

Получена: 10 ноября 2023/ Принята: 15 ноября 2023/ Опубликовано online: 28 декабря 2023

УДК 612.821.3

DOI: [10.26212/2227-1937.2023.22.34.007](https://doi.org/10.26212/2227-1937.2023.22.34.007)

А.А. Ким, [http://orcid: 0009-0004-1616-5755](http://orcid.org/0009-0004-1616-5755)

Ш.О. Рыспекова, [http://orcid: 0009-0006-6106-2565](http://orcid.org/0009-0006-6106-2565)

А.Д. Нурахова, [http://orcid: 0000-0003-0048-1396](http://orcid.org/0000-0003-0048-1396)

НАО «Казахский Национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова», г. Алматы, Республика Казахстан

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О НЕЙРОБИОЛОГИИ СТРЕССА И ЕГО ВЛИЯНИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АСИММЕТРИЮ МОЗГА

Резюме: В данной статье проводится анализ литературных данных по основным аспектам воздействия стресса на различные формы функциональной асимметрии мозга в контексте пола, возраста, а также механизмов изменения когнитивных и эмоциональных функций мозга. Рецепторные и нейрохимические изменения, вызванные стрессом, обладают свойством влиять на баланс активности полушарий мозга, в частности, на асимметрию в работе левого и правого полушарий.

Ключевые слова: межполушарные асимметрия мозга, стресс, гормон, активация, левое полушарие, правое полушарие

Ә.А. Ким, Ш.О. Рыспекова, А.Д. Нурахова

С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медицина Университеті, Алматы, Қазақстан

СТРЕСС НЕЙРОБИОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ МИДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ АСИММЕТРИЯСЫНА ӘСЕРІ ТУРАЛЫ ЗАМАНАУИ ҒЫЛЫМИ КӨРІНІСТЕР

Түйін: Бұл мақалада әр түрлі жартышар асимметриясы бар миға әр түрлі формадағы стресстің адамның жынысына, жасына және мидың когнитивтік, эмоционалдық әсер ету механизіміне туралы әдебиеттік шолу жасалынған. Стресстен туындаған рецепторлар мен нейрохимиялық өзгерістер мидың жартышарлардың қызымет тепе-теңдігіне, атап айтқанда, сол және оң жақ жарты шарлардың жұмысындағы асимметриядағы әсерге әсер ету мүмкіндігі бар.

Түйін сөздер: мидың әр түрлі жартышар асимметриясы, стресс, гормон, белсендену, сол жақ жартышар, оң жақ жартышар

A.A. Kim, Sh.O. Ryspekova, A.D. Nurakhova

S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

RECENT SCIENTIFIC INSIGHTS INTO THE NEUROBIOLOGY OF STRESS AND ITS IMPACT ON FUNCTIONAL BRAIN ASYMMETRY

Resume: This article provides an analysis of literary data on the main aspects of stress impact on various forms of functional brain asymmetry in the context of gender, age, as well as mechanisms of cognitive and emotional brain function alterations. Receptor and neurochemical changes induced by stress have the property of influencing the balance of activity between the hemispheres of the brain, particularly asymmetry in the functioning of the left and right hemispheres.

Key words: interhemispheric brain asymmetry, stress, hormones, activation, left hemisphere, right hemisphere

Введение: В середине 19-го века были сделаны определенные открытия учеными в области анатомического строения мозга и его функций. Немецкий анатом Франц Галл был первым исследователем, который описал различные центры головного мозга. В последующем многими учеными были выполнены другие открытия, касающиеся строения и функций мозга. В это время П. Брок, М. Дакс, К. Вернике проводили исследования различных участков полушарий головного мозга [1, 2, 3, 4]. Их работы способствовали развитию идеи о наличии ведущего полушария головного мозга, которую высказал английский невролог Хьюлингс Джексон. С этого момента началось изучение функциональных особенностей мозга с позиции различных видов асимметрии [5].

Специализация полушарий в отношении той или иной когнитивной функции, скорее всего, является отражением различий в нейронных цепях каждого полушария и коррелирует с асимметрией серого и белого вещества левого и правого полушарий

головного мозга. В исследованиях были выделены две хорошо задокументированные нейроанатомические асимметрии, обнаруженные в коре головного мозга человека, которые перекрываются с областями, участвующими в речевом процессе. Это височная доля мозга, выполняющая функцию слуховой коры. В 65% случаев она обнаруживается в мозге взрослого человека с большим объемом серого вещества и находится на левой стороне. Боковая борозда, одна из наиболее выступающих щелей, разделяющих лобную и теменную доли с каждой стороны мозга, в левом полушарии значительно длиннее, чем в правом [6]. Еще одна структурная асимметрия была описана в лобных и затылочных корковых выступах [7, 8].

Функциональная асимметрия мозга – это явление, при котором разные полушария мозга выполняют различные функции, специализируясь на определенных видах когнитивной и эмоциональной деятельности. Таким образом, левое и правое полушария мозга различаются в своей способности

обрабатывать информацию и участвовать в разных аспектах познавательной и эмоциональной деятельности человека [9].

Одним из наиболее известных примеров функциональной асимметрии мозга является латерализация речи. У большинства людей локализация речи сосредоточена в левом полушарии, что связано с так называемым "Броковым центром" – областью мозга, ответственной за продукцию и понимание речи. Правое полушарие, в свою очередь, специализируется на обработке невербальных аспектов коммуникации и выражении эмоций. Функциональная асимметрия мозга также проявляется в других когнитивных и эмоциональных функциях. Например, исследования показывают, что левое полушарие более активно при работе над аналитическими задачами, а правое полушарие – при обработке образной информации и восприятии музыки. Это подтверждает идею, что асимметрия мозга является биологической основой разнообразия когнитивных процессов [10, 11, 12].

Значение функциональной асимметрии мозга для психологии и нейробиологии заключается в том, что она дает нам понимание о том, как разные аспекты психической деятельности человека организованы в мозге. Это понимание имеет важное значение при изучении неврологических и психических расстройств, а также при разработке методов реабилитации и лечения. Исследования в области функциональной асимметрии мозга продолжают расширять наши знания о том, как мозг обеспечивает сложные психические функции, и как внешние факторы, такие как стресс, могут влиять на это взаимодействие между полушариями. В следующих разделах этой статьи мы рассмотрим, как стресс воздействует на функциональную асимметрию мозга, и какие следствия это может иметь для когнитивных и эмоциональных процессов.

Стресс – это комплексное состояние, характеризующееся физиологическими и психологическими реакциями на разнообразные негативные или требующие адаптации события или ситуации. Стресс может быть вызван физическими факторами, такими как физическая нагрузка или голод, а также психологическими факторами, например, экзаменами, работой, или личными потребностями [13]. Важно отметить, что стресс является нормальной реакцией организма на вызовы и может иметь положительные адаптивные аспекты. Однако, когда стресс становится хроническим или чрезмерным, он может нанести вред здоровью и оказать отрицательное воздействие на мозговую активность [14].

Стресс вызывает ряд физиологических и психологических реакций, включая увеличение выделения стрессовых гормонов, таких как кортизол и адреналин, активацию автономной нервной системы и изменения в уровне восприятия боли. В ответ на стресс, мозг активирует различные области, связанные с регуляцией эмоций, а также подавление некоторых когнитивных функций [15].

Исследования показывают, что стресс оказывает негативное воздействие на мозг, в частности на структуры, связанные с эмоциональной регуляцией, такие как миндалевидное тело и гиппокамп. Эти изменения в мозге могут влиять на функциональную асимметрию мозга, так как стресс может изменять активацию разных полушарий [16].

Понимание того, как стресс воздействует на организм, в том числе на мозг и его функциональную асимметрию, имеет важное значение для психологии и медицины. Это позволяет разрабатывать стратегии управления стрессом, а также методы лечения для пациентов, страдающих от стрессорных состояний и психических расстройств.

Цель: Анализ литературных данных об основных аспектах влияния стресса на различные виды функциональной асимметрии мозга.

Стратегия поиска: Мы провели электронный поиск в следующих базах данных: Google Scholar, E-library.ru, PubMed, Scopus, Nature, КиберЛенинка. Глубина поиска составила 50 лет, с января 1973 по ноябрь 2023 года. В исследование включены полнотекстовые публикации на русском и английском языках, описывающие влияние стресса на различные виды функциональной асимметрии мозга. В качестве ключевых были использованы следующие запросы: "Влияние стресса на функциональную асимметрию мозга", "Стресс и мозговая асимметрия", "Стресс и нейробиология мозговой асимметрии", "Психологические реакции на стресс и мозговая асимметрия", "Стресс и функциональная латерализация мозга", "Исследования нейробиологии стресса и мозговой асимметрии", "Воздействие стресса на эмоциональную асимметрию мозга", "Воздействие стресса на когнитивную асимметрию мозга", "Половые и возрастные различия в реакциях на стресс и мозговая асимметрия", "Индивидуальные различия в реакциях на стресс и мозговая асимметрия", "Исследования нейрообразования и стресса". На начальном этапе поиска 3458 публикаций было найдено. После исключения повторяющихся публикаций и статей, не соответствующих критериям включения, были приняты в исследование 58 публикации.

Результаты и обсуждение: Исследователи используют разнообразные техники нейрообразования, чтобы изучить активацию мозга при стрессе. Одной из наиболее распространенных техник является функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), которая позволяет измерять изменения кровотока в мозге и связывать их с активацией конкретных областей [17]. Электроэнцефалография (ЭЭГ) также широко используется для изучения электрической активности мозга в реальном времени [18]. Исследования с использованием этих методов показывают, что стресс может изменять активацию различных областей мозга, включая те, которые связаны с эмоциональными реакциями и регуляцией, а также когнитивными процессами. Как результат, функциональная асимметрия мозга может модулироваться под воздействием стресса.

Асимметрия мозга в обработке эмоций – это уникальная характеристика мозговой организации, которая означает, что разные полушария мозга специализированы на обработке различных аспектов эмоций [19, 20, 21]. Левое полушарие часто ассоциируется с положительными эмоциями, такими как радость, удовлетворение и спокойствие. В то время как правое полушарие активируется при негативных эмоциях, таких как страх, грусть и тревожность [22].

Стресс является ключевым фактором, меняющим эмоциональную асимметрию мозга. Когда организм подвергается стрессу, активация правого полушария

часто увеличивается, что может привести к усилению негативных эмоциональных реакций [23]. Это проявляется в форме более интенсивных чувств тревожности, страха и пессимизма.

Исследования, проведенные с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) и электроэнцефалографии (ЭЭГ), позволили ученым наблюдать изменения в активации мозга в ответ на стрессовые ситуации. Обнаружено, что стресс активирует правое полушарие, что может вызвать увеличение негативных эмоциональных проявлений [24, 25, 26, 27].

Кроме того, изменения в эмоциональной асимметрии мозга могут оказывать влияние на принятие решений и поведение в стрессовых ситуациях. Усиление активации правого полушария при стрессе может способствовать более консервативным и осторожным решениям, что может быть полезным в определенных контекстах, но ограничивающим в других [28, 29].

Таким образом, понимание влияния стресса на эмоциональную асимметрию мозга является важным для разработки стратегий управления стрессом и психологических вмешательств, направленных на смягчение негативных эмоциональных последствий стресса.

Когнитивная асимметрия мозга отражает специализацию левого и правого полушарий на выполнении различных когнитивных функций. Левое полушарие обычно связывается с лингвистическими и аналитическими задачами, такими как речь и математика [30, 31, 32]. Правое полушарие, с другой стороны, активируется при обработке образной информации, пространственных задач и креативных процессах [33, 34, 35, 36, 37].

Стресс оказывает воздействие на когнитивную асимметрию мозга, меняя активацию левого и правого полушарий [19]. Исследования показывают, что стресс может привести к увеличению активации правого полушария, что может влиять на когнитивные функции.

Когнитивные функции, такие как принятие решений, память, внимание и обучение, могут быть затронуты под воздействием стресса. Например, увеличение активации правого полушария при стрессе может повлиять на способность человека анализировать информацию рационально и логически [31]. Это может привести к трудностям в принятии решений, особенно в ситуациях, требующих анализа множества факторов.

Кроме того, стресс может сказываться на памяти и внимании. Увеличение активации правого полушария может привести к ухудшению рабочей памяти и способности концентрации внимания [38, 39]. Это может проявляться в забывчивости и снижении производительности в умственных задачах и может истощать организм [40, 41].

Исследования также показывают, что стресс может влиять на креативные способности человека. Увеличение активации правого полушария может способствовать креативным процессам, но в то же время, это может привести к негативным эмоциональным состояниям, что может ограничить проявление креативности [42].

Важно понимать, что воздействие стресса на когнитивную асимметрию мозга может быть индивидуальным и зависит от разных факторов, включая степень стресса, его длительность и

индивидуальные особенности человека.

Таким образом, мы рассмотрели влияние стресса на функциональную асимметрию мозга, особенно в контексте эмоциональных и когнитивных функций. Однако, важно учесть, что эффекты стресса на мозг и его асимметрию могут варьировать в зависимости от индивидуальных особенностей человека и конкретных стрессовых ситуаций.

Индивидуальные различия в реакциях на стресс могут включать генетические факторы, предыдущий опыт, уровень обучения и личностные особенности [43, 44]. Например, некоторые люди могут проявлять более выраженные эмоциональные реакции на стресс, что может сказываться на активации различных полушарий мозга. Другие могут иметь более эффективные стратегии регулирования стресса, которые влияют на активацию мозга в меньшей степени.

Стрессовые ситуации также могут различаться по своей природе. Например, стресс, вызванный физической опасностью, может вызвать более интенсивную активацию правого полушария, связанного с обработкой страха и тревожности [19]. В то время как стресс, связанный с социальными взаимодействиями или профессиональными задачами, может оказывать большее воздействие на активацию левого полушария, связанного с аналитическими задачами и речью.

Исследования в области стресса и мозговой активации подчеркивают важность учета индивидуальных различий и конкретных контекстов стресса при анализе воздействия на функциональную асимметрию мозга. Это помогает лучше понять, почему реакции на стресс могут различаться у разных людей и в разных ситуациях.

Половые различия в реакциях на стресс могут быть связаны с полушарной асимметрией мозга, что добавляет сложность в понимании того, как стресс воздействует на мозг мужчин и женщин.

У женщин часто наблюдается более выраженная эмоциональная реакция на стрессовые ситуации. Эмоции, такие как тревожность и депрессия, могут быть более интенсивными у женщин, и это может быть связано с активацией определенных частей мозга [45]. Но реакция на стресс у мужчин выше чем у женщин [46]. Исследования показывают, что лимбическая система, включая гиппокамп и миндалевидное тело, часто активируется при эмоциональных реакциях на стресс. Эти структуры мозга, как правило, связывают с обработкой эмоций и формированием памяти о стрессовых событиях [47]. Важно отметить, что эти структуры мозга могут быть латерализованы, то есть, одно полушарие может быть более активным в определенных контекстах. У женщин наблюдается более высокая активация правого полушария в лимбической системе при эмоциональных реакциях. Это может объяснять более высокий уровень тревожности и реакций на стресс у женщин [48].

У мужчин, с другой стороны, активация при стрессе может сосредотачиваться на физиологических проявлениях, таких как изменение сердечного ритма и адреналиновый отклик. Иногда мужчины могут проявлять менее выраженные эмоциональные реакции, что может быть связано с активацией левого полушария мозга, ответственного за рациональное мышление и самоконтроль, которое во многом это связано с общим подавлением оси НРА

(гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось) у мужчин за счет активации тестостерона после полового созревания [49, 50, 51].

На молекулярном уровне, исследования выявили влияние половых гормонов на стресс, зависимость от пола человека. Различия в реакции на стресс за счет регуляции нейромедиатора системы, включая экспрессию и интернализацию 5-НТ (5-гидрокситриптамин), норадреналина и рецепторов CRF (кортикотропин-рилизинг фактор) [52]. Поэтому гормональные различия между мужчинами и женщинами также могут влиять на реакции на стресс и активацию мозга. Например, эстрогены, женские половые гормоны, могут оказывать воздействие на активацию лимбической системы и усиливать эмоциональные реакции на стресс у женщин [53].

Также важно учитывать фазы менструального цикла, во время которых уровни эстрогенов меняются. Некоторые исследования указывают на более выраженные эмоциональные реакции на стресс во второй половине цикла, когда уровни эстрогенов выше.

Полушарная асимметрия мозга может оказывать влияние на взаимодействие между различными частями мозга. Например, у женщин более активное правое полушарие, связанное с эмоциями, может воздействовать на работу левого полушария, отвечающего за язык и аналитическое мышление [54].

Это перекрестное взаимодействие может обуславливать более выраженные эмоциональные реакции у женщин в ответ на стресс, так как оба полушария мозга могут работать совместно в процессе реакции на стрессовые ситуации.

Возрастные различия в реакциях на стресс представляют собой важный аспект в изучении воздействия стресса на мозг и его функциональную асимметрию. Эти различия могут иметь важное значение для понимания, как стресс воздействует на психологическое и физиологическое состояние людей в разные периоды жизни. Рассмотрим более подробно, как возраст влияет на реакции на стресс.

Возрастные различия в реакциях на стресс частично связаны с развитием мозга на протяжении жизни. В детском и подростковом возрасте мозг находится в стадии активного развития и модификации. Это влияет на способность регулировать эмоции и адаптироваться к стрессовым ситуациям. Например, подростки могут иметь менее развитые стратегии управления стрессом по сравнению с взрослыми, что делает их более уязвимыми к негативным последствиям стресса [55, 56].

Возрастные различия в реакциях на стресс также связаны с гормональными изменениями, происходящими в организме в разные периоды жизни. Например, в подростковом возрасте уровни половых гормонов начинают изменяться, что может влиять на эмоциональные реакции на стресс и активацию мозга. У женщин, менструальный цикл также может влиять на реакции на стресс, и эти вариации в гормональных уровнях могут изменять активацию различных частей мозга.

С возрастом люди накапливают опыт в управлении стрессом и развивают более эффективные стратегии управления. Взрослые могут обладать большей способностью адаптироваться к стрессовым ситуациям и использовать свой опыт для регулирования эмоций. Это может отражаться в

активации различных частей мозга, так как опыт влияет на пластичность мозга и способность к саморегуляции [57].

Исследования показывают, что возраст может влиять на паттерны активации мозга в ответ на стрессовые ситуации. Например, дети и подростки могут проявлять более высокую активацию лимбической системы, ответственной за обработку эмоций, в ответ на стресс. Взрослые, с другой стороны, могут проявлять более интенсивную активацию корковых областей мозга, связанных с аналитическим мышлением и самоконтролем [58].

Возрастные различия в реакциях на стресс также могут иметь важные последствия для психического и физического здоровья. Например, стресс в детстве и подростковом возрасте может повлиять на развитие психических расстройств в будущем. У взрослых, неэффективное управление стрессом может увеличить риск для здоровья, так как оно связано с более высокими уровнями хронического стресса.

Изучение возрастных различий в реакциях на стресс и их влияние на мозг представляет собой важное направление для дальнейших исследований. Возраст может играть роль в том, как люди переживают и реагируют на стресс, и понимание этих различий может иметь практическое значение для разработки подходов к управлению стрессом и поддержанию психологического здоровья в разных возрастных группах.

Более подробное изучение возрастных различий в реакциях на стресс может также привести к разработке более индивидуальных и эффективных стратегий управления стрессом, учитывающих возрастные особенности. Например, психологические интервенции для детей и подростков могут отличаться от методов, применяемых у взрослых, чтобы учесть их уникальные потребности.

Важно также учитывать, что возрастные различия могут варьировать в зависимости от индивидуальных особенностей и контекста. Поэтому дальнейшие исследования должны учитывать широкий спектр факторов, включая биологические, социальные и психологические аспекты, чтобы получить более полное представление о влиянии возраста на реакции на стресс и активацию мозга.

Исследования в этой области могут также пролить свет на те механизмы, которые стоят за возрастными изменениями в реакциях на стресс, что может быть важно для разработки методов предотвращения и вмешательства в случае возрастных групп, подверженных большему риску стресса и его негативных последствий.

Заключение. В заключение можно отметить, что влияние стресса на различные функциональные асимметрии мозга остается предметом активных исследований в области нейронауки. Существующие исследования показывают, что стресс может влиять на активность различных частей мозга, включая те, которые ответственны за языковые способности, эмоциональные реакции и когнитивные функции.

Однако стоит отметить, что результаты исследований не всегда однозначны и могут зависеть от множества факторов, таких как индивидуальные различия, тип стресса, продолжительность воздействия стрессоров и т.д. Некоторые исследования указывают на то, что стресс может привести к изменениям в функциональных асимметриях мозга, в то время как другие

исследования не обнаруживают явных связей. Следовательно, необходимо проводить дополнительные исследования с более точными методами измерения активности мозга и учетом всех возможных влияющих факторов. Это позволит более глубоко понять механизмы влияния стресса на функциональные асимметрии мозга и, возможно, поможет разработать более эффективные методы управления стрессом и его негативными последствиями для мозговой деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Springer S, Deutsch G. *Left Brain Right Brain: Perspectives from Cognitive Neuroscience*. New York: W.H. Freeman & Company; 1997.
- 2 Broca P. Sur le siege de la faculte du langage articule ("nous parlons avec l'hemisphere gauche", p384). *Bull. Soc. Anthropol.* 1865;6:377-93.
- 3 Dax M. Lesions de la moitie gauche de l'encephale coincident avec l'oubli des signes de la pensee (lu a montpellier en 1936). *Gaz. Hebd. Medecine Chir.* Tome 2. 1865;2:259-62.
- 4 Manning L, Thomas-Anterion C. Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere. *Rev. Neurol.* 2011;167(12):868-72.
- 5 Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. *Cerebral Lateralization and Specialization. Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. 2nd ed. New York: Norton; 2002. ISBN 978-0393977776. OCLC 47767271.
- 6 Geschwind N, Levitsky W. Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. *Science.* 1968;161(3837):186-87.
- 7 LeMay M. Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man, and nonhuman primate. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1976;280(1):349-66.
- 8 Toga AW, Thompson PM. Mapping brain asymmetry. *Nat. Rev. Neurosci.* 2003;4(1):37-48.
- 9 Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. *Cerebral Lateralization and Specialization. Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. 2nd ed. New York: Norton; 2002. ISBN 978-0393977776. OCLC 47767271.
- 10 Witelson SF. Brain Asymmetry, Functional Aspects. In: *States of Brain and Mind. Readings from the Encyclopedia of Neuroscience*. Birkhäuser, Boston, MA; 1988. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-6771-8_6.
- 11 "Broca's Area Is the Brain's Scriptwriter, Shaping Speech, Study Finds - 02/17/2015". www.hopkinsmedicine.org. Retrieved 2019-04-11
- 12 Kanwisher N, Yovel G. The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences.* 2006-12-29;361(1476):2109-2128. doi:10.1098/rstb.2006.1934.
- 13 Meng M, Cherian T, Singal G, Sinha P. Lateralization of face processing in the human brain. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.* 2012-05-22;279(1735):2052-2061. doi:10.1098/rspb.2011.1784.
- 14 *Kratkaya meditsinskaya entsiklopediya. V 2-kh tomakh / Pod red. V. I. Pokrovskogo, izd. 3-e, ispr. i dop. // M.: NPO "Meditsinskaya entsiklopediya", 1994. — T. II, Miyazy — Yashchur, 544 s. ISBN 5-8317-0086-0. S. 343—344 (Stress, emotsional'nyy stress).*
- 15 Tarabrina NV, Agarkov VA, Bykhovets YuV, Kalmykova ES, Makarchuk AV, Padun MA, Udachina EG, Khimchyan ZG, Shatalova NE, Shchepina AI. *Prakticheskoye rukovodstvo po psikhologii posttravmaticheskogo stressa Ch. 1. Teoriya i metody / pod obshchey redaktsiyey Tarabrinoy NV. — M.: Izdatel'stvo "Kogito-Tsentr", 2007.*
- S. 12—13. — 208 s. — (Psikhologicheskii instrumentariy). — 2000 ekz. — ISBN 978-5-89353-208-1.
- 16 Allen AP, Kennedy PJ, Cryan JF, Dinan TG, Clarke G. Biological and psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014 Jan;38:94-124.
- 17 Roozendaal B, McEwen B, Chattarji S. Stress, memory and the amygdala. *Nat Rev Neurosci.* 2009;10:423-433. <https://doi.org/10.1038/nrn2651>
- 18 Aybek S, Nicholson TR, O'Daly O, Zelaya F, Kanaan RA, David AS. Emotion-motion interactions in conversion disorder: an fMRI study. *PLoS One.* 2015;10.
- 19 Katmah R, Al-Shargie F, Tariq U, Babiloni F, Al-Mughairbi F, Al-Nashash H. A Review on Mental Stress Assessment Methods Using EEG Signals. *Sensors (Basel).* 2021 Jul 26;21(15):5043. doi: 10.3390/s21155043. PMID: 34372280; PMCID: PMC8347831.
- 20 Stanković M, Nešić M. Functional brain asymmetry for emotions: psychological stress-induced reversed hemispheric asymmetry in emotional face perception. *Exp Brain Res.* 2020;238:2641-2651. <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05920-w>
- 21 Brigitte S, Harry AW. *Handbook of the Neuroscience of Language*. Elsevier; 2008. Pages 453-463. ISBN 9780080453521. <https://doi.org/10.1016/B978-008045352-1.00048-3>.
- 22 Nelson TA, Sérgio SS, Antonio A. Models of brain asymmetry in emotional processing. *Psychol Neurosci.* 2008;1(1):63-66. doi:10.3922/j.psns.2008.1.010
- 23 Demaree HA, Everhart DE, Youngstrom EA, Harrison DW. Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating "dominance". *Behav Cogn Neurosci Rev.* 2005;4:3-20.
- 24 Davidson RJ. Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In: R.J. Davidson, K. Hughdahl, editors. *Brain Asymmetry*. Massachusetts: MIT Press; 1995. Pages 361-387.
- 25 Stanković M, Nešić M. Functional brain asymmetry for emotions: Psychological stress-induced reversed hemispheric asymmetry in emotional face perception. *Exp Brain Res.* 2020;238:2641-2651. doi: <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05920-w>.
- 26 Beraha E, Eggers J, Hindi Attar C, Gutwinski S, Schlagenhauf F, Stoy M, et al. Hemispheric Asymmetry for Affective Stimulus Processing in Healthy Subjects—A fMRI Study. *PLoS One.* 2012;7. e46931. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046931>.
- 27 Phan KL, Taylor SF, Welsh RC, et al. Neural correlates of individual ratings of emotional salience: a trial-related fMRI study. *Neuroimage.* 2004 Feb;21(2):768-780. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.09.072. PMID: 14980580.
- 28 Onal-Hartmann C, Pauli P, Ocklenburg S, Güntürkün O. The motor side of emotions: investigating the relationship between hemispheres, motor reactions and emotional stimuli. *Psychol Res.* 2011. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0337-4>.
- 29 van Honk J, Schutter DJ, Hermans EJ, Putman P. Low cortisol levels and the balance between punishment sensitivity and reward dependency. *Neuroreport.* 2003;14:1993-1996.
- 30 Starcke K, Brand M. Decision making under stress: A selective review. *Neurosci Biobehav Rev.* 2012;36(4):1228-1248. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.02.003>.
- 31 Bethmann A, Tempelmann C, De Bleser R, Scheich H, Brechmann A. Determining language laterality by fMRI and dichotic listening. *Brain Res.* 2007;1133:145-157.

doi:10.1016/j.brainres.2006.11.057

32 Johnstone LT, Karlsson EM, Carey DP. Left-handers are less lateralized than right-handers for both left and right hemispheric functions. *Cereb Cortex*. 2021;31:3780–3787.

33 Knecht S, Dräger B, Deppe M, Bobe L, Lohmann H, Flöel A, et al. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*. 2000;123:2512–2518.

34 Gotts SJ, Jo HJ, Wallace GL, Saad ZS, Cox RW, Martin A. Two distinct forms of functional lateralization in the human brain. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013;110:E3435–E3444.

35 Beeman M, Friedman RB, Grafman J, Perez E, Diamond S, Lindsay MB. Summation priming and coarse semantic coding in the right-hemisphere. *J Cogn Neurosci*. 1994;6:26–45.

36 Chiarello C, Liu S, Shears C, Quan N, Kacirik N. Priming of strong semantic relations in the left and right visual fields: a time-course investigation. *Neuropsychologia*. 2003;41:721–732.

37 Hutchison KA. Is semantic priming due to association strength or feature overlap? A microanalytic review. *Psychon Bull Rev*. 2003;10:785–813.

38 Jung-Beeman M. Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends Cogn Sci*. 2005;9:512–518.

39 Roozendaal B, McEwen BS, Chattarji S. Stress, memory and the amygdala. *Nat Rev Neurosci*. 2009;10:423–433.

40 Jung YH, Shin NY, Jang JH, Lee WJ, Lee D, Choi Y, Choi SH, Kang DH. Relationships among stress, emotional intelligence, cognitive intelligence, and cytokines. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(18):e15345. doi:10.1097/MD.00000000000015345.

41 Görgens-Ekermans G, Brand T. Emotional intelligence as a moderator in the stress-burnout relationship: a questionnaire study on nurses. *J Clin Nurs*. 2012;21(15-16):2275–2285. doi:10.1111/j.1365-2702.2012.04171.x.

42 Mitra S, Sarkar AP, Haldar D, Saren AB, Lo S, Sarkar GN. Correlation among perceived stress, emotional intelligence, and burnout of resident doctors in a medical college of West Bengal: A mediation analysis. *Indian J Public Health*. 2018;62(1):27–31. doi:10.4103/ijph.IJPH_368_16.

43 Mihov KM, Denzler M, Förster J. Hemispheric specialization and creative thinking: a meta-analytic review of lateralization of creativity. *Brain Cogn*. 2010;72(3):442–448. doi:10.1016/j.bandc.2009.12.007.

44 Mashoodh R, Habrylo IB, Gudsnuk K, Champagne FA. Sex-specific effects of chronic paternal stress on offspring development are partially mediated via mothers. *Horm Behav*. 2023;152:105357. doi:10.1016/j.yhbeh.2023.105357.

45 Bisagno V, Cadet JL. Stress, sex, and addiction: potential roles of corticotropin-releasing factor, oxytocin, and arginine-vasopressin. *Behav Pharmacol*. 2014;25(5-6):445–457. doi:10.1097/FBP.0000000000000049.

46 Woon FL, Hedges DW. Amygdala volume in adults with posttraumatic stress disorder: a meta-analysis. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 2009;21:5–12.

47 Reschke-Hernández AE, Okerstrom KL, Bowles Edwards A, Tranel D. Sex and stress: Men and women show different cortisol responses to psychological stress induced by the Trier social stress test and the Iowa singing social stress test. *J Neurosci Res*. 2017 Jan 2;95(1-2):106–114. doi: 10.1002/jnr.23851.

48 Cunningham WA, Kirkland T. The joyful, yet balanced, amygdala: moderated responses to positive but not

negative stimuli in trait happiness. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2014;9:760–766.

49 Hamann SB, Ely TD, Hofman JM, Kilts CD. Ecstasy and agony: activation of the human amygdala in positive and negative emotion. *Psychol Sci*. 2002;13:135–141.

50 Wang S, Yu R, Tyszka JM, Zhen S, Kovach C, Sun S, et al. The human amygdala parametrically encodes the intensity of specific facial emotions and their categorical ambiguity. *Nat Commun*. 2017;8:14821.

51 Kajantie E, Phillips DI. The effects of sex and hormonal status on the physiological response to acute psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2006;31:151–178.

52 Mueller BR, Bale TL. Sex-specific programming of offspring emotionality after stress early in pregnancy. *J Neurosci*. 2008;28:9055–9065.

53 Herman JP, Ostrander MM, Mueller NK, Figueiredo H. Limbic system mechanisms of stress regulation: Hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2005;29:1201–1213. doi:10.1016/j.pnpbp.2005.08.006.

54 Bale TL, Epperson CN. Sex differences and stress across the lifespan. *Nat Neurosci*. 2015;18:1413–1420. doi:10.1038/nn.4112.

55 Radhakrishnan L, Carey K, Hartnett KP, et al. Pediatric Emergency Department Visits Before and During the COVID-19 Pandemic — United States, January 2019–January 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2022;71:313–318. doi: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7108e1>.

56 Stawski RS, Sliwinski MJ, Smyth JM. Stress-related cognitive interference predicts cognitive function in old age. *Psychol Aging*. 2006;21:535–544.

57 Lipson SK, Zhou S, Abelson S, Heinze J, Jirsa M, Morigney J, et al. Trends in college student mental health and help-seeking by race/ethnicity: Findings from the national healthy minds study, 2013–2021. *J Affect Disord*. 2022;306:138–147. doi:10.1016/j.jad.2022.03.038.

58 Maletic V, Robinson M, Oakes T, Iyengar S, Ball SG, Russell J. Neurobiology of depression: an integrated view of key findings. *Int J Clin Pract*. 2007 Dec;61(12):2030–40. doi: 10.1111/j.1742-1241.2007.01602.x. Epub 2007 Oct 17. PMID: 17944926; PMCID: PMC2228409.

REFERENCES

1 Springer S, Deutsch G. *Left Brain Right Brain: Perspectives from Cognitive Neuroscience*. New York: W.H. Freeman & Company; 1997.

2 Broca P. Sur le siege de la faculte du langage articule (“nous parlons avec l’hemisphere gauche”, p384). *Bull. Soc. Anthropol*. 1865;6:377–93.

3 Dax M. Lesions de la moitie gauche de l’encephale coincident avec l’oubli des signes de la pensee (lu a montpellier en 1936). *Gaz. Hebd. Medecine Chir*. Tome 2. 1865;2:259–62.

4 Manning L, Thomas-Anterion C. Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere. *Rev. Neurol*. 2011;167(12):868–72.

5 Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. *Cerebral Lateralization and Specialization. Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. 2nd ed. New York: Norton; 2002. ISBN 978-0393977776. OCLC 47767271.

6 Geschwind N, Levitsky W. Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*. 1968;161(3837):186–87.

7 LeMay M. Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man, and nonhuman primate. *Ann. N. Y. Acad. Sci*. 1976;280(1):349–66.

8 Toga AW, Thompson PM. Mapping brain asymmetry.

- Nat. Rev. Neurosci. 2003;4(1):37–48.
- 9 Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. Cerebral Lateralization and Specialization. Cognitive neuroscience: the biology of the mind. 2nd ed. New York: Norton; 2002. ISBN 978-0393977776. OCLC 47767271.
- 10 Witelson SF. Brain Asymmetry, Functional Aspects. In: States of Brain and Mind. Readings from the Encyclopedia of Neuroscience. Birkhäuser, Boston, MA; 1988. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-6771-8_6.
- 11 "Broca's Area Is the Brain's Scriptwriter, Shaping Speech, Study Finds - 02/17/2015". www.hopkinsmedicine.org. Retrieved 2019-04-11
- 12 Kanwisher N, Yovel G. The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2006-12-29;361(1476):2109–2128. doi:10.1098/rstb.2006.1934.
- 13 Meng M, Cherian T, Singal G, Sinha P. Lateralization of face processing in the human brain. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 2012-05-22;279(1735):2052–2061. doi:10.1098/rspb.2011.1784.
- 14 Kratkaya meditsinskaya entsiklopediya. V 2-kh tomakh / Pod red. V. I. Pokrovskogo, izd. 3-e, ispr. i dop. // M.: NPO "Meditsinskaya entsiklopediya", 1994. — T. II, Miyazy — Yashchur, 544 s. ISBN 5-8317-0086-0. S. 343—344 (Stress, emotsional'nyy stress).
- 15 Tarabrina NV, Agarkov VA, Bykhovets YuV, Kalmykova ES, Makarchuk AV, Padun MA, Udachina EG, Khimchyan ZG, Shatalova NE, Shechepina AI. Prakticheskoye rukovodstvo po psikhologii posttravmaticheskogo stressa Ch. 1. Teoriya i metody / pod obshchey redaktsiyey Tarabrinoy NV. — M.: Izdatel'stvo "Kogito-Tsentr", 2007. — S. 12—13. — 208 s. — (Psikhologicheskyy instrumentariy). — 2000 ekz. — ISBN 978-5-89353-208-1.
- 16 Allen AP, Kennedy PJ, Cryan JF, Dinan TG, Clarke G. Biological and psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test. Neurosci Biobehav Rev. 2014 Jan;38:94-124.
- 17 Roozendaal B, McEwen B, Chattarji S. Stress, memory and the amygdala. Nat Rev Neurosci. 2009;10:423–433. <https://doi.org/10.1038/nrn2651>
- 18 Aybek S, Nicholson TR, O'Daly O, Zelaya F, Kanaan RA, David AS. Emotion-motion interactions in conversion disorder: an fMRI study. PLoS One. 2015;10.
- 19 Katmah R, Al-Shargie F, Tariq U, Babiloni F, Al-Mughairbi F, Al-Nashash H. A Review on Mental Stress Assessment Methods Using EEG Signals. Sensors (Basel). 2021 Jul 26;21(15):5043. doi: 10.3390/s21155043. PMID: 34372280; PMCID: PMC8347831.
- 20 Stanković M, Nešić M. Functional brain asymmetry for emotions: psychological stress-induced reversed hemispheric asymmetry in emotional face perception. Exp Brain Res. 2020;238:2641–2651. <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05920-w>
- 21 Brigitte S, Harry AW. Handbook of the Neuroscience of Language. Elsevier; 2008. Pages 453-463. ISBN 9780080453521. <https://doi.org/10.1016/B978-008045352-1.00048-3>.
- 22 Nelson TA, Sérgio SS, Antonio A. Models of brain asymmetry in emotional processing. Psychol Neurosci. 2008;1(1):63-66. doi:10.3922/j.psns.2008.1.010
- 23 Demaree HA, Everhart DE, Youngstrom EA, Harrison DW. Brain lateralization of emotional processing: Historical roots and a future incorporating "dominance". Behav Cogn Neurosci Rev. 2005;4:3-20.
- 24 Davidson RJ. Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In: R.J. Davidson, K. Hughdahl, editors. Brain Asymmetry. Massachusetts: MIT Press; 1995. Pages 361-387.
- 25 Stanković M, Nešić M. Functional brain asymmetry for emotions: Psychological stress-induced reversed hemispheric asymmetry in emotional face perception. Exp Brain Res. 2020;238:2641–2651. doi: <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05920-w>.
- 26 Beraha E, Eggers J, Hindi Attar C, Gutwinski S, Schlagenhaut F, Stoy M, et al. Hemispheric Asymmetry for Affective Stimulus Processing in Healthy Subjects—A fMRI Study. PLoS One. 2012;7. e46931. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046931>.
- 27 Phan KL, Taylor SF, Welsh RC, et al. Neural correlates of individual ratings of emotional salience: a trial-related fMRI study. Neuroimage. 2004 Feb;21(2):768-780. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.09.072. PMID: 14980580.
- 28 Onal-Hartmann C, Pauli P, Ocklenburg S, Güntürkün O. The motor side of emotions: investigating the relationship between hemispheres, motor reactions and emotional stimuli. Psychol Res. 2011. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0337-4>.
- 29 van Honk J, Schutter DJ, Hermans EJ, Putman P. Low cortisol levels and the balance between punishment sensitivity and reward dependency. Neuroreport. 2003;14:1993–1996.
- 30 Starcke K, Brand M. Decision making under stress: A selective review. Neurosci Biobehav Rev. 2012;36(4):1228-1248. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.02.003>.
- 31 Bethmann A, Tempelmann C, De Bleser R, Scheich H, Brechmann A. Determining language laterality by fMRI and dichotic listening. Brain Res. 2007;1133:145–157. doi:10.1016/j.brainres.2006.11.057
- 32 Johnstone LT, Karlsson EM, Carey DP. Left-handers are less lateralized than right-handers for both left and right hemispheric functions. Cereb Cortex. 2021;31:3780–3787.
- 33 Knecht S, Dräger B, Deppe M, Bobe L, Lohmann H, Flöel A, et al. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. Brain. 2000;123:2512–2518.
- 34 Gotts SJ, Jo HJ, Wallace GL, Saad ZS, Cox RW, Martin A. Two distinct forms of functional lateralization in the human brain. Proc Natl Acad Sci USA. 2013;110:E3435–E3444.
- 35 Beeman M, Friedman RB, Grafman J, Perez E, Diamond S, Lindsay MB. Summation priming and coarse semantic coding in the right-hemisphere. J Cogn Neurosci. 1994;6:26–45.
- 36 Chiarello C, Liu S, Shears C, Quan N, Kacirik N. Priming of strong semantic relations in the left and right visual fields: a time-course investigation. Neuropsychologia. 2003;41:721–732.
- 37 Hutchison KA. Is semantic priming due to association strength or feature overlap? A microanalytic review. Psychon Bull Rev. 2003;10:785–813.
- 38 Jung-Beeman M. Bilateral brain processes for comprehending natural language. Trends Cogn Sci. 2005;9:512–518.
- 39 Roozendaal B, McEwen BS, Chattarji S. Stress, memory and the amygdala. Nat Rev Neurosci. 2009;10:423-433.
- 40 Jung YH, Shin NY, Jang JH, Lee WJ, Lee D, Choi Y, Choi SH, Kang DH. Relationships among stress, emotional intelligence, cognitive intelligence, and cytokines. Medicine (Baltimore). 2019;98(18):e15345. doi:10.1097/MD.00000000000015345.
- 41 Görgens-Ekermans G, Brand T. Emotional intelligence as a moderator in the stress-burnout relationship: a

questionnaire study on nurses. *J Clin Nurs.* 2012;21(15-16):2275–2285. doi:10.1111/j.1365-2702.2012.04171.x.

42 Mitra S, Sarkar AP, Haldar D, Saren AB, Lo S, Sarkar GN. Correlation among perceived stress, emotional intelligence, and burnout of resident doctors in a medical college of West Bengal: A mediation analysis. *Indian J Public Health.* 2018;62(1):27–31. doi:10.4103/ijph.IJPH_368_16.

43 Mihov KM, Denzler M, Förster J. Hemispheric specialization and creative thinking: a meta-analytic review of lateralization of creativity. *Brain Cogn.* 2010;72(3):442–448. doi:10.1016/j.bandc.2009.12.007.

44 Mashoodh R, Habrylo IB, Guzdun K, Champagne FA. Sex-specific effects of chronic paternal stress on offspring development are partially mediated via mothers. *Horm Behav.* 2023;152:105357. doi:10.1016/j.yhbeh.2023.105357.

45 Bisagno V, Cadet JL. Stress, sex, and addiction: potential roles of corticotropin-releasing factor, oxytocin, and arginine-vasopressin. *Behav Pharmacol.* 2014;25(5-6):445–457. doi:10.1097/FBP.000000000000049.

46 Woon FL, Hedges DW. Amygdala volume in adults with posttraumatic stress disorder: a meta-analysis. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 2009;21:5–12.

47 Reschke-Hernández AE, Okerstrom KL, Bowles Edwards A, Tranel D. Sex and stress: Men and women show different cortisol responses to psychological stress induced by the Trier social stress test and the Iowa singing social stress test. *J Neurosci Res.* 2017 Jan 2;95(1-2):106–114. doi: 10.1002/jnr.23851.

48 Cunningham WA, Kirkland T. The joyful, yet balanced, amygdala: moderated responses to positive but not negative stimuli in trait happiness. *Soc Cogn Affect Neurosci.* 2014;9:760–766.

49 Hamann SB, Ely TD, Hofman JM, Kilts CD. Ecstasy and agony: activation of the human amygdala in positive and negative emotion. *Psychol Sci.* 2002;13:135–141.

50 Wang S, Yu R, Tyszka JM, Zhen S, Kovach C, Sun S, et al. The human amygdala parametrically encodes the intensity of specific facial emotions and their categorical ambiguity. *Nat Commun.* 2017;8:14821.

51 Kajantie E, Phillips DI. The effects of sex and hormonal status on the physiological response to acute psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology.* 2006;31:151–178.

52 Mueller BR, Bale TL. Sex-specific programming of offspring emotionality after stress early in pregnancy. *J Neurosci.* 2008;28:9055–9065.

53 Herman JP, Ostrander MM, Mueller NK, Figueiredo H. Limbic system mechanisms of stress regulation: Hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 2005;29:1201–1213. doi:10.1016/j.pnpbp.2005.08.006.

54 Bale TL, Epperson CN. Sex differences and stress across the lifespan. *Nat Neurosci.* 2015;18:1413–1420. doi:10.1038/nn.4112.

55 Radhakrishnan L, Carey K, Hartnett KP, et al. Pediatric Emergency Department Visits Before and During the COVID-19 Pandemic — United States, January 2019–January 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2022;71:313–318. doi: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7108e1>.

56 Stawski RS, Sliwinski MJ, Smyth JM. Stress-related cognitive interference predicts cognitive function in old age. *Psychol Aging.* 2006;21:535–544.

57 Lipson SK, Zhou S, Abelson S, Heinze J, Jirsa M, Morigney J, et al. Trends in college student mental health and help-seeking by race/ethnicity: Findings from the national healthy minds study, 2013–2021. *J Affect Disord.* 2022;306:138–147. doi:10.1016/j.jad.2022.03.038.

58 Maletic V, Robinson M, Oakes T, Iyengar S, Ball SG, Russell J. Neurobiology of depression: an integrated view of key findings. *Int J Clin Pract.* 2007 Dec;61(12):2030–40. doi: 10.1111/j.1742-1241.2007.01602.x. Epub 2007 Oct 17. PMID: 17944926; PMCID: PMC2228409.

Вклад авторов: Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи

Конфликт интересов – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами. Финансирование – не проводилось.

Авторлардың үлесі. Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

Мүдделер қақтығысы – мәлімделген жоқ. Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ. Қаржыландыру жүргізілмеді.

Authors' Contributions. All authors participated equally in the writing of this article.

No conflicts of interest have been declared. This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers. There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work. Funding - no funding was provided.

Информация об авторах:

№	ФИО (полностью)	Должность, место работы	Телефон	Эл.почта
1	Ким Әбілмансұр Александрович	магистрант II года обучения кафедры нормальной физиологии с курсом биофизики Казахского Национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова	+7(707)5020123	kimabilmansour@hotmail.com
2	Рыспекова Шынар Ордакановна	к.м.н., заведующий кафедрой нормальной физиологии с курсом биофизики Казахского Национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова	+7(701)9331005	ryspekova.s@kaznmu.kz
3	Нурахова Алма Дандыбаевна	к.м.н., доцент кафедры нормальной физиологии с курсом биофизики Казахского Национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова	+7(705)9904880	nurakhova.a@kaznmu.kz