

<https://doi.org/10.47183/mes.2025-308>

УДК 612.821.2:612.846.1



ВЫЯВЛЕНИЕ СИНДРОМА НЕГЛЕКТА У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ИНСУЛЬТ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАДИЦИОННЫХ ТЕСТОВ И МЕТОДА АЙТРЕКИНГА

А.Д. Айзенштейн^{1,2,3}, М.А. Шурупова^{1,2,3}, С.А. Энеева¹, Г.Е. Иванова^{1,4}¹ Федеральный центр мозга и нейротехнологий Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия³ Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д. Рогачева, Москва, Россия⁴ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Введение. У 30–40% пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), наблюдается синдром одностороннего пространственного игнорирования (неглект). Традиционные методы диагностики включают нейропсихологические тесты (НТ), а метод айтрекинга предлагает перспективы для объективной оценки зрительного внимания.

Цель. Оценка диагностической возможности классических нейропсихологических методик и метода айтрекинга для выявления синдрома неглекта у пациентов, перенесших инсульт.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 38 пациентов (25 мужчин, 13 женщин; средний возраст $59,7 \pm 12,7$ года), перенесших ОНМК. Для диагностики синдрома неглекта использовали Bells test (BT), Albert's test (AT), Line bisection test (LBS) и компьютерную версию Apple test (ApT), метод айтрекинга (поисковая задача для регистрации зрительной активности).

Результаты. Данные выполнения LBS теста продемонстрировали наибольшую чувствительность к выявлению синдрома неглекта. Получены достоверные корреляции ($p < 0,01$) между результатами BT, AT, LBS и ApT и результатами зрительного поиска на айтрекере ($p = 0,025$), указывающие на определение схожей степени наблюдаемого дефицита разными методами. Латентность нахождения стимулов в левом полуполе при выполнении поисковой задачи на айтрекере достоверно выше, чем в правом ($p < 0,001$). Пациенты с ишемическим инсультом хуже, чем пациенты с геморрагическим, выполняли AT ($p = 0,009$), чаще ошибались в LBS ($p = 0,043$). Чем сильнее была выражена у пациента тяжесть неглекта, тем хуже были выполнены AT ($p = 0,004$), LBS ($p = 0,05$), ApTego- ($p = 0,036$). Фактор снижения зрения оказывал значимое влияние при тестировании LBS ($p = 0,02$).

Выводы. Объединение НТ и метода айтрекинга предоставляет объективные данные для диагностики синдрома неглекта. Тест LBS продемонстрировал наибольшую чувствительность к выявлению синдрома неглекта, а результаты метода айтрекинга сопоставимы с данными бланковых тестов, что повышает точность диагностики синдрома неглекта. Были выявлены факторы, влияющие на выполнение диагностических тестов: тип инсульта, степень выраженности неглекта и фактор снижения зрения.

Ключевые слова: неглект; синдром одностороннего пространственного игнорирования; диагностика инсульта; нейропсихологические тесты; бланковые методы; айтрекинг; инсульт

Для цитирования: Айзенштейн А.Д., Шурупова М.А., Энеева С.А., Иванова Г.Е. Выявление синдрома неглекта у лиц, перенесших церебральный инсульт, с использованием традиционных тестов и метода айтрекинга. *Медицина экстремальных ситуаций.* 2025;27(2):161–168. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-308>

Финансирование: работа выполнена в рамках НИР «Использование виртуальных сред с биологической обратной связью для коррекции когнитивных и аффективных нарушений», государственное задание ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России № 122022100104-5.

Соответствие принципам этики: исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России (протокол № 10/25-04-22 от 25.04.2022). Все пациенты подписали информированное согласие на обследование.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Айзенштейн Алина Дмитриевна alinaaiz@yandex.ru

Статья поступила: 13.11.2024 После доработки: 17.03.2025 Принята к публикации: 25.03.2025 Online first: 14.05.2025

IDENTIFICATION OF NEGLECT SYNDROME IN CEREBRAL STROKE PATIENTS USING STANDARD TESTS AND EYE TRACKING METHOD

Alina D. Aizenshtein^{1,2,3}, Marina A. Shurupova^{1,2,3}, Salima A. Eneeva¹, Galina E. Ivanova^{1,4}¹ Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies, Moscow, Russia² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia³ Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Moscow, Russia⁴ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Introduction. About 30–40% of patients who have suffered from acute cerebrovascular accident (ACVA) experience a syndrome of unilateral spatial neglect. Neuropsychological testing (NT) is a routine diagnostic technique, while the method eye tracking offers prospects for an objective assessment of visual attention.

Objective. Evaluation of the diagnostic capabilities of classical neuropsychological techniques and eye tracking to detect the neglect syndrome in stroke patients.

Materials and methods. The study involved 38 stroke patients (25 men, 13 women; mean age 59.7 ± 12.7 years). The Bells test (BT), Albert's test (AT), Line bisection test (LBS), the computer version of the Apple test (ApT), and the eye tracking method (a search task for recording visual activity) were used to diagnose the neglect syndrome.

Results. The LBS test data demonstrated the greatest sensitivity in the detection of neglect syndrome. Significant correlations ($p < 0.01$) were obtained between the results of BT, AT, LBS, and ApT and the results of eye tracker visual search ($p = 0.025$), indicating the detection of a similar degree of observed deficiency by different methods. The latency of finding stimuli in the left half-field when performing a search task on an eye tracker is significantly higher than in the right side ($p < 0.001$). Ischemic stroke patients performed AT worse ($p = 0.009$) than hemorrhagic stroke patients, and they were more mistaken in LBS ($p = 0.043$). The more pronounced severity of the patients' neglect, the worse the AT ($p = 0.004$), LBS ($p = 0.05$), and Aptego ($p = 0.036$) were performed. The visual impairment factor had a significant effect in LBS testing ($p = 0.02$).

© А.Д. Айзенштейн, М.А. Шурупова, С.А. Энеева, Г.Е. Иванова, 2025

Conclusions. The combination of neuropsychological tests and eye tracking provides objective data for the diagnosis of neglect syndrome. The LBS test demonstrated the greatest sensitivity in detecting the neglect syndrome. The results of eye tracking were found to be comparable with those of pencil-and-paper tests, which increases the accuracy of the diagnosis of neglect syndrome. The following factors influencing the performance of diagnostic tests were identified: stroke type, neglect severity, and visual impairment.

Keywords: neglect; unilateral spatial neglect syndrome; stroke diagnosis; neuropsychological tests; pencil-and-paper tests; eye tracking; stroke

For citation: Aizenshtein A.D., Shurupova M.A., Eneeva S.A., Ivanova G.E. Identification of neglect syndrome in cerebral stroke patients using standard tests and eye tracking method. *Extreme Medicine*. 2025;27(2):161–168. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-308>

Funding: the work was supported by state assignment No. 122022100104-5 “Use of virtual environments with biofeedback for the correction of cognitive and affective disorders.”

Compliance with the ethical principles: the study was approved by the local Ethics committee of the Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies (Protocol No. 10/25-04-22 of 25.04.2022). All patients signed an informed consent for the examination.

Potential conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

✉ Alina D. Aizenshtein alinaaiz@yandex.ru

Received: 13 Nov. 2024 **Revised:** 17 Mar. 2025 **Accepted:** 25 Mar. 2025 **Online first:** 14 May 2025

ВВЕДЕНИЕ

У 30–40% пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), наблюдается развитие сенсорного невнимания. Сенсорное невнимание относится к проявлениям оптико-пространственных гностических расстройств [1, 2]. В середине прошлого столетия офтальмолог S. Duke Elder ввел термин «односторонняя пространственная агнозия» [2, 3].

Одностороннее пространственное игнорирование чаще всего определяется как неспособность воспринимать стимулы различной модальности или реагировать на них со стороны, контралатеральной поражению. Кроме того, к этому синдрому относят отсутствие произвольного движения контралатеральной стороны тела или конечности [4], при том что физическая способность осуществлять действие сохраняется [5].

В систематическом обзоре анализа случаев синдрома неглекта после перенесенного инсульта Esposito et al. сообщили, что данный синдром наблюдался у 18% пациентов с левополушарным инсультом и у 38% — с правополушарным, он сохраняется у 20% пациентов в хронической фазе [6].

Принято выделять различные виды игнорирования исходя из модальности нарушения, специфики поражения пространственного компонента восприятия и ориентации на стимуле, объекте или субъекте восприятия. Так, различают перцептивное, визуальное, тактильное и слуховое игнорирование [5]. Отдельно стоит обозначить феномен репрезентативного и моторного игнорирования, нарушение произвольного движения противоположной конечности/сторон тела [5].

В зависимости от пространственного компонента выделяют персональный неглект (игнорирование новых и знакомых стимулов на поверхности тела), периперсональный неглект (игнорирование в пределах вытянутой руки) и экстраперсональный неглект (игнорирование стимулов на дальнем от субъекта расстоянии) [5]. В определении синдрома игнорирования в клинической картине постинсультных нарушений следует обратить особое внимание на ориентацию игнорирования. При эгоцентрическом неглекте пациент игнорирует все стимулы слева относительно себя. В случае развития аллоцентрического игнорирования пациент будет игнорировать левую часть

воспринимаемых объектов вне зависимости от их расположения в пространстве [7].

Ввиду многообразия проявлений игнорирования, схожести картины нарушения со зрительными расстройствами, а также высокой частоты встречаемости феномена большую роль в изучении неглекта уделяют способам его диагностики.

В 2021 году Всемирная федерация нейрореабилитации выпустила клинические рекомендации, в рамках которых были изложены основные методы диагностики неглекта [1].

Чаще всего в нейропсихологической практике используют бланковые тесты, направленные на поиск и обозначение объектов (cancellation tests): Albert’s test, Bells test, Apple test и др. Тесты на вычеркивание считаются хорошим способом диагностики и определения неглекта ввиду возможности количественной оценки выполнения тестов, а также их высокой конструктивной валидности [8].

Не реже в диагностике используются тесты на деление линий пополам; самым популярным вариантом является Тест деления линии пополам по Шенкербергу (Line bisection test, LBS). В результате исследователь может оценить процент смещения субъективной зрительной средней линии. В клинической практике также применяются пробы на спонтанное рисование, письмо, копирование, воспроизведение предметов. С помощью данных проб можно определить уровень нарушения зрительно-пространственных и репрезентативных представлений. Помимо этого, они могут отразить игнорирование пациентом левой части предъявляемых стимулов [9, 10].

Несмотря на многообразие бланковых тестов, они менее чувствительны к оценке внимания и восприятия в экстраперсональном пространстве, а также не решают проблему дифференцировки моторного или зрительного типа игнорирования [2].

В диагностике синдрома игнорирования важно понимание стратегии сканирования пациентом пространства. С этой точки зрения наиболее информативными для исследователя являются методы окулографии, айтрекинга (англ. eye — глаз, track — следовать). Благодаря методу айтрекинга есть возможность отследить движение взора испытуемого, количество фиксаций взора, длительность фиксаций и т.д. Метод айтрекинга позволяет получить объективные количественные данные. Ряд исследований указывает на высокую

диагностическую значимость метода, а также его большую чувствительность к проявлениям синдрома в сравнении с бланковыми методами [11]. Важным преимуществом метода является отсутствие потребности привлечения моторного компонента в процессе выполнения тестов, что позволяет дифференцировать моторное и зрительное игнорирование, зрительно-моторную задержку.

Метод айтрекинга отвечает многим диагностическим задачам, однако не дает возможности оценки внимания и восприятия в периперсональном пространстве, он не показан пациентам со снижением зрения [2].

Всемирная федерация нейрореабилитации обозначила подход к диагностике неглекта, заключающийся в использовании более чем 2-х тестов разных видов при диагностике. Тем не менее в литературе крайне мало работ, направленных на оценку диагностической значимости комплексного подхода: использование бланковых и аппаратных методов [1].

Цель исследования — оценка диагностической возможности классических нейропсихологических методик и метода айтрекинга для выявления синдрома неглекта у пациентов, перенесших инсульт.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Участники исследования

Это было наблюдательное поперечное проспективное исследование: углубленное диагностическое обследование признаков синдрома неглекта у пациентов, находящихся на курсе реабилитации в ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России.

Первоначально общий объем выборки составил 49 пациентов, перенесших церебральный инсульт. Критерии включения пациентов в исследование: первый инсульт в анамнезе, менее 12 месяцев после инсульта, острота зрения от -3 до +2 D, наличие синдрома неглекта или подозрение на него, установленное по заключению нейропсихолога, понимание инструкций, ≥ 3 баллов по Шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ). Критерии исключения: повторный инсульт, более 12 месяцев после инсульта, афазия, множественные госпитализации на реабилитацию, правосторонняя гемипарезия и другие неврологические поражения.

После исключения пациентов согласно критериям финальная выборка составила 38 пациентов (из них 25 мужчин; 13 женщин; средний возраст $59,8 \pm 12,7$ года). Характеристика выборки представлена в таблице 1. Синдром неглекта и степень его выраженности были диагностированы нейропсихологом во время классического нейропсихологического обследования. Согласно заключению нейропсихолога относительно пациентов, у которых не был диагностирован синдром неглекта (у 6 из 38 пациентов степень выраженности синдрома не была установлена), сделано предположение о его наличии или определены иные зрительно-пространственные расстройства. Снижение зрения определяли согласно объективным данным офтальмологического осмотра и/или субъективным жалобам самих пациентов.

Методы исследования

Для диагностики синдрома неглекта был использован ряд традиционных нейропсихологических тестов, а также

выполнена поисковая задача с применением метода айтрекинга. Для проведения бланковых тестов (Albert's test, Bells test, Line bisection test) использовались карандаш и бумага, при этом пациент располагался за столом, а средняя линия его тела соотносилась со средней линией листа.

Albert's test (AT) — тест вычеркивания коротких линий, максимальный балл — 41 [12]. Синдром неглекта диагностируется при более 70% левых пропущенных линий от общего числа пропущенных линий.

Bells test (BT) — тест вычеркивания колокольчиков, максимальный балл — 35; менее 29 баллов свидетельствуют о наличии синдрома неглекта [13]. Оценивается сумма вычеркнутых колокольчиков в левой, центральной и правой частях бланка с использованием шаблона.

Line bisection test (LBS) — тест деления линий пополам; автором теста рекомендовано учитывать деление только левых линий [14].

Результаты теста рассчитываются по формуле:

$$\text{Процент отклонения} = (\text{отметка пациента} - \text{отметка истинного центра}) / (\text{отметка истинного центра}) \times 100\%.$$

Процент отклонения от истинного «0» в левую сторону будет иметь отрицательный знак, в правую — положительный. Если усредненное по всем левым линиям значение $> 7\%$, диагностируется синдром неглекта (согласно норме, установленной на отечественной нормотипичной выборке: $n = 38$ чел., средний возраст $49,8 \pm 12,1$ года; рассчитанный порог для определения неглекта — 7%). Чем выше процент, тем более выражена степень неглекта.

Apple test (ApT) — тест вычеркивания замкнутых (целых) кругов [15]. В настоящем исследовании использовалась компьютеризированная версия, содержащая 90 кругов, по 30 каждого типа (замкнутые, незамкнутые слева, незамкнутые справа) Тест позволяет выявить синдром неглекта и определить его тип: аллоцентрический (allo) или эгоцентрический (ego). Синдром неглекта фиксируется при наличии трех и более общих ошибок (по W.H. Jang, с модификациями) [16]. Для определения эгоцентрического типа неглекта (игнорирование одной стороны пространства относительно собственного тела) учитывали разницу между правой и левой половинами экрана в незачеркнутых целых кругах, которая должна составлять не менее одной единицы.

Таблица 1. Сводная характеристика финальной выборки пациентов

Признак	Градация признака	Количество пациентов, n
Характер инсульта	Ишемический Геморрагический	28 (74%) 10 (28%)
Локализация очага инсульта	ПСМА ПГ ВБС	23 (61%) 13 (34%) 2 (5%)
Синдром неглекта	Есть Отсутствует	32 (84%) 6 (16%)
Степень выраженности неглекта	Не установлено Легкая Средняя Среднегрубая Грубая	6 (16%) 8 (21%) 15 (39%) 5 (13%) 4 (11%)
Снижение зрения	Есть Отсутствует	18 (47%) 20 (3%)

Таблица составлена авторами по собственным данным

Примечание: ПСМА — правая срединная мозговая артерия; ПГ — правая гемисфера; ВБС — вертебрально-базиллярная система.

Для аллоцентрического неглекта (игнорирование одной стороны объектов вне зависимости от их расположения в пространстве относительно тела) учитывали разницу между вычеркнутыми не замкнутыми кругами слева и справа, также не менее одной единицы. При выполнении теста голова пациента фиксировалась в лобно-подбородной опоре, проведение осуществлялось с помощью компьютерной мыши.

Поисковая зрительная задача проведена на устройстве C-EyePro, AssistTechSp. (z.o.o., Польша) [17], использующем технологию айтрекинга (метод видеорегистрации движений глаз с помощью видеосъемки в инфракрасном свете для детекции положения зрачка; метод позволяет определять паттерны фиксации взгляда при рассматривании зрительной сцены, а также рассчитывать количественные характеристики: частоту фиксаций и саккад, длительности фиксаций, амплитуду саккад и т.д.). Задача состояла в обнаружении целевого предмета (яркие, разнообразные по форме реалистичные предметы: футбольный мяч, лампочка, фломастер и т.д.), находящегося в левом или правом полуполе зрения среди множества дистракторов; каждая из шести проб начиналась с фиксационного стимула из центра. Регистрировали латентность нахождения целевого объекта в каждой пробе. Если пациент не находил объект более чем за 30 секунд, данная проба не засчитывалась.

Статистический анализ данных выполняли с использованием пакета JASP 0.18.3 (JASP Team, Нидерланды). С учетом малого объема выборок для анализа данных применяли непараметрические методы статистики. Для сравнительного межгруппового анализа использовали непараметрический критерий Манна — Уитни,

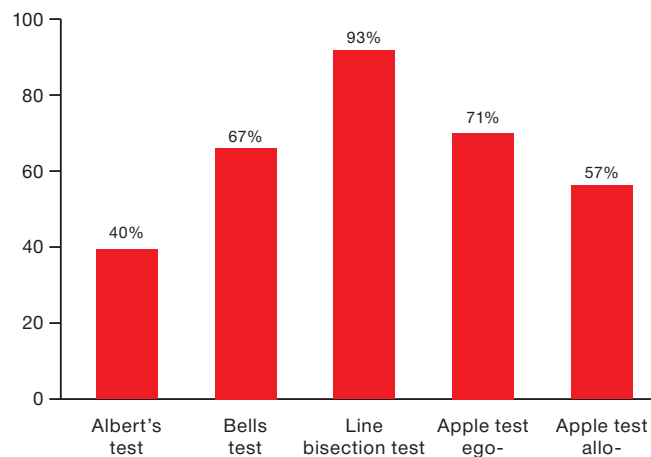


Рисунок подготовлен авторами

Рис. 1. Доля пациентов с диагностированным синдромом неглекта согласно пороговому показателю каждого из нейропсихологических тестов

Таблица 2. Межгрупповые сравнения пациентов без неглекта (Н-) и пациентов с неглектом (Н+) по каждому из нейропсихологических тестов

Параметр	Albert's test, баллы		Bells test, баллы		Line Bisection Test, %		AppleTest, баллы			
							эго-		алло-	
	Н- (n = 23)	Н+ (n = 15)	Н- (n = 13)	Н+ (n = 25)	Н- (n = 3)	Н+ (n = 35)	Н- (n = 11)	Н+ (n = 27)	Н- (n = 16)	Н+ (n = 22)
Me [Q1; Q3]	41 [41; 41]	28 [21; 33]	31 [30; 32]	11,5 [9; 22]	-9 [-11; -7]	42,5 [20; 55]	0 [0; 0]	7,5 [3; 20]	0 [0; 0]	2,5 [1; 7]
p Mann-Whitney	< 0,001		< 0,001		-		< 0,001		< 0,001	

Таблица составлена авторами по собственным данным

Примечание: данные представлены в виде медианы Me [Q1; Q3]; «—» — не проведено ввиду малой численности группы пациентов без неглекта.

для корреляционного анализа — критерий Спирмена, для анализа влияния клинических факторов — критерий Краскела — Уоллиса. Значимыми считались различия при уровне статистической значимости менее 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диагностика синдрома неглекта нейропсихологическими тестами

В ходе исследования определены доли пациентов, у которых был выявлен синдром неглекта согласно пороговым значениям каждого нейропсихологического теста; соответствующие данные представлены на рисунке 1. Так, у 35 (93%) пациентов синдром неглекта диагностировали по результатам выполнения теста LBS, в то же время с помощью методики АТ синдром неглекта диагностировали всего у 15 (40%) пациентов, с использованием методики Bells test — у 25 (67%) пациентов, на основании теста Apple ego — у 27 (71%) пациентов, Apple allo — у 22 (57%) пациентов.

Согласно рассчитанным долям были сформированы группы пациентов с наличием синдрома неглекта и его отсутствием и проведены межгрупповые сравнения результатов выполнения по каждому из нейропсихологических тестов (табл. 2, рис. 2), за исключением LBS, ввиду малочисленности группы пациентов без неглекта.

При анализе различий между двумя группами относительно пороговых значений у пациентов с Н+ установлено статистически значимое ухудшение выполнения тестов в балльной оценке: АТ — на 32%, ВТ — на 56%, АрТего — на 75%, АрТалло — на 8,3%; при этом задания по тесту LBS пациенты выполняли менее точно на 33,5% по сравнению с результатами у пациентов в группе Н-.

Межгрупповые сравнения демонстрируют, что пациенты с неглектом статистически значимо хуже выполняют все тесты (набирают меньше баллов в АТ и ВТ, вычеркивая меньшее количество объектов; набирают больше баллов в АрТ, оставляя не вычеркнутыми большее число объектов), чем пациенты без неглекта.

Диагностика зрительного внимания методом айтрекинга

Для выявления различий в восприятии стимулов в левом и правом полуполях у всех пациентов был проведен анализ латентности нахождения стимулов, усредненной по всем пробам для каждой стороны. Результаты показали, что пациенты значительно быстрее находили стимулы в правом полуполе, затрачивая в среднем 1,43 с по сравнению с 15,37 с для нахождения стимула в левом полуполе ($p < 0,001$).

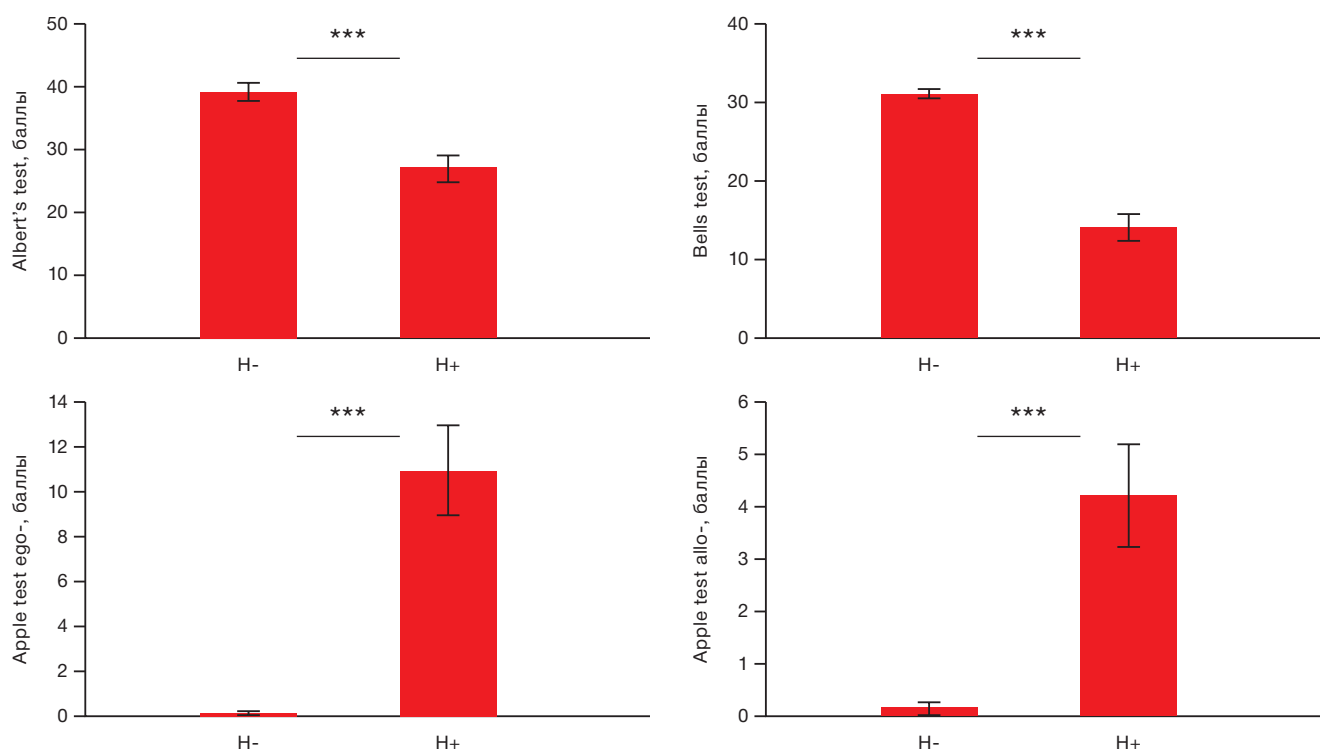


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 2. Межгрупповые сравнения пациентов без неглекта (H-) и пациентов с неглектом (H+) по каждому из нейропсихологических тестов

Примечание: данные представлены в виде среднего значения и ошибки среднего значения $M \pm m$; *** $p < 0,001$ — уровень статистической значимости по тесту Манна — Уитни.

Сравнение результатов выполнения нейропсихологических тестов и диагностики методом айтрекинга

Для выявления ассоциаций между результатами, полученными с помощью нейропсихологических тестов, и усредненной по всем левым пробам латентности нахождения целевого стимула в поисковой задаче на айтрекере проведен анализ методом ранговой корреляции Спирмена (r_s); соответствующие данные представлены в таблице 3.

Обнаружены значимые корреляции между результатами, полученными на айтрекере, ВТ и АТ: чем хуже пациенты справляются с этими тестами, тем медленнее они находят объекты слева на айтрекере.

Интересно, что результаты выполнения АРТ с выявлением аллоцентрического неглекта имеют слабую кор-

реляционную связь с тенденцией к достоверности только с результатами диагностики методом айтрекера ($r_s = 0,370$; $p = 0,090$).

Влияние клинических факторов на результаты выполнения нейропсихологических тестов и айтрекинга

Установлено, что пациенты с ишемическим инсультом хуже, чем с геморрагическим, выполняли АТ ($H_{(1,37)} = 6,82$, $p = 0,009$), а также сильнее ошибались при выполнении ЛБС ($H_{(1,27)} = 4,61$, $p = 0,043$); в остальных тестах влияние фактора не было обнаружено.

Чем сильнее была выражена у пациента тяжесть неглекта, тем хуже были выполнены АТ ($H_{(4,31)} = 7,27$, $p = 0,004$), ЛБС ($H_{(4,27)} = 2,79$, $p = 0,05$), АРТego- ($H_{(4,27)} = 3,09$, $p = 0,036$); в ВТ наблюдалась такая же динамика,

Таблица 3. Корреляционный анализ результатов выполнения нейропсихологических тестов и поисковой задачи на айтрекере

Название тестов	Albert's test	Bellstest	Line bisection test	Apple test ego-	Apple test allo-
Albert's test					
Bells test	0,735 $p < 0,001$				
Line bisection test	-0,701 $p < 0,001$	-0,537 $p = 0,004$			
Apple test ego-	-0,526 $p = 0,004$	-0,647 $p < 0,001$	0,538 $p = 0,010$		
Apple test allo-	-0,003 $p = 0,986$	0,114 $p = 0,564$	0,131 $p = 0,563$	0,024 $p = 0,904$	
Поиск объектов на айтрекере	-0,422 $p = 0,025$	-0,613 $p < 0,001$	0,313 $p = 0,166$	0,370 $p = 0,090$	0,392 $p = 0,072$

Таблица составлена авторами по собственным данным

Примечание: представлены коэффициенты корреляции Спирмена (r_s); p — уровень статистической значимости.

но незначимая ($H_{(4,31)} = 4,25, p = 0,333$); соответствующие данные представлены на рисунке 3.

Фактор снижения зрения оказывал значимое влияние при выполнении заданий LBS ($H_{(1,27)} = 6,11, p = 0,02$), на уровне тенденции статистической значимости при выполнении АТ ($H_{(1,37)} = 3,86, p = 0,057$) и поисковой задаче на айтрекере ($H_{(1,28)} = 3,33, p = 0,07$), то есть при наличии снижения зрения пациенты хуже выполняют эти тесты.

Фактор времени, прошедшего после перенесенного инсульта, не оказывал влияния на результаты выполнения ни одного из тестов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В нашем исследовании была проведена оценка диагностических возможностей классических нейропсихологических тестов (тесты на вычеркивание: АТ, ВТ, АрТ; а также LBS) и метода айтрекинга для выявления синдрома неглекта у пациентов, перенесших инсульт. В ряде работ было показано, что для выявления синдрома неглекта необходимо использовать несколько различных тестов (тесты на вычеркивание, деление линий пополам, аппаратные и компьютеризированные методы) [1] в связи с неоднородностью проявления данного синдрома [18]. В нашем исследовании мы обнаружили разную чувствительность данных тестов: так, АТ выявляет синдром неглекта только у 40% пациентов нашей выборки, а LBS — у 93%.

Полученные нами результаты демонстрируют, что определение синдрома неглекта согласно установленным пороговым значениям каждого из нейропсихологических тестов позволяет, в том числе и со статистической точки зрения, достоверно дифференцировать группу пациентов с неглектом от группы пациентов без него.

Одним из самых интересных результатов для рассмотрения оказалось то, что наиболее чувствительным тестом для выявления синдрома неглекта в нашей выборке является LBS. Бланк LBS предъявлялся в вертикальном виде, все остальные бланковые тесты предъявлялись в горизонтальном расположении. Пациентам было необходимо оценивать середину линии и поставить вертикальную отметку. Классическим признаком при синдроме неглекта считается нарушение пространственного восприятия по латеральной (лево-правой) оси, и тесты на вычеркивание как раз направлены на выявление данного пространственного игнорирования. Однако ряд исследований нацелен на изучение восприятия вертикальной оси на основе визуальной, постуральной, тактильной информации у пациентов с синдромом неглекта [9, 19, 20]. Инсульт может повлиять на две отдельные, но соседние нейронные сети, одна из которых кодирует пространственную информацию для горизонтальной оси, а другая — для вертикальной [19].

Данные систематического обзора E. Embrechts et al. показывают, что пациенты с синдромом неглекта проявляют более выраженные отклонения от эталона по вертикали и имеют неустойчивое положение тела в вертикальном положении в первые 3–6 месяцев после инсульта по сравнению с пациентами без данного синдрома [21]. В большинстве работ данного обзора сообщалось, что у участников с неглектом соотношение направления наклона вертикальной линии по отношению к эталонной отметке было противоположным стороне поражения головного мозга (т.е. при оценке истинной визуальной вертикали отметка пациентов была с наклоном влево при повреждениях в правом полушарии) [21].

При выполнении теста на деление линий пополам пациенты полагаются на зрительно-вестибулярную

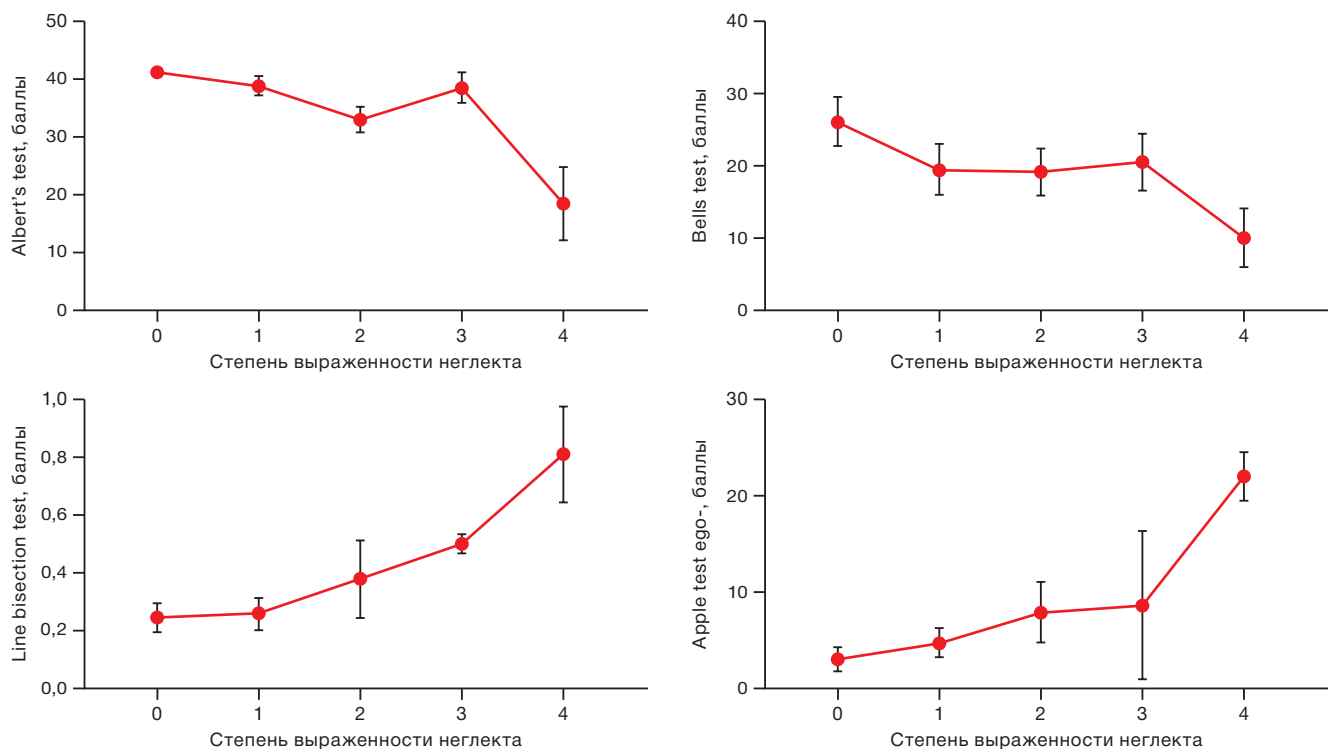


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным

Рис. 3. Зависимость результатов выполнения нейропсихологических тестов от степени выраженности неглекта

Примечание: данные представлены в виде среднего значения и ошибки среднего значения $M \pm m$; шкала абсцисс — степень выраженности неглекта: 0 — отсутствует; 1 — легкая; 2 — средняя; 3 — среднегрубая; 4 — грубая.

информацию о вертикальном положении бланка и вертикальной отметке середины линии. Как показано в вышеописанных исследованиях, их субъективное ощущение вертикали смещено влево, поэтому бланк с заданием, расположенный вертикально, воспринимается ими смещенным влево относительно реальной вертикали. Так, перед пациентами расширяется правая часть пространства, и они воспринимают правую часть линий, игнорируя левую часть. Исходя из этого, пациенты ставят отметку центра правее истинного центра.

Важным аспектом высокой чувствительности LBS является отсутствие дистракторов и особенностей стимула: размер, ориентация, количество на листе.

Несмотря на сравнительно низкую чувствительность тестов на вычеркивание в нашем исследовании, они позволяют выявить трудности пациентов в поиске объектов слева. Это соотносится с результатами зрительного поиска по методике айтрекинга, где ВТ и АТ продемонстрировали значимые корреляции с задачей поиска. Пациенты с серьезным дефицитом внимания слева, обнаруженным в бланковых тестах, тратят больше времени на поиск стимулов на айтрекере. Высокая достоверная латентность поиска объектов в левой части по сравнению с правой, выявленная на айтрекере, подтверждает наличие выраженных аномалий глазодвигательного сканирования, отмеченных в предыдущих исследованиях [11].

Одним из проявлений синдрома неглекта является аллоцентрический неглект, при котором пациент не воспринимает контралатеральную сторону относительно средней линии воспринимаемого объекта [7]. В данном исследовании результаты пациентов в АТ, демонстрирующие наличие аллоцентрического неглекта на уровне, близком к статистически значимому, коррелируют со временем поиска объектов в зрительно-поисковой задаче с использованием айтрекера. Это может указывать на то, что из-за установленного аллоцентрического неглекта пациенты дольше анализировали стимульное пространство при поиске целевого предмета, поскольку видели лишь половину каждого объекта, что усложняло его идентификацию.

Одним из факторов, влияющих на выполнение нейропсихологических тестов и поисковой задачи на айтрекере, является характер инсульта. Согласно M.L. Bots et al., доля пациентов с ишемическим инсультом (ИИ) составляет около 70–75%, а геморрагическим (ГИ) — 15% [22]. В нашей выборке ИИ составил 73,6%. Для ИИ характерна локализация поражения в зоне кровоснабжения СМА, которая отвечает за кровоснабжение 2/3 наружной поверхности полушарий: основной части коры лобной, теменной и височной долей. Данные области входят в систему, связанную с ориентацией человека на внешние стимулы (дорсальная и вентральная сети внимания) [23]. Синдром неглекта, действительно, чаще и сильнее проявляется при ИИ, чем при ГИ. Это связано с тем, что ИИ чаще поражает ключевые структуры мозга, отвечающие за внимание и восприятие пространства.

В ходе анализа данных нами было отмечено достоверное влияние фактора снижения зрения на выполнение LBS и поисковой задачи на айтрекере, а на остальные бланковые тесты влияние фиксировалось на уровне тенденции. Влияние данного фактора требует более детального изучения в связи с вариативностью причин нарушения зрения с учетом возрастных и клинических особенностей. При анализе бланковых, компьютеризированных и аппаратных методов стоит учитывать влияние не только корковых нарушений, но и анализаторных систем. Hammerbeck et al. выявили связь синдрома неглекта с возрастом, наличием сопутствующих заболеваний и ухудшением состояния здоровья до инсульта. Тем не менее отсутствуют масштабные исследования, позволяющие получить достоверное представление о синдроме неглекта в клинической практике [24].

В клинической практике нейропсихологи выделяют степени выраженности синдрома игнорирования: грубую, среднюю и легкую. Объективные данные для дифференциации степени выраженности включают латентное время поиска чисел в таблицах Шульте, способность замечать предметные изображения, чтение и письмо. Также большую роль в дифференциации степени выраженности неглекта играет уровень критики пациента к выполняемым действиям. В клиническом картине игнорирования часто входит синдром анозогнозии, в результате чего пациенты не критичны и не осознают свой дефект, тем самым не предпринимая попытки исследовать контралатеральное поражение пространства [25]. Так, нами были сопоставлены заключения нейропсихолога с сенсibilизированными пробами на неглект. В результате анализа данных наблюдали значимую взаимосвязь выполнения АТ, АРТ и LBS (для ВТ не значимая, но наглядная) и степени выраженности неглекта: чем хуже пациенты выполняли пробы, тем выраженнее была степень неглекта по объективным данным нейропсихологического обследования. Это открывает перспективы для изучения чувствительности АРТ и LBS к различным степеням неглекта и установления количественных порогов для них на большей выборке испытуемых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синдром неглекта является распространенным нарушением зрительно-пространственной сферы у пациентов, перенесших инсульт, и оказывает негативное влияние на процесс реабилитации, последующее восстановление и возвращение к обычной жизни. Данное исследование показало важность сочетания традиционных нейропсихологических тестов с методом айтрекинга и классического нейропсихологического обследования с целью диагностики синдрома неглекта у пациентов с инсультом. Метод айтрекинга продемонстрировал возможность его применения и представляется перспективным для определения наличия синдрома неглекта, что требует дополнительных уточняющих исследований.

Литература / References

1. Kerkhoff G, Rode G, Clarke S. Treating neurovisual deficits and spatial neglect. *Clinical pathways in stroke rehabilitation*. 2021;191–217. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1>
2. Шурупова МА, Айзенштейн АД, Иванова ГЕ. Гомонимная гемианопсия и зрительный неглект. Часть I — феноменология, диагностика. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2022;4(4):244–58.
3. Шурупова МА, Айзенштейн АД, Иванова ГЕ. Гомонимная гемианопсия и зрительный неглект: I — феноменология, диагностика. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2022;4(4):244–58 (In Russ.). <https://doi.org/10.36425/rehab112424>
3. Буклина СБ. Нарушения высших психических функций при поражении глубинных и стволовых структур мозга. М.: МЕДпресс-информ; 2016.

- Buklina SB. Disorders of higher mental functions with damage to the deep and stem structures of the brain. Moscow: MEDpress-inform; 2016 (In Russ.).
4. Heilman KM, Valenstein E. Mechanisms underlying hemispatial neglect. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 1979;5(2):166–70.
<https://doi.org/10.1002/ana.410050210>
 5. Williams L, Kernot J, Hillier SL, Loetscher T. Spatial neglect subtypes, definitions and assessment tools: a scoping review. *Frontiers in neurology*. 2021;12:742365.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.742365>
 6. Esposito E, Shekhtman G, Chen P. Prevalence of spatial neglect post-stroke: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2021;64(5):101459.
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.10.010>
 7. Marsh EB, Hillis AE. Dissociation between egocentric and allocentric visuospatial and tactile neglect in acute stroke. *Cortex*. 2008; 44(9):1215–20.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2006.02.002>
 8. Terruzzi S, Albini F, Massetti G, Etzi R, Gallace A, Vallar G. The neuropsychological assessment of unilateral spatial neglect through computerized and virtual reality tools: a scoping review. *Neuropsychology Review*. 2024; 34(2):363–401.
<https://doi.org/10.1007/s11065-023-09586-3>
 9. Kerkhoff G. Multimodal spatial orientation deficits in left-sided visual neglect. *Neuropsychologia*. 1999;37(12):1387–405.
[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00031-7)
 10. Буслович ЕВ, Кулеш АА, Семашкова ТД. Изучение психометрического статуса методики диагностики симптома игнорирования. *Социальные и гуманитарные науки: теория и практика*. 2018;1(2):764–74.
Buslovich EV, Kulesh AA, Semashkova TD. Studying of method's psychometric status of diagnostics unilateral spatial neglect. *Social Sciences and Humanities Theory and Practice*. 2018;1(2):764–74 (In Russ.).
 11. Kaufmann BC, Cazzoli D, Pflugshaupt T, et al. Eyetracking during free visual exploration detects neglect more reliably than paper-pencil tests. *Cortex*. 2020;129:223–35.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.04.021>
 12. Albert ML. A simple test of visual neglect. *Neurology*. 1973;23(6):658.
<https://doi.org/10.1212/WNL.23.6.658>
 13. Gauthier L, et al. The bells test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *International journal of clinical neuropsychology*. 1989;11(2):49–54.
 14. Schenkenberg T, Bradford DC, Ajax ET. Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*. 1980;30(5):509.
<https://doi.org/10.1212/WNL.30.5.509>
 15. Bickerton WL, et al. Separating forms of neglect using the Apples Test: validation and functional prediction in chronic and acute stroke. *Neuropsychology*. 2011;25(5):567.
<https://doi.org/10.1037/a0023501>
 16. Jang H, Jang JS. Standardization of apple cancellation test for neglect patients in Korea: An observational study. *World Journal of Clinical Cases*. 2023;11(22):5236.
<https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i22.5236>
 17. Kunka B, Kostek B. Exploiting audio-visual correlation by means of gaze tracking. *International Journal of Computer Science and Applications*. 2010;7(3):104–22.
 18. Григорьева ВН, Семака МА, Сорокина ТА. Неглект у больных с острым нелакунарным полушарным ишемическим инсультом: клинические подтипы, частота встречаемости и связь с локализацией очага поражения. *Медицинский альманах*. 2024;2(79):67–75.
 19. Grigoryeva VN, Semaka MA, Sorokina TA. Neglect in patients with acute non-lacunar hemispheric ischemic stroke: clinical subtypes, their incidence and association with the lesion localization. *Medical Almanac*. 2024;2(79):67–75 (In Russ.).
 19. Pouget A., Driver J. Relating unilateral neglect to the neural coding of space. *Current opinion in neurobiology*. 2000;10(2):242–9.
[https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(00\)00077-5](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(00)00077-5)
 20. Dai S, et al. Lateropulsion after hemispheric stroke: a form of spatial neglect involving graviception. *Neurology*. 2021;96(17):e2160–71.
<https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000011826>
 21. Embrechts E, et al. Association between spatial neglect and impaired verticality perception after stroke: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2023;66(3):101700.
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101700>
 22. Bots ML, et al. γ-Glutamyltransferase and risk of stroke: the EUROSTROKE project. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2002;56(1):i25–9.
https://doi.org/10.1136/jech.56.suppl_1.i25
 23. Corbetta M, Shulman GL. Spatial neglect and attention networks. *Annual review of neuroscience*. 2011;34(1):569–99.
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-061010-113731>
 24. Hammerbeck U, et al. Spatial neglect in stroke: Identification, disease process and association with outcome during inpatient rehabilitation. *Brain sciences*. 2019;9(12):374.
<https://doi.org/10.3390/brainsci9120374>
 25. Синдром игнорирования (неглeкта) у постинсультных пациентов и возможности нейропсихологической реабилитации. Сборник: Материалы VII Сибирского психологического форума, Томск; 2017.
Neglect syndrome in post-stroke patients and the possibilities of neuropsychological rehabilitation. Proceedings of the VII Siberian Psychological Forum, Tomsk; 2017.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: А.Д. Айзенштейн — планирование исследования, выполнение экспериментальной части, анализ данных литературы, написание текста рукописи; М.А. Шурупова — выполнение экспериментальной части, статистическая обработка результатов, написание и редактирование текста рукописи; С.А. Энеева — первичная обработка данных экспериментальных исследований, анализ данных литературы, написание текста рукописи; Г.Е. Иванова — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

ОБ АВТОРАХ

Айзенштейн Алина Дмитриевна
<https://orcid.org/0000-0001-7442-0903>
alinaaiz@yandex.ru

Шурупова Марина Алексеевна, канд. биол. наук
<https://orcid.org/0000-0003-2214-3187>
shurupova.marina.msu@gmail.com

Энеева Салима Артуровна
<https://orcid.org/0009-0007-2605-5439>
sali1225@yande.ru

Иванова Галина Евгеньевна, д-р. мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0003-3180-5525>
reabilivanova@mail.ru