы, а также для уточнения формы нейросифилиса.

GUMMATOUS NEUROSYPHILIS: THE CAPABILITIES OF MRI DIAGNOSTICS (clinical observation)

Elena A. Kukushkina, Aleksei I. Zhrebtcov, Igor S. Obelchak, Vladimir G. Islamov

Main military clinical hospital of the national guard troops of the Russian Federation, Balashikha, Russia
Medical Institute of Continuing Education «Moscow State University of Food Production», Moscow, Russia

The relevance is due to the increase in the number of late forms of syphilis in recent years. Discusses the features of diagnosis and treatment of nervous system lesions in syphilis with the use of MRI diagnostics. The use of MRI is necessary for the differential diagnosis of neurosyphilis with tumors of the central nervous system, and could help to define the form of neurosyphilis.

Цель исследования: демонстрация возможностей МРТ-диагностики гуммозного нейросифилиса на примере клинического случая.

Материалы и методы. Представлен клинический случай гуммозного нейросифилиса. Представление основано по результатах МРТ-исследования.

Результаты. На фоне снижения общей заболеваемости сифилисом отмечается рост числа поздних форм заболевания. При этом больные поздним нейросифилисом в 2008 г. составляли 65,6% от общего числа выявленных пациентов с нейросифилисом, а в 2018 г. — уже 85,1% [1]. Диагноз нейросифилиса считается подтвержденным при положительном результате реакции микропреципитации (РМП и других аналогов) ликвора [2]. Роль методов нейровизуализации, в частности МРТ, в постановке диагноза активно обсуждается. Хотя не существует специфических МР-признаков нейросифилиса, данный метод позволяет исключить ряд других заболеваний, что играет большую роль в дифференциальной диагностике. Клиническое наблюдение: пациент И., 29 лет, болен с декабря 2015 г., когда впервые выявлялись положительные серологические реакции на сифилис (реакция Вассермана (RW) +++), проходил курс специфической терапии. В последнее время стал отмечать головные боли, в связи с чем было выполнено МРТ-исследование головного мозга. МР-исследование проводилось на аппарате GE мощностью магнитного поля 1,5 Т. Парасагиттально, в кортикальном сером и субкортикальном белом веществе правой лобной доли, выявлен участок измененного МР-сигнала, гиперинтенсивного на T2-ВИ и FLAIR, гипоинтенсивного на T1-ВИ, овальной формы с нечеткими неровными контурами, размерами 21×14×23 мм. С учетом анамнеза указанный патологический участок расценен как сифилитическая гумма. Выполнены анализы крови на сифилис: антитела к T. pallidum: IgM не обнаружены, IgG обнаружены (титр>1: 1280); РМП (с кардиолипиновым антигеном) положительный (титр 1: 32), трепонемный тест — реакция пассивной гемагглютинации (РПГА) положительный (титр 1: 40960). В общем анализе ликвора уро-

вень белка составил 0,165 г/л; цитоз — 2,4, лимфоциты 0%, сегментоядерные лейкоциты — 0%, реакция Панди — отрицательная. Выполнено исследование ЦСЖ на сифилис: реакция иммобилизации бледных трепонем (РИБТ) 100%, реакция иммунофлюоресценции (РИФ) abs/ц 4+/2+. Данные МРТ-исследования и положительные анализы ликвора на сифилис позволили установить диагноз: гумозный нейросифилис. Пациент получил два курса специфической терапии. При контрольном МРТ-исследовании гупма в правой лобной доле головного мозга сохранялась с тенденцией к уменьшению ее размеров до 18×11×19 мм.

Заключение. Данное клиническое наблюдение демонстрирует возможности МРТ-исследования в диагностике и дифференциальной диагностике нейросифилиса. При малосимптомном течении нейросифилиса, на фоне роста заболеваемости данной патологией, необходимо учитывать возможность поражения головного мозга, в особенности на амбулаторном этапе с учетом анамнеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Ресурсы и деятельность медицинских организаций дерматовенерологического профиля. Заболеваемость инфекциями, передаваемыми половым путем, заразными кожными болезнями и заболеваниями кожи за 2017–2018 годы (статистические материалы). М., 2019. 208 с. [Resources and activities of medical organizations of the dermatovenerological profile. The incidence of sexually transmitted infections, infectious skin diseases and skin diseases in 2017–2018 (statistical materials). Moscow, 2019. 208 p. (In Russ.).]
2. Нейросифилис. Современные представления о диагностике и лечении. Руководство для врачей / под ред. А.В. Самцова. СПб.: СпецЛит, 2006. [Neurosyphilis. Modern views on diagnostics and treatment. A guide for physicians. Ed. A.V. Samtsov. Saint Petersburg: Publishing house SpetsLit, 2006. (In Russ.).]
3. Morshed M.G., Lee M.K., Maguire J. Neurosyphilitic gumma in a homosexual man with HIV infection confirmed by polymerase chain reaction// *The International Journal of STD & AIDS*. 2008. Vol. 19 (8). P. 568–569.
4. Brisset M., Chadenat M. L., Cordoliani Y., Kamga-Tallom R., D'Anglejean J., Pico F. MRI features of neurosyphilis [Article in French] // *Revue Neurologique (Paris)*. 2011. Vol. 167, Issue 4. P. 337–342.

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

Контакт/Contact: Жеребцов Алексей Игоревич, alzet@inbox.ru

Сведения об авторах:

Кукушкина Елена Анатольевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевых методов диагностики и лечения Медицинского института непрерывного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»; 125371, Москва, Волоколамское шоссе, д. 11; начальник отделения КТ и МРТ центра лучевой диагностики федерального государственного казенного учреждения здравоохранения «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», подполковник медицинской службы; 143914, Московская обл., Балашиха, Вишняковское шоссе (Никольско-Архангельский), д. 101;

Жеребцов Алексей Игоревич — старший врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ центра лучевой диагностики федерального государственного казенного учреждения здравоохранения «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», майор медицинской службы; 143914, Московская обл., Балашиха, Вишняковское шоссе (Никольско-Архангельский), д. 101;

Обельяк Игорь Семенович — кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой лучевых методов диагностики и лечения Медицинского института непрерывного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»; 125371, Москва, Волоколамское шоссе, д. 11; начальник центра лучевой диагностики федерального государственного казенного учреждения здравоохранения «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», Заслуженный врач Российской Федерации, полковник медицинской службы; 143914, Московская обл., Балашиха, Вишняковское шоссе (Никольско-Архангельский), д. 101;

Исламов Владимир Гарипович — начальник дерматовенерологического отделения федерального государственного казенного учреждения здравоохранения «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», полковник медицинской службы; 143914, Московская обл., Балашиха, Вишняковское шоссе (Никольско-Архангельский), д. 101.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ МОРФОМЕТРИИ ПРИ СОСУДИСТОМ ПАРКИНСОНИЗМЕ

Э. В. Исхакова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

APPLICATION OF MAGNETIC RESONANCE MORPHOMETRY IN VASCULAR PARKINSONISM

Elnara V. Iskhakova

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

Цель исследования: оценка степени атрофии структур головного мозга у пациентов с диагнозом сосудистый паркинсонизм методом многовоксельной МР-морфометрии, а также установление взаимосвязи полученных результатов с развитием клинической картины заболевания.

Материалы и методы. Обследованы 29 пациентов с верифицированным диагнозом сосудистого паркинсонизма. 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 в исследуемых зонах.

Результаты. Проведение МР-морфометрического анализа у пациентов с сосудистым паркинсонизмом позволило определить выраженное распространение атрофии как коры головного мозга, так и белого вещества. Наибольшее диагностическое значение имеет объем гипointенсивных участков белого вещества, который отражает наличие сосудистых очагов в белом веществе полушарий мозга. При сосудистом паркинсонизме этот объем составил 16259,35 мм³ [9691,4; 18403,5], а среди пациентов контрольной группы 1078,8 мм³ [88; 2414,9] (p<0,001). Другой показатель, отражающий атрофию вещества головного мозга, который статистически значимо отличался у пациентов с сосудистым паркинсонизмом, это объемы боковых и III желудочков. Увеличение размеров ликворной системы мозга у больных данной группы указывает на развитие внутренней заместительной гидроцефалии, которая четко определяется при проведении МР-морфометрического анализа. Стоит отметить, что на развернутых стадиях болезни Паркинсона также развивается заместительная гидроцефалия, однако ее степень значительно меньше и не достигает статистической значимости по сравнению с пациентами группы контроля. Помимо атрофии белого вещества полушарий головного мозга, у пациентов с сосудистым паркинсонизмом достоверно уменьшается толщина коры. Наиболее значимое ее уменьшение происходит в области лобной коры и вовлекает нижнюю лобную извилину, включающую треугольную и оперкулярную части, верхнюю и среднюю лобные извилины, прямую извилину и орбитофронтальную кору. Помимо лобной коры, атрофический процесс затрагивает другие области коры. При анализе толщины коры у пациентов с сосудистым паркинсонизмом доминирующими структурами также оказались компоненты лобной доли, такие как средняя лобная извилина. Кроме этого, отмечены достоверные различия в толщине коры суборбитальной и постцентральной борозды головного мозга. Отдельно стоит отметить поражение структур, входящих в состав лимбической системы, а точнее в состав поясной извилины — это перешеек и задний отдел поясной извилины.

Заключение. Таким образом, применение методики МР-морфометрии позволяет количественно оценить уменьшение объема и размеров структур головного мозга у пациентов с сосудистым паркинсонизмом. Доминирующий вклад в развитие атрофического процесса головного мозга у пациентов с сосудистым паркинсонизмом вносят структуры лобной доли и базальные ганглии, которые статистически достоверно определяются при проведении МР-морфометрии.

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. Т. 1, № 37. С. 203–207. [Vorontkov L.V., Trufanov A.G., Litvinenko I.V. Possibilities of voxel-based morphometry in the diagnosis of non-tumorous dis-

eases of the brain. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2012, No. 1 (37), pp. 203–207 (In Russ.).

2. Wolff M., Vann S.D. The Cognitive Thalamus as a Gateway to Mental Representations // *J. Neurosci.* 2019. Jan 2; Vol. 39, No. 1, pp. 3–14. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0479-18.2018. Epub 2018 Nov 2. PMID: 30389839; PMCID: PMC6325267;
3. Parnaudau S., Bolkan S.S., Kellendonk C. The Mediodorsal Thalamus: An Essential Partner of the Prefrontal Cortex for Cognition // *Biol. Psychiatry*. 2018. Apr. 15. Vol. 83 (8). P. 648–656. doi: 10.1016/j.biopsych.2017.11.008. Epub 2017 Nov 15. PMID: 29275841; PMCID: PMC5862748.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 13.01.2021 г.

Контакт/Contact: Исхакова Эльнара Вахидовна, atluevaelnara@rambler.ru

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; e-mail: atluevaelnara@gmail.com; ORCID 0000–0002–2771–5298.

СРАВНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ФРАКЦИОННОЙ АНИЗОТРОПИИ ПРОВОДЯЩИХ ПУТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА, ПОЛУЧЕННЫХ НА АППАРАТАХ МРТ 1,5 Т И 3 Т МЕТОДОМ ДИФфуЗИОННО-ТЕНЗОРНОЙ МРТ

И. М. Левашкина, С. В. Серебрякова, Е. В. Китайгородская
ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никитина» МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

Исследованы 10 зон интереса (пучки проводящих путей левого полушария головного мозга) у 12 здоровых добровольцев с применением мануального метода изменения коэффициента фракционной анизотропии (ФА) в каждой зоне интереса. Проведено сравнение показателей диффузионного тензора на аппаратах МРТ с напряженностью поля 1,5 Т и 3 Т.

COMPARISON OF THE FRACTIONAL ANISOTROPY VALUES RECEIVED AT 1.5 T AND 3 T MRI MACHINES USING DIFFUSION TENSOR IMAGING METHOD

Irina M. Levashkina, Svetlana V. Serebryakova,
Elena V. Kitaygorodskaya

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

Fractional anisotropy (FA) values for 10 regions of interest (white matter tracts, left hemisphere) were received for 12 healthy volunteers at both MRI-machines (1.5 T and 3 T). Manual method was the choice for obtaining measurable results. Diffusion tensor values comparison was conducted in order to calculate if there is correlation and difference for FA values received at MRI of different field strengths.

Цель исследования: сравнить числовые значения фракционной анизотропии (ФА) проводящих путей головного мозга, полученные у здоровых добровольцев в одних и тех же зонах интереса на аппаратах МРТ с напряженностью поля 1,5 Т и 3 Т.

Материалы и методы. Обследованы 12 здоровых добровольцев: мужчин-правшей, средний возраст $43,22 \pm 3,43$ года. Всем пациентам была проведена диффузионно-тензорная МРТ на томографах Magnetom Verio с напряженностью магнитного поля 3 Т и на томографе Magnetom Espree с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Использовалась импульсная последовательность DTI с измерением диффузии в 12 направлениях. Полученные изображения обрабатывались с помощью программы Neug 3D. Мануальным способом измерялся коэффициент фракционной анизотропии в 10 зонах интереса у каждого пациента с получением количественного значения ФА.

Результаты. Регрессионный анализ показал сильную корреляцию между значениями ФА, полученными на МРТ-аппаратах с различной

напряженности поля ($r^2=0,98$, $p<0,001$). Метод Блэнда–Алмана показал незначительные расхождения для разных зон интереса (от 3% в зонах лобно-таламического пути до 5% в затылочных долях), что может быть объяснено в том числе погрешностью метода измерения.

Заключение. Не отмечено существенных различий значений диффузионного тензора по каждому из 10 основных трактов, в то время как продемонстрирована существенная корреляция результатов измерений, полученных на аппаратах МРТ с различной напряженностью поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. 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 dyscirculatory pathology of the brain. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2019, No. 2, pp. 59–65 (In Russ.). doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-2-59-65>.
2. Панюшкина Л.А. Клинико-морфологические особенности зрительного пути при глаукоме и при болезни Альцгеймера: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.07/Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт глазных болезней» Российской академии медицинских наук. М., 2015. 128 с. [Panyushkina L.A. *Clinical and morphological features of the visual pathway in glaucoma and Alzheimer's disease*: dis. ... cand. med. sciences: 14.01.07 / Federal State Budgetary Institution «Research Institute of Eye Diseases» of the Russian Academy of Medical Sciences. Moscow, 2015, 128 p. (In Russ.).]
3. Lincot J., Laisy J.P., Hess A., Balbi V., Schouman-Claeys E., Cotten A., Dallaudière B. Assessment of normal values of fractional anisotropy and mean diffusivity of mobile lumbar spine roots by diffusion tensor MRI: comparison between 1.5 and 3T // *JBR-BTR*. 2015. Vol. 98 (2). P. 68–71. doi: 10.5334/jbr-btr.768. PMID: 30394427.
4. Chen C.M., Huang Y.C., Shih C.T., Chen Y.F., Peng S.L. MRI-based measurements of whole-brain global cerebral blood flow: Comparison and validation at 1.5T and 3T // *J. Magn Reson Imaging*. 2018. Vol. 48 (5). P. 1273–1280. doi: 10.1002/jmri.25989.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 13.01.2021 г.

Контакт/Contact: Левашкина Ирина Михайловна, levashkina.lidc@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.Никитина» МЧС России; 197082, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 54;

Серебрякова Светлана Владимировна — доктор медицинских наук, заведующий кабинетом магнитно-резонансной томографии федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М.Никитина» МЧС России; 197082, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 54;

Китайгородская Елена Викторовна — математик, независимый системный аналитик.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ БОЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЯ

А. С. Лепёхина

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Исследование нейропластичности у пациентов с хронической головной болью напряжения (ХГБН) остается малоизученным. Определение изменений функциональных связей является перспективным в формировании

нового взгляда на этиологию и патогенез ХГБН и открывает возможности для разработки альтернативной тактики лечения пациентов.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE ASSESSMENT OF FUNCTIONAL CONNECTIONS OF THE BRAIN IN THE USE OF DIFFERENT TREATMENT METHODS IN PATIENTS WITH CHRONIC-TYPE TENSION HEADACHE

Anna S. Lepekhina

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

The study of neuroplasticity in patients with chronic tension-type headache (CTTH) remains poorly understood. The determination of changes in functional relationships is promising in forming a new view on the etiology and pathogenesis of CTTH and opens up opportunities for the development of alternative tactics for the treatment of patients.

Цель исследования: изучить изменения функциональных связей головного мозга на фоне применения остеопатической коррекции у пациентов с хроническими головными болями напряжения.

Материалы и методы. Обследовано 24 пациента с хроническими головными болями напряжения в соответствии с МКГБ-3 (2018), в возрасте от 24 до 43 лет. Пациентам проводилась функциональная МРТ в покое: до, после первой остеопатической манипуляции и после курса остеопатической коррекции (3–5 сеансов краниосакральной терапии, длительностью 2,5 месяца). Оценивались жалобы, проводилось анкетирование больных для оценки интенсивности головной боли и ее влияния на разные сферы жизни, качество жизни, ситуативной и личностной тревожности до и после терапии.

Результаты. После проведения однократной остеопатической коррекции либо курса остеопатического лечения у пациентов с хроническими головными болями напряжения были выявлены изменения функциональных связей медиальной префронтальной коры с другими функционально значимыми зонами головного мозга. После курса остеопатической коррекции при выборе МПФК в качестве области интереса определялось усиление положительной функциональной связи с правой верхней височной извилиной и ослабление отрицательной функциональной связи с предклинем, левым полушарием мозжечка, задней частью поясной извилины и стволом головного мозга ($p < 0,005$).

Заключение. Изучение изменений функциональных связей головного мозга на фоне применения разных методов лечения у пациентов с хроническими головными болями напряжения открывает новые подходы для диагностики и лечения болевого синдрома. Выявлены изменения функциональной коннективности сети пассивного режима работы и сети определения значимости мозга у пациентов с хроническими головными болями напряжения после применения остеопатической коррекции, которые коррелировали с положительной клинической картиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Мирошниченко Д.Б., Рачин А.П., Мохов Д.Е. Остеопатический алгоритм лечения хронической головной боли напряжения // *Практическая медицина*. 2017. Т. 1, № 102. С. 114–118. [Miroshnichenko D.B., Rachin A.P., Mokhov D.E. Osteopathic algorithm of treatment for chronic tension headaches. *Practical medicine*, 2017, Vol. 1, No. 102, pp. 114–118 (In Russ.).]
2. Лепёхина А.С., Поспелова М.Л., Ефимцев А.Ю. и др. Головная боль напряжения. Состояние проблемы, новые аспекты этиопатогенеза, возможности нейровизуализации, немедикаментозные методы лечения (обзор литературы) // *Трансляционная медицина*. 2020. Т. 7, № 2. С. 6–11. [Lepekhina A.S., Pospelova M.L., Efimtsev A.Yu., Levchuk A.G., Trufanov G.E., Alekseeva T.M., Piskovatskov D.V. Tension headache. State of the problem, new aspects of etiopathogenesis, neuroimaging possibilities, non-drug treatment methods (review). *Translational Medicine*, 2020, Vol. 7, No. 2, pp. 6–11 (In Russ.).] doi: 10.18705/2311-4495-2020-7-2-6-11.
3. Lee M.J., Park B.Y., Cho S., Kim S.T., Park H., Chung C.S. Increased connectivity of pain matrix in chronic migraine: a resting-state functional MRI study // *J. Headache Pain*. 2019. Vol. 20 (1). P. 29. doi: 10.1186/s10194-019-0986-z.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 11.01.2021 г.

Контакт/Contact: Лепёхина Анна Станиславовна, anna20.04.1994@yandex.ru

Сведения об авторе:

Лепёхина Анна Станиславовна — 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.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ИЗУЧЕНИИ КОННЕКТОМА ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ БОЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЯ

А. С. Лепёхина, М. Л. Поспелова, А. Г. Левчук, А. Ю. Ефимцев, Г. Е. Труфанов, Т. М. Алексеева

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Перспективы применения методов функциональной магнитно-резонансной томографии в диагностике когнитивных и психоневрологических нарушений у пациентов с хронической головной болью напряжения достаточно широко, так как они позволяют более подробно изучить патогенез вышеописанных расстройств. Актуальной является разработка общепринятой методики диагностики и лечения, нейровизуализационной объективизации и определения состояния функциональных связей головного мозга.

APPLICATION OF FUNCTIONAL RESTING-STATE MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE STUDY OF BRAIN CONNECTOME IN PATIENTS WITH CHRONIC-TYPE TENSION HEADACHE

Anna S. Lepekhina, Maria L. Pospelova, Anatoly G. Levchuk, Aleksander Yu. Efimtsev, Gennady E. Trufanov, Tatiana M. Alekseeva
FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

The prospects for the use of functional magnetic resonance imaging methods in the diagnosis of cognitive and neuropsychiatric disorders in patients with chronic tension headache are quite wide, as they allow us to study the pathogenesis of the above-described disorders in more detail. It is relevant to develop a generally accepted method of diagnosis and treatment, neuroimaging objectification and determination of the state of functional connections of the brain.

Цель исследования: изучить коннектом головного мозга у пациентов с хронической головной болью напряжения на фоне применения разных методов лечения, в частности остеопатической коррекции.

Материалы и методы. Обследовано 18 пациентов (средний возраст $32 \pm 5,6$ года) с хронической головной болью напряжения (ХГБН). Выполнена функциональная МРТ в покое в 2 временных точках: до и через 10 минут после первой остеопатической манипуляции соответственно. Статистическую обработку и оценку результатов нейровизуализационных исследований проводили при помощи программного пакета CONN v.18, который служит для определения взаимосвязей между различными отделами головного мозга, структуры различных сетей покоя и рабочих функциональных сетей. Использовали метод анализа на основе выбора зоны интереса.

Результаты. При выполнении междугруппового статистического анализа и сравнении функциональной коннективности головного мозга в покое в первой и второй временных точках, при выборе медиальной префронтальной коры в качестве области интереса были выявлены следующие изменения: в правом полушарии определено усиление положительной функциональной связи с правой парагиппокампальной извилиной. В левом полушарии отмечалось усиление положительной функциональной связи со скорлупой и ослабление отрицательной функциональной связи с верхней левой теменной областью ($p < 0,005$).

Заключение. Результаты исследования показывают, что у пациентов с ХГБН до и после применения остеопатической коррекции отмечаются изменения функциональной связанности головного мозга. Данные исследования являются предварительными, проводится анализ в 3-й временной точке — после курса лечения, включающего

в себя 3–5 сессий остеопатической коррекции, определенных в индивидуальном порядке для каждого пациента. Полученные данные функциональной МРТ головного мозга могут стать основой для оценки влияния остеопатической коррекции на функциональные связи головного мозга для разработки альтернативной тактики лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Мирошниченко Д.Б., Рачин А.П., Мохов Д.Е. Остеопатический алгоритм лечения хронической головной боли напряжения // *Практическая медицина*. 2017. № 1 (102). С. 114–118. [Miroshnichenko D.B., Rachin A.P., Mokhov D.E. Osteopathic algorithm of treatment for chronic tension headaches. *Practical medicine*, 2017, No. 1 (102), pp. 114–118 (In Russ.).]
2. Лепёхина А.С., Поспелова М.Л., Ефимцев А.Ю. и др. Головная боль напряжения. Состояние проблемы, новые аспекты этиопатогенеза, возможности нейровизуализации, немедикаментозные методы лечения (обзор литературы) // *Трансляционная медицина*. 2020. № 7 (2). С. 6–11. [Lepekhina A.S., Pospelova M.L., Efimtsev A.Yu., Levchuk A.G., Trufanov G.E., Alekseeva T.M., Piskovatskov D.V. Tension headache. State of the problem, new aspects of etiopathogenesis, neuroimaging possibilities, non-drug treatment methods (review). *Translational Medicine*, 2020, No. 7 (2), pp. 6–11 (In Russ.).] doi: 10.18705/2311-4495-2020-7-2-6-11.
3. Lee M.J., Park B.Y., Cho S., Kim S.T., Park H., Chung C.S. Increased connectivity of pain matrix in chronic migraine: a resting-state functional MRI study // *J. Headache Pain*. 2019. Vol. 20, No. 1. P. 29. doi: 10.1186/s10194-019-0986-z.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 11.01.2021 г.

Контакт/Contact: Лепёхина Анна Станиславовна, anna20.04.1994@yandex.ru

Сведения об авторах:

Лепёхина Анна Станиславовна — 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;

Поспелова Мария Львовна — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского отдела неврологии и нейрореабилитации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Левчук Анатолий Геннадиевич — младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории лучевой визуализации федерального государственного бюджетного учреждения «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, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории лучевой визуализации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Труфанов Геннадий Евгеньевич — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательского отдела лучевой диагностики, заведующий кафедрой 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;

Алексева Татьяна Михайловна — доктор медицинских наук, заведующая кафедрой неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТАБОЛИЗМА ГОЛОВНОГО МОЗГА И КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ, КАЧЕСТВА ЖИЗНИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

М. Л. Поспелова, Д. В. Рыжкова, Т. А. Буккиева, Т. М. Алексеева, А. А. Михаличева, М. И. Качкаева, Юсиф Ф. О. Мусаев, Е. А. Мокин, Р. М. Елизаров

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Современные методы нейровизуализации, в частности, позитронно-эмиссионная томография с 18-фтордезоксиглюкозой (ПЭТ с ^{18}F ДГ), позволяют оценивать функциональное состояние головного мозга, отражающееся на когнитивно-эмоциональной сфере человека. В исследовании проанализированы возможности ПЭТ с ^{18}F ДГ в оценке изменений метаболизма головного мозга и их взаимосвязи с когнитивными нарушениями, снижением качества жизни у пациентов с хронической ишемией головного мозга.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BRAIN METABOLISM AND COGNITIVE IMPAIRMENT, QUALITY OF LIFE IN PATIENTS WITH CHRONIC CEREBRAL ISCHEMIA

Maria L. Pospelova, Daria V. Ryzhkova, Tatyana A. Bukkieva, Tatyana M. Alekseeva, Anna A. Mikhlichyeva, Maria I. Kachkaeva, Yusif F. O. Musaev, Egor A. Mokin, Roman M. Elizarov

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

Modern methods of neuroimaging, in particular, positron emission tomography with 18-fluorodeoxyglucose (PET with ^{18}F FDG), make it possible to assess the functional state of the brain, which affects the cognitive-emotional sphere of a person. The study analyzed the capabilities of PET with ^{18}F FDG in assessing changes in brain metabolism and their relationship with cognitive impairment, a decrease in the quality of life in patients with chronic cerebral ischemia.

Цель исследования: изучение взаимосвязи метаболизма головного мозга и когнитивных нарушений, качества жизни у пациентов с хронической ишемией головного мозга.

Материалы и методы. ПЭТ с 18-фтордезоксиглюкозой (^{18}F ДГ) проведена 21 пациенту с диагностированной хронической ишемией головного мозга (4 мужчинам и 17 женщинам) в возрасте от 52 до 88 лет (средний возраст составлял 66 лет). С целью определения нейродинамической регуляции использовалась батарея тестов для оценки лобной дисфункции (FAB), для выявления нарушений памяти — методики оценки вербального запоминания (тест 10 слов). Психический статус, в частности праксис, зрительно-пространственную функцию, оценивали с использованием шкал MMSE и Монреальской шкалы оценки когнитивных нарушений (MoCA). Производилась динамическая оценка внимания и темпа сенсомоторных реакций с помощью таблицы Шульте, а также оценка качества жизни по данным опросника SF-36.

Результаты. По результатам ПЭТ с ^{18}F ДГ у 19 из 21 участвовавших в исследовании пациентов была выявлена гипоперфузия тех или иных областей коры головного мозга: префронтальной коры, в частности ее сенсомоторных отделов, теменных долей, поясной извилины, височных долей. При сопоставлении результатов нейropsychологического обследования и показателей церебральной тканевой перфузии установлена взаимосвязь снижения метаболизма в когнитивно-зависимых зонах головного мозга и снижения показателей нейropsychологического тестирования у всех 19 пациентов ($p < 0,001$). В частности, умеренная лобная дисфункция выявлена у 5 пациентов с гипоперфузией в области префронтальной коры, у 17 пациентов выявлена корреляция между снижением памяти, конструктивно-пространственно-гнозиса и состоянием перфузии в переднезадних отделах теменных, а также левых височных долей. У 19 пациентов с низкими показателями перфузии в функционально значимых областях коры отмечалось снижение качества жизни по данным шкалы SF-36.

Заключение. Применение ПЭТ с ^{18}F ДГ у пациентов с хронической ишемией головного мозга позволяет выявить снижение метаболизма в функционально значимых зонах головного мозга, коррелирующего с начальными когнитивными нарушениями и снижением качества жизни пациентов. Раннее выявление метаболических нарушений

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис”»

E42177

головного мозга способствует своевременному лечению пациентов и замедлению прогрессирования когнитивных расстройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Станжевский А.А., Тютин Л.А., Костеников Н.А., Поздняков А.В. Возможности позитронной эмиссионной томографии с 18F-фтордезоксиглюкозой в дифференциальной диагностике сосудистой деменции // *Артериальная гипертензия*. 2009. № 15 (2). С. 233–237. [Stanzhevsky A.A., Tyutin L.A., Kostenikov N.A., Pozdnyakov A.V. Possibilities of positron emission tomography with 18F-fluorodeoxyglucose in the differential diagnosis of vascular dementia. *Arterial hypertension*, 2009, No. 15 (2), pp. 233–237 (In Russ.)].
2. Курбанова М.М., Галаева А.А., Стефановская Е.В., Суворкина А.А., Алиханов Н.М. Современные методы диагностики когнитивных нарушений // *Российский семейный врач*. 2020. № 24 (1). С. 35–44. [Kurbanova M.M., Galaeva A.A., Stefanovskaya E.V., Suvorkina A.A., Alikhanov N.M. Modern methods of diagnosing cognitive impairments. *Russian family doctor*, 2020, No. 24 (1), pp. 35–44 (In Russ.)].
3. Shivamurthy V.K., Tahari A.K., Marcus C., Subramaniam R.M. Brain FDG PET and the diagnosis of dementia // *AJR Am J. Roentgenol*. 2015. Jan; 204 (1). P. W76–85. doi: 10.2214/AJR.13.12363. PMID: 25539279.
4. Tripathi M., Tripathi M., Sharma R., Jainini A., Md souza M., Saw S., Mondal A., Kushwaha S. Functional neuroimaging using F-18 FDG PET/CT in amnesic mild cognitive impairment: A preliminary study // *Indian journal of nuclear medicine : IJNM : the official journal of the Society of Nuclear Medicine, India*. 2013. Vol. 28 (3). P. 129–133. <https://doi.org/10.4103/0972-3919.119538>.

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

Контакт/Contact: Буккиева Татьяна Александровна, tanya-book25@mail.ru

Сведения об авторах:

Поспелова Мария Львовна — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела неврологии и нейрореабилитации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Рыжкова Дарья Викторовна — доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, главный научный сотрудник научно-исследовательского отдела ядерной медицины и тераностики Института онкологии и гематологии, заведующий кафедрой ядерной медицины и радиационных технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Буккиева Татьяна Александровна — аспирант 2 года кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории магнитно-резонансной томографии; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; Алексеева Татьяна Михайловна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Михалчева Анна Александровна — ординатор кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Качкаева Мария Игоревна — ординатор кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Мусаев Юсиф Фархад оглы — ординатор кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Мокин Егор Алексеевич — ординатор кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства

здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Елизаров Роман Максимович — ординатор кафедры ядерной медицины и радиационных технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

ПРОТОННАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ДИАГНОСТИКЕ КОГНИТИВНОЙ ЭПИЛЕПТИФОРМНОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ

А. М. Сергеев, А. В. Поздняков

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Когнитивная эпилептиформная дезинтеграция — понятие, включающее в себя нарушение высших психических функций у человека со свойственным для эпилепсии паттерном по ЭЭГ, но без классических эпилептических приступов. Основным методом диагностики данного заболевания остается ЭЭГ, но нейровизуализация не стоит на месте. Одним из развивающихся методов диагностики является протонная магнитно-резонансная спектроскопия, позволяющая выявить нарушения метаболизма в тканях центральной нервной системы.

PROTON MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY IN THE DIAGNOSIS OF COGNITIVE EPILEPTIFORM DISINTEGRATION

Artur M. Sergeev, Aleksander V. Pozdnyakov

FSBEI HE «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Cognitive epileptiform disintegration is a concept that includes a violation of higher mental functions in a person with an EEG pattern characteristic of epilepsy, but without the classic epileptic seizures. EEG remains the main method for diagnosing this disease, but neuroimaging does not stand still. One of the developing diagnostic methods is proton magnetic resonance spectroscopy, which allows detecting metabolic disorders in the tissues of the central nervous system.

Цель исследования: определение диагностической возможности протонной магнитно-резонансной спектроскопии у детей с когнитивной эпилептиформной дезинтеграцией.

Материалы и методы. Обследованы 7 пациентов с диагнозом «ЗППР, когнитивная эпилептиформная дезинтеграция» в возрасте от 2 до 8 лет (средний возраст 4,5 года; 5 мальчиков; 2 девочки). У всех пациентов был выявлен характерный для эпилепсии паттерн по ЭЭГ, и в анамнезе отсутствовали типичные для эпилепсии приступы. Для биохимического анализа тканей головного мозга у этих детей использовалась мультивоксельная протонная магнитно-резонансная спектроскопия методом PRESS. Измерялись относительные концентрации N-ацетиласпартата (NAA), холина (Cho), креатинина (Cr) и их соотношения.

Результаты. При рутинной МРТ у данных детей не было выявлено каких-либо органических изменений в тканях головного мозга. С помощью протонной магнитно-резонансной спектроскопии у пациентов с когнитивной эпилептиформной дезинтеграции выявлены значимые изменения метаболизма: соотношения концентрации NAA/Cr ($p < 0,05$) в височных долях с обеих сторон и гиппокампе справа были снижены, за счет изменения концентрации N-ацетиласпартата. Помимо этого, соотношение концентрации Cho/NAA ($p < 0,05$) в гиппокампе справа, и соотношение концентрации Cho/Cr ($p < 0,05$) в префронтальной коре, постцентральных извилинах с обеих сторон, височной доле справа и области внутренней капсулы слева оказались выше, чем в контрольной группе. Данные изменения соотношения концентраций были вызваны повышением концентрации холина.

Заключение. Полученные данные метаболических альтераций у пациентов с когнитивной эпилептиформной дезинтеграцией могут

быть полезными для дифференциальной диагностики от других форм эпилептической энцефалопатии с помощью протонной магнитно-резонансной спектроскопии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Мухин К.Ю. Когнитивная эпилептиформная дезинтеграция: дефиниция, диагностика, терапия // *Русский журнал детской неврологии*. 2012. Т. 7, № 1. С. 3–20. [Mukhin K.Yu. Cognitive epileptiform disintegration: definition, diagnosis, therapy, *Russian Journal of Pediatric Neurology*, 2012, Vol. 7, No. 1, pp. 3–20 (In Russ.).]
2. Parker A.P., Ferrie C.D., Keevil S., Newbold M., Cox T., Maisey M., Robinson R.O. Neuroimaging and spectroscopy in children with epileptic encephalopathies // *Arch. Dis. Child.* 1998. Jul; Vol. 79, No. 1. P. 39–43. doi: 10.1136/adc.79.1.39.
3. Gürsoy S., Erçal D. Diagnostic Approach to Genetic Causes of Early-Onset Epileptic Encephalopathy // *J. Child. Neurol.* 2016. Mar; Vol. 31, No. 4. P. 523–532. doi: 10.1177/0883073815599262.
4. Mukhin K.Yu. Cognitive epileptiform disintegration: definition, diagnosis, therapy // *Russian Journal of Child Neurology*. 2012. Vol. 7, No. 1. P. 3–20.
5. Parker A.P., Ferrie C.D., Keevil S., Newbold M., Cox T., Maisey M., Robinson R.O. Neuroimaging and spectroscopy in children with epileptic encephalopathies // *Arch. Dis. Child.* 1998. Jul; Vol. 79 (1). P. 39–43. doi: 10.1136/adc.79.1.39.
6. Gürsoy S., Erçal D. Diagnostic Approach to Genetic Causes of Early-Onset Epileptic Encephalopathy // *J. Child Neurol.* 2016 Mar; Vol. 31, No. 4. P. 523–532. doi: 10.1177/0883073815599262.

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

Контакт/Contact: Сергеев Артур Михайлович, artur5ergeeff@yandex.ru

Сведения об авторах:

Сергеев Артур Михайлович — аспирант кафедры медицинской биофизики федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2;

Поздняков Александр Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биофизики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2.

ДИНАМИКА ДИФФУЗИОННО-КУРТОЗИСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОЛОВНОГО МОЗГА В РАННЕМ ПОСТИНСУЛЬТНОМ ПЕРИОДЕ

Ю. А. Станкевич, А. С. Сиверин, А. А. Тулупов

Лаборатория «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр СО РАН, Новосибирск, Россия

Институт медицины и психологии В. Зельмана ФГАОУ ВО

«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия

Апробировано применение современной методики магнитно-резонансной томографии (МРТ) — диффузионно-куртозисной МРТ — в оценке изменения характеристик головного мозга в трехкратном динамическом исследовании пациентов в раннем постинсультном периоде. Зафиксирована динамика диффузионно-куртозисных характеристик в очаге острой ишемии в раннем постинсультном периоде.

DYNAMIC DIFFUSION KURTOSIS MRI CHARACTERISTICS OF THE BRAIN IN THE EARLY POST STROKE STAGE

Julia A. Stankevich, Aleksey S. Siverin, Andrey A. Tulupov

Laboratory «MRT TECHNOLOGIES» International Tomography Center Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
V. Zelman Institute for the Medicine and Psychology, Novosibirsk, Russia

The application of a modern technique of magnetic resonance imaging (MRI) — diffusion-kurtosis MRI — was tested in assessing changes in the

characteristics of the brain in a three-fold dynamic study of patients in the early post-stroke period. The dynamics of diffusion-kurtosis characteristics in the focus of acute ischemia in the early post-stroke period was recorded.

Цель исследования: изучить динамику диффузионно-куртозисных характеристик головного мозга в раннем постинсультном периоде.

Материалы и методы. На МР-томографе 3Т были трехкратно обследованы 8 пациентов с острым ишемическим инсультом в раннем постинсультном периоде на 1–3-й, 7–10-й дни и через 3 месяца с использованием следующего протокола: DWI, 3D_FLAIR, 3D_T1-TFE, T2-TSE, DTI. По результатам обследования проводилось построение трактов диффузионно-тензорного изображения (DTI) и диффузионно-куртозисного изображения (DKI) [1–4]. Для оценки динамики использовались карты: аксиального куртозиса (kax), среднего куртозиса (kmean), радиального куртозиса (krad), куртозисной анизотропии (kfa). Значения получаемых характеристик куртозиса в пораженной области сравнивались с неповрежденной контралатеральной стороной — проводилась нормализация полученных данных по значениям характеристик куртозиса контралатерального неповрежденного участка. Проводилась оценка их изменений в динамике в трехкратном исследовании.

Результаты. Нормализованные по симметричным участкам контралатерального полушария показатели куртозисной диффузии имеют тенденцию к снижению: аксиального куртозиса в среднем на 20,94% после 2-го исследования и на 33,26% после 3-го исследования; — радиального куртозиса в среднем на 21,65% после 2-го исследования и на 34,61% после 3-го исследования; — среднего куртозиса в среднем на 23,41% после 2-го исследования и на 31,07% после 3-го исследования; — куртозисной анизотропии в среднем на 19,63% после 2-го исследования и на 24,79% после 3-го исследования. У 7 из 8 пациентов показатели интенсивности диффузий в очаге ишемического поражения по всем характеристикам (аксиального куртозиса, радиального куртозиса, среднего куртозиса, куртозисной анизотропии) снижаются с каждым последующим исследованием. У одного пациента наблюдается отклонение. Во время второго исследования показатели возрастают, во время третьего — уменьшаются. С противоположной (интактной стороны) показатели не имеют подобной динамики и имеют схожие значения на протяжении всех исследований.

Заключение. Проведено построение карт на основании последовательности DTI и оценка диффузионно-куртозисных характеристик (аксиального, радиального и среднего куртозиса, фракционной анизотропии) в очаге поражения для пациентов с острым ишемическим инсультом в трехкратном динамическом наблюдении в раннем постинсультном периоде. Данные говорят о различии диффузионно-куртозисных характеристик в районе очага полушария и неповрежденного симметричного участка: в острой стадии значения в очаге поражения имеют тенденцию к значительному увеличению, при разрешении патологического процесса в ранней восстановительной стадии наблюдается тенденция к снижению значений в участке относительно неповрежденного симметричного участка контралатерального полушария, что свидетельствует о нарушении как о межаксональной, так и внутриаксональной диффузии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Тоноян А.С., Пронин И.Н., Пичхелаури Д.И. и др. Диффузионно-куртозисная магнитно-резонансная томография — новый метод оценки негауссовской диффузии в нейрорадиологии // *Медицинская физика*. 2014. № 4. С. 57–63. [Tonoyan A.S., Pronin I.N., Pitskhelauri D.I. et al. Diffusion-kurtosis magnetic resonance imaging is a new method for assessing non-Gaussian diffusion in neuroradiology. *Medical Physics*, 2014, No. 4, pp. 57–63 (In Russ.).]
2. Тоноян А.С., Пронин И.Н., Пичхелаури Д.И. и др. Диффузионно-куртозисная магнитно-резонансная томография: новый метод характеристики структурной организации мозгового вещества (предварительные результаты у здоровых добровольцев) // *Радиология — практика*. 2015. № 1 (49). [Tonoyan A.S., Pronin I.N., Pitskhelauri D.I. et al. Diffusion-kurtosis magnetic resonance imaging: a new method for characterizing the structural organization of the medulla (preliminary results in healthy volunteers). *Radiology — practice*, 2015, No. 1 (49) (In Russ.).]
3. Hansen B., Jespersen S.N. Recent Developments in Fast Kurtosis Imaging // *Front. Phys.* 2017. No. 5. P. 40. doi: 10.3389/fphy.2017.00040.

4. Hansen B., Shemesh N., Jespersen S.N. Fast imaging of mean, axial and radial diffusion kurtosis // *NeuroImage*. 2016. Vol. 142. P. 381–393. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.08.022

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

Контакт/Contact: Станкевич Юлия Александровна, stankevich@tomo.nsc.ru

Сведения об авторах:

Станкевич Юлия Александровна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А;

Сиверин Алексей Сергеевич — студент 6 курса медицинского факультета Института медицины и психологии В. Зельмана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1;

Тулупов Андрей Александрович — доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, заместитель директора Института медицины и психологии В. Зельмана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; заведующий лабораторией «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТКАНЕВОЙ ПЕРФУЗИИ ПРИ ИШЕМИЧЕСКИХ ИНСУЛЬТАХ МЕТОДОМ ASL

А. Л. Танаков, Ю. А. Станкевич, А. А. Тулупов

Лаборатория «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный

томографический центр СО РАН, Новосибирск, Россия

Институт медицины и психологии В. Зельмана ФГАОУ ВО

«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия

Апробировано применение бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии методом меченых артериальных спинов (3DpCASL) на МР-томографе 3Т для количественной оценки изменений перфузионных характеристик головного мозга в трехкратном динамическом исследовании пациентов в раннем постинсультном периоде.

DYNAMIC ASSESSMENT OF TISSUE PERFUSION IN ISCHEMIC STROKES USING THE ASL METHOD

Anatoly L. Tanakov, Julia A. Stankevich, Andrey A. Tulupov

Laboratory «MRT TECHNOLOGIES» International Tomography Center Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

V. Zelman Institute for the Medicine and Psychology, Novosibirsk, Russia

The arterial spin labeling MR-sequence method (3DpCASL) on a 3T MR-scanner was approached for quantitative assessment of changes in the perfusion characteristics of the brain in a three-fold dynamic study of patients in the early post-stroke period.

Цель исследования: изучить возможности методики 3DpCASL в динамической оценке тканевого кровотока в веществе головного мозга в динамическом наблюдении при ишемическом инсульте.

Материалы и методы. На МР-томографе 3Т трехкратно обследованы 8 пациентов с клинической картиной острого ишемического инсульта на 1–3-й, 7–10-й дни и через 3 месяца с использованием следующего протокола: DWI, 3D_FLAIR, 3D_T1-TFE, T2-TSE, 3DpCASL [1–4]. По результатам обследования проводилось построение карт перфузионного кровотока с оценкой значений перфузии в очаге поражения (SBF — stroke blood flow), в контралатеральном участке (CBF — cerebral blood flow) и последующем вычислении нор-

мализованного значения перфузии в очаге поражения ($nSBF = SBF/CBF$). Дополнительно проводились клинические тесты с оценкой изменений когнитивных функций по Монреальской шкалы, а также оценка изменения частоты морганий, отражающих активность дофаминергической системы.

Результаты. После анализа данных выявлено, что средние значения объемной скорости кровотока в очаге инсульта в острой стадии преобладает над контралатеральным отделом в большинстве случаев (в 5 из 8). По мере перехода инсульта в хроническую стадию значения меняются в обратную сторону. Таким образом, в динамике в очаге поражения отмечается переход от явления гиперперфузии в гипоперфузию от острой к хронической стадиям. По результатам проведенных тестов у пациентов наблюдается увеличение количества получаемых баллов за тест MoCA и количества морганий. Таким образом, мы можем сказать, что когнитивные функции улучшались по мере перехода инсульта от острой стадии в хроническую.

Заключение. Методика ASL может эффективно использоваться для регистрации несоответствия перфузии в очаге ишемии в динамике в раннем постинсультном периоде. Отмечено преобладание перфузионных характеристик в очаге инсульта в острой фазе, что объясняется компенсацией недостатка магистрального кровотока за счет капиллярного. При хронизации процесса нормализованный перфузионный показатель стремится к определенному значению независимо от величины изменения перфузии в острой стадии, что обусловлено патоморфологическими изменениями очага ишемии. В динамике в раннем постинсультном периоде отмечается улучшение когнитивных функций и увеличение частоты морганий независимо от направления динамики перфузии в очаге.

* * *

Мы благодарим Министерство науки и высшего образования РФ (AAAA-A16 116121510090-5) за доступ к оборудованию для проведения МРТ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (№ 19-075-00052).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Гусев Е.И., Коновалов А.Н., Скворцова В.И. *Неврология и нейрохирургия*. М., 2015. С. 338–340. [Gusev E.I., Konovalov A.N., Skvortsova V.I. *Neurology and neurosurgery*. Moscow, 2015, pp. 338–340 (In Russ.).]
2. Парфенов В. А. Некоторые аспекты диагностики и лечения ишемического инсульта // *Лекция института ММА им. И.М.Сеченова*. М., 2010. С. 13–18. [Parfenov V.A. Some aspects of diagnosis and treatment of ischemic stroke. *Lecture of the Institute of the Moscow Medical Academy named after I.M. Sechenov*. Moscow, 2010, pp. 13–18 (In Russ.).]
3. Petcharunpaisan S., Ramalho J., Castillo M. Arterial spin labeling in neuroimaging // *World journal of radiology*. 2010. Vol. 2, No 10. P. 384–398.
4. Soldozy S., Galindo J., Snyder H. et al. Clinical utility of arterial spin labeling imaging in disorders of the nervous system // *Neurosurgery Focus*. 2019. Vol. 47, No 6. P. 1–10.

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

Контакт/Contact: Станкевич Юлия Александровна, tanakov.al@mail.ru

Сведения об авторах:

Танаков Анатолий Леонидович — студент 6 курса медицинского факультета Института медицины и психологии В.Зельмана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1;

Станкевич Юлия Александровна — кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А;

Тулупов Андрей Александрович — доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, заместитель директора Института медицины и психологии В.Зельмана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; заведующий лабораторией «МРТ ТЕХНОЛОГИИ», Международный томографический центр Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Институтская, д. 3А.

СИНДРОМ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО УДЕРЖАНИЯ ПАРАМАГНИТНЫХ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОПУХОЛЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ МР-ТОМОГРАФИИ КАК ПРИЗНАК ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ, ЦИТОЛИЗА И УРОВНЯ СВОБОДНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНИ

Т. Н. Трофимова, М. Л. Белянин, Н. В. Савелло,

Н. Л. Шимановский, Ю. Б. Лишманов, А. С. Чириков, В. Ю. Усов
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
Санкт-Петербург, Россия

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский
политехнический университет», Томск, Россия
АО «Р-Фарм», Москва, Россия

ОГАУЗ «Томская областная клиническая больница», Томск, Россия
ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр
им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия
ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский
центр» РАН, Томск, Россия

Впервые изучено явление продолжительной (многочасовой) задержки парамагнитных контрастных препаратов в ткани злокачественных новообразований головного мозга по сравнению с доброкачественными (менингиомами), вымывание контраста-парамагнетика из которых намного быстрее. Показано, что большие величины показателя индекса задержки $IЗ = \{(\text{Опухоль/Норм}) 24\} / \{(\text{Опухоль/Норм}) 15 \text{ мин}\}$ сочетаются с высоким содержанием в ткани свободных микроэлементов и типичны для злокачественных новообразований — $1,12 \pm 0,09$ по сравнению с $0,63$.

DELAYED 6–24 H POST-CONTRAST MRI RETENTION OF GADOLINIUM IN BRAIN TUMORS AS SIGN OF MALIGNANCY, CELL LYSIS AND ENHANCED INTRATUMORAL LEVEL OF FREE METALS

Tatyana N. Trofimova, Maxim L. Belyanin, Natalya V. Savello,
Nikolai L. Shimanowski, Yuri B. Lishmanov,

Aleksander S. Chirikov, Vladimir Yu. Usov
FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia
FSAEI HE «National Research Tomsk Polytechnic University», Tomsk,
Russia

Joint Stock Company «R-Pharm», Moscow, Russia
RSAHCI «Tomsk Regional Clinical Hospital», Tomsk, Russia
FSBI «National Medical and Surgical Center N. I. Pirogov», Tomsk,
Russia

FSBIS «Tomsk National Research Medical Centre» Russian Academy
of Sciences, Tomsk, Russia

For the first time, the phenomenon of a long (many hours) delay of paramagnetic contrast agents in the tissue of malignant brain tumors was studied, compared with benign (meningiomas), the wash-out of the contrast-paramagnetic from which is much faster. It is shown that high-values of the retention index $IR = \{(\text{Tumor/Norm}) 24\} / \{(\text{Tumor/Norm}) 15 \text{ min}\}$ are combined with a high content of free trace elements in the tissue and are typical for malignant neoplasms (1.12 ± 0.09), compared with 0.63 .

Цель исследования: исследование гипотезы о том, что повышенное внутриопухолевое количество биологических микроэлементов индуцирует трансметаллирование гадолиниевых контрастов, высвобождение свободного Gd и длительную задержку его в опухоли. Поскольку злокачественные опухоли головного мозга содержат больше Fe, Zn, Co, Cu и Mn [2], обоснованно предполагать, что у них выше степень 24-часовой задержки Gd. До сих пор МРТ на таких сроках не использовалось, хотя является типичной в ОФЭКТ с $^{199}\text{TlCl}$ и $^{201}\text{TlCl}$.

Материалы и методы. В исследование включены 27 пациентов с опухолями головного мозга, среди них 12 с менингиомами, все менее 40 мм в диаметре, и 14 со злокачественными опухолями — мультиформной глиобластомой (3), низкодифференцированными глиомами (9) или метастазами рака легкого (2), все менее 30 мм. У всех пациентов проведено МРТ-исследование головного мозга с контрастным усилением, с использованием Т1-ВИ (TR=500 мс, TE=12–15 мс), 2 мл 0,5 М комплексов Gd на 10 кг массы тела и получением постконтрастных МРТ через 15–20 мин после инъекции, а также спустя 22–24 ч. Индекс удержания Gd (ИЗ) рассчитывали как отношение

Т1-сигнала на воксель для опухоли относительно нормальной ткани мозга: $IЗ = \{(\text{Опухоль/Норм}) 24\} / \{(\text{Опухоль/Норм}) 15 \text{ мин}\}$, с использованием ПО RadiAnt (Medixant, Poznan, Polska). У 17 пациентов (все менингиомы и пять глиом) было проведено нейрохирургическое вмешательство (3–25 дней), а содержание Fe, Zn, Co, Cu и Mn в ткани удаленной опухоли измерено с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии.

Результаты. Все доброкачественные опухоли демонстрировали заметное усиление через 15–20 мин после введения контраста, но полное вымывание при 24-часовом Т1-ВИ. Значения ИЗ были в этой группе низкими — $0,63 \pm 0,12$. При злокачественных опухолях мозга 24-часовое МРТ показало прогрессивное удержание контраста с $IЗ = 1,12 \pm 0,09$ ($p < 0,02$). Это различие обеспечивало в каждом случае четкое разграничение злокачественных и доброкачественных поражений. Величина ИЗ достоверно коррелировала ($r = 0,49$, $p < 0,05$) с общей суммой содержания Zn, Co, Cu и Fe в ткани, достоверно выше при злокачественных опухолях. Содержание различных микроэлементов в тканях составило для злокачественных и доброкачественных новообразований: Fe — $355,59 \pm 29,41$ и $135,53 \pm 27,79$ мг/кг; Cu — $5,39 \pm 3,12$ и $2,67 \pm 0,91$ мг/кг; Co — $0,03 \pm 0,01$ и $0,12 \pm 0,03$ мг/кг; Cr — $3,62 \pm 0,39$ и $1,09 \pm 0,31$ мг/кг; Zn — $64,57 \pm 18,21$ и $32,47 \pm 15,31$ мг/кг; Mn — $1,93 \pm 0,48$ и $3,27 \pm 0,45$ мг/кг соответственно.

Заключение. Отсроченное 24-часовое Т1-ВИ МРТ опухолей головного мозга после контрастного усиления — полезная дополнительная методика выявления злокачественности опухоли за счет интратуморальной трансметаллирования Gd со свободными микроэлементами, высвобождающимися в интерстициальное пространство опухоли при клеточном лизисе. Целесообразно дальнейшее исследование этого синдрома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Kálmán F.K., Tircs G. Kinetic Inertness of the Mn2+ Complexes Formed with AAZTA and Some Open-Chain EDTA Derivatives. dx.doi.org/10.1021/ic300832e // *Inorg. Chem.* 2012.
2. Варфоломеев С.Д., Гуревич С.К. *Биокинетика*. М.: МГУ, 2009. 571 с. [Varfolomeev S.D., Gurevich S.K. *Biokinetics*. Moscow: Moscow State University Publishing, 2009, 571 p. (In Russ.)]

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

Контакт/Contact: Усов Владимир Юрьевич, ussov1962@yandex.ru

Сведения об авторах:

Трофимова Татьяна Николаевна — доктор медицинских наук, профессор, директор научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; *Белянин Максим Львович* — кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры органической химии и биотехнологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, Томск, пр. Ленина, д. 30; *Савелло Наталья Викторовна* — старший медицинский представитель акционерного общества «Р-Фарм»; 123154, Москва, ул. Берзарина, д. 19, корп. 1; *Шимановский Николай Львович* — доктор медицинских наук, член-корреспондент Российской академии наук, заведующий кафедрой федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 7; *Лишманов Юрий Борисович* — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, руководитель научного направления «Лучевая диагностика» Научно-исследовательского института кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; *Чириков Александр Сергеевич* — заведующий отделением нейрохирургии областного государственного автономного учреждения здравоохранения «Томская областная клиническая больница»; 634063, Томская область, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96; *Усов Владимир Юрьевич* — профессор, доктор медицинских наук, заведующий отделением рентгеновских и томографических методов диагностики Научно-исследовательского института кардиологии федерального государст-

венного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111а.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Ю. Н. Царевская, О. А. Портник, Г. Е. Труфанов, А. Ю. Ефимцев,
Т. М. Алексеева

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова»
Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Аортокоронарное шунтирование (АКШ) признается эффективной стратегией борьбы с ишемической болезнью сердца (ИБС). Однако она может сопровождаться возникновением постгипоксической энцефалопатии (ПЭ). В связи с этим в настоящее время получают распространение методики, направленные на изучение коннектома, — описания структуры связей в головном мозге, основы его структурной и функциональной организации.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN DIAGNOSTICS OF MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF THE BRAIN IN PATIENTS AFTER CARDIAC SURGERIES

Yulia N. Tsarevskaya, Olga A. Portnik, Gennady E. Trufanov,
Aleksander Yu. Efimtsev, Tatyana M. Alekseeva

FSBI «National Medical Research Center named after V. A. Almazov»
of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg,
Russia

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

Coronary artery bypass graft (CABG) is recognized as the most effective strategy to treat coronary heart disease. However, it may be associated with a posthypoxic encephalopathy (PE). In this connection, currently the techniques have been spreading aimed at studying the connectome — description of the structure of connections in the brain, the basics of its structural and functional organization.

Цель исследования: оценка возможностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике морфологических и функциональных изменений головного мозга у пациентов после аортокоронарного шунтирования.

Материалы и методы. Обследовано 118 пациентов до и после проведения АКШ по поводу ИБС: I группа («работающее сердце») — 33 пациента; II группа («искусственное кровообращение») — 56 пациентов, выполнялась операция с использованием аппарата искусственного кровообращения (АИК); III группа («нейропротекция») — 29 пациентов, которым было выполнено АКШ с использованием АИК, получавшие нейропротективную терапию. Выполнена структурная МРТ и функциональная МРТ (фМРТ) в покое, нейропсихологическое тестирование за 2–3 дня до операции и на 5–6-й день после оперативного вмешательства. Статистическую обработку данных фМРТ покоя проводили с помощью программного пакета CONN v.18 (Functional connectivity toolbox).

Результаты. ПЭ диагностирована у 56 (47%) пациентов: у 7 (12%) больных из I группы, у 37 (66%) из II группы и у 8 (14%) из III группы. При выполнении МР-диффузии в послеоперационном периоде во II группе у 12 (24%) пациентов и в III группе у 5 (17%) пациентов были определены зоны повышения интенсивности МР-сигнала на DWI ($b=1000$) с признаками ограничения измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) по типу лакунарных инсультов. Подобных изменений у пациентов I группы не выявлено. При групповом анализе данных

фМРТ в покое 2 и 1 временных точек в I группе определяется усиление отрицательной функциональной связи медиальной префронтальной коры (МПФК) с правой латеральной сенсорно-двигательной областью (Sensorimotor lateral right) (p -uncorrected $<0,001$). При групповом анализе данных фМРТ в покое 2 и 1 временных точек у пациентов II группы отмечается ослабление положительных функциональных связей медиальной префронтальной коры с задним отделом поясной извилины (Cingulate Gyrus posterior) (p -uncorrected $<0,02$). При групповом анализе данных фМРТ в покое 2 и 1 временных точек в III группе определяется ослабление положительной функциональной связи медиальной префронтальной коры с задним отделом поясной извилины (Cingulate gyrus posterior), менее выраженное, чем во II группе, что может свидетельствовать о нейропротекторном эффекте, а также усиление положительной функциональной связи с правым миндалевидным телом (Amygdala right) (p -uncorrected $<0,02$), что говорит о позитивном компенсаторном механизме активации образования, обеспечивающего координацию взаимного влияния эмоций и автоматических реакций.

Заключение. Хирургическая реваскуляризация миокарда с использованием АИК характеризуется более ощутимым дестабилизирующим влиянием на функциональное состояние головного мозга. Функциональная МРТ — эффективная методика оценки функционального состояния головного мозга, применение которой позволяет выявить ослабление или усиление связей между зонами, ответственными за ключевые механизмы, необходимые для поддержания когнитивных функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Пирадов М.А., Супонева Н.А., Селиверстов Ю.А., Лагода Д.Ю., Сергеев Д.В., Кремнева Е.И., Змейкина Э.А., Легостаева Л.А., Рябинкина Ю.В., Червяков А.В., Пойдашева А.Г. Возможности современных методов нейровизуализации в изучении спонтанной активности головного мозга в состоянии покоя // *Неврологический журнал*. 2016. № 21. С. 4–12. [Piradov M.A., Suponeva N.A., Seliverstov Yu.A., Lagoda D.Yu., Sergeev D.V., Kremneva E.I., Zmeikina E.A., Legostaeva L.A., Ryabinkina Yu.V., Chervyakov A.V., Poidasheva A.G. Possibilities of modern methods of neuroimaging in the study of spontaneous activity of the brain at rest. *Neurological journal*, 2016, No. 21, pp. 4–12 (In Russ.).]
2. Цыган Н.В., Одинак М.М., Хубулава Г.Г. и др. Послеоперационная мозговая дисфункция // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017. Т. 117, № 4. С. 34–39. [Tsygan N.V., Odinak M.M., Khubulava G.G. et al. *Postoperative cerebral dysfunction. Journal of Neurology and Psychiatry S.S. Korsakov*, 2017, Vol. 117, No. 4, pp. 34–39 (In Russ.).]
3. Hillis L.D., Smith P.K., Anderson J.L., Bittl J.A., Bridges C.R. AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery: executive summary: a report of the American college of cardiology foundation. American heart association task force on practice guidelines // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2012. No. 143. P. 4–34.
4. Raichle M.E. The brain's default mode network // *Annu Rev. Neurosci.* 2015. Jul. 8; Vol. 38. P. 433–447. doi: 10.1146/annurev-neuro-071013-014030. Epub 2015 May 4.

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

Контакт/Contact: Царевская Юлия Николаевна,
julia-tsarevskaya@yandex.ru

Сведения об авторах:

Царевская Юлия Николаевна — аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Портник Ольга Александровна — ассистент кафедры неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;

Труфанов Геннадий Евгеньевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой 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; Ефимцев Александр Юрьевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации федерального госу-

дарственного бюджетного учреждения «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, заведующая кафедрой неврологии и психиатрии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СОВМЕЩЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ И ASL-ПЕРФУЗИИ У ПАЦИЕНТОВ С КОГНИТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Е. С. Чухонцева, Т. Г. Морозова, А. В. Борсуков
ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск, Россия

В данной работе при участии 57 испытуемых с когнитивными нарушениями (КН) показана диагностическая ценность совместного использования транскраниальной электростимуляции (ТЭС) с обратной связью и ASL-перфузии. Пациентам проводилась магнитно-резонансная томография головного мозга в режиме ASL-перфузии с оценкой скорости церебрального кровотока (CBF) до воздействия ТЭС и после. Достоверно показано изменение CBF под влиянием ТЭС в зависимости от степени КН.

DIAGNOSTIC IMPORTANCE OF THE COMBINED USE OF TRANSCRANIAL FEEDBACK ELECTROSTIMULATION AND ASL PERFUSION IN PATIENTS WITH COGNITIVE IMPAIRMENT

Ekaterina S. Chukhontseva, Tatyana G. Morozova,
Aleksei V. Borsukov

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

In this study, with the participation of 57 subjects with cognitive impairment (CI), the diagnostic importance of the combined use of transcranial electrical stimulation (TES) with feedback and ASL-perfusion was shown. Patients underwent MRI of the brain in the ASL-perfusion mode with an assessment of the cerebral blood flow (CBF) before exposure to TES and after. The change in CBF under the influence of thermal power plants, depending on the degree of KI, is reliably shown.

Цель исследования: показать диагностическую ценность совместного использования транскраниальной электростимуляции с обратной связью и бесконтрастной ASL-перфузии у пациентов с когнитивными нарушениями (КН).

Материалы и методы. В 2019–2020 гг. на базе кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СГМУ проведено обследование 57 пациентов с КН на фоне хронической ишемии головного мозга. Средний возраст пациентов составил $64 \pm 8,4$ года. По данным Монреальской шкалы когнитивной оценки выделены 3 группы: I — с легкими КН ($n=19$), II — с умеренными ($n=22$), III — с выраженными ($n=16$). Диагностический алгоритм включал в себя 3 этапа: 1-й этап — МРТ головного мозга на аппарате «Vantage Titan», 1,5 Т (Toshiba, Япония); 2-й этап — проведение ТЭС при помощи ТЭТОС (ИПФ «БИОСС», Россия); 3-й этап — повторное МРТ головного мозга в режиме ASL-перфузии. Статистическая обработка данных выполнена в пакете Microsoft Excel (Office 2016).

Результаты. На 1-м этапе МР-картина оценивалась в режимах T1-, T2-ВИ, DWI, FLAIR согласно критериям STRIVE, а также в режиме ASL-перфузии. На DWI у всех пациентов ($n=57$, 100%) не выявлено очаговых изменений диффузии. В I группе гиперинтенсивность белого вещества выявлена в 47,37% ($n=9$) случаев, во II и III группах — в 100% ($n=38$). Дистрофические очаги определялись у всех 100% ($n=38$) испытуемых II и III групп и у 68,42% ($n=13$) пациентов I группы. Атрофия выявлена у 18,75% пациентов ($n=16$) III группы.

Микрокровоизлияний выявлено не было. Во II группе расширение периваскулярных пространств наблюдалось у 72,73% ($n=16$) пациентов, в III — у 87,5% ($n=14$). Полученные данные согласно критериям STRIVE, подтверждают у испытуемых наличие болезни малых церебральных сосудов [1–4]. По данным ASL-перфузии в I и II группах выявлено диффузное снижение скорости церебральной перфузии (CBF) у всех пациентов до $M=55 \pm 4,7$ мл/100 г/мин и $M=48 \pm 3,1$ мл/100 г/мин соответственно. В III группе отмечались гиперперфузия в области коры головного мозга и значительная гипоперфузия в области подкорковых структур до $M=29 \pm 4,2$ мл/100 г/мин. На 2-м этапе независимо от уровня КН ТЭС проводилась биполярно-экспоненциальным импульсом, по центрально-сагиттальной схеме, силой тока от 0,13 до 0,2 мА в течение 7 минут. На 3-м этапе после проведения повторной ASL-перфузии статистически значимые различия CBF по сравнению с 1-м этапом вычислены в I и II исследуемых группах. В I группе у 89,47% ($n=16$) пациентов прирост CBF составил $1 \pm 0,58$ мл/100 г/мин; во II группе у всех пациентов ($n=22$) прирост CBF составил $3 \pm 0,65$ мл/100 г/мин; ($p=0,001$). В III группе для исследуемого параметра статистически значимых различий по сравнению с 1-м этапом выявлено не было ($p>0,5$).

Заключение. Транскраниальная электростимуляция с обратной связью достоверно влияет на скорость церебрального кровотока, определяемую при помощи ASL-перфузии. Гемодинамические изменения различны у пациентов в зависимости от степени ментальных нарушений. Полученные данные требуют дальнейшего изучения для выявления дополнительных МР-паттернов когнитивных расстройств в рамках различных заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Сергеева А.Н., Добрынина Л.А., Гаджиева З.Ш., Забитова М.Р. и др. Церебральный кровоток, измеренный с помощью МРТ в режиме маркировки артериальных спинов (arterial spin labeling asl), и МРТ-признаки возраст-зависимой церебральной микроангиопатии (болезни малых сосудов) // *REJR*. 2019. Т. 9, № 4. С. 8–17. [Sergeeva A.N., Dobryнина L.A., Gadgieva Z.Sh., Zabitova M.R. et al. Cerebral blood flow measured with MRI arterial spin labeling (ASL) and neuroimaging signs of age-related small vessel disease. *REJR*, 2019, Vol. 9, No. 4, pp. 8–17 (In Russ.)] <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-8-17>.
2. Hachinski V. Vascular dementia: a radical redefinition // *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. 1994. May-Aug; Vol. 5, No. 3–4. P. 130–132. <https://doi.org/10.1159/000106709>.
3. Østergaard L., Thørbjørn S. E., Moreton F. et al. Cerebral small vessel disease: Capillary pathways to stroke and cognitive decline // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2016. Feb; Vol. 36, No. 2. P. 302–325. <https://doi.org/10.1177/0271678x15606723>.
4. 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 // *The Lancet Neurology*. 2013. Vol. 12. P. 822–838. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(13\)70124-8](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(13)70124-8).

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 09.02.2021 г.

Контакт/Contact: Чухонцева Екатерина Сергеевна, chukhontsevae@mail.ru

Сведения об авторах:

Чухонцева Екатерина Сергеевна — научный сотрудник научного исследовательского центра федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 214019, Смоленск, ул. Крупской, д. 28;

Морозова Татьяна Геннадьевна — доктор медицинских наук, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, старший научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 214019, Смоленск, ул. Крупской, д. 28;

Борсуков Алексей Васильевич — доктор медицинских наук, профессор, директор проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 214019, Смоленск, ул. Крупской, д. 28.

ЦВЕТОВАЯ ПОСТОБРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАММ В УЛУЧШЕНИИ ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

К. В. Шехтман, И. Г. Камышанская, В. М. Черемисин,
А. И. Мазуров, А. К. Денисов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
Санкт-Петербург, Россия

ЗАО НИПК «Электрон», Санкт-Петербург, Россия

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет
ИТМО», Санкт-Петербург, Россия

Ранняя оценка острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) по результатам бесконтрастной компьютерной томографии (КТ по шкале ASPECTS) является ключевым компонентом прогнозирования и выбора лечения пациентов с ишемическим инсультом. Нативная КТ имеет довольно низкую чувствительность в выявлении участков ишемии вещества головного мозга на ранней стадии заболевания. Представлены результаты постобработки КТ новым методом цветового контрастирования в лучевой диагностике ОНМК.

COLOR POST-PROCESSING OF COMPUTED TOMOGRAMS IN INCREASING THE DIAGNOSIS OF ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENT

Konstantin V. Shekhtman, Irina G. Kamyshanskaya,

Vladimir M. Cheremisin, Anatoly I. Mazurov, Aleksey K. Denisov

FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia
Science Scientific Research production company «Electron»,
St. Petersburg, Russia

FSAEI HE «ITMO University», St. Petersburg, Russia

Early assessment of acute cerebrovascular accident based on the results of contrast — free computed tomography (CT on the ASPECTS scale) is a key component of predicting and choosing treatment for patients with ischemic stroke. Native CT has a rather low sensitivity in detecting areas of ischemia of the brain substance at an early stage of the disease. The results of post-processing of CT by a new method of color contrast in the diagnosis of acute cerebrovascular accident are presented.

Цель исследования: оценить результат постобработки РКТ новым методом цветового контрастирования (ЦК) на примере лучевой диагностики ОНМК.

Материалы и методы. Проанализированы результаты 25 КТ-исследований головного мозга (ГМ) пациентов, поступивших в Городскую Марининскую больницу Санкт-Петербурга с диагнозом ОНМК. Данные КТ оценены ретроспективно после подтверждения ОНМК методом МРТ с использованием импульсной последовательности DWI в день проведения КТ или на следующий. Для ЦК компьютерных томограмм использовали метод, описанный в патенте соавторов [1], с помощью компьютерной программы, разработанной А. К. Денисовым [2]. Для удобства сравнения нативного КТ исследования и цветной его копии, их располагали на мониторе рядом.

Результаты. При анализе 25 КТ ГМ пациентов с подтвержденным ОНМК только у 12 (48%) были обнаружены КТ-признаки нарушения мозгового кровообращения, у остальных 13 (52%) пациентов патология головного мозга не выявлена. В результате ЦК замечено улучшение визуализации участков острой ишемии вещества ГМ. Цвет указывал на снижение плотностных параметров мозговой ткани. Отмечено, что применение полной цветовой гаммы не всегда успешно выделяет патологические участки. Использование ограниченного набора цветов улучшало нашу визуализацию. Это мы объясняем тем, что мозговая ткань имеет небольшой диапазон градаций плотности. Пурпурный цвет заливал изображение, нарушая дифференцировку структур, а голубой и желтый цвета не присутствовали на цветном изображении,

так как не было тканей соответствующей плотности. При исключении вышеуказанных цветов получалось более контрастное и структурное изображение ГМ. На кодированных цветом КТ-сканах лучше выделялись гиподенсные зоны острой ишемии ГМ в сравнении с неизмененными участками. После ЦК наглядно визуализировался симптом нарушения дифференцировки серого и белого вещества ГМ. Из печатных работ по использованию ЦК в КТ лишь в одной [3] было указано на необходимость использования алгоритма ЦК в постобработке КТ ГМ для точности оценки ранних КТ-изменений ГМ при острой ишемии в бассейне СМА. Авторами исследования [1] было отмечено улучшение визуализации участков острой ишемии ГМ на кодированных цветом КТ-сканах с помощью симптомов, аналогичных нашим. По данным других авторов [4] средняя чувствительность нативной КТ в ранней диагностике инсульта довольно низкая и равна 66%, а специфичность — 87%. В данной работе мы не оценивали количественно, насколько метод ЦК может повысить диагностическую эффективность КТ в диагностике ОНМК.

Заключение. Таким образом, наше исследование показало качественное повышение диагностических возможностей КТ в выявлении ОНМК за счет использования метода цветового контрастирования в постобработке КТ головного мозга, основанного на квантовой гипотезе цветового зрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Мазуров А.И., Денисов А.К., Камышанская И.Г. Способ контрастирования рентгенограмм цветом // *Бюллетень изобретений*. 2020. № 10. [Mazurov A.I., Denisov A.K., Kamyshanskaya I.G. A method of contrasting radiographs with color. *Bulletin of inventions*, 2020, No. 10 (In Russ.).]
2. Мазуров А.И., Денисов А.К. Эффективный метод кодирования рентгенограмм цветом // *Лучевая диагностика и терапия*. 2018. № 1. С. 176–177. [Mazurov A.I., Denisov A.K. An effective method of coding radiographs with color. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2018, No. 1, pp. 176–177 (In Russ.).]
3. Wilson A.T., Dey S., Evans J.W., Najm M., Wu Qiu, Menon B.K. Minds treating brains: understanding the interpretation of non-contrast CT ASPECTS in acute ischemic stroke // *Expert Review of Cardiovascular Therapy*. 2018. Vol. 16, No. 2. P. 143–153. doi: 10.1080/14779072.2018.1421069.
4. Wardlaw J.M., Mielke O. Early signs of brain infarction at CT: observer reliability and outcome after thrombolytic treatment-systematic review // *Radiology*. 2005. Vol. 235, No. 2. P. 444–453. doi: 10.1148/radiol.2352040262. PMID: 15858087.

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

Контакт/Contact: Шехтман Константин Владиславович,
shekhtmankonstantin@mail.ru

Сведения об авторах:

Шехтман Константин Владиславович — врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9;

Камышанская Ирина Григорьевна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9;

Черемисин Владимир Максимович — доктор медицинских наук, профессор кафедры онкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9;

Мазуров Анатолий Иванович — кандидат технических наук, руководитель отдела по науке ЗАО «Научно-исследовательская производственная компания «Электрон»; 197758, Ленинградская ул., д. 52А;

Денисов Алексей Константинович — аспирант, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»; 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит. А.