



УДК 612.821

<https://www.doi.org/10.33910/2687-0223-2021-3-2-101-108>

## Эффективность процессов регуляции у первокурсников и физиологические, эмоциональные и когнитивные нагрузки в условиях пандемии

Е. Г. Вергунов<sup>1</sup>, Е. И. Николаева<sup>✉2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, 630117, Россия, г. Новосибирск, ул. Тимакова, д. 4

<sup>2</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 191186, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48

### Сведения об авторах

Евгений Геннадьевич Вергунов,  
SPIN-код: 9940-3675,  
ORCID: 0000-0002-8352-5368,  
e-mail: [vergounov@gmail.com](mailto:vergounov@gmail.com)

Елена Ивановна Николаева,  
SPIN-код: 4312-0718,  
Researcher ID: Q-9001-2016,  
ORCID: 0000-0001-8363-8496,  
e-mail: [klemtina@yandex.ru](mailto:klemtina@yandex.ru)

### Для цитирования:

Вергунов, Е. Г., Николаева, Е. И. (2021) Эффективность процессов регуляции у первокурсников и физиологические, эмоциональные и когнитивные нагрузки в условиях пандемии. *Комплексные исследования детства*, т. 3, № 2, с. 101–108. <https://www.doi.org/10.33910/2687-0223-2021-3-2-101-108>

**Получена** 6 апреля 2021; прошла рецензирование 19 апреля 2021; принята 19 апреля 2021.

**Финансирование:** работа выполнена за счет средств федерального бюджета на проведение фундаментальных научных исследований (тема № АААА-А21-121011990040-8).

**Права:** © Авторы (2021). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

**Аннотация.** Цель работы — сравнительный анализ качества тормозного контроля (задача go/no-go) и эффективности регуляторных процессов при ортостазе и при припоминании методов наказания и поощрения, применяемых к испытуемому в его детстве в семье. В исследовании участвовали 16 добровольцев (девушки, 1-й курс). Все испытуемые имели нормативный уровень развития, были здоровы, систематически никогда не занимались спортом. В исследовании использовались показатели функционального состояния (по А. Riffine, ортостаз), тормозного контроля (методика РеБОС, сложная сенсомоторная реакция), соотношение HF/LF спектра сердечного ритма в эмоциональных состояниях различной валентности (припоминание ситуаций наказания и поощрения в семье в детстве) для сравнения динамики отношения парасимпатических влияний на сердечный ритм к центральным и симпатическим влияниям. Для прецизионной регистрации сердечного ритма (частота дискретизации 2 кГц) использовался аппаратно-программный комплекс Nerve-Express. Взаимосвязи между функциональным состоянием организма испытуемых (который определяется на основе интегральных показателей ортостаза) и эффективностью тормозного контроля (торможение реакций на no-go стимулы и, наоборот, безошибочное реагирование на go-стимулы) носят сложный и нелинейный характер. Выделена граница, ниже которой возможности функциональных состояний не могут обеспечить высокую эффективность тормозных процессов. Диапазон соотношений HF/LF при припоминании наказаний в три раза меньше, чем таковой при припоминании поощрений, что свидетельствует о более ригидном сердечном ритме в первом случае. Эффективность тормозного контроля в задаче go/no-go и регуляция сердечного ритма в эмоциональных состояниях различной валентности находятся в сложных нелинейных соотношениях. Для этих эмоциональных состояний описаны три диапазона показателей HF/LF, соответствующих низкой эффективности тормозных процессов в задаче go/no-go, и три диапазона показателей HF/LF, которые соответствуют эффективности тормозных процессов в задаче go/no-go на уровне среднего значения (и выше) по выборке.

**Ключевые слова:** пандемия, сердечный ритм, парасимпатические влияния, центральные и симпатические влияния, тормозные процессы, поощрение, наказание, задача go/go, задача no-go, ортостаз.

# Efficiency of regulatory processes in first-year students and physiological, emotional and cognitive strain during the pandemic

E. G. Vergunov<sup>1</sup>, E. I. Nikolaeva<sup>✉2</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine, 4 Timakova Str., Novosibirsk 6300117, Russia

<sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, 48 Moika Emb., Saint Petersburg 191186, Russia

## Authors

Eugeniy G. Vergunov,  
SPIN: 9940-3675,  
ORCID: 0000-0002-8352-5368,  
e-mail: [vergounov@gmail.com](mailto:vergounov@gmail.com)

Elena N. Nikolaeva,  
SPIN: 4312-0718,  
Researcher ID: Q-9001-2016,  
ORCID: 0000-0001-8363-8496,  
e-mail: [klemtina@yandex.ru](mailto:klemtina@yandex.ru)

## For citation:

Vergunov, E. G., Nikolaeva, E. I. (2021) Efficiency of regulatory processes in first-year students and physiological, emotional and cognitive strain during the pandemic. *Comprehensive Child Studies*, vol. 3, no. 2, pp. 101–108. <https://www.doi.org/10.33910/2687-0223-2021-3-2-101-108>

**Received** 6 April 2021;  
reviewed 19 April 2021;  
accepted 19 April 2021.

**Funding:** The study was supported by Budgetary Funding for Basic Scientific Research (theme No. AAAA-A21-121011990040-8).

**Copyright:** © The Authors (2021)  
Published by Herzen State Pedagogical University of Russia.  
Open access under [CC BY-NC License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**Abstract.** The research aimed to compare the quality of inhibitory control (go/no-go tasks) and the effectiveness of regulatory processes in orthostasis and in recalling the reward and punishment contexts from a person's childhood. The study involved 16 volunteers. We used the indicators of functional state (according to A. Rittin, orthostasis), inhibitory control, the HF/LF ratio of the heart rate spectrum in emotional states of various valence (recalling childhood situations of reward and punishment in the family) to compare the dynamics of parasympathetic influences on heart rate against central and sympathetic influences. The interrelation between the functional state of a person's organism (determined by the integral indicators in orthostasis) and the effectiveness of inhibitory control is complex and nonlinear. We identified the boundary below which the capabilities of functional states cannot provide high efficiency of inhibitory processes. The range of HF/LF ratios when recalling punishments is three times smaller than that when recalling rewards, which means a more rigid heart rate in the first case. The effectiveness of inhibitory control in the go/no-go tasks and the regulation of heart rate in emotional states of various valence are also complex and nonlinear. For these emotional states, three ranges of HF/LF indicators are described. They correspond to the low efficiency of inhibitory processes in the go/no-go tasks. We also explored three ranges of HF/LF indicators. They correspond to the efficiency of inhibition in the go/no-go tasks at sample average or higher values.

**Keywords:** pandemic, heart rate, parasympathetic influences, central and sympathetic influences, inhibitory processes, reward, punishment, go/go task, go/no-go task, orthostasis.

## Введение

Изучение психофизиологического состояния участников учебного процесса в условиях пандемии относится к задачам с высокой актуальностью (Akdeniz, Kavakci, Gozugok et al. 2020; Giusti, Salza, Mammarella et al. 2020; Steinmetz, Leyes, Florio et al. 2021; van der Feltz-Cornelis, Varley, Allgar et al. 2020). Отметим, что студенты вузов были отнесены к подгруппам (в одном ряду с пожилыми людьми и медицинским персоналом), которые были выявлены в исследованиях как имеющие более высокий риск проявления психических симптомов среди других подгрупп населения (Luo, Chua, Xiong et al. 2020).

Р. М. Йеркс и Дж. Д. Додсон (Yerkes, Dodson 1908) открыли в начале века закон, согласно которому для каждого типа активности есть

свой оптимум активации, обеспечивающий наиболее успешные результаты такой активности (мы это называем термином «точная настройка систем регуляции на данную деятельность»). Такую связь принято описывать как «перевернутая U»: гипоактивация и гиперактивация приводят к снижению эффективности деятельности, а оптимум активации (нормоактивация, которая является итогом точной/адекватной настройки систем регуляции на деятельность) обеспечивает максимальную эффективность. Общеизвестной является связь когнитивных процессов с активацией автономной нервной системы. С помощью современных методов визуализации показано, что и при активации автономной нервной системы, и при активации когнитивных процессов активируется (в числе других) одна и та же область —

передняя дорзальная сингулярная кора (dACC) (Paus, Koski, Caramanos et al. 1998). Но чем сложнее когнитивная деятельность, тем сложнее отношения между различными компонентами активации (каждый из которых отражает работу соответствующего ему механизма адаптации к внешним условиям) и результатами когнитивной деятельности. Эти отношения имеют нелинейную природу, но при этом сам их характер меняется и от результата деятельности (Vergunov, Nikolaeva, Balioz et al. 2018), и от уровня мотивации к данной деятельности (Berna, Ott, Nandrino 2014; Bertsch, Hagemann, Naumann et al. 2012).

Особый интерес представляет сравнение связи тормозных процессов (как неотъемлемой части когнитивной деятельности) у испытуемых с различными уровнями вегетативной регуляции в период «студенческих возрастов», что позволит предсказать некоторые причины неуспеваемости в вузах. Согласно имеющимся данным (Burkova, Nikolaeva 2008), низкий уровень активации автономной нервной системы как следствие низкой мотивации и заинтересованности в учебной деятельности часто является причиной низкой успеваемости студентов.

Один из общепризнанных способов эффективной оценки качества работы регуляторных систем — это математический анализ сердечного ритма, вариабельность которого является следствием центральных влияний и взаимодействия отделов автономной нервной системы (симпатического и парасимпатического) (Critchley, Eccles, Garfinkel 2013). Ранее нами была показана эффективность такой оценки при различных аллостатических нагрузках в разных возрастных когортах (Krivoshchekov, Belisheva, Nikolaeva et al. 2016), в том числе на основе показателей ортостаза, и в процессе припоминания человеком методов наказания и поощрения, применяемых по отношению к нему в его детстве.

Создание требуемого эмоционального состояния — это одна из сложных проблем экспериментальной психологии. При этом известно, что вплоть до 17 лет у детей (и подростков) травматические периоды подъема кортизола (по сравнению с его же уровнем вне стрессовой ситуации) связаны с такими событиями в семье, как наказание, ссора, стыд, конфликт (Flinn, England 1995). Известно, что и наказание, и поощрение в равной степени эффективны в смысле обучения, но различаются в отношении влияния на личность: поощрение ведет к росту резервов, а наказание — к снижению самооценки. Это связано в том числе и с тем, что происходит повышение уровня кортизола. Нами было

показано ранее, что воспоминание о методах поощрения и наказания в семье в детстве у взрослых людей вызывает изменение эмоционального состояния, которое проявляется в увеличении ригидности ритма сердца (Burkova, Nikolaeva 2008).

Существует многообразие групп когнитивных задач, в которых оценивается осознанный контроль той или иной деятельности. Среди них важное место занимают задачи, использующие сложные сенсомоторные реакции, в рамках которых происходит оценка тормозных процессов (в англоязычной традиции это задачи go/no-go). В этом случае осуществляется некоторое обучение определенным действиям, а затем ставится задача не реагировать на стимул запрещенного (обычно красного) цвета (no-go-стимулы), а на стимулы других цветов требовалась реакция: обязательная и максимально быстрая (go-стимулы) (Vergunov, Nikolaeva, Balioz et al. 2018).

Исходя из вышесказанного, целью данного исследования стал сравнительный анализ эффективности тормозного контроля (в задаче go/no-go) и эффективности регуляторных процессов при физиологической (ортостаз) и эмоциональной (припоминание методов наказания и поощрения) нагрузке.

## Материалы и методы

В исследовании приняли участие 16 девушек-добровольцев первого курса (вся учебная группа полностью). Все испытуемые имели нормативный уровень развития, были здоровы, но никогда систематически не занимались спортом. У испытуемых оценивалось:

(а) функциональное состояние по методике А. Riftine (2014) во время ортостаза, которая хорошо себя зарекомендовала в наших предыдущих исследованиях (Vergunov, Nikolaeva, Balioz et al. 2018);

(б) тормозные процессы по методике РеБОС в сложной сенсомоторной реакции (Vergunov, Nikolaeva 2009);

(в) соотношении HF/LF в спектре сердечного ритма в эмоциональных состояниях (припоминание ситуаций наказания и поощрения в детском возрасте в семье) (Burkova, Nikolaeva 2008).

Показатели сердечного ритма регистрировались с помощью АПК (аппаратно-программного комплекса) Nerve-Express (Intelwave Inc., Valley Stream, NY, USA). АПК Nerve-Express регистрирует кардиоритмограмму и производит эффективную оценку деятельности регулятор-

ных систем на основе математического анализа сердечного ритма, включающего в себя статистические методы, спектральные методы и методы искусственного интеллекта для двух испытуемых одновременно (короткие периоды по 192 R-R интервала). Это позволило в один и тот же день (в его первой половине) провести обследование всех испытуемых и, таким образом, снизить количество контролируемых в исследовании факторов.

Из многочисленных параметров ортостатической пробы (п. а) было взято два интегральных показателя: уровень функционирования сердечно-сосудистой системы (ФСС) и уровень резервов сердечно-сосудистой системы (РСС). Уровень ФСС основан на анализе параметров сердечного ритма в положениях лежа и стоя. Значения показателя изменяются от 1 балла (атлеты) до 13; диапазон условного среднего уровня от 6 до 8 баллов. Уровень РСС определяется на основе параметров сердечного ритма в переходном периоде (включая оценку хронотропной реакции миокарда и компенсаторной сосудистой реакции). Значения показателя изменяются от 1 балла (атлеты) до 7, диапазон условного среднего уровня — от 3 до 4 баллов. Увеличение баллов ФСС и РСС соответствует ухудшению функционального состояния.

Используемая нами парадигма go/no-go направлена на оценку тормозного контроля и состоит из двух полностью идентичных частей, в которых предъявляются стимулы — круги разного цвета. Согласно инструкции, на разрешенные стимулы (go) при их предъявлении требуется максимально быстро нажать на клавишу «пробел». На предъявление запрещенных стимулов (no-go) — кругов красного цвета — нельзя нажимать на клавишу «пробел». Чем меньше ошибок делает испытуемый, то есть реже нажимает на клавишу «пробел» при предъявлении no-go-стимула, тем эффективнее работает его тормозный контроль.

Таким образом, одной из особенностей используемой парадигмы go/no-go является оценка тормозного контроля в различных режимах когнитивной деятельности:

- (1) знакомство с новой когнитивной задачей, входение испытуемого в выполнение новой задачи, адаптация к новой задаче, выработка нового поведенческого шаблона (число ошибок no-go\_1);
- (2) работа с уже знакомой когнитивной задачей, продолжение уже привычной деятельности (число ошибок no-go\_2);
- (3) когнитивная деятельность, в которую входят п. 1 и 2 (число ошибок no-go\_3 = no-go\_1 + no-go\_2).

На основе разведочного анализа пилотных экспериментов из всех результатов парадигмы go/no-go был взят показатель, который наиболее полноценно оценивает тормозные процессы во время адаптации / «вхождения» в новую когнитивную задачу — количество ошибок no-go в режиме когнитивной деятельности (1), то есть количество нажатий на клавишу «пробел» в ответ на предъявление запрещенного стимула (no-go) в первой из двух идентичных частей парадигмы go/no-go.

В данном исследовании был использован опросник, апробированный ранее (Burkova, Nikolaeva 2008), в котором испытуемому задавались вопросы о методах наказания и поощрения в детстве. Сначала (3 минуты) были вопросы о методах поощрения, а потом такое же время шли вопросы о методах наказания. Испытуемый давал ответы только устно, они не фиксировались. Задача опросника заключалась в том, чтобы вызвать изменение эмоционального состояния для оценки вегетативной регуляции. Из многочисленных параметров математического анализа сердечного ритма в эмоциональных состояниях мы взяли стандартный спектральный показатель — соотношение HF/LF, рост величины которого соответствует снижению центральных (и симпатических) влияний на сердечный ритм (Laborde, Mosley, Thayer 2017), в нашем случае — в эмоциональных состояниях (Critchley, Eccles, Garfinkel 2013; Lane, McRae, Reiman et al. 2009). Отметим, что в коротких записях кардиоритмограммы (около 3 минут) соотношения HF/LF сдвинуты (относительно стандартных записей 5 минут) в сторону диапазона HF за счет полного отсутствия в спектре сердечного ритма волн с длиной более 90 секунд и неполного определения волн с длиной более 45 секунд. Однако данный факт не противоречит задачам исследования, нас интересует динамика соотношения HF/LF во времени.

Для построения графиков были использованы возможности пакета для картирования поверхностей Surfer (Vergunov, Nikolaeva 2009). Способом для построения трехмерной сетки (по факту это способ многомерной обработки визуализируемых данных) был выбран метод наименьшей кривизны (Gridding Method — Minimum Curvature).

В тексте статистические показатели даны в формате [среднее значение] ± [SD], где SD — стандартное отклонение от среднего значения. Сравнение величин показателей между группами производилось с помощью критерия Манна — Уитни.

## Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлены данные о функциональном состоянии испытуемых.

Из анализа рисунка 1 следует, что взаимосвязи между функциональным состоянием организма испытуемых (определяемом на основе показателей сердечно-сосудистой системы в ортостазе) и эффективностью тормозных процессов (определяемом по числу ошибок по-го) носят сложный и нелинейный характер. Эффективность тормозных процессов не зависит от показателей ФСС или РСС отдельно ( $p \gg 0,05$ ).

При анализе распределения ошибок по-го в зависимости от показателей ФСС и РСС вместе выделяются две области со средним количеством ошибок ( $17,25 \pm 3,30$ ), которое превышает ( $p < 0,05$ ) среднее значение по остальным областям ( $8,75 \pm 3,31$ ). Пик «максимальной высоты» приходится на испытуемых с уровнем ФСС 10–11 баллов и уровнем РСС 7 баллов, что ожидаемо: крайне низкие уровни ФСС и РСС просто не могут обеспечить качественное выполнение сложной сенсомоторной реакции в течение трех минут. Второй (более низкий) пик ошибок у испытуемых с уровнем ФСС от 8 баллов (нижняя граница среднего) до 9 баллов

(ниже среднего) и уровнем РСС 5–6 баллов (ниже среднего), что никак не обусловлено функциональным состоянием их организма. Можно предположить, что в этом случае мы имеем дело с факторами психологической природы (например, низкой мотивацией у испытуемых к длительному тщательному выполнению задачи go/no-go).

На рисунке 2 показано, что:

- реакции систем регуляции сердечного ритма более единообразны в состоянии припоминания наказаний, чем в состоянии припоминания поощрений: размах соотношения F/LF в первом случае в 3 раза меньше, чем во втором (точный критерий Фишера,  $p < 0,05$ );
- на графике есть три отдельных участка (темные области), где среднее количество ошибок по-го (по всем трем областям,  $8,09 \pm 2,74$ ) у испытуемых ниже ( $p < 0,05$ ), чем в прочих областях ( $17,00 \pm 5,79$ );
- на графике выделяются 3 пика с максимальным количеством ошибок.

Первые два участка с низким количеством ошибок по-го соответствуют максимальному уровню центральных влияний на регуляцию сердечного ритма во время припоминания поощрения (соотношение HF/LF находится в диапазоне от 0 до 2), а уровень центральных влия-

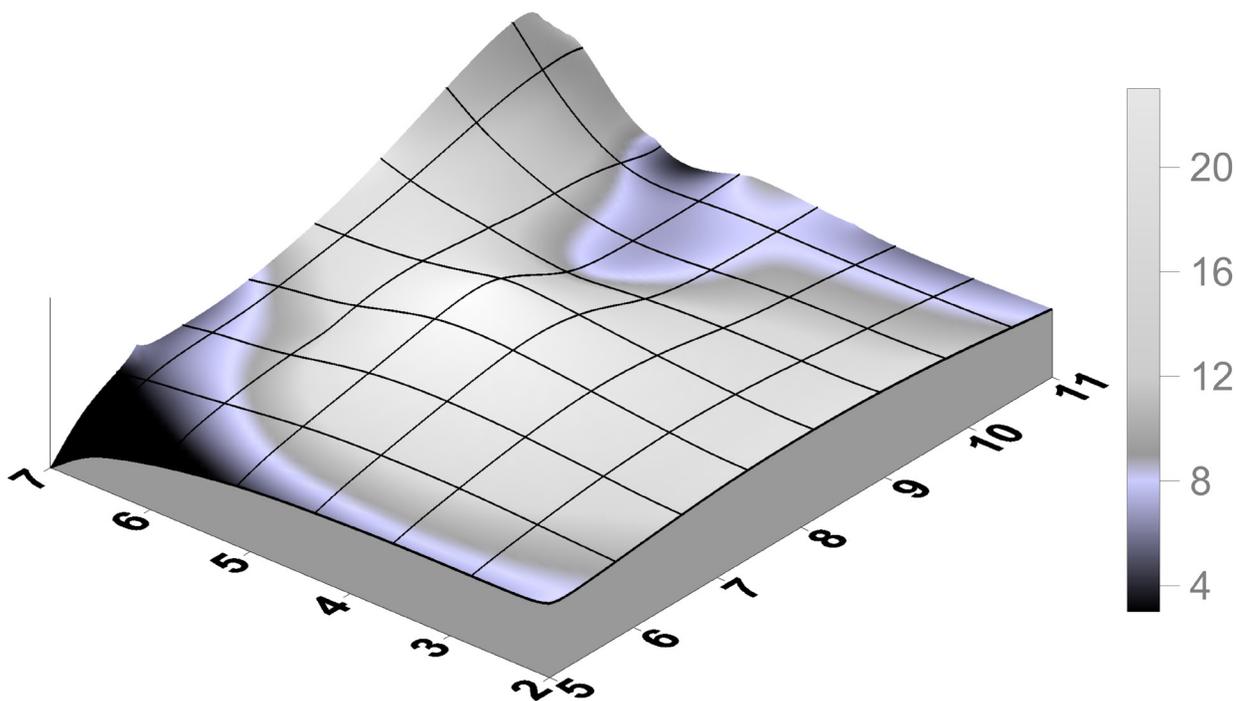


Рис. 1. Функциональное состояние испытуемых (ось X, направление вправо — уровень функционирования сердечно-сосудистой системы, ФСС, баллы от 5 до 11; ось Y, направление влево — уровень резервов сердечно-сосудистой системы, РСС, баллы от 2 до 7) и количество ошибок по-го (ось Z, направление вверх; кватили: 25% — 8 ошибок, 50% — 9 ошибок, 75% — 12 ошибок).

Справа столбец показывает оттенками число ошибок по оси Z

ний на регуляцию сердечного ритма во время припоминания наказания различен:

- в одном случае уровень центральных влияний также максимален (HF/LF находится в диапазоне от 0 до 1,3);
- в другом, наоборот, минимален (HF/LF находится в диапазоне от 1,7 до 2 и более).

Третий участок с низким числом ошибок по-go соответствует минимальному уровню центральных влияний на регуляцию сердечного ритма во время припоминания поощрения (соотношение HF/LF составляет 6 и более). При этом уровень центральных влияний на регуляцию сердечного ритма во время припоминания наказания средний или минимальный (соотношение HF/LF находится в диапазоне от 2 и более).

Из рисунка 2 видно, что если соотношение HF/LF при припоминании наказания крайне низко, то число ошибок не зависит от типа реагирования испытуемого на припоминание поощрения (при HF/LF > 1) и очень высоко. Следовательно, если у испытуемого в ситуации припоминания наказания высокие центральные (и симпатические) влияния на сердечный ритм, то испытуемый будет допускать много ошибок по-go при всех соотношениях HF/LF > 1 при припоминании поощрения.

Два других пика худшего выполнения задачи go/no-go связаны с выраженной парасимпатической реакцией и на наказание, и на поощрение, что может говорить о сильных реакциях испытуемых на припоминание и методов наказания, и методов поощрения.

Полученных данных недостаточно, чтобы полностью объяснить все результаты. В то же время крайне интересен такой факт, что эффективность тормозных реакций в краткосрочном исполнении зависит только от определенного уровня функционального состояния — границы, ниже которой краткосрочной мобилизации не хватает, чтобы выполнить задачу go/no-go хорошо.

Более сложные результаты получились относительно реагирования испытуемого на припоминание о наказании и поощрении в детстве и эффективности формирования у него тормозных процессов во взрослом состоянии. Ранее нами было показано (Burkova, Nikolaeva 2008), что в дошкольном возрасте наказание влияет на самооценку ребенка (чем строже наказание, тем ниже самооценка). А поощрение в детстве связано с формированием резервов организма и его устойчивости. Поскольку с результатами задачи go/no-go резервы организма не связаны, то методы поощрения практически не отража-

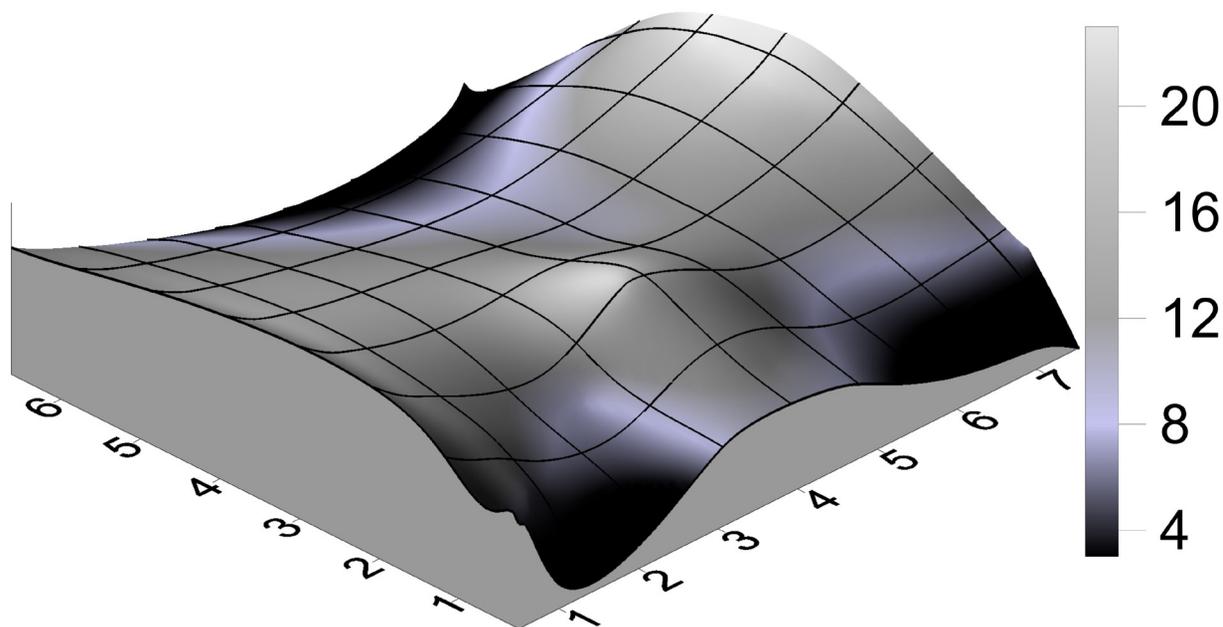


Рис. 2. Соотношения HF/LF в спектре сердечного ритма в эмоциональных состояниях (ось X, направление вправо — припоминание наказания; коэффициент, на который умножены отсчеты, равен 3; ось Y, направление влево — припоминание поощрения; коэффициент равен 1) и количество ошибок по-go (ось Z, направление вверх; квантили: 25% — 8 ошибок, 50% — 9 ошибок, 75% — 12 ошибок).  
Справа столбец показывает оттенками число ошибок по оси Z

лись на формировании тормозных процессов. Они в большей мере определялись методами наказания. В наших исследованиях наказания и поощрения дошкольников было показано (Burkova, Nikolaeva 2008), что есть группа детей, у которых сильная либо парасимпатическая, либо симпатическая реакция на наказание; при этом они отвечают, что не помнят, наказывали их или нет. Можно предположить, что это чрезмерное наказание для ребенка, который в этом случае вытесняет сам факт наказания. Можно полагать, что ситуация с высоким числом ошибок, не зависящих от реакции на методы поощрения, относится к этой категории.

Можно предположить, что не только пандемия, но и любые условия, ограничивающие двигательную активность студента, могут вызывать такие же реакции.

### Выводы

Взаимосвязи между функциональным состоянием организма испытуемых (который определяется по интегральным показателям ортостаза) и эффективностью тормозного контроля (который определяется на основе ошибок по-го) носят сложный характер. Есть четкая граница, ниже которой возможности функциональных состояний не могут обеспечить высокую эффективность тормозных процессов.

Диапазон соотношений HF/LF при припоминании наказаний в три раза меньше, чем таковой при припоминании поощрений, что свидетельствует о более ригидном сердечном ритме в первом случае.

Эффективность тормозного контроля в задаче go/no-go и регуляция сердечного ритма в эмоциональных состояниях находятся в нелинейных соотношениях. Описаны три диапазона показателей HF/LF в эмоциональных со-

стояниях различной валентности с низкой эффективностью тормозных процессов в задаче go/no-go и три диапазона с эффективностью на уровне диапазона среднего значения (и выше) по выборке.

### Этические нормы

Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины».

### Информированное согласие

Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

### Благодарности

Авторы благодарят компанию Intellegwave Inc. (Valley Stream, NY, USA), разработчика аппаратно-программного комплекса Nerve-Express, за любезное предоставление аппаратно-программного комплекса Nerve-Express для научных целей.

### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### References

- Akdeniz, G., Kavakci, M., Gozugok, M. et al. (2020) A survey of attitudes, anxiety status, and protective behaviors of the university students during the COVID-19 outbreak in Turkey. *Frontiers in Psychiatry*, vol. 11, article 695. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.00695> (In English)
- Berna, G., Ott, L., Nandrino, J.-L. (2014) Effects of emotion regulation difficulties on the tonic and phasic cardiac autonomic response. *PLoS ONE*, vol. 9, no. 7, article e102971. <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0102971> (In English)
- Bertsch, K., Hagemann, D., Naumann, E. et al. (2012) Stability of heart rate variability indices reflecting parasympathetic activity. *Psychophysiology*, vol. 49, no. 5, pp. 672–682. <https://www.doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01341.x> (In English)
- Burkova, S. A., Nikolaeva, E. I. (2008) Svyaz' samoosnenski s izmeneniem variatsii serdechnogo ritma pri pripominanii nakazaniya i pooshchreniya u mladshikh shkolnikov [Relationship between self-estimation and a change in the heart rate variation in primary school children when they recollect punishments and rewards]. *Uchenye zapiski SPBGMU im. akad. I. P. Pavlova — The Scientific Notes of the Pavlov University*, vol. 15, no. 4, pp. 45–48. (In Russian)

- Critchley, H. D., Eccles, J., Garfinkel, S. N. (2013) Interaction between cognition, emotion, and the autonomic nervous system. In: R. M. Buijs, D. F. Swaab (eds.). *Autonomic nervous system*. S. l.: Elsevier, pp. 59–77. (Handbook of Clinical Neurology. Vol. 117. 3<sup>rd</sup> series). <https://www.doi.org/10.1016/b978-0-444-53491-0.00006-7> (In English)
- Flinn, M. V., England, B. G. (1995) Childhood stress and family environment. *Current Anthropology*, vol. 36, no. 5, p. 854–866. <https://www.doi.org/10.1086/204444> (In English)
- Giusti, L., Salza, A., Mammarella, S. et al. (2020) Everything will be fine. Duration of home confinement and “all-or-nothing” cognitive thinking style as predictors of traumatic distress in young university students on a digital platform during the COVID-19 Italian lockdown. *Frontiers in Psychiatry*, vol. 11, article 574812. <https://www.doi.org/10.3389/fpsy.2020.574812> (In English)
- Krivoshchekov, S. G., Belisheva, N. K., Nikolaeva, E. I. et al. (2016) Kontseptsiya allostaza i adaptatsiya cheloveka na Severe [The concept of allostasis and adaptation of man in the North]. *Ekologiya cheloveka — Human Ecology*, no. 7, pp. 17–25. (In Russian)
- Laborde, S., Mosley, E., Thayer, J. F. (2017) Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research — recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, article 213. <https://www.doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213> (In English)
- Lane, R. D., McRae, K., Reiman, E. et al. (2009) Neural correlates of heart rate variability during emotion. *NeuroImage*, vol. 44, no. 1, pp. 213–222. <https://www.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.07.056> (In English)
- Luo, Y., Chua, C. R., Xiong, Z. et al. (2020) A systematic review of the impact of viral respiratory epidemics on mental health: An implication on the coronavirus disease 2019 pandemic. *Frontiers in Psychiatry*, vol. 11, article 565098. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.565098> (In English)
- Paus, T., Koski, L., Caramanos, Z., Westbury, C. (1998) Regional differences in the effects of task difficulty and motor output on blood flow response in the human anterior cingulate cortex: A review of 107 PET activation studies. *NeuroReport*, vol. 9, no. 9, pp. R37–R47. <https://www.doi.org/10.1097/00001756-199806220-00001> (In English)
- Riftine, A. (2014) *Fitness score assessment based on heart rate variability analysis during orthostatic intervention*. Patent: US8,682,421. (In English)
- Steinmetz, L. C. L., Leyes, C. A., Florio, M. A. D. et al. (2021) Mental health impacts in Argentinean college students during COVID-19 quarantine. *Frontiers in Psychiatry*, vol. 12, article 557880. <https://www.doi.org/10.3389/fpsy.2021.557880> (In English)
- Van Der Feltz-Cornelis, C. M., Varley, D., Allgar, V. L., de Beurs, E. (2020) Workplace stress, presenteeism, absenteeism, and resilience amongst university staff and students in the COVID-19 lockdown. *Frontiers in Psychiatry*, vol. 11, article 588803. <https://www.doi.org/10.3389/fpsy.2020.588803> (In English)
- Vergunov, E. G., Nikolaeva, E. I., Balioz, N. V., Krivoshchekov, S. G. (2018) Lateral'nye predpochteniya kak vozmozhnye fenotipicheskie prediktory rezervov serdechno-sosudistoj sistemy i osobennosti sensomotornoj integratsii u al'pinistov [Lateral preferences as the possible phenotypic predictors of the reserves of the cardiovascular system and the features of sensorimotor integration in climbers]. *Fiziologiya cheloveka*, vol. 44, no. 3, pp. 97–108. <https://doi.org/10.7868/S0131164618030116> (In Russian)
- Vergunov, E. G., Nikolaeva, E. I. (2009) Opyt primeneniya metodov vizualizatsii v kachestvennom analize tajm-testa [The application visualization methods experience in the qualitative time-test results analysis]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The World of Science, Culture and Education*, no. 7-2 (19), pp. 128–131. (In Russian)
- Yerkes, R. M., Dodson, J. D. (1908) The relation of strength of muscles to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative and Neurological Psychology*, vol. 18, no. 5, pp. 459–482. <https://www.doi.org/10.1002/cne.920180503> (In English)