

УДК 378.17:159.952:612.17:612.8

DOI: 10.33396/1728-0869-2019-12-46-52

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФАКТОРОВ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ, УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ СТРЕССОВЫХ НАГРУЗОК ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

© 2019 г. О. М. Разумникова, Н. В. Асанова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск

Цель исследования: выяснение роли тормозного контроля с учетом значения его центрального и автономного компонентов в успеваемости студентов вуза. *Методы.* В исследовании приняли участие 58 студентов в возрасте 17–21 года. Функции исполнительного контроля внимания оценивали на основе тестирования времени реакции при селекции конгруэнтных и неконгруэнтных зрительных стимулов. В качестве автономного компонента тормозного контроля рассматривали показатели вариабельности сердечного ритма. Для самооценки состояния здоровья использовали опросник SF-36. *Результаты.* Установлена связь успеваемости студентов и функций систем исполнительного и автономного контроля, указывающая, что лучшей успеваемости соответствует более быстрая селекция информации и меньшее время принятия решения, но большее напряжение автономной регуляции сердечной деятельности с повышением тонуса симпатической нервной системы. Согласно результатам регрессионного анализа предикторами успеваемости являются показатели скорости селекции информации, функций исполнительных систем внимания и адекватности процессов автономной регуляции, которые объясняют от 10 до 19 % ее вариабельности. Согласно опроснику SF-36 лучшей самооценке состояния физического здоровья соответствовала меньшая частота сердечных сокращений, а психического здоровья – меньший индекс вегетативного равновесия, то есть преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. *Выводы.* Более высокой успеваемости студентов соответствуют лучшие показатели центрального компонента тормозного контроля – эффективная селекция информации, однако при большем напряжении автономной регуляции сердечной деятельности. Это указывает на необходимость повышения стрессоустойчивости студентов с высокими экзаменационными баллами и тренинга исполнительного контроля внимания при низкой успеваемости.

Ключевые слова: тормозной контроль, успеваемость студентов, исполнительная система внимания, вариабельность частоты сердечных сокращений, самооценка состояния здоровья.

RELATIONSHIP BETWEEN INHIBITION CONTROL FACTORS, SUCCESSFUL TRAINING AND HEALTH OF STUDENTS IN THE CONDITIONS OF STRESS LOADS OF THE EDUCATIONAL PROCESS

O. M. Razumnikova, N. V. Asanova

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

The aim of the study was to clarify the role of inhibitory control, taking into account the importance of its central and autonomous components in success level of university students. *Methods.* The study involved 58 students aged 17–21 years. The functions of executive attention control were evaluated on the basis of testing the reaction time during the selection of congruent and incongruent visual stimuli. As an autonomous component of inhibitory control, heart rate variability indices were considered. For self-assessment of health status, the SF-36 questionnaire was used. *Results.* A connection between student success level and the functions of executive and autonomous control systems has been established. It indicated that faster selection of information and shorter decision making time, but greater tension in autonomic regulation of cardiac activity with increased tone of the sympathetic nervous system corresponded to a higher success level. According to the results of the regression analysis, the success predictors were indicators of the speed of information selection, the functions of the executive attention system and the adequacy of the processes of autonomous regulation, which explain from 10 to 19 % of its variability. According to the SF-36 questionnaire, the best self-esteem of physical health corresponded to a lower heart rate, and mental health – a lower index of autonomic balance, that was, the predominance of the parasympathetic autonomic nervous system. *Conclusions.* Higher success level corresponded to the best indicators of the central component of inhibitory control – effective selection of information, but with a greater strain of autonomous regulation of cardiac activity. This indicated the need to increase the stress resistance of students with high examination scores and train executive control of attention when success level was low.

Key words: inhibition control, academic achievement in university students, executive attention system, heart rate variability, self-assessment of health status

Библиографическая ссылка:

Разумникова О. М., Асанова Н. В. Взаимосвязь факторов тормозного контроля, успешности обучения и сохранения здоровья студентов в условиях стрессовых нагрузок образовательного процесса // Экология человека. 2019. № 12. С. 46–52.

Razumnikova O. M., Asanova N. V. Relationship between Inhibition Control Factors, Successful Training and Health of Students in the Conditions of Stress Loads of the Educational Process. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 12, pp. 46–52.

Функции тормозного контроля включают не только самоконтроль инициации или подавления разнообразных поведенческих реакций, но и интерференционный контроль селективного внимания и воспроизведения

информации, и вегетативную регуляцию систем организма, направленную на приспособление к окружающей среде и сохранение здоровья [21, 30].

Как центральное звено системы исполнительного

внимания тормозной контроль отражает готовность к школьному обучению и его дальнейшие успехи [111, 15, 24]. Существует мнение, что понимание того, как исполнительные функции способствуют обучению, позволит выявлять когнитивный дефицит на его ранней стадии и разрабатывать соответствующие программы профилактики и реабилитации [25].

Установлено, что организацию торможения обеспечивают нервные пути между базальными ганглиями и медиальной фронтальной и вентролатеральной префронтальной областями коры [18, 26]. Принятие решения формируется на основе конкуренции параллельно протекающих процессов в дорзальной и вентральной частях зрительной системы. Обучение приводит к быстрой трансформации сенсорной информации в стереотипные команды двигательной реакции. В новой ситуации приоритет переходит к детальной обработке информации в системе «вентральный зрительный пучок — нижневисочная кора — вентролатеральная префронтальная кора» и сознательному контролю поведения.

В возрасте 17–23 лет и функциональные связи префронтальной коры [14], и исполнительные функции [10] продолжают развиваться, что является основой личностного роста и адаптации к новой образовательной и социальной среде. Лучшие показатели самооценки исполнительных функций являются детерминантом университетского обучения: у студентов с низким уровнем контроля внимания и самоконтроля имеются проблемы в планировании учебной деятельности, и для повышения мотивации к занятиям и улучшению академической успеваемости требуется тренинг этих функций [9].

Автономный компонент как часть более крупной системы саморегуляции поведения и адаптации к меняющимся требованиям окружающей среды представлен реципрокным взаимодействием симпатической и парасимпатической систем в регуляции сердечной деятельности и находится под контролем кортикально-подкорковой сети, включающей префронтальную кору и амигдалу [30]. Показатели вариабельности частоты сердечных сокращений широко используются для изучения механизмов когнитивной и эмоциональной регуляции поведения и оценки функциональных резервов организма [например, 3, 5, 12, 19, 29]. Сниженная вариабельность сердечного ритма (ВСР) ассоциируется с эмоциональным напряжением и многими патологическими процессами вследствие ослабления регуляторных возможностей нервной системы [2, 3, 21]. Используется ВСР и как показатель индивидуальной реактивности на разные виды стресса, в том числе стресса, связанного с работой, обучением или экзаменационным напряжением. Несмотря на многочисленные исследования функционального состояния и адаптационных возможностей организма студентов в разные периоды обучения в вузе, в том числе в период экзаменационного стресса [1, 27], вопрос о соотношении центрального и автономного компонентов саморегуляции поведения, обеспечивающем

максимальную эффективность усвоения информации при сохранении здоровья студентов остается до сих пор дискуссионным. Согласно результатам анализа имитации учебного стресса студентов-медиков, только в ситуации отчетности о взаимодействии с пациентами высокочастотный компонент ВСР снижается, а соотношение низкочастотного к высокочастотному возрастает [23]. Подобные изменения ВСР отмечены при изучении влияния экзаменационного стресса на изменения сердечной деятельности: показано усиление вклада симпатической регуляции и вследствие этого уменьшение числа студентов-медиков с преобладанием парасимпатического тонуса [8]. Усиление мобилизации сердечно-сосудистой регуляции в пределах адаптационных резервов отмечено при сравнении функционального состояния студентов 1 и 4 курсов [1] или дневного и вечернего форм обучения [6].

Для изучения эффектов стрессоров, связанных с деятельностью, предложены две модели: рассогласования награды и ожидаемого успеха [28] и несоответствия контроля и нагрузки при работе [16]. Эти модели могут рассматриваться и при анализе факторов, влияющих на эффективность учебной деятельности студентов при условии сохранения здоровья, что требует адекватной оценки своих возможностей и планирования такого поведения, которое обеспечивало бы оптимальное соотношение когнитивного и физического напряжения. Таким образом, целью нашего исследования стало сопоставление значения функций исполнительного внимания как центрального компонента тормозного контроля поведения и показателей ВСР как автономного компонента регуляции в отношении успеваемости студентов университета с учетом самооценки состояния их здоровья. Мы предположили, что для высокой успеваемости характерно доминирование центрального компонента контроля, а для более низкой — автономного, сопровождающегося более высокой самооценкой здоровья.

Методы

В исследовании приняли участие 58 студентов (средний возраст (19 ± 3) года, 41 девушка и 17 юношей), обучающихся на факультете гуманитарного образования Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) по специальности «психология» на 1–2 курсах (второй и третий семестр).

Для определения функций исполнительного контроля внимания использовали разработанную нами компьютерную версию хорошо известной методики ANT (*attention network test*) [13]. Целевым стимулом при тестировании является центральная стрелка (рис. 1 A1), направление которой требуется определить в разных условиях селекции этого сигнала. Всего было использовано 96 стимулов. Время их предъявления варьировало в пределах 400–1 600 мс; предупреждающий намек появлялся на экране за 100 мс до появления стимула. Регистрировали время реакции (ВР) и количество ошибок для всех вариантов предъявления стимула с использованием специаль-

но разработанного программного обеспечения (А.с. 2012617379 от 16.08.2012 г.). На основе полученных данных вычисляли показатели функций трех систем внимания: для исполнительной системы (ВРисп) — это была разница между временем реакции на целевой стимул в ситуациях предъявления неконгруэнтных (рис. 1 А3) (ВРнк) и конгруэнтных стимулов (рис. 1 А2) (ВРк), для системы бдительности (ВРбдит) — разница во времени реакции на стимул без намека и с двойным намеком (рис. 1 Б1 и Б3 соответственно), и ориентационного внимания (ВРор) — разница скорости селекции стимулов в ситуации с центральным намеком и с пространственным намеком (рис. 1 Б2, Б4).

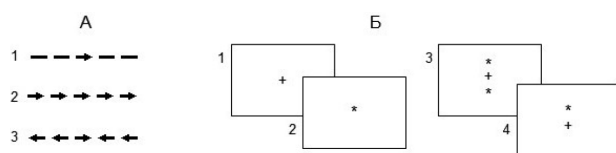


Рис. 1. Пример нейтральных (А1), конгруэнтных (А2) и неконгруэнтных (А3) стимулов, предъявляемых в ситуациях без намека (Б1), с центральным (Б2), двойным (Б3) и пространственным (Б4) намеком согласно методике АНТ

Регистрацию частоты сердечных сокращений (ЧСС) проводили в течение 5 минут в состоянии покоя в положении «сидя» с использованием аппаратно-диагностического комплекса (АПДК) (Сертификат № 053-95 Бурятского сертификационного центра; Разрешение Минздрава РБ на использование прибора и методики в медицинских учреждениях и научных лабораториях). Для анализа регуляции ВСР использовали показатели, предложенные Р. М. Баевским: индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) и индекс напряжения регуляторных систем (ИНРС), вычисляемые согласно программному обеспечению АПДК [3, 4]. На рис. 2 показана часть скрин-шота результатов индивидуального анализа ВСР.

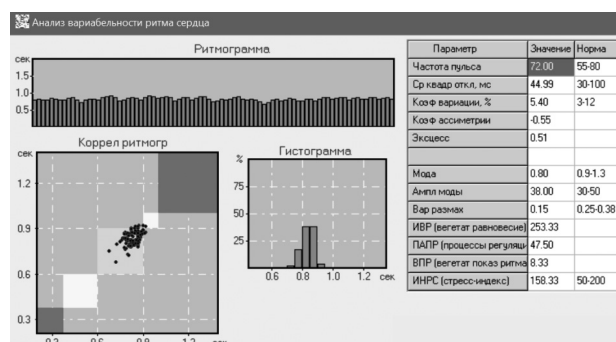


Рис. 2. Пример скрин-шота результатов индивидуального анализа variability сердечного ритма

Для определения самооценки состояния здоровья использовали опросник SF-36, который включает восемь шкал: физическое функционирование, ролевое функционирование, боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное функционирование и психическое здо-

ровье. Среднее суммарное значение четырех первых шкал представляет интегральную оценку физического здоровья (ИФЗ), а четырех последующих — психического здоровья (ИПЗ) [7].

Тестирование функций систем внимания, ВСР и самооценки состояния здоровья выполнялось на практических занятиях согласно программам курсов «Общая психология» и «Психология здоровья».

Показатели успеваемости студентов получены согласно базе данных деканата факультета гуманитарного образования НГТУ.

Статистический анализ данных, полученных на нерандомизированной выборке в поперечном исследовании, выполняли с использованием программы IBM SPSS Statistics Base 22. При нормальном распределении данных использовали параметрические методы корреляционного и регрессионного анализа, в случае отклонения от нормального — непараметрический критерий Манна — Уитни для сравнения двух независимых выборок.

Результаты

Описательная статистика для показателей успеваемости студентов, функций систем внимания и самооценки состояния здоровья представлена в табл. 1, а для ЧСС и ВСР — в табл. 2.

Таблица 1

Показатели успеваемости, функций систем внимания и самооценки состояния здоровья

	Балл	ВРк	ВРнк	ВРисп	ВРбдит	ВРор	СЗфиз	СЗпсих
Среднее	3,8	524	615	91	27	30	74,3	59,6
SD	0,5	67	90	44	24	24	17,1	21,8

Примечание. Балл — средний балл успеваемости студентов; ВРк, ВРнк — время реакции при селекции конгруэнтных и неконгруэнтных стимулов; ВРисп, ВРбдит, ВРор — при оценке функций исполнительной системы внимания, бдительности и ориентационного внимания соответственно (все показатели ВР в мс); СЗфиз — интегральный показатель самооценки состояния физического здоровья согласно SF-36, СЗпсих — психического (в %).

Таблица 2

Показатели сердечного ритма и его variability

	ЧСС	Мо	Амп-Мо	Вари-ац	ИВР	ПАПР	ВПР	ИНРС
Среднее	76,6	0,75	38,0	0,19	228,4	55,6	10,3	169,1
SD	12,3	0,16	14,4	0,10	134,1	32,8	5,2	114,8

Примечание. ЧСС — частота сердечных сокращений (уд/мин), Мо — мода, АмпМо — амплитуда моды, Вари-ац — вариационный размах, ИВР — индекс вегетативного равновесия, ВПР — вегетативный показатель ритма, ПАПР — показатель адекватности процессов регуляции, ИНРС — индекс напряжения регуляторных систем.

При корреляционном анализе успеваемости и показателей функций систем внимания установлены ее статистически значимые негативные связи со скоростью селекции информации в исполнительной системе ($r = -0,33$; $p = 0,04$) и скоростью селекции и конгруэнтных, и неконгруэнтных стимулов ($-0,62 <$

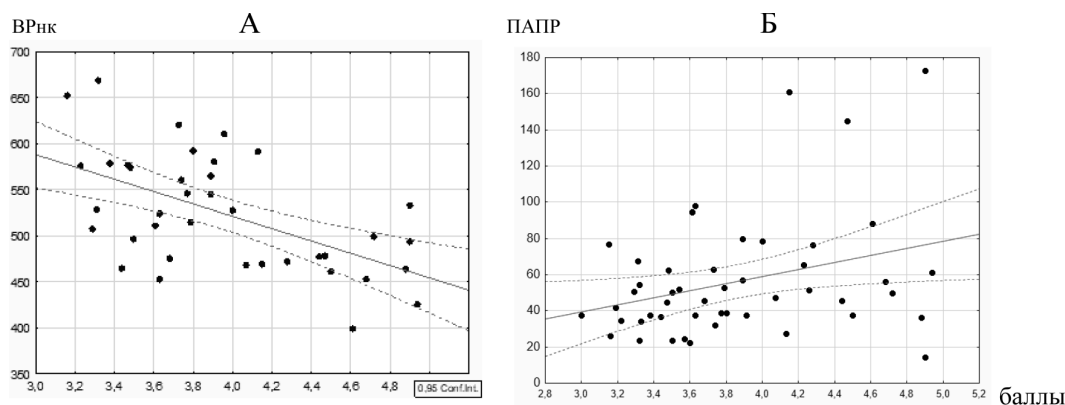


Рис. 3. Взаимосвязь успеваемости (ось X) и времени реакции при селекции неконгруэнтных стимулов (ВРнк) – А и показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР) – Б

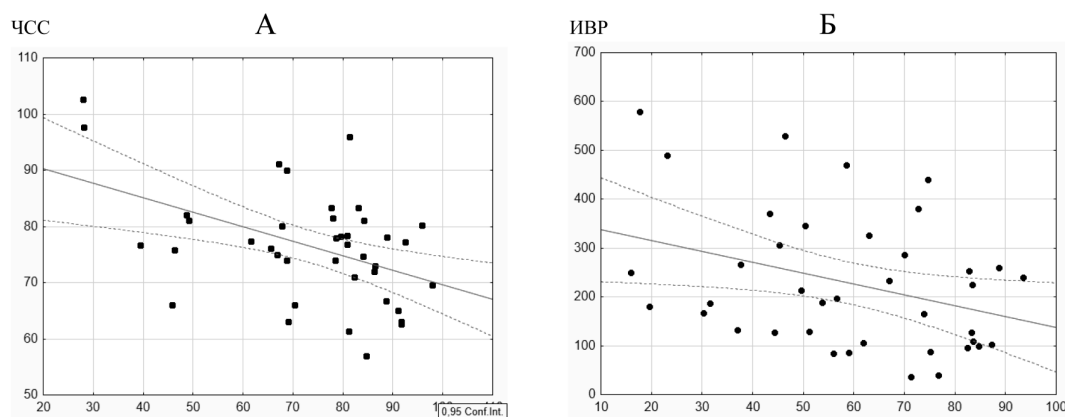


Рис. 4. Взаимосвязь показателей сердечного ритма и самооценки состояния здоровья: А – ЧСС и СЗфиз, Б – ИВР и СЗпсих. Обозначения как в табл. 1 и 2.

$r < -0,66$; $p < 0,0001$), а также между успеваемостью и ПАПР ($r = 0,32$; $p = 0,043$). Рис. 3 иллюстрирует взаимосвязь успеваемости и ВРнк (3А) или ПАПР (3Б).

Тенденция к негативной связи ВРисп и показателей ВСР была обнаружена для амплитуды моды (АмпМо), ПАПР, ВПР и ИНРС ($0,06 < p < 0,09$).

Таблица 3
Основные параметры регрессионных уравнений для показателя успеваемости студентов

Характеристика	F	df	R ² %	b	p
Центральный тормозный контроль					
ВРк	6,51	1,45	12,6	-0,36	0,014
ВРнк	10,63	1,45	19,1	-0,44	0,002
ВРисп	4,90	1,45	9,8	-0,31	0,032
Автономный тормозный контроль					
ПАПР	5,16	1,46	10,0	0,32	0,028

Примечание. Обозначения как в табл. 1 и 2.

Для выяснения вклада центрального и автономного компонентов тормозного контроля в успеваемость был выполнен линейный регрессионный анализ. Основные параметры статистически значимых регрессий для успеваемости как зависимой переменной представлены в табл. 3. Согласно полученным результатам предикторами успеваемости студентов являются ВРк

или ВРнк, которые позволяет объяснить 13–19 % ее вариальности, и ВРисп или ПАПР – около 10 % дисперсии.

Мы не обнаружили значимых связей между успеваемостью и интегральными показателями состояния здоровья, однако негативные связи были характерны для показателей сердечного ритма. Рис. 4А иллюстрирует взаимосвязь СЗфиз и ЧСС ($r = -0,461$, $p < 0,003$), а рис. 4Б – СЗпсих и ИВР ($r = -0,352$, $p = 0,032$).

Учитывая данные о половых различиях во ВР и ВСР [17], мы проанализировали возможное влияние этих факторов для нашей выборки. Значимые различия были обнаружены только для успеваемости: у девушек более высокий балл, чем у юношей (соответственно 3,9 и 3,5 при $p < 0,01$ согласно критерию Манна – Уитни).

Для проверки нашей гипотезы мы выделили 2 группы студентов: с более высокой (выше 3,8 балла, $n = 30$) (ГР1) и низкой (менее 3,8 балла, $n = 24$) (ГР0) успеваемостью. Межгрупповое сравнение показало, что ГР1 отличается от ГР0 более быстрой селекцией информации при более высоких значениях показателей АмпМо и ПАПР (табл. 4). Для ГР1 характерна также тенденция к большему значению ИНРС и других показателей ВСР при сравнительно низкой самооценке состояния здоровья, хотя эти различия

не достигли необходимого уровня статистической значимости. Обе группы различались также дисперсией показателей исполнительного и автономного компонентов тормозного контроля с меньшей вариабельностью показателей ВРнк и ВРисп, но большей — АмпМо и ПАПР в ГР1, чем в ГР0 (см. табл. 4).

Таблица 4

Средние значения показателей функций центрального и автономного компонентов тормозного контроля и самооценки состояния здоровья в группах студентов с высокой (ГР1) и низкой (ГР0) успеваемостью

Группа	ВРнк	ВРисп	Амп-Мо	ИВР	ПАПР	ИНСР	СЗфиз	СЗпсих
ГР1	584	74	43,1	247,8	68,1	199,7	73,7	57,5
SD	75	33	17,4	136,7	42,7	122,6	16,8	20,7
ГР0	630**	96**	34**	210,3	46,0**	144,6*	75,1	62,2
SD	85#	39#	10,1#	135,1	20,1#	107,9	17,0	16,8

Примечания: обозначения как в табл. 2; ** — межгрупповые различия при $0,001 < p < 0,04$; * — $p < 0,09$ согласно критерию Манна — Уитни; # — $0,03 < p < 0,05$ для SD.

Обсуждение результатов

Показатели ВСР в нашей выборке студентов согласно принятым нормам [3] указывают на повышенный тонус симпатического отдела регуляции сердечного ритма при слабой централизации его управления. Эти данные соответствуют результатам многочисленных исследований функционального состояния, зафиксированного на разных этапах обучения студентов разных специальностей [1, 5].

Результаты анализа исполнительного контроля при селекции зрительных стимулов в экспериментальных условиях соответствуют выводам, полученным в ходе изучения самооценки исполнительных функций, что эта характеристика является детерминантом университетского обучения [9, 20]. Обнаруженная нами негативная связь ВР и успеваемости, по-видимому, отражает не только полезную для обучения высокую скорость обработки информации, но и мотивацию к достижению успеха в разных сферах деятельности: как при обучении и сдаче экзаменов, так и при выполнении инструкции тестирования систем внимания.

Отличалась ГР1 от ГР0 не только средними значениями ВР, но и дисперсией этих показателей с большими значениями в ГР0 (см. табл. 4), указывающими на меньшую сосредоточенность при выполнении задания в ГР0. Следовательно, можно заключить, что первая часть нашей гипотезы — о доминировании центрального компонента тормозного контроля у студентов с более высокой успеваемостью подтвердилась.

Результаты анализа ВСР свидетельствуют о том, что повышение успеваемости сопровождается усилением нагрузки на регуляторные компоненты центральной нервной системы: наиболее устойчивым предиктором этого эффекта является показатель ПАПР, который отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функций синусового узла [2]. При сравнении групп также обнаружено, что ГР1 отлича-

ется от ГР0 усилением влияния центрального контура регуляции на автономный согласно более высоким значениям АмпМо в ГР1. Следовательно, можно заключить, что в соответствии с нашей гипотезой студенты, не стремящиеся к высокой академической успеваемости, характеризуются меньшим вкладом в регуляцию поведения центрального компонента тормозного контроля.

Наблюдаемая тенденция к повышению практически всех показателей ВСР в ГР1 свидетельствует об усилении напряжения и в центральном, и в автономном компонентах регуляции сердечной деятельности по сравнению с показателями ГР0. При отсутствии значимых различий в самооценке состояния здоровья в этих группах можно предположить, что отмеченное в ГР1 напряжение в регуляции сердечно-сосудистой деятельности отражает характерную для обучения в вузе информационную и эмоциональную нагрузку, реакция на которую, однако, не выходит за адаптационные пределы. Принимая во внимание сравнительно большую, чем в ГР0, вариабельность показателей ВСР в ГР1 (см. табл. 4, рис. 3Б), можно заключить, что в ГР1 имеются такие студенты, у которых успешное обучение в вузе не вызывает стресса, либо они обладают достаточно высокой стрессоустойчивостью. Этот вопрос требует дальнейшего исследования.

Обнаруженное согласно профилю ВСР напряжение в состоянии сердечной деятельности в ГР1 при наметившемся в этой группе снижении самооценки здоровья (см. табл. 4) указывает на необходимость применения профилактических мер для ослабления информационного и/или эмоционального стресса, вызванного образовательной деятельностью. Отсутствие такого напряжения в ГР0 позволяет предположить, что низкая успеваемость студентов является результатом суммации низкой скорости обработки информации и слабой мотивации к обучению, в том числе — как следствие несформированного центрального компонента исполнительного контроля. Следовательно, для таких студентов полезной будет дополнительная тренировка исполнительного контроля селективных процессов и психолого-педагогической коррекции самоконтроля поведения, как это предлагается согласно результатам других работ, посвященных соотношению исполнительных функций и эффективности образования [9, 20, 24].

Таким образом, установленная связь успеваемости студентов и функций систем исполнительного и автономного контроля показывает, что более высокой успеваемости соответствует эффективная селекция информации, однако при большем напряжении автономной регуляции сердечной деятельности. Показатели центрального компонента тормозного контроля сравнительно в большей степени объясняют вариабельность успеваемости, чем показатели автономного компонента. Наиболее информативными предикторами успеваемости студентов при анализе вариабельности их сердечного ритма являются показатель адекватности процессов регуляции, а самооценки состояния здоровья — частота пульса и индекс

вегетативного равновесия. Полученные результаты, в том числе обнаруженная взаимосвязь самооценки состояния здоровья и показателей variability сердечного ритма, указывают на необходимость повышения стрессоустойчивости студентов с высокими экзаменационными баллами и тренинга исполнительного контроля поведения при низкой успеваемости.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 17-06-00166 «Организация тормозного контроля в онтогенезе: значение для обучения и адаптации»).

Авторы выражают благодарность студентке Нечунаевой Н. В. за помощь в сборе данных с использованием АПК.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Авторство

Разумникова О. М. разработала концепцию и дизайн исследования, выполнила анализ и интерпретацию данных и подготовила первый вариант статьи; Асанова Н. В. получила данные, выполнила их первичный анализ и участвовала в подготовке статьи.

Разумникова Ольга Михайловна — ORCID 0000-0002-7831-94; SPIN 6016-6988

Асанова Наталья Владимировна — ORCID 0000-0002-8600-8884; SPIN 5160-7674

Список литературы

1. Артеменков А. А. Оценка функционального состояния и резервных возможностей студентов в разные периоды обучения в вузе // Профилактическая медицина. 2013. № 3. С. 33–36.
2. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиологических систем: методические рекомендации. М., 2002. 53 с.
3. Баевский Р. М., Иванов Г. Г. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108–127.
4. Бороноев В. В. Автоматизированный пульсодиагностический комплекс тибетской медицины «Пульс-ТМ». Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2005. 21 с.
5. Дьячкова Т. В. Изменение показателей variability сердечного ритма студентов в процессе учебной деятельности // Успехи современной науки. 2016. Т. 2, № 3. С. 50–53.
6. Николаева Е. И., Котова С. А. Сравнительный психофизиологический анализ функционального состояния студентов различных форм обучения в педагогическом вузе // Вопросы психологии. 2011. № 4. С. 24–32.
7. Новик А. А., Ионова Т. И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине / 2-е изд. под ред. Ю. Л. Шевченко. М.: ОЛМАПРЕСС, 2007. 313 с.
8. Сафонова В. Р., Шаламова Е. Ю. Параметры variability сердечного ритма студенток Северного медицинского вуза при экзаменационном стрессе // Экология человека. 2013. № 8. С. 11–16.
9. Baars M. A., Nije B. M., Tonnaer G. H., Jolles J. Self-report measures of executive functioning are a determinant of academic performance in first-year students at a university of applied sciences // Front. Psychol. 2015. N 6. P. 1131.
10. Best J. R., Miller P. H., and Naglieri J. A. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample // Learn. Individ. Differ. 2011. N 21. P. 327–336.
11. Blair C. Executive function and early childhood education // Current Opinion in Behavioral Sciences. 2016. N 10. P. 102–107.
12. Da Silva W. Q. A., Fontes E. B., Forti R. M., Lima Z. L., Machado D. G. D. S., Deslandes A. C., Elsangedy H. M. Affect during incremental exercise: The role of inhibitory cognition, autonomic cardiac function, and cerebral oxygenation // PLoS ONE. 2017. N 12 (11). P. e0186926.
13. Fan J., McCandliss B. D., Sommer T., Raz A., Posner M. I. Testing the efficiency and independence of attentional networks // J. Cogn. Neurosci. 2002. N 14 (3). P. 340–347.
14. Giedd J. N., Rapoport J. L. Structural MRI of pediatric brain development: what have we learned and where are we going? // Neuron. 2010. N 67 (5) P. 728–734.
15. Gordon R., Smith-Spark J. H., Newton E. J., Henry L. A. Executive function and academic achievement in primary school children: The use of task-related processing speed // Frontiers in Psychology. 2018. N 9. P. 582.
16. Häusser J. A., Schulz-Hardt S., Mojzisch A. The active learning hypothesis of the job-demand-control model: An experimental examination // Ergonomics. 2014. N 57 (1). P. 3–33.
17. Jain A., Bansal R., Kumar A., Singh K. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students // International Journal of Applied and Basic Medical Research. 2015. N 5 (2). P. 124–127.
18. King A. V., Linke J., Gass A., et al. Microstructure of a three-way anatomical network predicts individual differences in response inhibition: A tractography study // NeuroImage. 2012. N 59. P. 1949–1959.
19. Kim H.-G., Cheon E.-J., Bai D.-S., Lee Y. H., Koo B.-H. Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature // Psychiatry Investigation. 2018. N 15 (3). P. 235–245.
20. Knouse L. E., Feldman G., Blevins E. J. Executive functioning difficulties as predictors of academic performance: examining the role of grade goals // Learn. Individ. Differ. 2014. N 36. P. 19–26.
21. McCraty R. Heart rate variability: New perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk // Global advances in health and medicine. 2015. N 1. P. 46–61.
22. Miyake A., Friedman N. The nature and organization of individual differences in executive functions: four general conclusions // Curr. Dir. Psychol. Sci. 2012. N 21. P. 8–14.
23. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R., Makino T. Heart rate variability can clarify students' level of stress during nursing simulation // PLoS ONE. 2018. N 13 (4).
24. Prosen S., Vitulić H. S. Executive function in different groups of university students // Review of Psychology. 2014. N 2. P. 137–143.
25. Ribner A. D., Willoughby M. T., Blair C. B. Family life project key investigators. Executive function buffers the association between early math and later academic skills // Front. Psychol. 2017. N 8. P. 869.
26. Sakagami M., Pan X., Uttl B. Behavioral inhibition and prefrontal cortex in decision-making // Neural Networks. 2006. N 19. P. 1255–1265.
27. Shokr E. A. M. Effect of exam stress on heart rate variability parameters in healthy students // Egypt. Acad. J. Biol. Sci. 2015. N 7 (1). P. 75–81.

28. Siegrist J., Li J. Work stress and altered biomarkers: A synthesis of findings based on the effort-reward imbalance model // *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017. N 14. P. 1373.

29. Stenfors C. U. D., Hanson L. M., Theorell T., Osika W. S. Executive cognitive functioning and cardiovascular autonomic regulation in a population-based sample of working adults // *Frontiers in Psychology*. 2016. N 7. P. 1536.

30. Thayer J. F. On the importance of inhibition: Central and peripheral manifestations of nonlinear inhibitory processes in neural systems // *Dose-Response*. 2006. N 4 (1). P. 2–21.

References

1. Artemenkov A. A. Evaluation of the functional state and reserve capacities of students in different periods of their study at a university. *Profilakticheskaya meditsina*. 2013, 3, pp. 33-36. [In Russian]

2. Baevskii R. M. *Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiologicheskikh sistem metodicheskie rekomendatsii* [Analysis of heart rate variability using various electrocardiological system: guidelines]. Moscow, 2002, 53 p.

3. Baevskii R. M., Ivanov G. G. Variabel'nost' serdechnogo ritma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosti klinicheskogo primeneniya. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika* [Ultrasound and functional diagnostics]. 2001, 3, pp. 108-127. [In Russian].

4. Boronoev V. V. *Avtomatizirovannyi pul'so-diagnosticheskii kompleks tibetskoi meditsiny «Pul's-TM* [Automated pulsodiagnostic complex of Tibetan medicine "Pulse-TM"]. Ulan-Ude, Izdatel'stvo Buryatskogo gosuniversiteta, 2005, 21 p.

5. D'yachkova T. V. Changes in students' heart rate variability in the learning process. *Uspekhi sovremennoi nauki* [Modern Science]. 2016, 2 (3), pp. 50-53. [In Russian]

6. Nikolaeva E. I., Kotova S. A. Comparative psychophysiological analysis of pedagogical students in different forms of education. *Voprosy psichologii*. 2011, 4, pp. 24-32. [In Russian]

7. Novik A. A., Ionova T. I. *Rukovodstvo po issledovaniyu kachestva zhizni v meditsine* [Manual to study of the quality of life in medicine]. Ed. Yu. L. Shevchenko. Moscow, OLMA PRESS, 2007, 313 p.

8. Safonova V. R., Shalamova E. Yu. Parameters of heart rate variability in female students of Northern Medical School under exam stress. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 8, pp. 11-16. [In Russian].

9. Baars M. A., Nije B. M., Tonnaer G. H., Jolles J. Self-report measures of executive functioning are a determinant of academic performance in first-year students at a university of applied sciences. *Front. Psychol.* 2015, 6, p. 1131.

10. Best J. R., Miller P. H., and Naglieri J. A. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learn. Individ. Differ.* 2011, 21, pp. 327-336.

11. Blair C. Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2016, 10, pp. 102-107.

12. Da Silva W. Q. A., Fontes E. B., Forti R. M., Lima Z. L., Machado D. G. D. S., Deslandes A. C., Elsangedy H. M. Affect during incremental exercise: The role of inhibitory cognition, autonomic cardiac function, and cerebral oxygenation. *PLoS ONE*. 2017, 12 (11), p. e0186926.

13. Fan J., McCandliss B. D., Sommer T., Raz A., Posner M. I. Testing the efficiency and independence of attentional networks. *J. Cogn. Neurosci.* 2002, 14 (3), pp. 340-347.

14. Giedd J. N., Rapoport J. L. Structural MRI of pediatric brain development: what have we learned and where are we going? *Neuron*. 2010, 67 (5), pp. 728-734.

15. Gordon R., Smith-Spark J. H., Newton E. J., Henry L. A. Executive function and academic achievement in primary school children: The use of task-related processing speed. *Frontiers in Psychology*. 2018, 9, p. 582.

16. Häusser J. A., Schulz-Hardt S., Mojzisch A. The active learning hypothesis of the job-demand-control model: An experimental examination. *Ergonomics*. 2014, 57 (1), pp. 3-33.

17. Jain A., Bansal R., Kumar A., Singh K. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*. 2015, 5 (2), pp. 124-127.

18. Miyake A., Friedman N. The nature and organization of individual differences in executive functions: four general conclusions. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 2012, 21, pp. 8-14.

19. King A. V., Linke J., Gass A., et al. Microstructure of a three-way anatomical network predicts individual differences in response inhibition: A tractography study. *NeuroImage*. 2012, 59, pp. 1949-1959.

20. Kim H.-G., Cheon E.-J., Bai D.-S., Lee Y. H., Koo B.-H. Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investigation*. 2018, 15 (3), pp. 235-245.

21. Knouse L. E., Feldman G., Blevins E. J. Executive functioning difficulties as predictors of academic performance: examining the role of grade goals. *Learn. Individ. Differ.* 2014, 36, pp. 19-26.

22. McCraty R. Heart rate variability: New perspectives on physiological mechanisms, assessment of self-regulatory capacity, and health risk. *Global advances in health and medicine*. 2015, 1, pp. 46-61.

23. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R., Makino T. Heart rate variability can clarify students' level of stress during nursing simulation. *PLoS ONE*. 2018, 13 (4).

24. Prosen S., Vitulić H. S. Executive function in different groups of university students. *Review of Psychology*. 2014, 2, pp. 137-143.

25. Ribner A. D., Willoughby M. T., Blair C. B. Family life project key investigators. Executive function buffers the association between early math and later academic skills. *Front. Psychol.* 2017, 8, p. 869.

26. Sakagami M., Pan X., Uttl B. Behavioral inhibition and prefrontal cortex in decision-making. *Neural Networks*. 2006, 19, pp. 1255-1265.

27. Shokr E. A. M. Effect of exam stress on heart rate variability parameters in healthy students. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.* 2015, 7 (1), pp. 75-81.

28. Siegrist J., Li J. Work stress and altered biomarkers: A synthesis of findings based on the effort-reward imbalance model. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017, 14, p. 1373.

29. Stenfors C. U. D., Hanson L. M., Theorell T., Osika W. S. Executive cognitive functioning and cardiovascular autonomic regulation in a population-based sample of working adults. *Frontiers in Psychology*. 2016, 7, p. 1536.

30. Thayer J. F. On the importance of inhibition: Central and peripheral manifestations of nonlinear inhibitory processes in neural systems. *Dose-Response*. 2006, 4 (1), pp. 2-21.

Контактная информация:

Разумникова Ольга Михайловна — доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры психологии и педагогики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

Адрес: 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, д. 20
E-mail: razoum@mail.ru