Научная статья
УДК 612.13:616-036
DOI: 10.14529/hsm25s108

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ В ВЕРТЕБРОБАЗИЛЯРНОМ БАССЕЙНЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМАРТФОНА СТУДЕНТАМИ УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Е.А. Беседина[1,2], *doctorbesedina@mail.ru, https://orcid.org/0009-0007-8432-8001*
Д.Б. Сумная[1,3,4], *sumniyd@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9941-8789*
С.А. Кинзерский[2], *sergkin1984@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0008-5422-7581*
А.А. Кинзерский[1,4], *antkinz@list.ru, https://orcid.org/0000-0003-3100-1113*
М.В. Кулешова[1], *treneva_marina@mail.ru, https://orcid.org/0009-0002-2431-0284*

[1] *Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия*
[2] *ООО «Клиника профессора Кинзерского», Челябинск, Россия*
[3] *ООО «СОНАР», Челябинск, Россия*
[4] *ООО «Центр нейромышечной стабилизации», Челябинск, Россия*

Аннотация. **Цель:** оценить влияние электромагнитного излучения (ЭМИ) мобильных телефонов на кровоток в позвоночных артериях с использованием ультразвукового исследования, выявить возможные механизмы сосудистого ответа и определить потенциальные риски для цереброваскулярной гемодинамики. **Материалы и методы.** В исследование включены 54 студента с доступными трансгемпоральными акустическими окнами без хронических заболеваний, влияющих на центральную гемодинамику. Участники разделены на группы в зависимости от времени использования смартфона: более 5 ч в день (38 человек) и 3–4 ч в день (16 человек). Ультразвуковое исследование проводилось в положении лежа на спине с активным мобильным телефоном, расположенным на уровне плеча. Исследования выполнялись на стационарном аппарате экспертного класса Mindray DC-80 с линейным датчиком (5–12 МГц) на базе отделения ультразвуковой диагностики Клиники профессора Кинзерского (г. Челябинск). **Результаты.** У студентов, использующих смартфоны более 5 ч в день (38 человек), у 28 выявлено снижение кровотока на 17–22 %. В группе с использованием 3–4 ч в день (16 человек) у 10 зарегистрировано снижение на 12–17 %. Различия между группами статистически значимы, что подтверждает влияние длительного использования мобильных устройств на гемодинамику позвоночных артерий. **Заключение.** Полученные данные указывают на возможную взаимосвязь между воздействием электромагнитного излучения и изменением цереброваскулярной гемодинамики, что требует дальнейших исследований для уточнения механизмов и разработки профилактических рекомендаций.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, мобильные телефоны, позвоночные артерии, кровоток, ультразвуковая диагностика, вазоконстрикция

Для цитирования: Изменение гемодинамики в вертебробазилярном бассейне при использовании смартфона студентами Уральского государственного университета физической культуры / Е.А. Беседина, Д.Б. Сумная, С.А. Кинзерский и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № S1. С. 68–79. DOI: 10.14529/hsm25s108

© Беседина Е.А., Сумная Д.Б., Кинзерский С.А., Кинзерский А.А., Кулешова М.В., 2025

Original article
DOI: 10.14529/hsm25s108

HEMODYNAMIC ALTERATIONS IN THE VERTEBROBASILAR SYSTEM DURING SMARTPHONE USE AMONG STUDENTS OF THE URAL STATE UNIVERSITY OF PHYSICAL EDUCATION

E.A. Besedina[1,2], *doctorbesedina@mail.ru, https://orcid.org/0009-0007-8432-8001*
D.B. Sumnaya[1,3,4], *sumniyd@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9941-8789*
S.A. Kinzersky[2], *sergkin1984@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0008-5422-7581*
A.A. Kinzersky[1,4], *antkinz@list.ru, https://orcid.org/0000-0003-3100-1113*
M.V. Kuleshova[1], *treneva_marina@mail.ru, https://orcid.org/0009-0002-2431-0284*
[1] *Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia*
[2] *Professor Kinzersky Clinic, Chelyabinsk, Russia*
[3] *SONAR, Chelyabinsk, Russia*
[4] *Neuromuscular Stabilization Center, Chelyabinsk, Russia*

Abstract. **Aim.** This study examines the effects of smartphone-emitted electromagnetic radiation (EMR) on vertebrobasilar hemodynamics, with particular attention to vascular responses and potential risks for cerebrovascular hemodynamics. **Materials and methods.** The study comprised 54 students with adequate transtemporal acoustic windows and an absence of chronic conditions affecting central hemodynamics. Participants were stratified into two exposure groups based on daily smartphone usage time: more than 5 hours/day (38 participants) and 3–4 hours/day (16 participants). Ultrasound examination was performed in the supine position with an activated smartphone positioned at shoulder level. All examinations were conducted using a high-resolution Mindray DC-80 ultrasound system (linear array transducer 5–12 MHz) under controlled conditions at the Professor Kinzersky Clinic's Vascular Diagnostic Unit (Chelyabinsk, Russia). **Results.** Among heavy smartphone users (38 participants), 28 showed significant blood flow reduction by 17–22 %. Among moderate smartphone users (16 participants), 10 exhibited blood flow reduction by 12–17 %. Intergroup comparisons revealed statistically significant differences and demonstrated a dose-dependent association between smartphone use and altered vertebral artery hemodynamics. **Conclusion.** These findings demonstrate a possible dose-dependent association between smartphone-emitted electromagnetic radiation and altered cerebrovascular hemodynamics, highlighting the need for further research to clarify the underlying mechanisms and to develop evidence-based preventive strategies.

Keywords: electromagnetic radiation, mobile phones, vertebral arteries, blood flow, ultrasound diagnostics, vasoconstriction

For citation: Besedina E.A., Sumnaya D.B., Kinzersky S.A., Kinzersky A.A., Kuleshova M.V. Hemodynamic alterations in the vertebrobasilar system during smartphone use among students of the Ural State University of Physical Education. *Human. Sport. Medicine*. 2025;25(S1):68–79. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm25s108

Введение. В современную эпоху цифровых технологий и стремительного научно-технического прогресса интеграция человека с инновационными устройствами становится не только неизбежной, но и крайне значимой для различных сфер его деятельности. Смартфоны, обладая высокой степенью мобильности, функциональности и удобства, прочно вошли в повседневную жизнь общества, став неотъемлемым инструментом коммуникации, работы, обучения и досуга. Их повсеместное использование обусловлено не только социальными, но и экономическими факторами, поскольку они способствуют повышению производительности труда, расширению возможностей дистанционного взаимодействия и организации персонального времени.

Одним из аспектов, привлекающих внимание научного сообщества, является воздействие электромагнитного излучения, исходящего от мобильных устройств, на организм человека. Постоянный контакт со смартфонами, обусловленный их близостью к телу пользователя при разговоре, использовании Интернета или чтении информации, создает условия для длительного и непрерывного влияния электромагнитных полей (ЭМП) на биологические ткани. В связи с этим возникает необ-

ходимость изучения потенциальных рисков, связанных с их применением, особенно в контексте воздействия на нервную, сердечно-сосудистую и опорно-двигательную системы.

С увеличением популярности мобильных технологий, ростом их функциональных возможностей и увеличением продолжительности их использования в течение дня возрастает интерес исследователей к изучению последствий их влияния на здоровье пользователей. Особую обеспокоенность вызывает воздействие смартфонов на молодое поколение, а также на людей, подверженных интенсивным физическим нагрузкам, включая профессиональных спортсменов. В научной среде активно обсуждаются возможные нейрофизиологические, когнитивные и психоэмоциональные изменения, вызванные постоянным взаимодействием с гаджетами, а также влияние этих устройств на процессы кровообращения, сон, уровень тревожности и концентрацию внимания. В связи с этим актуальными остаются дальнейшие исследования, направленные на выявление долгосрочных последствий использования смартфонов и разработку рекомендаций по их безопасному применению.

Анализ, проведенный Л.П. Жаворонковым и В.Г. Петиным, свидетельствует о том, что длительное воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ), испускаемого сотовыми телефонами, может оказывать неблагоприятное влияние на биологические структуры, в частности на нервные клетки. Установлено, что при удельном коэффициенте поглощения электромагнитной энергии (SAR, *Specific Absorption Rate*), превышающем 1,5 Вт/кг, наблюдаются деструктивные изменения в нейронах. Выраженность данного эффекта прямо пропорциональна величине SAR, что указывает на дозозависимый характер воздействия мобильных устройств на физиологические процессы в организме [6].

Воздействие электромагнитного поля в первую очередь затрагивает клетки коры больших полушарий головного мозга, что может приводить к функциональным и морфологическим изменениям. Помимо влияния на нервные структуры, в ходе исследования были выявлены патологические изменения в работе сердечно-сосудистой системы, а также нарушения в регуляции гормонального фона и центральной нервной системы [6]. Дополнительно было отмечено изменение метаболизма глюкозы, что может указывать на влияние ЭМИ на энергетический обмен нейронов и другие ключевые биохимические процессы в организме. Таким образом, результаты исследования подчеркивают необходимость дальнейшего изучения биологического воздействия электромагнитного излучения мобильных устройств для выявления возможных долгосрочных последствий их использования.

В 2011 году Международное агентство по изучению рака (IARC), входящее в структуру Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), официально отнесло радиочастотное электромагнитное излучение (ЭМИ), исходящее от мобильных телефонов, к категории потенциально канцерогенных факторов, способных вызывать неблагоприятные изменения в организме человека [15].

Ранее основные опасения, связанные с влиянием мобильных устройств на здоровье, были обусловлены их физическим воздействием, в частности близким расположением к голове во время телефонных разговоров. Однако с развитием технологий и увеличением функциональных возможностей современных смартфонов характер потенциальных рисков претерпел изменения. На сегодняшний день мобильные устройства представляют собой не только средства связи, но и компактные высокопроизводительные компьютеры, непрерывно принимающие и передающие аудио- и видеосигналы, что создает постоянное электромагнитное воздействие на организм пользователя.

Особую обеспокоенность вызывает тот факт, что наиболее активными пользователями смартфонов являются дети, подростки и молодёжь – возрастные группы, наиболее подверженные возможным неблагоприятным последствиям длительного взаимодействия с электронными устройствами. В связи с этим современные исследования всё чаще акцентируют внимание не только на мощности излучения, но и на временных характеристиках использования гаджетов, а также на их влиянии на когнитивные функции, психоэмоциональное состояние и нейрофизиологические процессы в организме человека [3, 4, 9].

Современные исследования подтверждают, что даже пассивное присутствие активного смартфона в непосредственной близости от пользователя, например, на рабочем столе или в сумке, может оказывать отрицательное влияние на когнитивные процессы, включая внимание и память, что приводит к снижению

их эффективности. Данный феномен, известный как **brain-drain**, или «утечка когнитивных ресурсов», проявляется в ослаблении способности мозга к концентрации и переработке информации. Наиболее выраженное проявление данного эффекта отмечено среди студентов, демонстрирующих признаки зависимости от мобильных устройств, что свидетельствует о возможной взаимосвязи между чрезмерным использованием смартфонов и снижением когнитивной продуктивности [13].

Влияние электромагнитного излучения (ЭМИ), генерируемого мобильными устройствами, на состояние здоровья человека остается предметом многочисленных исследований. На сегодняшний день накоплено значительное количество данных, основанных на обширных статистических выборках, подтверждающих потенциальные негативные последствия длительного воздействия ЭМИ. Исследования, проводимые в различных странах, указывают на возможные неблагоприятные эффекты, затрагивающие не только когнитивные функции, но и нейрофизиологические, психоэмоциональные и соматические параметры, что подчеркивает необходимость дальнейшего изучения данного вопроса [8].

Даже в состоянии относительного физиологического покоя головной мозг человека остается одним из наиболее энергозатратных органов, что обусловлено непрерывно протекающими аэробными метаболическими процессами. Поддержание его функциональной активности требует значительного потребления кислорода, которое составляет порядка 3–4 мл на 100 г ткани в минуту, а также интенсивного использования глюкозы на уровне 5 мг на 100 г ткани в минуту.

Ключевая функция церебральной циркуляторной системы, как и в случае с другими физиологическими системами организма, заключается в постоянном и адекватном обеспечении нейронов необходимыми для их жизнедеятельности веществами – кислородом и метаболическими субстратами. Одновременно с этим она обеспечивает выведение продуктов клеточного обмена, что является критически важным условием для сохранения стабильности внутренней среды и функциональной активности нервной ткани [1]. При активации мозговой деятельности, вызванной когнитивной нагрузкой, физической активностью или эмоциональными реакциями, потребность в кислороде и энергетических субстратах значительно возрастает. В условиях интенсивной умственной или физической работы, а также при стрессовых воздействиях объем церебрального кровотока может увеличиваться на 20–25 %, что отражает адаптивные механизмы регуляции мозгового кровоснабжения в ответ на изменяющиеся функциональные потребности организма.

Позвоночные артерии выполняют важнейшую функцию в системе кровоснабжения головного мозга, являясь структурным компонентом вертебробазилярного бассейна. Их основная роль заключается в транспортировке крови к задним отделам головного мозга, включая мозжечок, ствол мозга и затылочные доли. Данная сосудистая система обеспечивает около 20–25 % общего церебрального кровотока, в то время как оставшиеся 75–80 % поступают через внутренние сонные артерии [7].

Адекватное кровоснабжение задних мозговых структур критически важно для поддержания таких функциональных параметров, как зрение, координация движений, равновесие, а также автономные регуляторные процессы. Нарушения кровотока в вертебробазилярной системе могут приводить к состоянию вертебробазилярной недостаточности, которое проявляется головокружением, дезориентацией в пространстве, нарушением координации движений и расстройствами зрительной функции [5].

Дополнительно позвоночные артерии участвуют в формировании базилярной артерии, снабжающей кровью критически важные структуры, такие как мост, продолговатый мозг и задняя мозговая артерия. Эти анатомические области играют центральную роль в регуляции жизненно важных процессов, включая дыхательную и сердечно-сосудистую деятельность. Любое нарушение кровоснабжения данных структур может привести к серьезным и потенциально угрожающим жизни состояниям [7, 10, 14].

Научные исследования подтверждают, что значимость интракраниального кровоснабжения через позвоночные артерии особенно возрастает при патологических процессах, связанных с ухудшением перфузии через сонные артерии. Это обусловлено способностью вертебробазилярной системы обеспечивать коллатеральное кровообращение посредством Виллизиева круга, что способствует сохранению адекватного уровня мозгового кровотока даже в условиях сосудистых нару-

шений. Таким образом, позвоночные артерии обладают выраженным компенсаторным потенциалом, что делает их ключевыми элементами в поддержании цереброваскулярной гемодинамики [1].

Современные исследования подтверждают, что продолжительное использование мобильных устройств оказывает значительное воздействие на состояние шейного отдела позвоночника. Длительное удерживание головы в согнутом положении во время работы со смартфоном приводит к повышенной нагрузке на шейные позвонки и мышцы, что способствует развитию синдрома «текстовой шеи» (*text neck syndrome*). При этом вне зависимости от типа взаимодействия с устройством (чтение или набор текста) со временем наблюдается постепенное искривление позвоночника, что может приводить к хроническим болевым синдромам и нарушению осанки.

Кроме того, ряд работ [1] указывает на отрицательное влияние микродвижений головы при чтении электронных сообщений на функционирование вестибулярного аппарата, что может проявляться вестибулярными дисфункциями, головокружением и нарушением равновесия. Постоянное статическое напряжение шейных мышц при длительном использовании гаджетов провоцирует развитие миофасциального болевого синдрома и может стать причиной нарушения нейромышечной регуляции.

Особенно уязвимой группой в этом контексте являются молодые спортсмены, которые активно используют смартфоны не только для общения, но и для отслеживания тренировочного процесса и анализа показателей физической активности. Длительное использование смартфонов может негативно влиять на биомеханику шейного отдела позвоночника, снижая его подвижность и увеличивая риск дегенеративных изменений. Помимо этого, выявлено, что нарушения осанки, связанные с использованием мобильных устройств, могут приводить к ухудшению кровоснабжения головного мозга, что, в свою очередь, влияет на когнитивные функции и физическую работоспособность.

Таким образом, результаты последних исследований подтверждают необходимость разработки рекомендаций по безопасному использованию мобильных устройств, особенно среди групп с повышенной физической активностью, таких как спортсмены.

Нейрофизиологические исследования показывают, что воздействие электромагнитных полей (ЭМП), генерируемых излучением мобильного телефона, может оказывать влияние на активность мозга. Изменения в ЭЭГ человека, вызванные ЭМП, излучаемыми мобильным телефоном, были зарегистрированы для всех распространенных частотных диапазонов (дельта, тета, альфа, бета, гамма) ЭЭГ. Недавние исследования показывают взаимосвязь между воздействием ЭМП и нарушениями сна, бессонницей, депрессией и депрессивными симптомами, беспокойством, тревожностью, хронической усталостью, дизестезией, нарушением внимания, изменениями памяти, головной болью, головокружением, раздражительностью, потерей аппетита, потерей массы тела, тошнотой, жжением кожи и изменениями на ЭЭГ [11, 20, 21].

Длительный разговор (более 5 минут) по мобильному телефону в большинстве случаев (88,75 %) приводит к спазму в бассейне магистральных мозговых артерий у лиц трудоспособного возраста, что, несомненно, может говорить о высокой значимости ЭМИ как фактора риска возникновения головной боли и других многочисленных отрицательных психоэмоциональных факторов (отсутствие внимания, нарушение структуры сна, раздражительность, ухудшение памяти и т. д.) [16, 18].

Известно, что использование телефона в режиме разговора более 10 мин в сутки приводит к повышению температуры подкожно-жирового слоя облучаемого участка на 4–5 °C [17]. В различных исследованиях изучается влияние ЭМИ на психоэмоциональный статус человека, на корреляцию между продолжительностью телефонного разговора и развитием возможного онкологического процесса и т. д.

В практической и научной деятельности врачи часто сталкиваются с необходимостью анализа результатов своей работы не только на индивидуальном, но и на групповом и популяционном уровнях. Анкетирование является эффективным методом сбора информации, позволяющим получить данные от значительного числа респондентов при минимальных временных и ресурсных затратах. Данный метод обеспечивает возможность взаимодействия с непосредственными участниками исследования и позволяет изучать аспекты, которые затруднены для непосредственного наблюдения или полностью недоступны для объективного анализа.

Для исследования оценки кровотока в крупных и средних сосудах головы и шеи проводят ультразвуковое исследование. Его можно использовать и в целях выявления первых признаков патологии сосудистого русла, и для контроля проводимого лечения. Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) занимает лидирующее место среди методов оценки сосудистой системы мозгового кровообращения. Использование транскраниального дуплексного сканирования (ТКДС) способствует более достоверной диагностике локализации поражения сонных и позвоночных артерий. Использование компрессионных и функциональных нагрузочных проб облегчает диагностику поражений ветвей дуги аорты. Анализ данных УЗДС и ТКДС показывает их высокую диагностическую ценность, возможность на основании только этих результатов определить вид поражения артерий. Необходимо отметить, что, в отличие от кровоснабжения системы внутренней сонной артерии, гемодинамический резерв, связанный с реактивностью вертебрально-базилярной сосудистой системы, остается в настоящее время практически не изученным. Этой проблеме посвящены лишь единичные работы. В то же время, учитывая большое количество больных с симптомами недостаточности кровообращения в зоне артерий ВБС, выяснение прогностической значимости состояния гемодинамического резерва в этой системе может иметь важное значение для разработки более эффективных методов их лечения.

Материалы и методы. Ранее мы проводили исследование среди студентов различных факультетов Уральского государственного университета физической культуры, в рамках которого было проведено анкетирование (Беседина, 2024). На данном этапе мы решили провести также ультразвуковое исследование. Для анализа нейропсихологического состояния участников было опрошено 200 студентов в возрастной группе 18–24 лет. Анкета включала 54 вопроса, а также тестовые методики и шкалы, акцентирующие взгляд на более глубокую оценку психоэмоционального статуса спортсменов [2].

Методика САН (самочувствие – активность – настроение) используется для количественной оценки субъективного состояния спортсменов, позволяя определить уровень их самочувствия, активности и настроения. Эти показатели имеют ключевое значение для анализа общего функционального состояния организма, оказывающего влияние на спортивную работоспособность. Оценка качества и характеристик сна осуществляется с применением шкалы субъективных характеристик сна Шпигеля, что особенно важно в контексте спортивной деятельности, поскольку качество сна непосредственно связано с процессами восстановления [19]. Для диагностики тревожных и депрессивных состояний применяется госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS), обеспечивающая объективную оценку выраженности этих состояний. Опросник по оценке тяжести бессонницы (ISI) разработан для количественного анализа выраженности инсомнических нарушений, которые могут быть обусловлены различными факторами, включая использование смартфонов перед сном.

Уровень активности использования смартфонов в выходные дни оказался достаточно однородным: 39 % заявили о том, что их использование сохраняется на прежнем уровне, 38 % отметили, что используют смартфон меньше, а 22 % – больше, указывая на тенденцию к увеличению времени взаимодействия с устройством в свободные дни.

В исследование ультразвуковым методом были включены 54 студента с доступными транстемпоральными акустическими окнами без хронических заболеваний, способных повлиять на центральную гемодинамику (артериальная гипертензия, сахарный диабет, хроническая ишемия головного мозга, ишемическая болезнь сердца и т. д.). Из 54 обследованных студентов проводят за смартфоном более 5 ч в день 38 участников, тогда как 16 используют устройство от 3 до 4 ч. Исследование проводилось в положении лежа на спине с включенным мобильным телефоном в активном режиме, лежащим на уровне плеча. Ультразвуковые исследования проводились на стационарном аппарате экспертного класса Mindray DC-80 линейным датчиком с частотой 5–12 МГц на базе отделения ультразвуковой диагностики клиники профессора Кинзерского (г. Челябинск).

При ультразвуковом исследовании позвоночных артерий отмечается, что электромагнитное излучение (ЭМИ), создаваемое мобильными телефонами, может потенциально оказывать воздействие на параметры кровотока, включая его скорость.

Результаты. Проведенный анализ выявил статистически значимую взаимосвязь между длительностью использования смартфонов и параметрами психоэмоционального и нейропсихологического состояния студентов. Установлено, что продолжительный контакт с мобильными устройствами сопряжен с повышением уровня тревожности, проявлениями депрессивных состояний, а также различными нарушениями сна.

Выявленные закономерности свидетельствуют о потенциальных рисках, связанных с чрезмерным использованием смартфонов, и указывают на необходимость дальнейших научных исследований, направленных на углубленное изучение механизмов данного воздействия. Полученные данные подчеркивают актуальность разработки профилактических стратегий и рекомендаций, направленных на минимизацию негативных последствий и формирование безопасных подходов к использованию мобильных технологий в повседневной жизни (рис. 1).

Проведенный статистический анализ выявил достоверные различия в уровнях тревожности и депрессии между профессиональными спортсменами и студентами, не вовлеченными в регулярные занятия спортом либо занимающимися физической активностью на любительском уровне. Полученные данные позволяют предположить, что профессиональная спортивная деятельность способствует формированию адаптивных механизмов психологической устойчивости, что выражается в более низких показателях тревожности и депрессивных состояний среди спортсменов. Развитие стратегий эмоционального совладания в условиях интенсивной физической нагрузки может оказывать защитное влияние, способствуя повышенной стрессоустойчивости.

В отличие от профессиональных спортсменов, у студентов, ведущих менее активный образ жизни, подобные компенсаторные механизмы могут быть менее выражены, что, в свою очередь, может повышать риск развития психоэмоциональной нестабильности, усиления тревожных состояний и депрессивных симптомов. Кроме того, среди профессиональных спортсменов зафиксированы более низкие показатели нарушений сна, что, вероятно, связано с дисциплинированным режимом дня, регламентированным графиком тренировок и внедрением специализированных восстановительных методик, направленных на оптимизацию качества сна в рамках спортивной подготовки [2].

В рамках исследования, направленного на оценку влияния использования смартфонов на гемодинамические параметры в позвоночных артериях, из общей выборки в 200 анкетированных студентов спортивного вуза, демонстрировавших различные психоэмоциональные и нейропсихологические расстройства, было отобрано 54 студента. Данная подгруппа была выбрана для проведения углубленного анализа с использованием ультразвуковой допплерографии, что позволило изучить изменения в линейной скорости кровотока в сегменте V2 позвоночных артерий под воздействием мобильных технологий.

При выборе 54 студентов из общей выборки в 200 анкетированных студентов для исследования влияния смартфонов на кровоток

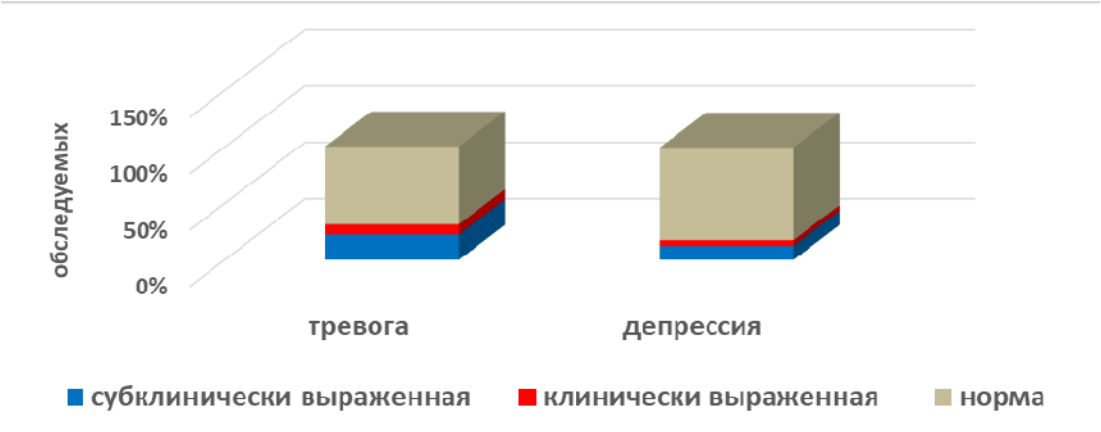

Рис. 1. Результаты оценки испытуемых с использованием госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS)
Fig. 1. HADS assessment profiles of study participants

в позвоночных артериях мы основывались на следующих параметрах: наличие психоэмоциональных и нейропсихологических расстройств – студенты с диагностированными уровнями тревожности, депрессии и нарушениями сна; физическое состояние и уровень физической активности.

Эти параметры позволили сформировать репрезентативную группу для изучения специфического влияния использования смартфонов на гемодинамические показатели. Из 54 студента была 41 девушка и 13 юношей. Студенты являются учащимися Уральского государственного университета физической культуры. Спорт в их жизни присутствует практически у всех на постоянной основе. Виды спорта достаточно разнообразны – легкая атлетика, хоккей, волейбол, регби, баскетбол, плавание, конькобежный спорт и др.

Все респонденты имели опыт использования смартфонов более 5 лет, что указывает на значительное влияние мобильных технологий на их повседневную жизнь.

Использование смартфонов в современной жизни стало повседневной практикой, что, в свою очередь, привело к изменениям в статической и динамической нагрузке на шейный отдел позвоночника. Научные исследования указывают на значительную взаимосвязь между продолжительностью использования мобильных устройств и возникновением напряжения и скованности в шее.

Использование смартфонов сопровождается длительным пребыванием шеи в статическом положении, что может способствовать развитию феномена, известного как «текстовая шея» (*text neck*). Данное состояние характеризуется чрезмерным наклоном шейного отдела позвоночника вперед, что приводит к повышенной нагрузке на мышечно-связочный аппарат и суставные структуры данной области. В ответ на такие изменения отмечается увеличение активности антагонистических мышц, что может способствовать формированию мышечного дисбаланса и, как следствие, развитию болевых синдромов [12]. По результатам анкетирования чувство скованности в области шеи отметил 31 студент (15 %).

В ходе наблюдения было проведено ультразвуковое исследование экстра- и интракраниальных артерий. Статистический анализ данных показал значительную разницу между двумя группами студентов, разделенными по времени использования смартфонов.

Группу студентов, использующих смартфоны более 5 ч в день, составили 38 человек. В этой группе 28 человек продемонстрировали снижение кровотока на 17–22 % (рис. 2). Вторая группа, объединяющая студентов, использующих смартфоны 3–4 ч в день, включала 16 человек, из которых 10 также имели снижение кровотока, однако в меньшем диапазоне – 12–17 %.

Данные результаты указывают на значимое влияние использования смартфонов на гемодинамические параметры позвоночных артерий. Высокая статистическая значимость различий между группами подтверждает гипотезу о потенциальной взаимосвязи между длительным использованием мобильных устройств и изменением цереброваскулярной гемодинамики в вертебробазилярном бассей-

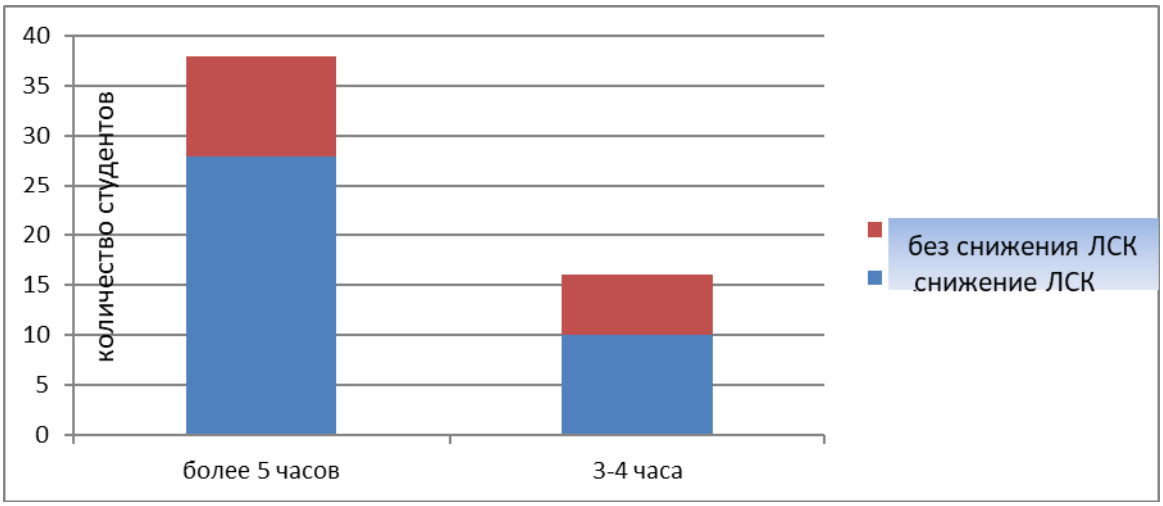

Рис. 2. Изменение ЛСК по позвоночным артериям при воздействии ЭМИ
Fig. 2. Changes in vertebral artery blood flow under electromagnetic exposure

не. Этот вывод требует дальнейших исследований для установления причинно-следственных связей и разработки рекомендаций по снижению негативного влияния долгосрочного использования смартфонов.

Исследование подтвердило наличие изменений в кровотоке позвоночных артерий при расположении мобильного телефона рядом с исследуемой областью, что может быть связано как с физиологическим воздействием ЭМИ, так и с техническими особенностями проведения УЗ-диагностики. Данный эффект требует дальнейшего изучения с применением более детальных методик измерения сосудистого тонуса, вязкости крови и функционального состояния нервной системы.

Заключение. Электромагнитное излучение (ЭМИ), генерируемое современными электронными устройствами, в частности мобильными телефонами, в научной литературе рассматривается как один из потенциальных факторов, способных оказывать влияние на широкий спектр физиологических процессов в организме человека. Среди изучаемых эффектов особое внимание уделяется воздействию ЭМИ на параметры кровообращения, включая скорость кровотока, сосудистый тонус и регуляторные механизмы гемодинамики. Несмотря на значительное количество исследований в этой области, существующие данные остаются неоднозначными и противоречивыми, что обусловливает необходимость дальнейшего углубленного изучения механизма влияния ЭМИ на сосудистую систему.

Развитие научных представлений о характере воздействия электромагнитных полей на кровообращение является важной задачей, решение которой позволит не только выявить возможные риски, но и сформировать эффективные профилактические стратегии. Полученные данные могут служить основой для разработки рекомендаций по снижению потенциально неблагоприятных эффектов ЭМИ, внедрения реабилитационных мероприятий, а также оптимизации взаимодействия человека с мобильными устройствами. Это особенно актуально как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности, связанной с интенсивными физическими нагрузками, например, в спорте.

Осознание биологических и медицинских аспектов использования смартфонов и других электронных устройств требует формирования ответственного подхода к их применению. Рациональное управление временем взаимодействия с мобильными технологиями, а также внедрение методов профилактики неблагоприятных последствий может способствовать сохранению физиологического благополучия и повышению адаптивных возможностей организма в условиях современной цифровой среды.

Список литературы

1. Бабиянц, А.Я. Мозговое кровообращение: физиологические аспекты и современные методы исследования / А.Я. Бабиянц, Я.А. Хананашвили // Журнал фундамент. медицины и биологии. – 2018. – № 3. – С. 46–54.

2. Беседина, Е.А. Влияние продолжительности использования смартфонов на психоэмоциональное состояние студентов Уральского государственного университета физической культуры / Е.А. Беседина, Д.Б. Сумная, Е.В. Быков // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2024. – № 4. – С. 230–239.

3. Григорьев, Ю.Г. Мобильная связь и здоровье детей. Оценка опасности применения мобильной связи детьми и подростками: рекомендации детям и родителям / Ю.Г. Григорьев, Н.И. Хорсева. – М.: Экономика, 2014. – 229 с.

4. Гусев, Е.И. Неврология. Национальное руководство. Краткое издание / Е.И. Гусев, А.Н. Коновалов, А.Б. Гехт. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 688 с.

5. Гусев, Е.И. Сосудистые заболевания головного мозга / Е.И. Гусев, А.Н. Коновалов, В.И. Скворцова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 800 с.

6. Жаворонков, Л.П. Влияние электромагнитных излучений сотовых телефонов на здоровье / Л.П. Жаворонков, В.Г. Петин // Радиация и риск (Бюллетень НРЭР). – 2016. – № 2. – С. 43–56.

7. Коллатеральные пути кровоснабжения головного мозга / П.А. Мачинский, А.Г. Рыбаков, В.Е. Ульянкин и др. // Соврем. проблемы науки и образования. – 2021. – № 4. – https://science-education.ru/ru/article/view?id=30995 (дата обращения: 23.11.2024).

8. Короткова, И.А. Влияние радиочастотного излучения мобильных телефонов на когнитивные функции человека / И.А. Короткова, В.Н. Попов // Журнал экологич. физиологии. – 2019. – № 1. – С. 45–53.

9. Мобильная связь и здоровье детей: проблема третьего тысячелетия / Ю.Г. Григорьев, А.С. Самойлов, А.Ю. Бушманов, Н.И. Хорсева // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 2017. – Т. 2, № 2. С. 39–46.

10. Сухоручкин, А.А. Влияние электромагнитного излучения мобильного телефона на артерии головного мозга / А.А. Сухоручкин, А.С. Бахметьев, В.А. Сухоручкин // Междунар. науч.-исследоват. журнал. – 2016. – № 8 (50). – С. 138–140.

11. Цветкова, М.И. Дисплейное чтение и мобильный читатель: закономерность цикличности / М.И. Цветкова // International scientific review. – 2016. – № 16 (26). – С. 63–72.

12. Association between excessive smartphone use and cervical disc degeneration in young patients suffering from chronic neck pain / L. Zhuang, L. Wang, D. Xu et al. // Journal of Orthopaedic Science. – 2021. – P. 110–115.

13. Brain Drain: The Mere Presence of One's Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity / A.F. Ward, K. Duke, A. Gneezy, M.W. Bos // Journal of the Association for Consumer Research. – 2017. – No. 2. – P. 140–154. DOI: 10.1086/691462

14. Grigoriev, Y.G. Mobile telecommunication: radiobiological issues and risk assessment / Y.G. Grigoriev // Proc. Latvian Acad. Sci. Section B. – 2006. – Vol. 60, No. 1. – P. 6–10.

15. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans [Electronic resource]. – WHO, 2011. – No. 208.

16. Kim, E. Avoidant attachment and smartphone addiction in college students: the mediating effects of anxiety and self-esteem / E. Kim, E. Koh // Computers in Human Behavior. – 2018. – P. 264–271.

17. Markov, M. Protect children from EMF / M. Markov, Y. Grigoriev // Electromagn Biol Med. – 2015. – Vol. 34, No. 3. – P. 251–256. DOI: 10.3109/15368378.2015.1077339

18. Pall, M.L. Microwave electromagnetic fields act by activating voltage-gated calcium channels: why the current international safety standards do not predict biological hazard / M.L. Pall // Environmental Research. – 2015. – Vol. 152. – P. 436–441.

19. Sleep duration and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies / F.P. Cappuccio, L. Elia, P. Strazzullo // Sleep Medicine Reviews. – 2010. – P. 585–592.

20. The impact of mobile device use on subjective sleep quality / N. Rafique, L.I. Al-Asoom, A.A. Alsunni et al. // Nature and Science of Sleep. – 2020. – P. 357–364.

21. The relationship between addiction to smartphone usage and depression among adults: a cross-sectional study / A.A. Alhassan, E.M. Alqadhib, N.W. Taha et al. // BMC Psychiatry. – 2018. – Vol. 18, no. 1. – P. 148. DOI: 10.1186/s12888-018-1745-4

References

1. Babiyants A.Ya., Khananashvili Ya.A. [Cerebral Circulation. Physiological Aspects and Modern Research Methods]. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii* [Journal of Fundamental Medicine and Biology], 2018, no. 3, pp. 46–54. (in Russ.)

2. Besedina E.A., Sumnaya D.B., Bykov E.V. [The Influence of the Duration of Smartphone Use on the Psychoemotional State of Students of the Ural State University of Physical Education]. *Pedagogiko-psikhologicheskiye i mediko-biologicheskiye problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical, Psychological and Medical-biological Problems of Physical Education and Sports], 2024, no. 4, pp. 230–239. (in Russ.)

3. Grigoriev Yu.G., Khorseva N.I. *Mobil'naya svyaz' i zdorov'ye detey. Otsenka opasnosti primeneniya mobil'noy svyazi det'mi i podrostkami: rekomendatsii detyam i roditelyam* [Mobile Communications and Children's Health. Assessment of the Dangers of Mobile Communication Use by Children and Adolescents. Recommendations for Children and Parents]. Moscow, Economics Publ., 2014. 229 p.

4. Gusev E.I., Konovalov A.N., Hecht A.B. *Nevrologiya. Natsional'noye rukovodstvo. Kratkoye izdaniye* [Neurology. National Leadership. Brief Edition]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2018. 688 p.

5. Gusev E.I., Konovalov A.N., Skvortsova V.I. *Sosudistyye zabolevaniya golovnogo mozga* [Vascular Diseases of the Brain]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2018. 800 p.

6. Zhavoronkov L.P., Petin V.G. [The Influence of Electromagnetic Radiation from Cell Phones on Health]. *Radiatsiya i risk (Byulleten' NR·ER)* [Radiation and Risk (NRER Bulletin)], 2016, no. 2, pp. 43–56. (in Russ.)

7. Machinsky P.A., Rybakov A.G., Ulyankin V.E. et al. [Collateral Pathways of Blood Supply to the Brain]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2021, no. 4. Available at: https://science-education.ru/ru/article/view?id=30995 (accessed 23.11.2024).

8. Korotkova I.A., Popov V.N. [The Influence of Radio Frequency Radiation from Mobile Phones on Human Cognitive Functions]. *Zhurnal ekologicheskoy fiziologii* [Journal of Environmental Physiology], 2019, no. 1, pp. 45–53. (in Russ.)

9. Grigoriev Yu.G., Samoilov A.S., Bushmanov A.Yu., Khorseva N.I. [Mobile Communications and Children's Health. The Problem of the Third Millennium]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical Radiology and Radiation Safety], 2017, vol. 2, no. 2, pp. 39–46. (in Russ.) DOI: 10.12737/article_58f0b9573b6b59.54629416

10. Sukhoruchkin A.A., Bakhmetyev A.S., Sukhoruchkin V.A. [Effect of Electromagnetic Radiation of a Mobile Phone on the Arteries of the Brain]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 8 (50), pp. 138–140. (in Russ.)

11. Tsvetkova M.I. Display Reading and Mobile Reader. Cyclicity Patterns. *International Scientific Review*, 2016, no. 16 (26), pp. 63–72. (in Russ.)

12. Zhuang L., Wang L., Xu D. et al. Association between Excessive Smartphone Use and Cervical Disc Degeneration in Young Patients Suffering from Chronic Neck Pain. *Journal of Orthopaedic Science*, 2021, pp. 110–115. DOI: 10.1016/j.jos.2020.02.009

13. Ward A.F., Duke K., Gneezy A., Bos M.W. Brain Drain: The Mere Presence of One's Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity. *Journal of the Association for Consumer Research*, 2017, no. 2, pp. 140–154. DOI: 10.1086/691462

14. Grigoriev Y.G. Mobile Telecommunication: Radiobiological Issues and Risk Assessment. *Proc. Latvian Acad. Science Section B*, 2006, vol. 60, no. 1, pp. 6–10.

15. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans [Electronic resource]. WHO, 2011, no. 208.

16. Kim E., Koh E. Avoidant Attachment and Smartphone Addiction in College Students: the Mediating Effects of Anxiety and Self-esteem. *Computers in Human Behavior*, 2018, pp. 264–271. DOI: 10.1016/j.chb.2018.02.037

17. Markov M., Grigoriev Y. Protect Children from EMF. *Electromagn. Biology Medicine*, 2015, vol. 34, no. 3, pp. 251–256. DOI: 10.3109/15368378.2015.1077339

18. Pall M.L. Microwave Electromagnetic Fields act by Activating Voltage-gated Calcium Channels: why the Current International Safety Standards do not Predict Biological Hazard. *Environmental Research*, 2015, vol. 152, pp. 436–441.

19. Cappuccio F.P., Elia L., Strazzullo P. Sleep Duration and All-cause Mortality: a Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Studies. *Sleep Medicine Reviews*, 2010, pp. 585–592. DOI: 10.1093/sleep/33.5.585

20. Rafique N., Al-Asoom L.I., Alsunni A.A. et al. The Impact of Mobile Device Use on Subjective Sleep Quality. *Nature and Science of Sleep*, 2020, pp. 357–364. DOI: 10.2147/NSS.S253375

21. Alhassan A.A., Alqadhib E.M., Taha N.W. et al. The Relationship between Addiction to Smartphone Usage and Depression Among Adults: a Cross-sectional Study. *BMC Psychiatry*, 2018, vol. 18, no. 1, p. 148. DOI: 10.1186/s12888-018-1745-4.

Информация об авторах

Беседина Елена Александровна, врач ультразвукового исследования, ООО «Клиника профессора Кинзерского», Челябинск, Россия; соискатель кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Сумная Дина Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, Научно-исследовательский институт олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия; невролог, ООО «СОНАР», Челябинск, Россия; невролог, ООО «Центр нейромышечной стабилизации», Челябинск, Россия.

Кинзерский Сергей Александрович, кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики, ООО «Клиника профессора Кинзерского», Челябинск, Россия.

Кинзерский Антон Александрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия; невролог, ООО «Центр нейромышечной стабилизации», Челябинск, Россия.

Кулешова Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Information about the authors

Elena A. Besedina, Ultrasound Diagnostics Specialist, Professor Kinzersky Clinic, Chelyabinsk, Russia; Postgraduate Researcher, Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

Dina B. Sumnaya, Doctor of Medical Sciences, Professor, Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia; Neurologist, SONAR, Chelyabinsk, Russia; Neurologist, Neuromuscular Stabilization Center, Chelyabinsk, Russia.

Sergey A. Kinzersky, Candidate of Medical Sciences, Ultrasound Diagnostics Specialist, Professor Kinzersky Clinic, Chelyabinsk, Russia.

Anton A. Kinzersky, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Education; Neurologist, Neuromuscular Stabilization Center, Chelyabinsk, Russia.

Marina V. Kuleshova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biochemistry, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 03.12.2024
The article was submitted 03.12.2024