Зрительная объектная агнозия при остром ишемическом инсульте: первый нейровизуализационный биомаркер

Г.В. Тихомиров, В.Н. Григорьева, А.С. Суркова

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Россия, г. Нижний Новгород

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: показать возможность использования вовлечения области по периферии височно-затылочной борозды как первого нейровизуализационного биомаркера зрительной объектной агнозии в остром периоде ишемического инсульта.

Дизайн: ретроспективное исследование.

Материалы и методы. Обследованы 76 пациентов (52 мужчины, 24 женщины) в острейшем или остром периоде полушарного (супратенториального) ишемического инсульта. Возраст участников составлял $66,5 \pm 6,7$ года. Обследование включало неврологическое, нейропсихологическое, нейровизуализационное, а также офтальмологическое исследования. Для диагностики нарушений зрительного объектного гнозиса использовался тест «Суждение о реальности объекта» (Object Decision) из Бирмингемской батареи узнавания объектов. У всех пациентов, по данным компьютерной или магнитно-резонансной томографии головного мозга, оценивалось вовлечение в очаг ишемии области височно-затылочной борозды.

Результаты. Зрительная объектная агнозия, связанная с инсультом, выявлена у 7 (9,2%) пациентов. Показана статистически значимая связь между локализацией очага в области височно-затылочной борозды и развитием зрительной объектной агнозии (критерий $\chi^2 = 64,2$; $p < 0,001$). Чувствительность вовлечения височно-затылочной борозды как биомаркера зрительной объектной агнозии в клинике острого ишемического инсульта составила 85,7%, специфичность — 100%.

Заключение. Вовлечение области височно-затылочной борозды в очаг острой ишемии при инсульте можно использовать как нейровизуализационный биомаркер наличия у пациента зрительной объектной агнозии.

Ключевые слова: зрительная агнозия, объектная агнозия, ишемический инсульт, нейровизуализация, височно-затылочная борозда.

Вклад авторов: Тихомиров Г.В. — обследование пациентов, проведение постобработки нейровизуализационных данных, написание текста статьи; Григорьева В.Н. — написание текста статьи, утверждение рукописи для публикации; Суркова А.С. — работа с нейровизуализационными данными, статистическая обработка результатов исследования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Для цитирования: Тихомиров Г.В., Григорьева В.Н., Суркова А.С. Зрительная объектная агнозия при остром ишемическом инсульте: первый нейровизуализационный биомаркер. Доктор.Ру. 2021; 20(9): 6–10. DOI: 10.31550/1727-2378-2021-20-9-6-10

Visual Object Agnosia in Acute Ischemic Stroke: A First Neuroimaging Biomarker

G.V. Tikhomirov, V.N. Grigorieva, A.S. Surkova

Privolzhsky State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 10/1 Minin and Pozharsky Str., Nizhny Novgorod, Russian Federation 613005

ABSTRACT

Study Objective: To demonstrate the potential use of peripheral sulcus occipitotemporalis involvement as a first neuroimaging biomarker of visual object agnosia in acute ischemic stroke.

Study Design: Retrospective study.

Materials and Methods. We have examined 76 patients (52 males, 24 females) in peracute or acute hemispheric (supratentorial) ischemic stroke. The age of participants was 66.5 ± 6.7 years. The examination involved neurological, neuropsychologic, neuroimaging and eye checks. Any disturbances of the visual object gnosis were diagnosed with the Object Decision test from the Birmingham Object Recognition Battery. According to brain CT and MRI results, all patients underwent assessment of their sulcus occipitotemporalis involvement.

Study Results. Stroke-related visual object agnosia was diagnosed in 7 (9.2%) patients. Statistically significant correlation between foci localisation in the sulcus occipitotemporalis and visual object agnosia development ($\chi^2 = 64.2$; $p < 0.001$) has been demonstrated. The sensitivity of sulcus occipitotemporalis involvement as a biomarker of visual object agnosia in acute ischemic stroke was 85.7%, while the specificity was 100%.

Тихомиров Георгий Владимирович (**автор для переписки**) — ассистент кафедры нервных болезней ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России. 613005, Россия, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1. eLIBRARY.RU SPIN: 7101-6026. E-mail: tikhomirov.georgij@gmail.com
Григорьева Вера Наумовна — д. м. н., профессор, заведующая кафедрой нервных болезней ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России. 613005, Россия, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1. eLIBRARY.RU SPIN: 3412-5653. <https://orcid.org/0000-0002-6256-3429>. E-mail: vrg@yandex.ru

Суркова Анастасия Сергеевна — студентка 6-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России. 613005, Россия, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1. E-mail: surko-anastasija@rambler.ru

Conclusion. Sulcus occipitotemporalis involvement in acute ischemic stroke can be used as a neuroimaging biomarker of visual object agnosia.

Keywords: visual agnosia, object agnosia, ischemic stroke, neuroimaging, sulcus occipitotemporalis.

Contributions: Tikhomirov, G.V. — patient examination, neuroimaging data post-processing, text of the article; Grigorieva, V.N. — text of the article, approval of the manuscript for publication; Surkova, A.S. — neuroimaging data handling, statistical processing of study results.

Conflict of interest: The authors declare that they do not have any conflict of interests.

For citation: Tikhomirov G.V., Grigorieva V.N., Surkova A.S. Visual Object Agnosia in Acute Ischemic Stroke: A First Neuroimaging Biomarker. Doctor.Ru. 2021; 20(9): 6–10. (in Russian). DOI: 10.31550/1727-2378-2021-20-9-6-10

ВВЕДЕНИЕ

Зрительной объектной агнозией называют утрату способности распознавать объекты или какие-либо его части/физические характеристики (например, форму, текстуру поверхности) при помощи одного только зрения при сохранности элементарных зрительных функций [1, 2]. Данное нарушение часто встречается у пациентов с ишемическим инсультом [3].

Нарушение зрительного узнавания, согласно теории двух путей зрительной информации [4], патогенетически связано с поражением структур вентрального пути, следующего из затылочной коры в височную кору головного мозга [5]. Особую роль в идентификации объектов, сцен и лиц в системе этого пути играют так называемые объект-избирательные (object-selective), место-избирательные (place-selective) и лице-избирательные (face-selective) функциональные нейронные комплексы: их повреждение с высокой вероятностью приводит к развитию зрительной агнозии [6].

Для объектного гнозиса важнейшим из них считается функциональный латеральный окципитальный комплекс (ЛОК), который, по данным функциональной МРТ, как правило, объединяет латеральную поверхность височно-затылочной (фузиформной) извилины, соседний участок височно-затылочной борозды, латеральные сегменты затылочной и нижней височной борозд [7, 8]. Именно эти области проявляют высокую активность при узнавании различных объектов, например ручных инструментов, по данным исследований у здоровых людей [9].

Активация ЛОК связана, по-видимому, с формированием такой внутренней репрезентации реальных объектов, которая не зависит от точки зрения наблюдателя [8]. Эта репрезентация является ключевой в распознавании объектов, поскольку они редко бывают представлены только с одной точки зрения.

Зрительная агнозия может быть одним из клинических проявлений острого ишемического инсульта в задних отделах головного мозга, однако ее диагностика нередко создает существенные трудности для невролога. В то же время своевременное выявление зрительной агнозии важно для полноценной оценки имеющегося у больного функционального дефицита и, соответственно, проведения адекватной медицинской реабилитации [10]. В связи с этим актуальным представляется установление такой локализации очага инсульта, по данным нейровизуализации, которая указывала бы на высокую вероятность появления у пациента зрительной объектной агнозии.

Поскольку развитие зрительной объектной агнозии в остром периоде ишемического инсульта определяется преимущественно поражением структур ЛОК, то индикатором нарушения зрительного гнозиса могли бы служить очаги данной локализации. Однако ЛОК является функциональным объединением структур, для выявления которого требуется проведение функциональной МРТ [11].

Наиболее доступная для распознавания на рутинных МРТ и КТ зона, обычно входящая в ЛОК, — область височно-затылочной борозды, особенно при наличии атрофии коры головного мозга. Эта борозда имеет достаточно характерное расположение на фронтальных срезах головного мозга, что делает ее легко узнаваемой как на МРТ, так и на КТ [12].

А.Н. Palejwala и соавт. указывают, что на фронтальных срезах данная борозда представлена в виде наиболее латерально расположенной «выемки» по нижнему краю полушария [12] (рис. 1).

Несмотря на простоту визуализации данной структуры, входящей в ЛОК, возможность использования локализации очага в области височно-затылочной борозды как биомаркера зрительной объектной агнозии до настоящего времени не изучалась.

Цель исследования — показать возможность использования вовлечения области по периферии височно-затылочной борозды как нового нейровизуализационного биомаркера зрительной объектной агнозии в остром периоде ишемического инсульта.

Рис. 1. Расположение височно-затылочной борозды (отмечена белой стрелкой) на фронтальных срезах головного мозга, по данным компьютерной (А), магнитно-резонансной томографии в режиме DWI (В) и T1 MPRAGE (С, приведено для более точной иллюстрации структур в области интереса). Здесь и далее иллюстрации Г.В. Тихомирова.

Примечание: НВИ — нижняя височная извилина, ФузИ — фузиформная извилина, ЗИ — затылочные извилины. Пунктирной стрелкой обозначена коллатеральная борозда

Fig. 1. Sulcus occipitotemporalis (marked with a white arrow) on frontal brain sections according to CT (A), MRI in DWI (B) and T1 MPRAGE modes (C, for clearer illustration of structures in the range of interest). All photos in the paper courtesy of G.V. Tikhomirov.

Note. GTI = gyrus temporalis inferior; FG = fusiform gyrus; OG = occipital gyri. The collateral fissure is marked with a dotted arrow

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены 76 пациентов (52 мужчины, 24 женщины), проходивших курс лечения в неврологическом отделении для пациентов с инсультом Регионального сосудистого центра Нижегородской областной клинической больницы им. Н.А. Семашко с 01.12.2019 г. по 06.12.2020 г. Возраст участников колебался от 48 до 80 лет и в среднем составлял $66,5 \pm 6,7$ года.

Критериями включения в исследование стали наличие ишемического инсульта, подтвержденное результатами КТ или МРТ головного мозга, и полушарная (то есть супратенториальная) локализация очага ишемии, независимо от латерализации поражения (правое, левое полушарие либо билатеральное поражение).

Критериями исключения служили наличие выраженного когнитивного дефицита, афазии или изменения сознания, затрудняющие понимание пациентом инструкций врача; выраженная билатеральная патология оптических сред и сетчатки глаза в анамнезе, нескорректированные очками грубые нарушения рефракции глаза.

Обследование проводилось в соответствии со стандартами ведения больных ишемическим инсультом и включало общесоматическое, неврологическое, нейропсихологическое, нейровизуализационное, а также офтальмологическое исследования.

У всех пациентов взято письменное информированное согласие на обследование; проведение данного исследования одобрено локальным этическим комитетом.

Зрительный гнозис оценивался в конце острейшего периода ишемического инсульта (на 3–5-е сутки) по результатам теста «Суждение о реальности объекта» (Object Decision) из Бирмингемской батареи узнавания объектов (Birmingham Object Recognition Battery [13]). Поскольку неверное наименование объекта на рисунке может указывать как на затруднение узнавания объектов (объектную агнозию), так и на нарушение присвоения объектам названий (аномию), зрительная объектная агнозия в данном тесте диагностируется при оценке реальности живых и неживых объектов без необходимости их называния. Пациенту в равном количестве и в определенном порядке предъявляются черно-белые изображения реальных объектов либо химерные изображения, полученные путем сложения частей двух разных объектов. Верное распознавание реальности/нереальности объекта в данном тесте считается признаком его правильного узнавания, даже если пациент не может дать ему название. Нормальные показатели выполнения этого теста находятся в интервале 22–30 баллов [13]. Зрительная объектная агнозия диагностировалась при выполнении больным заданий на 21 балл и менее.

Нейровизуализационное исследование пациентов представляло собой высокопольную МРТ и/или мультиспиральную КТ головного мозга. МРТ производилась на аппарате General Electric Infinity с индукцией магнитного поля 1,5 Тесла и обязательно включала срезы в аксиальной и фронтальной плоскостях в режиме DWI для четкого документирования границ ишемического очага. Кроме того, выполнялось исследование во всех основных взвешенностях (FLAIR, T2-ВИ, T1-ВИ) в трех плоскостях.

КТ проводилась на мультиспиральном компьютерном томографе Philips с толщиной среза от 1 до 1,5 мм.

Все результаты нейровизуализации оценивались опытным врачом-рентгенологом в условиях «ослепления». Очаг описывался по отношению к основным ориентирам головного мозга с применением атласов белого и серого вещества [14, 15].

В качестве потенциального нейровизуализационного биомаркера вероятности развития зрительной объектной агнозии нами была выбрана локализация очага ишемического инсульта в области височно-затылочной борозды, отчетливо визуализируемой на рутинных КТ и МРТ головного мозга. Важным ориентиром, позволяющим определить ее расположение, выступала коллатеральная борозда (см. рис. 1).

Положение височно-затылочной борозды оценивали по рекомендациям А.Н. Palejwala и соавт. (2020). Вовлечение области борозды в очаг ишемии определялось визуально (рис. 2).

Статистическая обработка осуществлялась в приложении StatSoft Statistica версии 12.5.192.7. Нормальные распределения количественных признаков описывались средними значениями и стандартными отклонениями. Качественные признаки анализировались путем вычисления доли наблюдений (в форме процентов) конкретной категории в исследуемой выборке.

Связь между категориальными параметрами (локализация очага инсульта и наличие зрительной объектной агнозии) исследовалась с применением четырехпольных таблиц сопряженности (критерий Пирсона χ^2). Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В структуре неврологических нарушений преобладали гемипарезы ($n = 26$; 34,2%) и чувствительные выпадения по церебральному типу ($n = 25$; 32,9%). Средний балл по шкале National Institutes of Health Stroke Scale при поступлении в стационар составил 6,8.

Рис. 2. Расположение очага острой ишемии относительно височно-затылочной борозды (обозначена белой стрелкой). А — по данным компьютерной томографии (КТ), в очаге ишемии заинтересована коллатеральная борозда (пунктирная стрелка), височно-затылочная борозда интактна; В — по данным магнитно-резонансной томографии в режиме DWI, в очаге ишемии заинтересована коллатеральная борозда (пунктирная стрелка), височно-затылочная борозда интактна; С — по данным КТ, височно-затылочная борозда вовлечена в очаг ишемии

Fig. 2. Acute ischemia focus and sulcus occipitotemporalis (marked with a white arrow). A: a computer tomography (CT) scan shows collateral fissure involvement (marked with a dotted arrow), sulcus occipitotemporalis is intact; B: MRI in DWI mode, collateral fissure is involved (marked with a dotted arrow), sulcus occipitotemporalis is intact; C: CT results show sulcus occipitotemporalis involvement

Зрительная объектная агнозия, связанная с инсультом, выявлена у 7 (9,2%) из 76 больных.

По данным КТ и/или МРТ головного мозга, у 23 (30,3%) пациентов имелись очаги ишемии в правом полушарии и у 52 (68,4%) — в левом полушарии головного мозга. Билатеральное поражение имело место в одном случае (1,3%).

Вовлечение в патологический процесс затылочной доли отмечено у 14 (18,4%) человек, при этом у 5 из них (более трети случаев) очаг ишемического повреждения головного мозга захватывал область затылочно-височной борозды.

Из семи больных, у которых, по результатам теста «Суждение о реальности объекта», выявлена зрительная объектная агнозия, у шести обнаружено вовлечение области по периферии затылочно-височной борозды.

Например, у *пациента К.*, 48 лет, на фоне вовлечения в очаг острой ишемии правой затылочной доли с заинтересованностью области по периферии как коллатеральной, так и височно-затылочной борозд (рис. 3) отмечалась выраженная объектная зрительная агнозия. Результат выполнения теста «Суждение о реальности объекта» — 16 баллов (нормальный интервал составляет 22–30 баллов).

У одного пациента со зрительной агнозией очаг ишемии располагался в правом полушарии головного мозга, у 5 пациентов — в левом полушарии. В связи с малым объемом выборки сделать вывод о статистической взаимосвязи латерализации очага ишемии и объектной зрительной агнозии не представляется возможным.

Заслуживает внимание тот факт, что в исследование был включен *пациент N.*, 74 лет, с билатеральным поражением затылочных долей, по данным МРТ головного мозга, но без вовлечения областей по периферии затылочно-височных извилин (рис. 4). Несмотря на то что билатеральные очаги в затылочных долях традиционно связывают с развитием

Рис. 3. Компьютерная томограмма *пациента К.*, 48 лет, срез во фронтальной плоскости.

Отмечается диффузное понижение сигнала в правой затылочной доле (примерная зона очага ишемии обведена пунктирной линией). Правая височно-затылочная борозда не просматривается на фоне выраженного отека, однако вовлечение этой области в обширный очаг ишемии затылочной доли представляется очевидным (рис. 3). CT scan of *patient K.*, 48 y.o., frontal plane. Diffuse signal reduction in the right occipital lobe (an approximate ischemic area is marked with a dotted line). Right sulcus occipitotemporalis cannot be seen due to marked oedema; however involvement of this area into a large occipital ischemic focus is obvious

Рис. 4. Магнитно-резонансная томограмма *пациента N.*, 74 лет, в режиме DWI. Отмечается билатеральное вовлечение затылочных долей в область острой ишемии (А — срез в аксиальной плоскости, В — срез во фронтальной плоскости). Область по периферии обеих височно-затылочных борозд (обозначены белыми стрелками) представляется интактной (рис. 4). MRI scan of *patient N.*, 74 y.o., DWI mode. Bilateral occipital lobe involvement into acute ischemia (A: axial section; B: frontal section). Peripheral area of both sulcus occipitotemporales (marked with white arrows) is intact

зрительной объектной агнозии, у данного больного зрительный гнозис нарушен не был.

При применении четырехпольной таблицы сопряженности выявлена статистически значимая связь между локализацией очага в области височно-затылочной борозды и развитием зрительной объектной агнозии (критерий $\chi^2 = 64,2$; $p < 0,001$).

Чувствительность такого рода биомаркера зрительной объектной агнозии в клинике острого ишемического инсульта составила 85,7%, специфичность — 100%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Объектная зрительная агнозия является одним из клинических проявлений ишемического инсульта, затрудняющим жизнедеятельность больных. В то же время диагностика данного расстройства сложна, поскольку сами больные могут не предъявлять жалоб (особенно в случае сопутствующей анозогнозии), а специальные чувствительные нейропсихологические методики для выявления нарушений гнозиса применяются не всегда [16].

Поэтому актуальной представляется идентификация нейровизуализационных биомаркеров зрительной объектной агнозии, обнаружение которых у конкретного больного укажет на высокую вероятность наличия у него агнозии и послужит основанием для проведения углубленного нейропсихологического обследования.

Долгие годы наибольшее значение в происхождении зрительной агнозии придавалось очагам поражения в затылочно-теменной области [17]. Это мнение основывалось на отдельных клинических описаниях и подтверждалось некоторыми нейровизуализационными данными. Например, у пациентки J.R. Meichtry и соавт. (2018) отмечалась зрительная гемиагнозия при небольшом кровоизлиянии в проекции левой затылочно-теменной борозды [5].

В последние годы появились данные, указывающие на то, что развитие объектной зрительной агнозии ассоциировано прежде всего с поражением не теменно-затылочных,

а затылочно-височных зон. Эти зоны — морфологическая основа для вентрального пути передачи зрительной информации, критически необходимого для распознавания идентичности объекта [5, 12]. Важнейшими структурами затылочно-височной области, обеспечивающими объектный зрительный гнозис, служат структуры ЛОК.

У больных с последствиями инсульта обнаружена связь между нарушениями зрительного гнозиса и поражением структур ЛОК [6, 16]. Указанный комплекс является функциональным объединением областей головного мозга, и его положение определяется по результатам функциональной МРТ [11]. Однако, по данным функциональной МРТ, важной структурой, входящей в ЛОК, постоянно выступает область по периферии затылочно-височной борозды [7, 8]. Эта область легко идентифицируется с помощью рутинных методов нейровизуализации [12], что позволяет однозначно судить о ее вовлечении в очаг ишемического поражения.

Между тем до настоящего времени не была идентифицирована такая локализация очага острой ишемии головного мозга, которая могла бы служить нейровизуализационным биомаркером развития зрительной объектной агнозии.

Прояснение этого вопроса имеет не только теоретическое значение в плане расширения представлений о нейрофизиологических основах зрительной идентификации объектов, но и практическую значимость. Установление наличия нейровизуализационных биомаркеров объектной зрительной агнозии в остром периоде инсульта могло бы привлечь внимание врачей к необходимости детального нейropsychологического исследования зрительного гнозиса при обнаружении соответствующей локализации инсульта и, следовательно, повысить точность функционального неврологического диагноза и улучшить медицинскую реабилитацию больных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты свидетельствуют о существовании статистически значимой связи между локализацией очага острой ишемии в области затылочно-височной борозды и наличием в клинической картине инсульта зрительной объектной агнозии. Это позволило нам рассматривать указанную локализацию очага, выявленную по данным КТ или МРТ головного мозга, как нейровизуализационный биомаркер наличия у пациента зрительной объектной агнозии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ptak R., Turri F., Doganci N. Object recognition and visual agnosia. In: *Reference module in neuroscience and biobehavioral psychology*. Elsevier; 2020: 1–28. DOI: 10.1016/B978-0-12-809324-5.24042-X
2. Haque S., Vaphiades M.S., Lueck C.J. The visual agnosias and related disorders. *J. Neuroophthalmol.* 2018; 38(3): 379–92. DOI: 10.1097/WNO.0000000000000556
3. Martinaud O. Visual agnosia and focal brain injury. *Rev. Neurol. (Paris)*. 2017; 173(7–8): 451–60. DOI: 10.1016/j.neurol.2017.07.009
4. Fan A.W., Guo L.L., Frost A. et al. Grasping of real-world objects is not biased by ensemble perception. *Front. Psychol.* 2021; 12: 597691. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.597691
5. Meichtry J.R., Cazzoli D., Chaves S. et al. Pure optic ataxia and visual hemianopia — extending the dual visual hypothesis. *J. Neuropsychol.* 2018; 12(2): 271–90. DOI: 10.1111/jnp.12119
6. Praß M., Grimsen C., Fahle M. Functional modulation of contralateral bias in early and object-selective areas after stroke of the occipital ventral cortices. *Neuropsychologia*. 2017; 95: 73–85. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2016.12.014
7. Dwivedi K., Bonner M.F., Cichy R.M. et al. Unveiling functions of the visual cortex using task-specific deep neural networks. *PLoS Comput. Biol.* 2021; 17(8): e1009267. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1009267
8. Ptak R., Lazeyras F., Di Pietro M. et al. Visual object agnosia is associated with a breakdown of object-selective responses in the lateral occipital cortex. *Neuropsychologia*. 2014; 60: 10–20. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.05.009
9. Roth Z.N., Zohary E. Fingerprints of learned object recognition seen in the fmri activation patterns of lateral occipital complex. *Cereb. Cortex*. 2015; 25(9): 2427–39. DOI: 10.1093/cercor/bhu042
10. Heutink J., Indorf D.L., Cordes C. The neuropsychological rehabilitation of visual agnosia and Balint's syndrome. *Neuropsychol. Rehabil.* 2019; 29(10): 1489–508. DOI: 10.1080/09602011.2017.1422272
11. Decramer T., Premereur E., Uytterhoeven M. et al. Single-cell selectivity and functional architecture of human lateral occipital complex. *PLoS Biol.* 2019; 17(9): e3000280. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000280
12. Palejwala A.H., O'Connor K.P., Pelargos P. et al. Anatomy and white matter connections of the lateral occipital cortex. *Surg. Radiol. Anat.* 2020; 42(3): 315–28. DOI: 10.1007/s00276-019-02371-z
13. Riddoch M.J., Humphreys G.W. BORB: Birmingham object recognition battery. Hove: Lawrence Erlbaum; 1993. 388 p.
14. Mai J.K., Majtanik M., Paxinos G. Atlas of the human brain. Elsevier Academic Press; 2016. 256 p.
15. Kelley L., Petersen C. Sectional anatomy for imaging. Elsevier; 2017. 759 p.
16. Martinaud O., Pouliquen D., Gérardin E. et al. Visual agnosia and posterior cerebral artery infarcts: an anatomical-clinical study. *PLoS One*. 2012; 7(1): e30433. DOI: 10.1371/journal.pone.0030433
17. Хомская Е.Д. Нейropsychология. СПб.: Пупер; 2021. 496 с. [Khomskaya E.D. Neuropsychology. SPb.: Piter; 2021. 496 p. (in Russian)]

Поступила / Received: 24.03.2021

Принята к публикации / Accepted: 12.04.2021