

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-247-253>

УДК 612.821

© Коллектив авторов, 2022

Асташенко А.П.¹, Губина О.И.¹, Попов М.В.¹, Яценко И.Н.¹, Сазонова О.В.², Гаврюшин М.Ю.²**Анализ феномена «смещения внимания» как маркера психоэмоционального напряжения**¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России,

ул. Студенческая, 10, Воронеж, 394036;

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099

Соблюдение принципов гигиены умственного труда является приоритетной задачей при обучении детей и подростков. Представлены результаты анализа психофизиологических исследований, по большей части зарубежных авторов, посвящённых проблеме биомаркеров психоэмоционального напряжения (тревожности, агрессии). Рассматривается феномен смещений внимания (*attention biases, attention shifts*), а также поведенческого торможения. Проанализирована роль биоэлектрической асимметрии фронтальных зон мозга, миндалевидного тела и префронтальной коры. Показана роль двух базовых мотивационных систем приближения/достижения («*approach system*») и избегания/отстранения («*withdrawal system*»). Применение адекватных психофизиологических тестов, таких как: проба с точкой (*dot-probe tasks*), заданий на смещение внимания (*attention shifting tasks*), задач временного порядка (*temporal order judgment tasks*), задач на зрительный поиск (*visual search*) позволяет наилучшим образом выявлять смещения внимания и наблюдать за изменениями биоэлектрической активности мозга. Показано, что асимметрия ЭЭГ фронтальных зон мозга; соотношения медленных волн ЭЭГ к быстрым (*theta/beta ratio; delta/beta ratio*); изменения параметров компонентов вызванных потенциалов P1, N1, N2 и позднего позитивного потенциала (LPP) при смещениях внимания можно рассматривать как маркеры психоэмоционального напряжения. Понимание механизмов смещения внимания к угрожающей информации у тревожных детей и подростков необходимо учитывать при профилактике психического здоровья и для создания корректирующих методов тренировок тренировки системы внимания на информацию с противоположным мотивирующим значением, позволяющим в дальнейшем осуществлять адаптивное поведение.

Ключевые слова: тревожность; профилактика психического здоровья; фронтальные зоны мозга; активность α -диапазона ЭЭГ; смещение внимания

Для цитирования: Асташенко А.П., Губина О.И., Попов М.В., Яценко И.Н., Сазонова О.В., Гаврюшин М.Ю. Анализ феномена «смещения внимания» как маркера психоэмоционального напряжения. *Мед. труда и пром. экол.* 2022; 62(4): 247–253. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-247-253>

Для корреспонденции: Асташенко Ангела Павловна, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко», канд. биол. наук. E-mail: cerceal@rambler.ru

Участие авторов:

Асташенко А.П. — концепция и дизайн исследования;

Губина О.И. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных;

Попов М.В. — сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;

Яценко И.Н. — написание и редактирование текста;

Сазонова О.В. — концепция и дизайн исследования;

Гаврюшин М.Ю. — написание и редактирование текста.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 11.04.2022 / Дата принятия к печати: 15.04.2022 / Дата публикации: 25.05.2022

Angela P. Astashchenko¹, Olga I. Gubina¹, Maksim V. Popov¹, Ilya N. Yashchenko¹, Olga V. Sazonova²,Mikhail Ju. Gavryushin²**Analysis of the phenomenon of "attention shift" as a marker of psycho-emotional stress**¹Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, 10, Studencheskaya St., Voronezh, 394036;²Samara State Medical University, 89, Chapayevskaya str., Samara, 443099

Compliance with the principles of mental health is a priority task in the education of children and adolescents. Researchers present the results of the analysis of psychophysiological studies, mostly by foreign authors, devoted to the problem of biomarkers of psycho-emotional stress (anxiety, aggression). The authors have considered the phenomenon of attention biases (*attention shifts*), as well as behavioral inhibition. We have analyzed the role of bioelectric asymmetry of the frontal areas of the brain, amygdala and prefrontal cortex. Scientists have shown the role of two basic motivational systems of approach/achievement ("*approach system*") and avoidance/withdrawal ("*withdrawal system*"). The use of adequate psychophysiological tests, such as: dot-probe tasks, attention shifting tasks, temporal order judgment tasks, visual search tasks allows you to best identify attention shifts and observe changes in the bioelectric activity of the brain. The asymmetry of the EEG of the frontal areas of the brain; the ratios of slow EEG waves to fast ones (*theta / beta ratio; delta / beta ratio*); changes in the parameters of the components of the evoked potentials P1, N1, N2 and late positive potential (LPP) with attention shifts you can consider as markers of psychoemotional tension. You can take into account the understanding of the mechanisms of shifting attention to threatening information in anxious children and adolescents in the prevention of mental health and to create corrective methods of training the system of attention to information with the opposite motivating value, allowing for adaptive behavior in the future.

Keywords: anxiety; prevention of mental health; frontal areas of the brain; activity of the α -band EEG; attention shift

For citation: Astashchenko A.P., Gubina O.I., Popov M.V., Yashchenko I.N., Sazonova O.V., Gavryushin M.Yu. Analysis of the phenomenon of "attention shift" as a marker of psycho-emotional stress. *Med. труда i prom. ekol.* 2022; 62(4): 247–253. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-247-253>

For correspondence: Angela P. Astashchenko, associate Professor of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Cand. of Sci. (Biol.). E-mail: cerceal@rambler.ru

Information about the authors: Angela P.A. <https://orcid.org/0000-0001-6416-6454>
 Gubina O.I. <https://orcid.org/0000-0001-8236-0613>
 Popov M.V. <https://orcid.org/0000-0002-1480-4013>
 Yashchenko I.N. <https://orcid.org/0000-0001-9025-049X>
 Sazonova O.V. <https://orcid.org/0000-0002-4130-492X>
 Gavryushin M.Yu. <https://orcid.org/0000-0002-0897-7700>

Contribution:

Astashchenko A.P. — research concept and design;
 Gubina O.I. — research concept and design, data collection and processing;
 Popov M.V. — data collection and processing, writing and editing of the text;
 Yashchenko I.N. — writing and editing of the text;
 Sazonova O.V. — research concept and design;
 Gavryushin M.Yu. — writing and editing of the text.

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 11.04.2022 / Accepted: 15.04.2022 / Published: 25.05.2022

Введение. В настоящее время является актуальным внедрение инновационных неинвазивных методов контроля состояния организма человека при стрессовых ситуациях [1]. Психосоциальный стресс является одним из ведущих факторов нарушения психического здоровья, что чревато социально-экономическими издержками для личности и общества [2]. Особое значение необходимо уделять здоровью студенческой молодежи и её адаптации. Среди факторов, негативно влияющих на здоровье студенческой молодежи, необходимо отметить умственное и психоэмоциональное напряжение, частые нарушения режима дня и учебно-воспитательного процесса; недостатки в организации питания; наличие вредных привычек, а также объективные факторы, непосредственно связанные с учебным процессом [3]. Внимание можно рассматривать, как базовую функцию ЦНС, лежащую в основе когнитивных процессов, приспособительного поведения, ориентировочных реакций, адекватного реагирования на изменения внешней и внутренней среды. Произвольное и непроизвольное внимание (*top-down* или *bottom-up control*) — это две основные формы, в рамках которых рассматривается система внимания у человека [4]. Когнитивные возможности человека ограничены, в связи с этим внимание помогает выделить стимулы, которые должны быть подвергнуты обработке. Внутренние психоэмоциональные состояния индивида влияют на способность человека избирательно направлять свое внимание, смещая его. В литературе часто можно встретить термины *attention biases*, *attention shifts* или смещение (уклоны, предвзятость) внимания. Смещения внимания могут наблюдаться уже в раннем детстве. Многими исследователями показана связь между уровнем тревожности у человека и смещениями внимания; а также связь с враждебностью, агрессией, депрессией [5–10]. Наблюдаемые исследователями смещения внимания могут быть направлены как к стимулам, так и от стимулов, угрожающего содержания, а также могут наблюдаться трудности переключения системы направленного внимания от информации, угрожающего содержания [11]. Например, известен факт так называемой поведенческой заторможенности (*behavioral inhibition* — *BI*), которую возможно выявить в раннем возрасте. *BI* — является одним из маркеров развития тревожных расстройств в более позднем детском возрасте или подростковом. Исследования школьников в возрасте 7 лет с *BI* показали наличие отличных форм распределения внимания в виде смещений по сравнению с детьми из контрольных групп [12].

Смещения внимания влияют на особенности интерпретации информации с социальным содержанием у человека в подростковом возрасте. В частности, показано, что у девочек среднего и позднего подросткового возраста с высоким уровнем личностной тревожности высока частота отрицательных интерпретаций социальных сцен. В данном возрасте нейрональные сети, поддерживающие такие функции как интерпретация социальных сигналов и контроль внимания подвергаются продолжительному созреванию. Смещения внимания и другие показатели выступают в качестве коррелятов социальной тревожности [5]. Смещения внимания рассматриваются как вариант предсознательной обработки информации. Предвзятая ориентация на эмоциональные сигналы может быть одним из основных механизмов, лежащих в основе когнитивного процесса успешного обнаружения обмана [13]. Также смещения наблюдаются при различных формах отклонений в поведении у человека, так результаты исследований показывают, что молодые люди, которые склонны к агрессивному поведению, демонстрируют смещения в обработке стимулов с насильственным или агрессивным контентом из-за значимости такого материала [14–16].

Исследователи предполагают, что смещения внимания, прежде всего, формируются за счёт внутренних механизмов в ЦНС у человека. В пользу данной гипотезы отвечают результаты исследований смещений внимания у полицейских, военных и спортсменов боевых искусств, то есть лиц, у которых мониторинг тревожной и угрожающей информации из окружающей среды является профессиональной функцией. Особенности смещений внимания у представителей данных профессий не отличались от контрольной группы здоровых испытуемых. Однако испытуемые контрольной группы имели высокую личностную тревожность по сравнению с полицейскими и спортсменами боевых искусств [17]. Выделяют следующие модели аффективно-ориентированного внимания: интегральная модель (*the integral bias model*), (смещения внимания связаны, с такими внутренними свойствами личности, такими как темперамент и тревожность); регуляторная (модерации) модель (*the moderation model*), (предвзятое внимание к угрожающей информации регулируется в процессе развития и влияния условий окружающей среды); модель приобретения (*the acquisition model*), (смещение внимания является результатом психоэмоционального расстройства или результатом влияния факторов страха и тревоги); сме-

шанная (гибридная) модель, (*hybrid model*), (существует врождённая предвзятость внимания, которая основана на индивидуальных внутренних свойствах личности и регулируется факторами внешней и внутренней среды человека) [18, 19]. Смещения внимания зависят от возраста человека. Показано, что пожилые люди проявляют большую бдительность внимания в отношении информации с позитивным эмоциональным значением и счастливым лицам, по сравнению с молодыми людьми. В основе данного феномена используется гипотеза о том, что с возрастом снижается активность миндалевидного тела и возрастает роль префронтальной коры на аверсивные стимулы [20]. Феномен смещения внимания отмечен также и при нарушении здоровья у человека. У лиц с хроническим болевым синдромом отмечается значительно большее количество фиксаций взгляда и более длительная продолжительность рассматривания стимулов с угрожающим и тревожным содержанием, по сравнению с контрольной группой испытуемых. У данных лиц, при рассматривании фотографий, имитирующие сцены проявления болевого синдрома, сходного с синдромом участников исследования, наблюдалась высокая активность медиальной височной и верхней медиальной височных зон коры мозга, участвующих в анализе двигательной активности, понимании действий. Исследователи полагают, что предвзятость памяти людей с хроническим болевым синдромом формирует предвзятость их внимания [21].

Нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе смещений внимания у человека. Нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе смещений внимания у человека, далеки от полной ясности. Применение методов МРТ и регистрации ЭЭГ, ВП позволили исследователям выявить значительную роль: биоэлектрической асимметрии фронтальных зон мозга; соотношения медленных волн ЭЭГ к быстрым; изменений параметров компонентов вызванных потенциалов $P1$, $N1$, $N2$ и позднего позитивного потенциала (LPP); таких структур мозга как миндалевидное тело и префронтальная кора. Применение адекватных психофизиологических тестов, таких как: проба с точкой (*dot-probe tasks*), задания на смещение внимания (*attention shifting tasks*), задачи временного порядка (*temporal order judgment tasks*), зрительный поиск (*visual search*) позволяет наилучшим образом выявлять смещения внимания и наблюдать за изменениями биоэлектрической активности мозга. Одним из ведущих биоэлектрических маркеров, выраженных у лиц с повышенным уровнем тревожности и коррелирующий со смещениями внимания, является асимметрия ЭЭГ фронтальных зон мозга в диапазоне альфа-ритма. Выяснено, что связь между личностной тревожностью и спектральной мощностью альфа-ритма опосредуется ситуационной тревожностью [22]. Параметры альфа-ритма меняются по амплитуде при изменении функциональных состояний мозга, при этом повышение его амплитуды свидетельствует об усилении тормозных процессов, а понижение — об увеличении активационных процессов [23]. Фронтальная альфа-асимметрия обычно рассчитывается путём вычитания $\log$ (логарифм) значений мощности активности альфа диапазона ЭЭГ слева от $\log$ мощности справа [24, 25]. Мощность активности ЭЭГ альфа диапазона имеет обратную связь с корковой активностью мозга [24]. Князевым Г.Г. с соавторами отмечено, что альфа-ритм участвует в торможении двигательной активности, в механизмах избирательного внимания и во всех случаях, когда нужно увеличить отношение по-

лезного сигнала к шуму путём подавления конфликтующих или не релевантных в данный момент процессов [22]. Так обнаружено, что у испытуемых с выраженной правой фронтальной активностью коры, повышено внимание к информации угрожающего значения, часто такие лица застенчивы и характеризуются социальной тревожностью [24, 26]. Анализ данных соотношений медленных волн ЭЭГ к быстрым (*theta/beta ratio*; *delta/beta ratio*) позволил заключить, что данные параметры также можно рассматривать в качестве биоэлектрических маркеров тревожных состояний, способных оказывать влияние на внимание у человека. Обнаружено, что более высокие базовые значения *theta/beta ratio* коррелировали с выраженным снижением когнитивного контроля после того, как человек испытал состояние стресса [27, 28]. Регистрация вызванных потенциалов мозга позволила выявить, что у высокотревожных испытуемых со смещениями внимания к стимулам угрожающего значения, наблюдается увеличение амплитуды компонентов ВП — $P1$ и $N2$ и снижение амплитуды позднего позитивного потенциала — компонента ВП — LPP [6, 7, 29, 30]. В качестве нейроанатомических основ исследователи отмечают особую роль: миндалины и префронтальной коры. Миндалевидное тело имеет решающее значение для реагирования на новые раздражители, непредвиденные сигналы, а также, в выражении страха [31]. Миндалевидное тело человека участвует в обработке таких зрительных сигналов как выражения лица, направляет на него пространственное внимание. У человека с повреждённым миндалевидным телом нарушается распознавание устрашающих выражений лица. Также, миндалевидное тело быстро реагирует на внезапно возникшие сигналы угрозы, а при уменьшении значимости этих сигналов активность миндалины снижается [32]. Данные факты позволяют заключить, что сигналы из внешней среды угрожающего и эмоционального значения, привлекают внимание человека и способны вызывать его смещение ещё до того, как данная информация будет осознана. Между миндалевидным телом и префронтальной корой (PFC) имеется большое количество связей, что позволило исследователям предположить, что PFC частично отвечает за регулирование активности миндалины. Выраженная активация левой префронтальной коры подавляет активность миндалины, в то время как при выраженной активации правой PFC этот эффект слабо прослеживался [25]. Исследователями подчёркивается, что смещения внимания поддерживаются функционированием фронтолимбических нейронных сетей, где главными компонентами являются: миндалина, медиальная префронтальная кора ($mPFC$) — принимает участие в обработке информации с эмоциональным значением; дорсомедиальная префронтальная кора ($dmPFC$) — участвует в оценке информации с эмоциональным значением; вентромедиальная кора ($vmPFC$) — выполняет интегрирующую функцию и вентролатеральная ($vlPFC$) — модулирует активность миндалины на стимулы с угрожающим эмоциональным значением; дорсолатеральная ($dlPFC$) — выполняет функцию обеспечения исполнительного контроля [33].

Межполушарная активационная асимметрия, модель «достижения-избегания», система поведенческого торможения. Имеется достаточное количество научно-исследовательских работ, в которых засвидетельствовано существование связи фактора тревожности с межполушарными активационными асимметриями в переднезаднем направлении [34]. Одним из системных

представлений о мозговой организации эмоций является модель, включающая в себя две базовые мотивационные системы, влияющие на формирование различных форм эмоционального поведения — приближения/достижения («*approach system*») и избегания/отстранения («*withdrawal system*»). Активация системы «достижения» сопровождается возникновением ряда положительных эмоций, связанных с приближением к желаемой цели, значимой активностью фронтальных зон мозга левого полушария. В свою очередь, активация системы «избегания» сопровождается противоположными эффектами — со значимой активностью фронтальных зон мозга правого полушария [35, 36]. Активность фронтальных зон мозга правого полушария, таким образом, может являться потенциальным биомаркером девиантного внимания [36]. Модель «достижения-избегания» во многом сходна с системой поведенческого торможения (*behavioral inhibition*). Под поведенческим торможением понимается стиль реагирования на авersive стимулы внешней среды или стимулы угрожающего содержания, который проявляется в виде переключения на режим «контроля» поведения, вызывая торможение текущего поведения, усиления внимания или увеличения уровня неспецифической активации [34, 36]. Выявленная система *behavioral inhibition* в раннем детстве является одним из предикторов развития тревожных расстройств [37, 12].

Оппонентные гипотезы. Наряду с вышесказанным, ряд авторов ставят под сомнение интерпретацию эффектов смещений внимания. Так, Фокс с соавторами полагают, что человек в состоянии выраженной тревожности не характеризуется повышенной бдительностью внимания к авersive и угрожающим стимулам, а имеет затруднения в отвлечении внимания от угрозы [38]. Другими авторами высказывается предположение, что смещения внимания к угрожающей информации является эволюционным защитным механизмом, необходимым для выживания и снижения вероятности вреда, который может исходить от предполагаемой угрозы [17]. Однако, результаты проведенных исследований на базе ВГМУ имени Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации показали, что в состоянии тревожности, связанной с эк-

замениционным стрессом, зрительное внимание обучающихся характеризовалось смещением как «к», так и «от» негативно окрашенной эмоциональной информации. Для молодых людей с высоким уровнем тревожности и смещением внимания к угрожающей информации было отмечено наличие высокого уровня враждебности. Испытуемые со смещением зрительного внимания к угрожающей информации имели выраженную асимметричную активацию коры во фронтальных отделах. Было сделано предположение, что трудности с отвлечением внимания от эмоциональной (угрожающей) информации (смещение внимания), связаны со сравнительно более высоким уровнем активации фронтальных зон мозга справа [39–45].

Заключение. Смещения внимания к тревожной информации могут способствовать формированию искаженного представления о социальном мире. Правильное распределение внимания к стимулам угрожающего содержания крайне актуально для выполнения профессиональной деятельности человека, где требуется быстрое и эффективное обнаружение угрожающих жизни стимулов. Понимание механизмов смещения внимания у тревожных детей и подростков может помочь созданию корректирующих методов тренировки системы внимания на информацию с противоположным мотивирующим значением, позволяющим в дальнейшем осуществлять адаптивное поведение. Смещения внимания можно рассматривать как маркер психоэмоционального напряжения. Для достижения позитивного эффекта по предупреждению потерь здоровья необходимо принятие решений разного уровня, что может быть достигнуто включением учащихся высшей школы в систему государственного социально-гигиенического мониторинга, а также своевременным применением оценки психического здоровья и показателей адаптации. Использование задач для исследования смещений внимания даёт терапевтические преимущества отслеживания модификации предубеждений у лиц, страдающих болевым синдромом. Несмотря на то, что нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе смещений внимания у человека далеки от полной ясности, данный феномен следует рассматривать в качестве маркера изменений психоэмоционального здоровья человека, а также разрабатывать методики, позволяющие объяснить данные механизмы.

Список литературы

1. Коленчукова О.А., Долгушина Е.Н., Рюпина А.А., Кратасюк В.А., Медведева Н.Н. Антиоксидантный статус как маркер здоровья студентов в период интенсивной умственной нагрузки. *Гигиена и санитария*. 2018; 4: 332–6.
2. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Жовнерчук Е.В., Сериков В.В., Хатин Д.Е., Москобенко А.В. Психическое здоровье, связанное с трудом: современное состояние проблемы (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1236–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1236-1243>
3. Ушаков И.Б., Мелихова Е.П., Либина И.И., Губина О.И. Гигиенические и психофизиологические особенности формирования здоровья студентов медицинского вуза. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(8): 756–61. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-756-761>
4. Шуваев В.Т., Суворов Н.Ф. *Базальные ганглии и поведение*. СПб.: Наука; 2001.
5. Haller S.P.W., Doherty B.R., Duta M., Cohen K., Kadosh J.Y.F., Scerif L., Gaia. Attention allocation and social worries predict interpretations of peer-related social cues in adolescents. *Cognitive Neuroscience*. 2017; 25: 105–12.
6. Xiaocong Z., Yunying Dong, Renlai Zhou. Examination Stress Results in Attentional Bias and Altered Neural Reactivity in Test-Anxious Individuals. *Neural Plasticity*. 2018; Website <https://doi.org/10.1155/2018/3281040>
7. Miller N.V., Johnston C. Social threat attentional bias in childhood: Relations to aggression and hostile intent attributions. *Aggressive Behavior*. 2019; 45(3): 245–54.
8. Yu F., Guo Y.Y. On the relationship between attentional bias and attribution bias of aggressors. *Advances in Psychological Science*. 2009; 17(4): 821–8.
9. Platt B., Murphy S.E., Lau J.Y.F. The association between negative attention biases and symptoms of depression in a community sample of adolescents. *PeerJ*. 2015; 3: e1372. <https://doi.org/10.7717/peerj.1372>
10. Trapp W., Kalzendorf C., Baum C., Hajak G., Lautenbacher S. Attentional biases in patients suffering from unipolar depression: results of a dot probe task investigation. *Psychiatry Research*. 2018; 261: 325–31.
11. Cisler J.M., Koster E.H.W. Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review. *Clinical Psychology Review*. 2010; 30: 203–16.
12. White L.K., Degnan K.A., Henderson H.A., Perez-Edgar K., Walker O.L., Shechner T., Leibenluft E., Bar-Haim Y., Pine D.S.,

- Fox N.A. Developmental relations among behavioral inhibition, anxiety, and attention biases to threat and positive information. *Child Development*. 2017; 88(1): 141–55.
13. Vannestea S., Verplaetse J., Hiehl A.V., Braeckman J. Attention bias toward noncooperative people. A dot probe classification study in cheating detection. *Evolution and human behavior*. 2007; 28: 272–6.
 14. Smith P., Waterman M. Processing bias for aggression words in forensic and nonforensic samples. *Cognition and emotion*. 2003; 17: 681–701. <https://doi.org/10.1080/02699930302281>
 15. Smith P., Waterman M. Role of experience in processing bias for aggressive words in forensic and non-forensic populations. *Aggressive behavior*. 2004; 30: 105–122. <https://doi.org/10.1002/ab.20001>
 16. Zhang Ke., Zhang Dajun. Attentional bias on different emotional valence information: among college students with different implicit aggression. *Canadian social science*. 2015; 11(8): 73–9.
 17. Staller M.S., Zaiser B., Körner S., Cole J.C. Threat-related attentional biases in police officers and martial artists: investigating potential differences using the e-Stroop and dot probe task. *Sage Open*. 2017; 7(2): 1–17.
 18. Field A.P., Lester K.J. Is there room for development in developmental models of information processing biases to threat in children and adolescents? *Clinical child family psychology review*. 2010; 13(4): 315–332. <https://doi.org/10.1007/s10567-010-0078-8>
 19. Morales S., Fu X., Perez-Edgar K.E. A developmental neuroscience perspective on affect-biased attention. *Developmental cognitive neuroscience*. 2016; 21: 26–41.
 20. Rooijen R., Ploeger A., Kret M.E. The dot-probe task to measure emotional attention: A suitable measure in comparative studies? *Psychonomic bulletin review*. 2017; 24(6): 1686–1717. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1224-1>
 21. Franklin Z.C., Holmes P.S., Fowler N.E. Eye gaze markers indicate visual attention to threatening images in individuals with chronic back pain. *Journal of clinical medicine*. 2019; 8(1): 31. <https://doi.org/10.3390/jcm8010031>
 22. Князев Г.Г., Савостьянов А.Н., Левин Е.А., Слободской-Плюснин Я.Ю., Бочаров А.В. Энцефалографические корреляты тревожности. *Бюллетень Сибирского Отделения Российской Академии Медицинских Наук*. 2009; 1(135): 74–80.
 23. Русалова М.Н. Амплитуда альфа-ритма как показатель устойчивости мысленного воспроизведения эмоциональных образов по памяти. *Асимметрия*. 2015; 9(4): 4–17.
 24. Harrewijn A., Van der Molen M.J.W., Westenberg P.M. Putative EEG measures of social anxiety: Comparing frontal alpha asymmetry and delta-beta cross-frequency correlation. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*. 2016; 16: 1086–98.
 25. Cole C., Zapp D.J., Nelson S.K., Perez-Edgar K. Speech Presentation Cues Moderate Frontal EEG Asymmetry in Socially Withdrawn Young Adults. *Brain Cognition*. 2012; 78(2): 156–62.
 26. Perez-Edgar K., Kujawa A., Nelson S.K., Cole C., Zapp D.J. The relation between electroencephalogram asymmetry and attention biases to threat at baseline and under stress. *Brain Cognition*. 2013; 82(3): 337–43.
 27. Putman P., Peer J., Maimari I., Werff S. EEG theta/beta ratio in relation to fear-modulated response-inhibition, attentional control, and affective traits. *Biological Psychology*. 2010; 83: 73–78.
 28. Son D., Doe W., Band G., Putman P. EEG theta/beta ratio neurofeedback training in healthy females. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2020; 45(3): 195–210.
 29. Eldar S., Yankelevitch R., Lamy D., Bar-Haim Y. Enhanced neural reactivity and selective attention to threat in anxiety. *Biological Psychology*. 2010; 85(2): 252–7.
 30. Rossignol M., Campanella S., Bissot C., Philippot P. Fear of negative evaluation and attentional bias for facial expressions: an event-related study. *Brain and Cognition*. 2013; 82(3): 344–52.
 31. Davidson R.J., The neural circuitry of emotion and affective style: prefrontal cortex and amygdala contributions. *Social Science Information*. 2001; 40(1): 11–37.
 32. Weber M.A., Morrow K.A., Rizer W.S., Kangas K.J., Carlson J. Sustained, not habituated, activity in the human amygdala: A pilot fMRI dot-probe study of attentional bias to fearful faces. *Cogent Psychology*. 2016; 3(1). <https://doi.org/10.1080/23311908.2016.1259881>
 33. Xiaoxue Fu, Bradley C. Taber-Thomas, Koral Perez-Edgar. Frontolimbic functioning during threat-related attention: Relations to early behavioral inhibition and anxiety in children. *Biological Psychology*. 2017; 122: 98–109.
 34. Афтanas А.И., Павлов С.В. Особенности межполушарного распределения спектров мощности ЭЭГ у высокотревожных индивидуумов в эмоционально-нейтральных условиях и при отрицательной эмоциональной активации. *Журнал высшей нервной деятельности*. 2005; 55(3): 322–28.
 35. Davidson R.J., Ekman P., Saron C.D., Senulis J.A., Friesen W.V. Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: emotional expression and brain physiology. *Journal of personality and social psychology*. 1990; 58(2): 330–41.
 36. Adolph D., Glischinski M., Wannemüller A., Margraf J. The influence of frontal alpha-asymmetry on the processing of approach and withdrawal-related stimuli. A multichannel psychophysiology study. *Psychophysiology*. 2017; 54(9): 1295–310.
 37. Fox N.A., Henderson H.A., Marshall P.J., Nichols K.E., Ghera M.M. Behavioral inhibition: linking biology and behavior within a developmental framework. *Annual Review of Psychology*. 2005; 56(1): 235–62.
 38. Fox N.A., Russo R., Bowles R., Dutton K. Do threatening stimuli draw or hold visual attention in subclinical anxiety? *Journal of experimental psychology: general*. 2001; 130(4): 681–700.
 39. Асташенко А.П., Горбатенко Н.П., Дорохов Е.В., Варварова С.И., Зяблова П.В. Влияние тревожности, связанной с экзаменическим стрессом, на смещение зрительного внимания и электрическую активность фронтальных зон мозга. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2020; 2: 100–111. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2020-2-100-111>
 40. Musa C.Z., Lepine J.P. Cognitive aspects of social phobia: a review of theories and experimental research. *European Psychiatry*. 2000; 15(1): 59–66.
 41. Shechner T., Rimmon-Chakir A., Britton J.C., Lotan D., Apter A., Bliese P.D., Pine D.S., Bar-Haim Y. Attention bias modification treatment augmenting effects on cognitive behavioral therapy in children with anxiety: randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent*. 2014; 53(1): 61–71.
 42. Ушаков И.Б., Попов В.И., Петрова Т.Н., Есауленко И.Э. Изучение здоровья студентов как результат взаимодействия медико-биологических, экологических и социально-гигиенических факторов риска. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 4: 33–6.
 43. Евдокимов В.И., Губина О.И., Попов В.И., Бочаров В.В., Тулицын Ю.Я., Жук С.П. Методика оценки психического здоровья и показатели адаптации студентов ВГМА. *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2005; 4(4): 457–60.
 44. Schoth D.E., Georgallis T., Liossi C. Attentional bias modification in people with chronic pain: a proof of concept study. *Cognitive behavior therapy*. 2013; 2(3): 233–43. <https://doi.org/10.1080/16506073.2013.777105>
 45. Sharpe L., Ianiello M., Dear B.F., Perry K., Refshauge K., Nicholas M.K. Is there a potential role for attention bias modification in pain patients? Results of 2 randomised, controlled trials. *Pain*. 2012; 153(3): 722–31. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.12.014>

References

- Kolenchukova O.A., Dolgushina E.N., Ryupina A.A., Kratasyuk V.A., Medvedeva N.N. Antioxidant status as the marker of the health in students in the time of their intensive intellectual activities. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 4: 332–6 (in Russian).
- Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Zhovnerchuk E.V., Serikov V.V., Khatin D.E., Moskovento A.V. Work-related mental health: current state of the art (literature review). *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(11): 1236–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1236-1243> (in Russian).
- Ushakov I.B., Melikhova E.P., Libina I.I., Gubina O.I. Hygienic and psychophysiological peculiarities of formation health of students of the medical university. *Gigiena i Sanitaria*. 2018; 97(8): 756–761. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-756-761> (in Russian).
- Shuvaev V.T., Suvorov N.F. *Basal ganglia and behavior*. St-Petersburg; 2001; 278 (in Russian).
- Haller S.P.W., Doherty B.R., Duta M., Cohen K., Kadosh J.Y.F., Scerif L., Gaia. Attention allocation and social worries predict interpretations of peer-related social cues in adolescents. *Cognitive Neuroscience*. 2017; 25: 105–12.
- Xiaocong Z., Yunying Dong, Renlai Zhou. Examination Stress Results in Attentional Bias and Altered Neural Reactivity in Test-Anxious Individuals. *Neural Plasticity*. 2018; Website <https://doi.org/10.1155/2018/3281040>
- Miller N.V., Johnston C. Social threat attentional bias in childhood: Relations to aggression and hostile intent attributions. *Aggressive Behavior*. 2019; 45(3): 245–54.
- Yu F., Guo Y.Y. On the relationship between attentional bias and attribution bias of aggressors. *Advances in Psychological Science*. 2009; 17(4): 821–8.
- Platt B., Murphy S.E., Lau J.Y.F. The association between negative attention biases and symptoms of depression in a community sample of adolescents. *PeerJ*. 2015; 3: e1372. <https://doi.org/10.7717/peerj.1372>
- Trapp W., Kalzendorf C., Baum C., Hajak G., Lautenbacher S. Attentional biases in patients suffering from unipolar depression: results of a dot probe task investigation. *Psychiatry Research*. 2018; 261: 325–31.
- Cisler J.M., Koster E.H.W. Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review. *Clinical Psychology Review*. 2010; 30: 203–16.
- White L.K., Degnan K.A., Henderson H.A., Perez-Edgar K., Walker O.L., Shechner T., Leibenluft E., Bar-Haim Y., Pine D.S., Fox N.A. Developmental relations among behavioral inhibition, anxiety, and attention biases to threat and positive information. *Child Development*. 2017; 88(1): 141–55.
- Vannestea S., Verplaetse J., Hiel A.V., Braeckman J. Attention bias toward noncooperative people. A dot probe classification study in cheating detection. *Evolution and human behavior*. 2007; 28: 272–6.
- Smith P., Waterman M. Processing bias for aggression words in forensic and nonforensic samples. *Cognition and emotion*. 2003; 17: 681–701. <https://doi.org/10.1080/02699930302281>
- Smith P., Waterman M. Role of experience in processing bias for aggressive words in forensic and non-forensic populations. *Aggressive behavior*. 2004; 30: 105–122. <https://doi.org/10.1002/ab.20001>
- Zhang Ke., Zhang Dajun. Attentional bias on different emotional valence information: among college students with different implicit aggression. *Canadian social science*. 2015; 11(8): 73–9.
- Staller M.S., Zaiser B., Körner S., Cole J.C. Threat-related attentional biases in police officers and martial artists: investigating potential differences using the e-Stroop and dot probe task. *Sage Open*. 2017; 7(2): 1–17.
- Field A.P., Lester K.J. Is there room for development in developmental models of information processing biases to threat in children and adolescents? *Clinical child family psychology review*. 2010; 13(4): 315–332. <https://doi.org/10.1007/s10567-010-0078-8>
- Morales S., Fu X., Perez-Edgar K.E. A developmental neuroscience perspective on affect-biased attention. *Developmental cognitive neuroscience*. 2016; 21: 26–41.
- Rooijen R., Ploeger A., Kret M.E. The dot-probe task to measure emotional attention: A suitable measure in comparative studies? *Psychonomic bulletin review*. 2017; 24(6): 1686–1717. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1224-1>
- Franklin Z.C., Holmes P.S., Fowler N.E. Eye gaze markers indicate visual attention to threatening images in individuals with chronic back pain. *Journal of clinical medicine*. 2019; 8(1): 31. <https://doi.org/10.3390/jcm8010031>
- Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Levin E.A., Slobodskoi-Plusnin J.Y., Bocharov A.V. EEG Correlates of anxiety. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Science*. 2009; 1(135): 74–80 (in Russian).
- Rusalova M.N. The alpha rhythm amplitude as an index of the stability of emotional image in mental reproduction from memory. *Journal asymmetry*. 2015; 9(4): 4–17 (in Russian).
- Harrewijn A., Van der Molen M.J.W., Westenberg P. M. Putative EEG measures of social anxiety: Comparing frontal alpha asymmetry and delta-beta cross-frequency correlation. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*. 2016; 16: 1086–98.
- Cole C., Zapp D.J., Nelson S.K., Perez-Edgar K. Speech Presentation Cues Moderate Frontal EEG Asymmetry in Socially Withdrawn Young Adults. *Brain Cognition*. 2012; 78(2): 156–62.
- Perez-Edgar K., Kujawa A., Nelson S.K., Cole C., Zapp D.J. The relation between electroencephalogram asymmetry and attention biases to threat at baseline and under stress. *Brain Cognition*. 2013; 82(3): 337–43.
- Putman P., Peer J., Maimari I., Werff S. EEG theta/beta ratio in relation to fear-modulated response-inhibition, attentional control, and affective traits. *Biological Psychology*. 2010; 83: 73–78.
- Son D., Doe W., Band G., Putman P. EEG theta/beta ratio neurofeedback training in healthy females. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2020; 45(3): 195–210.
- Eldar S., Yankelevitch R., Lamy D., Bar-Haim Y. Enhanced neural reactivity and selective attention to threat in anxiety. *Biological Psychology*. 2010; 85(2): 252–7.
- Rossignol M., Campanella S., Bissot C., Philippot P. Fear of negative evaluation and attentional bias for facial expressions: an event-related study. *Brain and Cognition*. 2013; 82(3): 344–52.
- Davidson R.J., The neural circuitry of emotion and affective style: prefrontal cortex and amygdala contributions. *Social Science Information*. 2001; 40(1): 11–37.
- Weber M.A., Morrow K.A., Rizer W.S., Kangas K.J., Carlson J. Sustained, not habituated, activity in the human amygdala: A pilot fMRI dot-probe study of attentional bias to fearful faces. *Cogent Psychology*. 2016; 3(1). <https://doi.org/10.1080/23311908.2016.1259881>
- Xiaoxue Fu, Bradley C. Taber-Thomas, Koraly Perez-Edgar. Frontolimbic functioning during threat-related attention: Relations to early behavioral inhibition and anxiety in children. *Biological Psychology*. 2017; 122: 98–109.
- Aftanas L.I., Pavlov S.V. Peculiarities of interhemispheric EEG band power distribution in high anxiety individuals under emotionally neutral and aversive arousal conditions. *Journal of higher nervous activity*. 2005; 55(3): 322–28 (in Russian).
- Davidson R.J., Ekman P., Saron C.D., Senulis J.A., Friesen W.V. Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: emotional expression and brain physiology. *Journal of personality and social psychology*. 1990; 58(2): 330–41.

36. Adolph D., Glischinski M., Wannemüller A., Margraf J. The influence of frontal alpha-asymmetry on the processing of approach and withdrawal-related stimuli. A multichannel psychophysiology study. *Psychophysiology*. 2017; 54(9): 1295–310.
37. Fox N.A., Henderson H.A., Marshall P.J., Nichols K.E., Ghera M.M. Behavioral inhibition: linking biology and behavior within a developmental framework. *Annual Review of Psychology*. 2005; 56(1): 235–62.
38. Fox N.A., Russo R., Bowles R., Dutton K. Do threatening stimuli draw or hold visual attention in subclinical anxiety? *Journal of experimental psychology: general*. 2001; 130(4): 681–700.
39. Astashchenko A.P., Gorbatenko N.P., Dorokhov E.V., Varvarova S.I., Zyablova P.V. Influence of anxiety related to examination stress on visual attention shifts and electric activity of brain front zones. *Ulyanovsk medical and biological journal*. 2020; 2: 100–11. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2020-2-100-11> (in Russian).
40. Musa C.Z., Lepine J.P. Cognitive aspects of social phobia: a review of theories and experimental research. *European Psychiatry*. 2000; 15(1): 59–66.
41. Shechner T., Rimon-Chakir A., Britton J.C., Lotan D., Apter A., Bliese P.D., Pine D.S., Bar-Haim Y. Attention bias modification treatment augmenting effects on cognitive behavioral therapy in children with anxiety: randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent*. 2014; 53(1): 61–71.
42. Ushakov I.B., Popov V.I., Petrova T.N., Esaulenko I.E. Studies of student's health as a result of interaction between medical biologic, ecologic and social hygienic risk factors. *Occupational medicine and industrial ecology*. 2017; 4: 33–6 (in Russian).
43. Evdokimov V.I., Gubina O.I., Popov V.I., Bocharov V.V., Tupitsyn Yu.Ya., Zhuk S.P. Technique of the estimation of mental health and parameters of adaptation of students VSMA. *System analysis and control in biomedical systems*. 2005; 4(4): 457–60 (in Russian).
44. Schoth D.E., Georgallis T., Liossi C. Attentional bias modification in people with chronic pain: a proof of concept study. *Cognitive behavior therapy*. 2013; 2(3): 233–43. <https://doi.org/10.1080/16506073.2013.777105>
45. Sharpe L., Ianiello M., Dear B.F., Perry K., Refshauge K., Nicholas M.K. Is there a potential role for attention bias modification in pain patients? Results of 2 randomised, controlled trials. *Pain*. 2012; 153(3): 722–31. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.12.014>