

6. Heng, H. H. Q., Spyropoulos, B., & Moens, P. B. (n.d.). DNA-Protein In Situ Covisualization for Chromosome Analysis. In *In Situ Hybridization Protocols*, 15-28. doi:10.1385/1-59259-677-0:15

7. Duval, C., de Tayrac, M., Sanschagrín, F., Michaud, K., Gould, P. V., & Saikali, S. (2014). ImmunoFISH Is a Reliable Technique for the Assessment of 1p and 19q Status in Oligodendrogliomas. *PLoS ONE*, 9(6), e100342. doi:10.1371/journal.pone.0100342

8. Wood, T. C., et al. Whole-brain ex-vivo quantitative MRI of the cuprizone mouse. *PeerJ Preprints* 4, e2323v1; 10.7287/peerj.preprints.2323v1 (2016).

УДК 616.8-005

DOI 10.37539/VT187.2020.52.45.003

Шварц Владислав Александрович, магистрант,
Томский государственный университет, г. Томск
Schwartz Vladislav Alexandrovich, Tomsk State University, Tomsk

Кудабаева Марина Станиславовна, аспирант,
Томский государственный университет, г. Томск
Kudabaeva Marina Stanislavovna, Tomsk State University, Tomsk

Губский Илья Леонидович, к.б.н., РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва
Gubsky Ilya Leonidovich, Pirogov Medical University, Moscow

Наместникова Дарья Дмитриевна, к.б.н., РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва
Gubsky Ilya Leonidovich, Pirogov Medical University, Moscow

Ходанович Марина Юрьевна, д.б.н., доцент,
Томский государственный университет, г. Томск
Khodanovich Marina Yurievna, Tomsk State University, Tomsk

**ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ОБЪЕМА ИШЕМИЧЕСКОГО
ОЧАГА И ОБЪЕМА ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА
НА МОДЕЛИ ЛОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ У КРЫС
LONG-TERM DYNAMIC OF ISCHEMIC LESION VOLUME
AND THE BRAIN HEMISPHERES' VOLUME IN THE MODEL
OF FOCAL ISCHEMIA MODEL IN RAT**

Аннотация: в исследовании изучалась динамика объема ишемического очага и объемов полушарий мозга у животных с локальной ишемией в течении 2 месяцев после ишемии при помощи ручной сегментации. Были выявлены значимые различия между объемами полушарий на 1, 3, 14, 21, 30, 42 день исследования ($p < 0,01-0,05$), а также резкий рост объема ишемического поражения в течение 1-3 суток, после чего его объем монотонно уменьшался.

Abstract: ischemic lesion volume and the brain hemisphere volume long-term changes were evaluated during 2 month after focal ischemia in rats using manual segmentation,. Significant differences were identified between hemisphere volumes on the 1st, 3rd, 14th, 21st, 30th, 42nd day after ischemia ($p < 0,01-0,05$). A sharp increase in volume ischemic lesion was identified from the 1st till the 3rd day, then lesion volume constantly decreased.

Ключевые слова: МРТ, локальная ишемия, отек, восстановление.

Keywords: MRI, focal ischemia, edema, recovery.

Введение. Восстановление мозга после ишемии остается до сих пор не изученным вопросом. Этап восстановления имеет сложную многостадийную динамику и протекает на фоне активного воспаления, формирования и спадания отека, нейродегенеративных процессов. Смену фоновых для восстановления процессов можно проследить при помощи магнитно-резонансной томографии (МРТ). Цель данного исследования заключалась в исследовании долговременной динамики объема ишемического очага и объема полушарий головного мозга на модели локальной ишемии у крыс с использованием рутинных протоколов МРТ.

Методика. В исследовании были использованы половозрелые крысы-самцы линии Wistar (350-400 g), $n=6$, возрастом от 3 до 4 месяцев. Локальная ишемия головного мозга достигалась путем временной окклюзии срединной церебральной артерии силиконовым филаментом (модель МСАО). Сканирование проводилось за день до операции, в день операции и через 1, 3, 5, 7, 14, 21, 31, 42, 56 суток после на магнитно-резонансном томографе для мелких лабораторных животных ClinScan (7 T, Bruker BioSpin, USA) для получения T_2 -взвешенных изображений. Изображения обрабатывались в программе ИТК-SNAP 3.8.0 (National Institutes of Health, USA). Объем ишемического очага выявлялся при помощи визуального анализа и ручной сегментации как зона гиперинтенсивности на T_2 -взвешенных изображениях. Таким же способом измерялись объемы ипсилатерального по отношению к инсульту и контралатерального непораженного полушарий. Значимость различий между объемами полушарий оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты. Визуальный анализ T_2 -взвешенных изображений (Рисунок 1) выявил на 1 день после операции обширную область ишемического поражения в левом полушарии, охватывающая хвостатое ядро, бледный шар, внутреннюю капсулу, латеральную и медиальную преоптические области, переднюю миндалевидную область, первичную соматосенсорную кору, грушевидную кору, островковую долю коры больших полушарий. На 3 и 5 дни наблюдается слабое уменьшение поражения в области хвостатого ядра. На 7 и 14 дни постепенно уменьшается область поражения и границы ишемического очага визуализируются более четко, охватывая бледный шар, латеральную преоптическую область, первичную соматосенсорную кору, грушевидную кору, островковую долю коры больших полушарий.

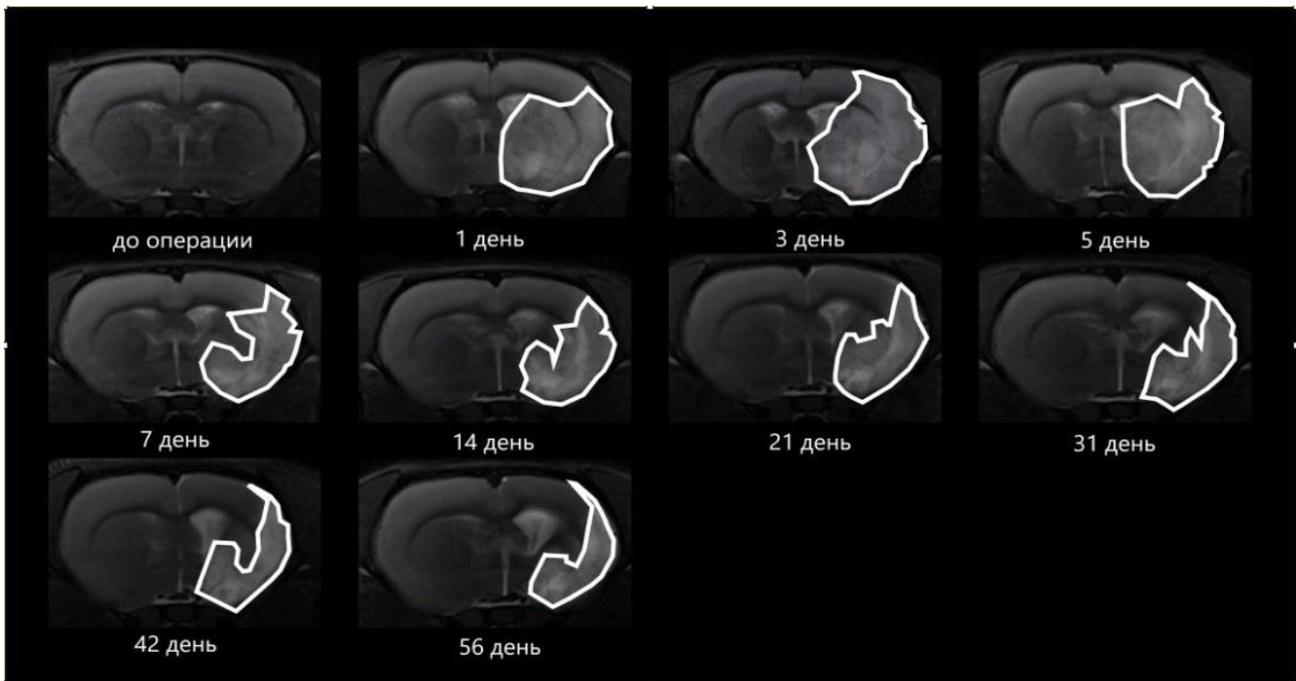


Рисунок 1 – Эволюция ишемического поражения на T₂-взвешенных изображениях (область поражения обозначена белой линией)

На рисунке 2а отчетливо видно, что сразу после операции объем поражения начинает расти, достигая максимума на 3 сутки, после чего постепенно уменьшается к 56 суткам после моделирования инсульта.

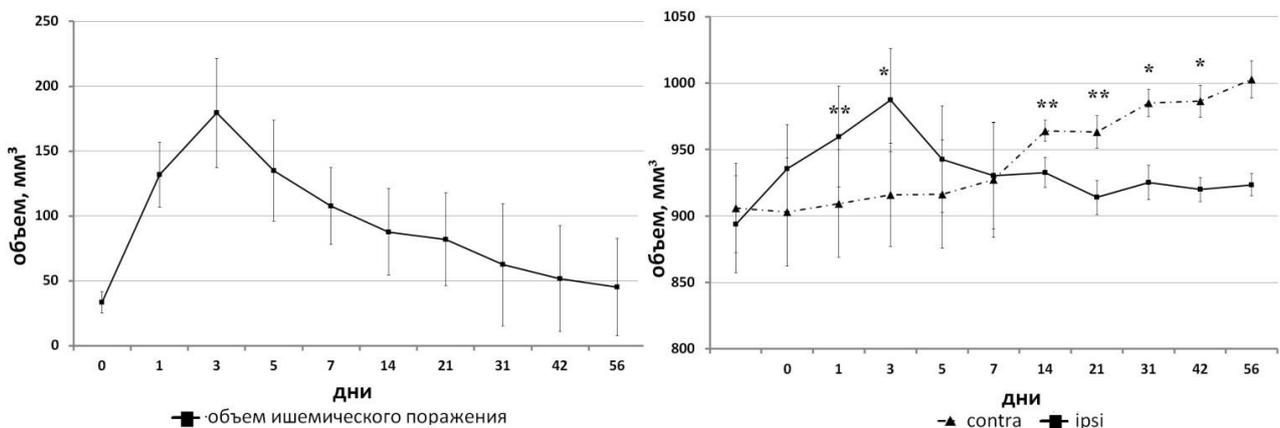


Рисунок 2 – Динамика объема зоны поражения инсульта (а) и динамика соотношения объемов полушарий мозга (б). Данные представлены в виде средних значений±стандартная ошибка. Значимые отличия между объемами полушарий – ** – $p < 0.01$, * – $p < 0.05$.

Рисунок 2б демонстрирует соотношение объемов ипсилатерального по отношению к очагу и контралатерального полушария. Объем ипсилатерального полушария резко увеличивается сразу после операции вследствие отека, достигая максимальных значений на 3 сутки и затем резко снижается до 7 суток и далее вплоть до 56 суток его колебания незначительны, В то же время объем контралатерального полушария монотонно растет с по 56 суток.

Обсуждение. Наличие зоны гиперинтенсивности на T₂-взвешенных изображениях можно объяснить присутствием дегенеративных процессов, вызванных ишемией. Ишемическое поражение приводит к гибели клеток глии и

эндотелия, что приводит к нарушению циркуляции жидкости, застой свободной воды в зоне поражения способствует повышению сигнала на T₂-взвешенных изображениях [1]. Снижение объема ишемического поражения свидетельствует о снижении отека с 3 по 7 сутки наблюдения, однако дальнейшее снижение может быть вызвано процессами регенерации. Изменение соотношения объемов полушарий по сравнению с нормой свидетельствует о наличии отека. Поскольку объем всего мозга ограничен черепной коробкой и его можно считать константным, увеличение объема ипсилатерального полушария приводит к уменьшению объема другого полушария, что согласуется с литературными данными [2, 3].

Заключение. Ручная сегментация и визуальный анализ T₂-взвешенных изображений позволили проследить динамику объема ишемического очага и изменение соотношения объемов ипси- и контралатерального полушарий, что может быть полезным при диагностике ишемического инсульта.

Благодарность. Исследование проведено при поддержке РФФ по проекту № 18-15-00229.

Список литературы:

1. Leiva-Salinas C. Imaging of Ischemic Stroke. Neuroimaging Clin N Am. – 2010;20(4): 455-468.
2. Koch S. et al. Atlas registration for edema-corrected MRI lesion volume in mouse stroke models. JCBFM – 2019;39(2):313-323.
3. Gerriets T. et al. Noninvasive Quantification of Brain Edema and the Space-Occupying Effect in Rat Stroke Models Using Magnetic Resonance Imaging. Stroke – 2004;35(2):566-71.



ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 504

Иманова Сона Гусейнага, кандидат географических наук, доцент,
Азербайджанского Государственного Педагогического Университета,
г. Баку, Азербайджан
Imanova Sona Guseynaga,
Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ КУРА НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ CURRENT STATE OF THE KURA RIVER IN THE TERRITORY OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC

Аннотация: как известно, экогеографическая ситуация реки Кура является очень напряженной. Она подвергается физическому, химическому и биологическому загрязнению. Так как река Кура является транзитной, ее