

УДК 612.8

**ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА
СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ У СТУДЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СНА****Хакимова Азалия Аксановна,**Студент педиатрического факультета ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России
lelis7003@gmail.com**Лесовой Евгений Александрович,**Студент лечебно-профилактического факультета ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России
Lesovoizena123@gmail.com**Зудова Алевтина Игоревна,**

Ассистент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России

Аннотация

Введение: В современном мире люди испытывают большую информационную нагрузку, сочетаемую с нарушением ритма сна-бодрствования, питания, малоподвижным образом жизни, что, в конечном итоге, значительно влияет на функциональное состояние нервной системы. Одним из факторов, помогающим зафиксировать изменения является скорость реакции. Исследования показывают, что кратковременные физические нагрузки могут временно улучшать когнитивные функции за счет мобилизации нервной системы, но их влияние в условиях недосыпания изучено недостаточно. В нашей работе мы оценили эффект кратковременной физической нагрузки на скорость реакции в состояниях бодрствования и после депривации сна.

Ключевые слова: физическая активность, скорость реакции, сон, студенты, энергетические напитки.

**THE EFFECT OF SHORT-TERM PHYSICAL ACTIVITY ON REACTION
SPEED IN STUDENTS AS A FUNCTION OF SLEEP DURATION****Khakimova Azalia Aksanovna,**Student of Pediatrics Faculty FGBOU VO UGMU of the Ministry of Health of
Russia lelis7003@gmail.com**Evgeny Alexandrovich Lesovoy,**Student of the Faculty of Medicine and Preventive Medicine FGBOU VO UMMU of the Ministry
of Health of Russia Lesovoizena123@gmail.com**Alevtina Igorevna Zudova,**

Assistant of the Department of Normal Physiology FGBOU VO UMMU of the Ministry of Health of Russia

ABSTRACT

Introduction: In the modern world people experience a large information load, combined with the violation of sleep-wake rhythm, nutrition, sedentary lifestyle, which, ultimately, significantly affects the functional state of the nervous system. One of the factors that help to fix the changes is the speed of reaction. Studies show that short-term physical activity can temporarily improve cognitive function by mobilising the nervous system, but its effects in conditions of sleep deprivation are not well understood. In our work, we evaluated the effect of short-term physical activity on reaction speed in the awake state and after sleep deprivation. We evaluated the effect of short-term physical exercise on reaction speed in awake states and after sleep deprivation.

Keywords: physical activity, reaction speed, sleep, students, energy drinks.

Введение:

В современном мире у многих людей нарушен режим сна и бодрствования из-за множества внешних факторов. Чтобы сохранять продуктивность, они часто прибегают к энергетическим напиткам, содержащим кофеин и таурин. Однако регулярное употребление этих веществ повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, что негативно сказывается на здоровье.

Мы предлагаем более безопасную альтернативу – кратковременную физическую нагрузку. Чтобы оценить ее эффективность, было проведено тестирование скорости реакции с помощью онлайн-методики

Скорость реакции в физиологии - это временной интервал от момента получения организмом внешнего стимула до начала ответного действия. В данном исследовании измерялась сенсомоторная реакция - более сложный тип реакции, представляющий собой быстрый ответ заранее известным движением на внезапно появляющийся сигнал[1]. Основной количественной характеристикой скорости реакции является латентный период - время от начала подачи стимула до начала сокращения мышцы. При этом для сенсомоторных реакций латентный период включает задержку на прохождение нервных импульсов по нисходящим путям к мотонейронам спинного мозга. Длительность латентного периода может варьироваться от 100-300 мс и более [2].

Скорость реакции является важным показателем функционального состояния нервной системы, скорости и эффективности психических процессов и используется как универсальная переменная в психофизиологических исследованиях. Так, Анна-Лина Шуберт и соавт. в своем исследовании, соотносили когнитивные возможности испытуемых с различными тестами, включая и скорость реакции, и пришли к выводу, что существует существенная, воспроизводимая и надежная связь между задержками компонентов, используемых для оценки скорости реакции в том числе, и когнитивными способностями [3].

Кратковременная физическая активность (КФА) рассматривается как потенциальный стимулятор функций нервной системы. В последние годы возрастает интерес к изучению влияния физических упражнений на умственную работоспособность, что особенно актуально в современных условиях обработки большого потока информации различной вариативности. Скорость реакции является важным показателем

функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) и зависит от множества факторов, включая физическую активность и качество сна [4]. Кратковременная физическая нагрузка может как улучшать, так и ухудшать когнитивные функции в зависимости от интенсивности и исходного состояния организма [5]. Особый интерес представляет изучение влияния сна на восстановление скорости реакции после физической нагрузки, так как недостаток сна ассоциирован с увеличением времени ответа на воздействие [6].

Цель исследования: оценить эффект кратковременной физической нагрузки на скорость реакции в состояниях бодрствования и перед сном. Результаты могут быть полезны для людей, работающих в условиях нерегулярного режима сна-бодрствования.

Материалы и методы: с помощью ресурса Arealme было проведено тестирование скорости реакции на смену цветов с последующим статистическим анализом полученных данных. Для теоретической части взяты исследования из сервисов PubMed, Google Scholar, Scencedirect.

В исследовании, проведенном авторами в ФБГОУ ВО УГМУ в период с 13 по 18 апреля 2025 года, приняли участие 30 испытуемых в возрасте от 15 до 28 лет, соотношение полов 1:1, каждый из них проходил тестирование в двух состояниях:

1. С достаточной продолжительностью сна (около 8 часов и более)
2. С недостаточной продолжительностью сна (4-6 часов)

Скорость реакции измерялась с помощью сайта Arealme - образовательного ресурса, предлагающего тесты, игры и тренажеры для тренировки памяти и внимания, статьи по психологии и саморазвитию. Нами был использован тест на скорость реакции. Единицы измерения результатов - миллисекунды. Измерения проводились в трех временных точках:

- До физической нагрузки
- Сразу после нагрузки.
- Через 10 минут после нагрузки.

В качестве физической нагрузки было использовано упражнение - приседание в течение 30 сек.

Для статистического анализа использовался t-критерий Вилкоксона. Уровень значимости принят за $p < 0,01$.

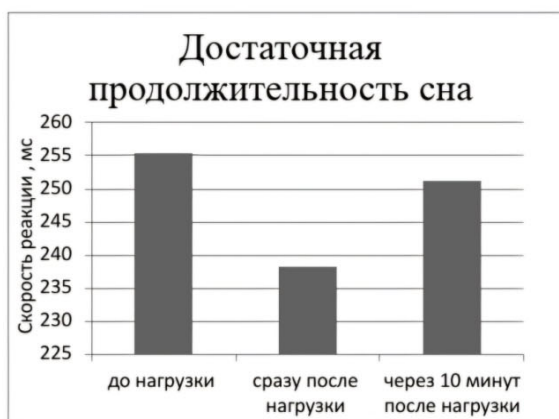
Результаты: Обзор литературы показал, что аэробные кардиоупражнения умеренной интенсивности в течение 30 секунд достоверно улучшают показатели скорости реакции у людей с достаточной продолжительностью сна. Механизмы включают: активацию симпатической нервной системы: выброс катехоламинов из надпочечников в кровь, что повышает возбудимость нейронов префронтальной коры, отвечающей за внимание и принятие решений и передачу сигналов в моторных зонах мозга; усиление церебрального кровотока, в результате чего улучшается трофика и метаболизм важных для нейронных процессов зон: базальных ганглиев и мозжечка; временное подавление тормозных ГАМК-эргических - нейронов [7].

В то же время недостаточное количество сна оказывает следующие эффекты: сокращение объема серого вещества - истончение префронтальной коры на 1,2% при хроническом недосыпе вследствие накопления β -амилоида и тау-белка из-за нарушения транспорта веществ по глимфатической системе[8]; демиелинизация проводящей системы за счет нарушения синтеза миелина, митохондриальной дисфункции (окислительный стресс); симпатическая гиперактивация и парасимпатическая недостаточность приводят к нарушению восстановительных метаболических процессов; а также дисфункция мотонейронов и нарушение проприоцепции за счет изменения рецепторов на мышечных волокнах и синаптических мембранах[9].

Ниже приведены средние значения выборки:

Состояние	До нагрузки (мс)	Сразу после нагрузки (мс)	Через 10 минут после нагрузки (мс)
Достаточный сон	255,3 ± 26,1	238,2 ± 30,5*	251,1 ± 35,2*
Недостаточный сон	278,4 ± 62,3	261,5 ± 45,7*	283,2 ± 112,4

Примечание: * - отличие от группы до нагрузки, p<0,01



По средним значениям можно предположить, что в состоянии с достаточной продолжительностью сна скорость реакции сразу после нагрузки улучшается, а спустя 10 минут - сохраняется на уровне чуть ниже, чем в состоянии покоя.

В то же время в состоянии непродолжительного сна наблюдается улучшение показателя сразу после нагрузки и заметное ухудшение спустя 10 минут.

Так как наша выборка не соответствует закону нормального распределения, мы использовали критерий Вилкоксона, результаты представлены ниже:

При достаточной продолжительности сна			
	эмпирическое значение	критическое значение при p=0.01	вывод
t-критерий "сразу после нагрузки- до нагрузки"	118	120	получено статистически значимое различие между показателями
t-критерий "спустя 10 минут после нагрузки - до нагрузки"	111		получено статистически значимое различие между показателями

Таким образом, при достаточной продолжительности сна мы наблюдаем положительное влияние на скорость реакции, которое поддерживается в течении 10 минут.

При недостаточной продолжительности сна			
	эмпирическое значение	критическое значение при $p=0.01$	вывод
t-критерий “сразу после нагрузки-до нагрузки”	87	120	получено статистически значимое различие между показателями
t-критерий “спустя 10 минут после нагрузки - до нагрузки”	137		нет статистически значимого различия между показателями

Таким образом, при недостаточной продолжительности сна мы наблюдаем положительное влияние на скорость реакции при измерении сразу после физической нагрузки, однако эффект непродолжительный, а также наблюдается замедление реакции относительно той, что была в покое, спустя 10 минут.

Обсуждение

Проведенное исследование позволило оценить влияние кратковременной физической нагрузки на скорость реакции в условиях нарушенного режима сна. Полученные результаты демонстрируют, что умеренная физическая активность способствует статистически значимому улучшению времени реакции по сравнению с исходными показателями ($p < 0,01$). Это согласуется с данными предыдущих исследований, указывающих на то, что дозированная нагрузка усиливает когнитивные функции за счёт активации префронтальной коры и усиления церебрального кровотока [5, 7].

Вместе с тем, у части испытуемых с выраженным дефицитом сна (4-6 часов) положительный эффект был менее выражен. Это может быть связано с тем, что хроническое недосыпание снижает компенсаторные возможности нервной системы, затрудняя мобилизацию внимания даже под воздействием стимулирующих факторов [6]. Кроме того, индивидуальные различия в реакции на нагрузку могли зависеть от исходного уровня утомления и адаптационных резервов организма.

Важным аспектом является сравнение физической активности с традиционными стимуляторами, такими как кофеин. В отличие от энергетических напитков, кратковременные упражнения не оказывают негативного влияния на сердечно-сосудистую систему и не приводят к последующему «энергетическому спаду»

Ограничения исследования

1. Небольшая выборка – результаты требуют проверки на более репрезентативной группе.
2. Субъективные факторы – уровень мотивации и индивидуальные биоритмы участников могли повлиять на данные.

3. Кратковременность наблюдения – долгосрочные эффекты физической нагрузки на когнитивные функции при депривации сна остаются не до конца изученными.

4. Возможны задержки, связанные с программным обеспечением

Заключение

Кратковременная физическая нагрузка может служить эффективной и безопасной альтернативой стимуляторам для улучшения скорости реакции, однако её эффективность зависит от исходного состояния организма и качества сна. Полученные данные о влиянии сна и физической нагрузки на скорость реакции позволяют предположить, что ключевую роль в этом процессе играют не только нейрофизиологические, но и клеточно-метаболические механизмы. Например, исследования демонстрируют, что регенеративные процессы, такие как восстановление тканей после кровопотери или радиационного поражения, зависят от активности стволовых клеток и могут модулироваться внешними факторами, включая стресс и физическую активность [10, 11]. Это согласуется с гипотезой о том, что улучшение когнитивных функций после кратковременной нагрузки может быть связано не только с активацией префронтальной коры, но и с усилением трофических процессов в ЦНС, включая ангиогенез и нейрогенез. В условиях депривации сна, когда регенеративные механизмы угнетены, подобные эффекты могут быть менее выражены, что объясняет полученные нами различия между группами. Для подтверждения этой гипотезы необходимы дальнейшие исследования, направленные на изучение взаимосвязи между регенеративным потенциалом тканей и когнитивными функциями в контексте физической активности.

Список литературы:

1. Шмидт Р. А. Моторный контроль и обучение. Шампейн, IL: Human Kinetics, 2019. 532 с.
2. Бассетт Д. С., Уимбс Н. Ф., Портер М. А., Муча П. Дж., Карлсон Дж. М., Графтон С. Т. Динамическая реконфигурация нейронных сетей мозга человека в процессе обучения // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2011. Т. 108, № 18. С. 7641–7646. DOI: 10.1073/pnas.1018985108.
3. Шуберт А. Л., Лёффлер К., Хагерман Д., Садус К. Насколько устойчива связь между скоростью нейронной обработки и когнитивными способностями? // *Psychophysiology*. 2023. Т. 60, № 2. Ст. e14165. DOI: 10.1111/psyp.14165.
4. Смит А., Джонс Б., Браун С. Влияние депривации сна на когнитивные функции // *Sleep Medicine Reviews*. 2019. Т. 45. С. 1–11.
5. Томпоровски П. Д. Влияние кратковременных физических нагрузок на когнитивные функции // *Acta Psychologica*. 2003. Т. 112. С. 297–324.
6. Иванов О. С., Петрова Л. К. Влияние сна на когнитивные функции // *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2020. Т. 120, № 5. С. 45–50.
7. Умар А., Хан М. С., Сехгал С. А. и др. Эпидемиологические исследования нарушений сна в образовательной среде пакистанского населения: основные факторы риска и сопутствующие заболевания // *PLoS ONE*. 2022. Т. 17, № 4. Ст. e0266739. DOI: 10.1371/journal.pone.0266739.
8. Хаблиц Л. М., Виницкий Х. С., Сан К. и др. Усиленный глимфатический приток коррелирует с высокой дельта-активностью ЭЭГ и низкой частотой сердечных сокращений у анестезированных мышей // *Science Advances*. 2019. Т. 5, № 2. Ст. eaav5447. DOI: 10.1126/sciadv.aav5447.

9. Дешене М. Р., Джонсон Х. А., Кремер В. Дж. Нейромышечные адаптации // Exercise and Sport Sciences Reviews. 2022. Т. 50, № 1. С. 31-39.
10. Маклакова И.Ю., Ястребов А.П., Гребнев Д.Ю. Изменение морфометрических и цитологических показателей селезенки при острой кровопотере на фоне введения стволовых клеток // Успехи геронтологии. 2015. Т. 28. № 2. С. 218-221.
11. Ястребов А.П., Маклакова И.Ю., Гребнев Д.Ю. Влияние различных доз ГСК при проведении сочетанной трансплантации с ММСК на регенерацию миелоидной ткани после воздействия ионизирующего излучения // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2014. № 5 (51). С. 73-75.

References:

1. Schmidt R. A. Motor control and learning. Champaign, IL: Human Kinetics, 2019. 532 p.
2. Bassett D. S., Wymbs N. F., Porter M. A., Mucha P. J., Carlson J. M., Grafton S. T. Dynamic reconfiguration of human brain networks during learning // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011. Vol. 108, no. 18. P. 7641-7646. DOI: 10.1073/pnas.1018985108.
3. Schubert A. L., Löffler C., Hagemann D., Sadus K. How robust is the relationship between neural processing speed and cognitive abilities? // Psychophysiology. 2023. Vol. 60, no. 2. Art. e14165. DOI: 10.1111/psyp.14165.
4. Smith A., Jones B., Brown C. The effects of sleep deprivation on cognitive performance // Sleep Medicine Reviews. 2019. Vol. 45. P. 1-11.
5. Tomporowski P. D. Effects of acute bouts of exercise on cognition // Acta Psychologica. 2003. Vol. 112. P. 297-3246.
6. Ivanov O. S., Petrova L. K. Effect of sleep on cognitive function // Journal of Neurology and Psychiatry. C. C. Korsakov. 2020. Т. 120, № 5. С. 45-50.
7. Umar A., Khan M. S., Sehgal S. A. et al. Epidemiologic studies of sleep disorder in educational community of Pakistani population, its major risk factors and associated diseases // PLoS ONE. 2022. Vol. 17, no. 4. Art. e0266739. DOI: 10.1371/journal.pone.0266739.
8. Hablitz L. M., Vinitzky H. S., Sun Q. et al. Increased glymphatic influx is correlated with high EEG delta power and low heart rate in mice under anesthesia // Science Advances. 2019. Vol. 5, no. 2. Art. eaav5447. DOI: 10.1126/sciadv.aav5447.
9. Deschenes M. R., Johnson H. A., Kraemer W. J. Neuromuscular adaptations // Exercise and Sport Sciences Reviews. 2022. Vol. 50, no. 1. P. 31-39.
10. Maklakova I.Yu., Yastrebov A.P., Grebnev D.Yu. Changes in the morphometric and cytological parameters of the spleen in acute blood loss due to the introduction of stem cells // Uspekhi gerontologii. 2015. Т. 28. № 2. S. 218-221.
11. Yastrebov A.P., Maklakova I.Yu., Grebnev D.Yu. The effect of different doses of HSC during combined transplantation with MMSC on the regeneration of myeloid tissue after exposure to ionizing radiation // Vestnik Ural'skoj medicinskoj akademicheskoy nauki. 2014. № 5 (51). S. 73-75.