

УДК 616-092.6

Влияние произвольного контроля когнитивной деятельности на переносимость дополнительного респираторного сопротивления

Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С., Тактарова Д.М., Бурматова М.А.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
390000, Рязань, ул. Полонского, д. 13

Произвольный контроль когнитивной деятельности отражает целенаправленное использование внимания, мышления и эмоций для достижения поставленной цели. Остаётся недостаточно изученным, влияет ли произвольный контроль когнитивной деятельности на переносимость дополнительного респираторного сопротивления (ДРС).

Цель исследования – определение влияния произвольного контроля когнитивной деятельности на ощущение одышки, дыхательное усилие и длительность дыхания в условиях ДРС.

Материалы и методы: В исследовании приняли участие 58 здоровых некурящих взрослых (28 мужчин, 30 женщин); возраст от 20 до 26 лет (средний возраст: $21,4 \pm 1,4$ лет). Для моделирования ДРС использовался дыхательный тренажер Int. Air. Medical (Франция). Участники составили 3 группы: контрольная группа (16 человек) – реализация только ДРС; группа выполнения конгруэнтного теста SCWT (SCWTконгр) + ДРС – 22 человека, и группа выполнения неконгруэнтного теста SCWT (SCWTнеконгр) + ДРС – 20 человек. Величина действующей ДРС – 80%P_{max} в течение 10 мин. Изучались функции лёгких, уровень одышки, дыхательные усилия, время переносимости ДРС.

Результаты: Средний уровень регистрируемой одышки в группе SCWTнеконгр ($8,65 \pm 0,84$ ед., $p = 0,032$) был больше, чем в группах контроля ($6,83 \pm 0,73$ ед.) и SCWTконгр ($7,14 \pm 0,79$ ед.), которые не различались ($p = 0,208$) между собой. Время до отказа от выполнения задачи было короче в группе SCWTнеконгр ($7,90 \pm 0,87$ мин), нежели в группах контроля ($9,98 \pm 1,87$ мин) и SCWTконгр ($9,88 \pm 1,83$ мин) ($p = 0,021$), которые не различались ($p = 0,752$) между собой. Средние значения максимального давления в полости рта при реализации ДРС 80%P_{max} были ниже в группе SCWTнеконгр ($73,3 \pm 5,7$ см вод.ст.), чем в группах контроля ($84,2 \pm 8,1$ см вод.ст.) и SCWTконгр ($85,2 \pm 10,3$ см вод.ст.) ($p = 0,036$), которые не различались ($p = 0,325$) между собой.

Заключение: Произвольный контроль за проведением когнитивных тестов снижает дыхательные усилия во время действия ДРС, увеличивает одышку и сокращает время до отказа от выполнения задания. Эти результаты свидетельствуют о том, что переносимость ДРС модулируется состоянием механизмов произвольного контроля.

Ключевые слова: одышка; дополнительное респираторное сопротивление; произвольный контроль; когнитивная деятельность

Для цитирования: Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С., Тактарова Д.М., Бурматова М.А. Влияние произвольного контроля когнитивной деятельности на переносимость дополнительного респираторного сопротивления. Патогенез. 2026; 24(2): 93–100

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2026.02.93-100

Для корреспонденции: Бяловский Юрий Юльевич, e-mail: b_uu@mail.ru

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке статьи.

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

Поступила: 13.01.2026.

The impact of voluntary control of cognitive activity on tolerance of additional respiratory resistance

Bialovsky Yu.Yu., Rakitina I.S., Taktarova D.M., Burmatova M.A.

Academician I.P.Pavlov Ryazan State Medical University
Polonskiy Str. 13, Ryazan 390000, Russian Federation

Voluntary control of cognitive activity reflects the purposeful use of attention, thinking, and emotion to achieve a goal. The influence of voluntary control of cognitive activity on tolerance of additional respiratory resistance (ARR) remains poorly understood.

The aim of the study was to determine the influence of voluntary control of cognitive activity on the sensation of shortness of breath, respiratory effort and duration of breathing under ARR conditions.

Materials and Methods: Fifty-eight healthy nonsmoking adults (28 men, 30 women) aged 20 to 26 years (mean age: $21,4 \pm 1,4$ years) participated in the study. ARR was simulated using the Int. Air. Medical breathing simulator (France). Participants were divided into three groups: a control group of 16 individuals (ARR only); a congruent SCWT (SCWTcongr) + ARR group (22 individuals); and an incongruent SCWT (SCWTincongr) + ARR group (20 individuals). The effective ARR value was 80% P_{max} for 10 minutes. Lung function, dyspnea level, respiratory effort, and ARR tolerance time were studied.

Results: The mean level of registered dyspnea in the SCWTincongr group ($8,65 \pm 0,84$ units, $p = 0,032$) was higher than in the control ($6,83 \pm 0,73$ units) and SCWTcongr ($7,14 \pm 0,79$ units) groups, which did not differ ($p = 0,208$) from each other. The time to task failure was shorter in the SCWTincongr group ($7,90 \pm 0,87$ min) than in the control ($9,98 \pm 1,87$ min) and SCWTcongr ($9,88 \pm 1,83$ min) groups ($p = 0,021$), which did not differ ($p = 0,752$) from each other. The average values of maximum pressure in the oral cavity during the implementation of ARR 80% P_{max} were lower in the SCWTincongr group ($73,3 \pm 5,7$ cm H₂O) than in the control ($84,2 \pm 8,1$ cm H₂O) and SCWTcongr ($85,2 \pm 10,3$ cm H₂O) groups ($p = 0,036$), which did not differ ($p = 0,325$) from each other.

Conclusion: Voluntary control during cognitive testing reduces respiratory effort during ARR, increases dyspnea, and shortens the time to task failure. These results suggest that ARR tolerance is modulated by the state of voluntary control mechanisms.

Keywords: dyspnea; additional respiratory resistance; voluntary control; cognitive activity

For citation: Bialovsky Yu.Yu., Rakitina I.S., Taktarova D.M., Burmatova M.A. [The impact of voluntary control of cognitive activity on tolerance of additional respiratory resistance]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2026; 24(2): 93–100 (in Russian)

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2026.02.93-100

Correspondence: Yuri Yulievich Byalovsky, e-mail: b_uu@mail.ru

Funding. The authors declare no external funding for the preparation of this article.

Conflict of Interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 13.01.2026.

Введение

Специалисты Российского респираторного общества определяют одышку как «субъективное ощущение дискомфорта при дыхании, состоящее из качественно различных ощущений, различающихся по интенсивности» [1]. Большинство здоровых людей испытывают одышку только при наличии дыхательной нагрузки, например, при интенсивных физических упражнениях, произвольном гиперпнозе, затруднённом дыхании или гиперкапнии, вызванной повторным вдыханием углекислого газа (CO₂), произвольной задержкой дыхания и др. [2, 3]. В отличие от этого, одышка может быть основным симптомом у пациентов с респираторными, сердечно-сосудистыми или нервно-мышечными заболеваниями и способствовать снижению качества жизни и уровня физической активности [1].

Существует три различных сенсорных измерения одышки: усиление дыхания, чувство стеснения в груди и ощущение нехватки воздуха (синоним «неудовлетворенного вдоха») [4]. Эти ощущения могут возникать независимо друг от друга, что предполагает наличие различных нейрофизиологических механизмов [4]. Усиление дыхания является преобладающей формой одышки, испытываемой во время физических упражнений [4], и может способствовать непереносимости физических нагрузок у здоровых людей и у пациентов [5]. С психологической точки зрения, считается, что усилие дыхания преимущественно отражает осознанное восприятие усиленной кортикальной моторной команды (сопутствующего разряда) к дыхательным мышцам и повышенной афферентной обратной связи дыхательных мышц [4].

Психологические факторы, такие как тревога, депрессия и эмоциональное состояние, могут играть важную роль в восприятии одышки [6]. Произвольный контроль также может влиять на восприятие одышки, хотя этот аспект остается в значительной степени неизученным. Произвольный контроль отражает целенаправленное подавление процессов

внимания, поведения и эмоций для достижения желаемой долгосрочной цели и, следовательно, необходим для поддержания длительных физических усилий и сопротивления дискомфорту и связанному с ним искушению снизить усилия [7]. Было показано, что люди с низким уровнем произвольного контроля испытывают большую потребность в воздухе и меньшую толерантность к избытку CO₂ (вызывающего прогрессирующую гиперкапнию) по сравнению с людьми с высоким уровнем произвольного контроля [2]. Интересно, что чувство голода и толерантность к прогрессирующей гиперкапнии не зависели от предварительного самоконтроля [3], что предполагает, что чувство голода не модулируется состоянием произвольного контроля. Возможное объяснение этих нулевых результатов заключается в том, что произвольный контроль преимущественно влияет на задачи, характеризующиеся значительной активацией моторной коры и афферентной обратной связью мышц [8], которые не считаются важными факторами, способствующими возникновению чувства голода [4]. Это предположение подтверждается исследованиями, показывающими, что произвольный контроль перед выполнением физической нагрузки усиливает перцептивные реакции и снижает толерантность к физической нагрузке [8–10]. Таким образом, хотя произвольный контроль, возможно, и не влияет на чувство нехватки воздуха, он может влиять на ощущение дыхательных усилий во время инспираторной резистивной нагрузки, которая, подобно физическим упражнениям, вызывает значительную активацию моторной коры головного мозга и афферентную обратную связь с мышцами.

Таким образом, **целью** настоящего исследования было определение влияния произвольного контроля когнитивной деятельности на ощущение одышки, дыхательное усилие и длительность дыхания в условиях дополнительного респираторного сопротивления (ДРС). Предполагается, что произвольный контроль повысит одышку во время действия ДРС и уменьшит время реализации резистивной дыхательной нагрузки.

Материалы и методы исследования

Участники. В исследовании приняли участие 58 здоровых некурящих взрослых (28 мужчин, 30 женщин); возраст от 20 до 26 лет (средний возраст: $21,4 \pm 1,4$ лет), которые предоставили письменное информированное согласие на участие в исследовании. Все процедуры, за исключением регистрации в базе данных, были одобрены локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (протокол № 9 от 6 июня 2023 г).

Критерии соответствия. Участники были включены в исследование, если они соответствовали возрастным критериям и подписали информированное согласие. Критериями не включения являлись острые или хронические заболевания системы дыхания; лица, имевшие в анамнезе диабет, эпизоды нестабильной тревоги или панических атак; хронические сердечно-сосудистые, почечные, эндокринные заболевания; курительщики; беременность. Критериями исключения являлись отказ от исследования после его начала, отчисление студента из университета.

Экспериментальный дизайн. Участники посещали лабораторию три раза, в одно и то же время суток. Во время первого визита оценивались функция лёгких, максимальное инспираторное давление в ротовой полости (P_{max}). Затем участники выполняли тест ДРС величиной $80\%P_{\text{max}}$ с продолжительностью действия резистивной нагрузки до отказа, что служило показателем времени переносимости ДРС. Во время второго и третьего визитов участники выполняли комбинации когнитивных тестов (SCWT) с ДРС. В ходе 2–3-го визитов, которые проводились в случайном порядке и обычно через день после предыдущего, участники выполняли: тест ДРС у контрольной группы (контроль) – 16 человек; конгруэнтный тест SCWT (SCWTконгр) – 22 человека; и неконгруэнтный тест SCWT (SCWTнеконгр) – 20 человек. Участники воздерживались от физических упражнений, алкоголя и кофе за 24 часа до каждого испытания и прибывали в лабораторию через 3 часа после приема пищи.

Оборудование и измерения. Лёгочные функции оценивались на основании рекомендаций ATS/ERS [11], анализ внешнего дыхания осуществлялся с использованием спирометрического комплекса Spirolab III SpO₂ (Италия). В трёх пробах регистрировались ФЖЕЛ, ОФВ1 и ОФВ1/ФЖЕЛ, при этом лучшая из проб выбиралась для анализа [12]. Используемые параметры оценивались относительно должных значений для конкретного пола, возраста и конституции. Дыхательное усилие оценивалось путем измерения максимального давления вдоха (P_{max} , см вод.ст.), поддерживаемого не менее 1 с на уровне функциональной остаточной ёмкости лёгких [12]. Для моделирования резистивного дыхания в условиях ДРС использовался дыхательный тренажер Int. Air. Medical (Франция), который с помощью нереверсивных клапанов разделял потоки воздуха для предъявления инспираторной резистивной нагрузки. Нормирование ДРС осуществлялось на основе среднего значения P_{max} , которое измерялось в полости рта с помо-

щью моновакууметра WKA-2-75 (Польша) и принималось за 100%. Ориентируясь на показания моновакууметра, при каждом дыхательном цикле испытуемые достигали рабочее значение ДРС величиной 80% от P_{max} . Максимальное время действия ДРС составляло 10 мин, либо определялось моментом отказа (подачи стоп-сигнала) испытуемым.

Тест SCWT. Использовалась модифицированная компьютеризированная версия теста SCWT [13] из батареи тестов Vienna Test System. В задании целевое слово отображалось в центре экрана компьютера, с двумя вариантами ответа по бокам, и участники должны были выбрать правильный ответ, используя клавиши со стрелками влево/вправо. В группе SCWTконгр. текст и цвет чернил целевого слова были конгруэнтными (например, слово «зелёный», написанное зелеными чернилами). В группе SCWTнеконгр. текст и цвет чернил целевого слова были неконгруэнтными (например, слово «синий», написанное зелеными чернилами), и участники должны были выбрать цвет слова, а не само слово. Неконгруэнтный тест SCWT является когнитивно сложным и требует значительного произвольного контроля, поскольку участники должны сознательно преодолеть свой основной драйв выбора слова вместо цвета текста. Тест SCWT выполнялся в тихой комнате, задания последовательно предъявлялись на экране компьютера, и участникам было предложено отвечать как можно точнее и быстрее. Каждому тесту SCWT предшествовали 6 тренировочных стимулов, а также обратная связь относительно точности каждого ответа.

Протоколы исследуемых групп испытуемых. По прибытии в лабораторию участники в сидячем положении подключались к дыхательному тренажеру Int. Air. Medical с установленным уровнем ДРС $80\%P_{\text{max}}$ и либо только дышали под резистивной нагрузкой в течение 10 мин (контрольная группа), либо сочетали резистивное дыхание ДРС $80\%P_{\text{max}}$ с выполнением конгруэнтного теста SCWT (SCWTконгр) или неконгруэнтного теста SCWT (SCWTнеконгр). Ощущение одышки оценивалось во время действия ДРС, для чего испытуемые с помощью специальной педали передавали информацию об ощущении одышки, количественно оцениваемой по модифицированной шкале Борга [14] в диапазоне от 0 (чрезвычайно слабая одышка) до 10 (абсолютный максимум). Регистрировались время от начала теста с ДРС до отказа от резистивного дыхания и максимальное устойчивое давление в полости рта.

Статистический анализ. Данные анализировались с помощью программного пакета IBM SPSS Statistics, версия 17.0 (США). Для оценки нормальности распределения данных использовался тест Шапиро-Уилка ($p > 0,05$ для всех параметров во всех группах). Однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с повторными измерениями использовался для оценки различий между группами в уровне одышки во время ДРС, времени до отказа от выполнения задачи, максимальном устойчивом давлении в полости рта. При одновременном сравнении 3 групп для статистического анализа использовалась односторонняя процедура ANOVA с последующим множественным сравнением

по критерию Даннета. Статистическая значимость устанавливалась на уровне $p < 0,05$. Результаты представлены как среднее значение $\pm$ стандартная ошибка ($M \pm SE$), если не указано иное.

Результаты исследования

В табл. 1. приведены характеристики физического развития исследуемых групп испытуемых. Видно, что параметры физического развития участников исследования в трёх группах статистически не различались ($p > 0,05$). У всех испытуемых ФЖЕЛ и ОФВ1 превышали 80% от должных показателей.

В соответствии с данными, приведенными на рис. 2, было обнаружено основное влияние испытания на время до отказа от выполнения задачи, которое было меньше в группе SCWTнеконгр, чем в группах контроля и SCWTконгр ($p = 0,021$), которые не различались ($p = 0,752$) между собой.

На рис. 3. представлены средние значения максимального давления в полости рта (см вод.ст.) в группах контроля, SCWTконгр, SCWTнеконгр. во время реализации дополнительного респираторного сопротивления 80%P_{тmax}.

Как следует из данных, приведенных на рис. 3, было обнаружено основное влияние испытания на средние значения максимального давления в полости рта при реализации

Таблица 1

Характеристика параметров физического развития исследуемых групп испытуемых.

Показатели	Группы			P	
	Контроль (1)	SCWTконгр (2)	SCWTнеконгр (3)	1 – 2	1 – 3
Количество мужчин / женщин	8/8	10/12	10/10	—	—
Возраст, лет	21,5 $\pm$ 1,4	21,8 $\pm$ 1,6	21,9 $\pm$ 1,7	0,21	0,37
Масса тела, кг	71,8 $\pm$ 2,7	70,3 $\pm$ 2,9	68,6 $\pm$ 3,2	0,29	0,17
Индекс массы тела, кг/м ²	25,2 $\pm$ 1,8	24,7 $\pm$ 2,1	25,7 $\pm$ 2,3	0,24	0,43
ЧСС в состоянии покоя, уд./мин	74,7 $\pm$ 3,6	75,9 $\pm$ 4,2	76,8 $\pm$ 3,8	0,36	0,22
ФЖЕЛ (л)	4,95 $\pm$ 0,47	4,87 $\pm$ 0,56	4,98 $\pm$ 0,74	0,15	0,38
ФЖЕЛ, % должн.	105,6 $\pm$ 5,3	101,8 $\pm$ 5,2	103,2 $\pm$ 6,0	0,10	0,17
ОФВ1 (л/с)	4,18 $\pm$ 0,47	4,09 $\pm$ 0,52	4,21 $\pm$ 0,58	0,11	0,18
ОФВ1 %, должн	112,3 $\pm$ 8,6	109,5 $\pm$ 7,7	113,2 $\pm$ 8,8	0,29	0,24

Примечание: ФЖЕЛ – форсированная жизненная ёмкость лёгких; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за 1 с; данные представлены как $M \pm SE$.

На рис. 1. представлены уровень ощущения одышки по шкале Борга (ед.) в группах контроля, SCWTконгр, SCWTнеконгр во время реализации дополнительного респираторного сопротивления 80%P_{тmax}.

Как следует из данных, приведенных на рис. 1, было обнаружено основное влияние произвольного контроля при решении когнитивных задач разной сложности на уровень ощущения одышки по шкале Борга во время реализации ДРС 80%P_{тmax} в группах контроля, SCWTконгр, SCWTнеконгр. Средний уровень регистрируемой одышки в группе SCWTнеконгр был больше, чем в группах контроля и SCWTконгр ($p = 0,032$), которые не различались ($p = 0,208$) между собой.

На рис. 2. представлены средние значения времени до отказа от выполнения задания (минуты) в группах контроля, SCWTконгр, SCWTнеконгр во время реализации дополнительного респираторного сопротивления 80%P_{тmax}.

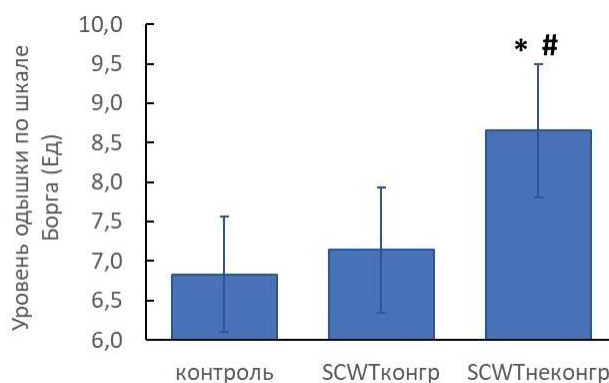


Рис. 1. Уровень ощущения одышки по шкале Борга (ед.) в группах контроля, SCWTконгр, SCWTнеконгр. во время реализации дополнительного респираторного сопротивления 80%P_{тmax}. Данные представлены как $M \pm SE$. Статистическая значимость отличий групп SCWTнеконгр ($p < 0,05$): от группы контроля – *, от группы SCWTконгр – #.

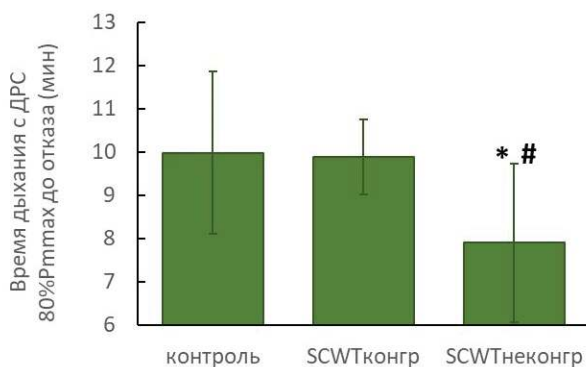


Рис. 2. Время до отказа от выполнения задания (минуты) в группах контроля, SCWTcong, SCWTнеконгр. во время реализации дополнительного респираторного сопротивления 80%P_{тmax}. Данные представлены как $M \pm SE$. Статистическая значимость отличий групп SCWTнеконгр ($p < 0,05$): от группы контроля – *, от группы SCWTcong – #.

ДРС 80%P_{тmax}, которое было ниже в группе SCWTнеконгр, чем в группах контроля и SCWTcong ($p = 0,036$), которые не различались ($p = 0,325$) между собой.

Обсуждение

Несмотря на общеизвестный факт участия произвольных механизмов в усилении одышки [15], это первое исследование, которое с использованием когнитивных тестов доказывает, что произвольный контроль когнитивного задания усиливает ощущение одышки и сокращает время до отказа от инспираторной резистивной нагрузки. В совокупности эти результаты предполагают, что состояние произвольного контроля модулирует дыхательные усилия и отказ от выполнения задачи во время инспираторной нагрузки, что отличает полученные данные от ситуации нехватки воздуха и толерантности к прогрессирующей гиперкапнии [3]. Это расхождение можно частично объяснить тем, что дыхательные усилия и чувство нехватки воздуха имеют уникальные механизмы [4]. В частности, считается, что дыхательные усилия преимущественно являются результатом усиления кортикальной моторной команды (соответствующего разряда) к дыхательным мышцам наряду с повышенной афферентной обратной связью дыхательных мышц, проецирующейся в соматосенсорную кору, тогда как чувство нехватки воздуха возникает, когда стимуляция дыхательных центров ствола головного мозга не сопровождается адекватным вентиляционным ответом [4]. Изменение дыхательных усилий [3] после включения произвольного контроля также подтверждает точку зрения о том, что самоконтроль с большей вероятностью негативно влияет на задачи, требующие локализованных и значительных мышечных усилий [8]. Это предположение основано на недавно проведенном метаанализе, который показал, что негативное влияние предварительного самоконтроля на переносимость последующей физической работы наиболее выражено для задач, включающих изометрические мышечные сокращения, таких как упражнение «сидение у стены» и упражнение на силу хвата, тог-

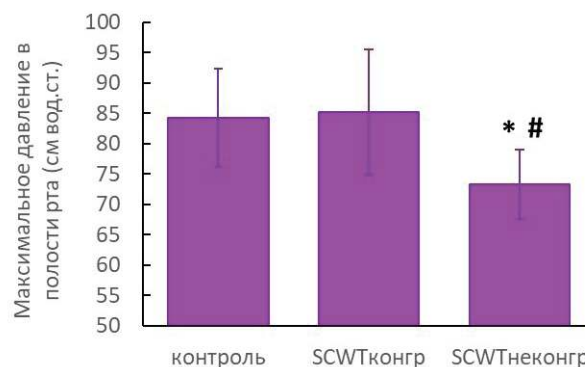


Рис. 3. Максимальное давление в полости рта (см вод. ст.) в группах контроля, SCWTcong, SCWTнеконгр. во время реализации дополнительного респираторного сопротивления 80%P_{тmax}. Данные представлены как $M \pm SE$. Статистическая значимость отличий групп SCWTнеконгр ($p < 0,05$): от группы контроля – *, от группы SCWTcong – #.

да как меньшие эффекты наблюдаются для задач, требующих двигательных навыков, и задач, требующих аэробной выносливости [8].

Механизмы, посредством которых включение произвольного контроля на выполнение когнитивных тестов снижает переносимость ДРС, остаются недостаточно изученными, хотя предыдущие исследования указывают на увеличение восприятия боли и снижение самоэффективности [8]. Во время выполнения неконгруэнтного теста SCWT, вероятно, существует внутренний конфликт между желанием продолжить переносить ДРС и желанием остановить его из-за невыносимого дыхательного напряжения [16]. Исследования, использующие в качестве произвольного контроля парадигму двойного задания, сообщают о снижении показателей выполнения неконгруэнтного теста SCWT (время реакции, точность и количество выполненных попыток) при одновременном возникновении одышки в результате инспираторной нагрузки [17, 18], что предполагает, что одышка (дыхательные усилия и/или дискомфорт) ухудшает когнитивные процессы, включая те, которые связаны с подавлением реакции. Эти результаты, в сочетании с результатами настоящего исследования, предполагают, что связь между усилием дыхания и произвольного контроля когнитивной реакции является двунаправленной: усилие контроля снижает усилие дыхания (настоящее исследование), тогда как усилие дыхания ухудшает контроль [17]. Говоря о конкретных нейрофизиологических механизмах для выявления областей мозга, участвующих в этом взаимодействии, следует предположить, что комбинация ДРС и неконгруэнтной задачи SCWT вызывают повышенную активность префронтальной коры [8]. Это наблюдение согласуется с тем, что префронтальная кора играет важную роль в дыхательных ощущениях [19]. Более высокая степень одышки и сокращение времени до отказа от выполнения задачи, наблюдаемые во время ДРС в группе неконгруэнтной задачи SCWT по сравнению с группами контроля и конгруэнтной SCWT, могут быть частично связаны с более низкой активностью префронтальной коры в группе SCWTнеконгр [8].

Одышка – это изнурительный симптом, снижающий качество жизни и уровень физической активности при различных заболеваниях [1]. У пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких (ХОБЛ) одышка способствует непереносимости физических нагрузок и связана с низкой приверженностью программам тренировок и увеличением малоподвижного образа жизни [20]. Более того, ХОБЛ часто связана в двустороннем порядке с психологическими сопутствующими заболеваниями, включая тревогу и депрессию, которые коррелируют с повышенным восприятием одышки [6]. Это важно, поскольку тревожность и депрессия связаны со снижением уровня произвольного контроля у взрослых, хотя вопрос о наличии такой связи у пациентов с ХОБЛ остается недостаточно изученным. Тем не менее, психологическая нагрузка при ХОБЛ может снижать или приводить к частому проявлению самоконтроля, и результаты настоящего исследования предполагают, что это может способствовать усилению ощущения затрудненного дыхания у таких пациентов. Соответственно, улучшение (тренировка) самоконтроля может представлять собой привлекательный немедикаментозный подход к улучшению одышки у пациентов с ХОБЛ, и поэтому заслуживает произвольного дальнейшего исследования [20].

В настоящем исследовании участвовали молодые здоровые мужчины и женщины, поэтому необходимы дальнейшие исследования, чтобы установить, влияют ли предшествующие усилия по самоконтролю на другие группы, такие как пожилые люди и клинические популяции. Кроме того, в настоящем исследовании не измерялся уровень самоконтроля как личностной особенности, и возможно, что люди с низким уровнем самоконтроля как личностной черты могут быть более восприимчивы к негативным последствиям предшествующих усилий по самоконтролю.

Следовательно, в будущих исследованиях следует изучить, влияют ли личностные характеристики самоконтроля на различные формы одышки.

Заключение

Настоящее исследование показало, что произвольный контроль проведения когнитивных тестов во время действия ДРС снижает дыхательные усилия с ростом одышки и сокращает время до отказа от выполнения задания. Эти результаты свидетельствуют о том, что переносимость ДРС модулируется состоянием механизмов произвольного контроля. Настоящее исследование расширяет наше понимание механизмов, которые могут лежать в основе ощущения дыхательных усилий.

Авторский вклад

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: разработка концепции и дизайна исследования – Бяловский Ю.Ю.; сбор данных – Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С.; анализ и интерпретация результатов – Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С.; обзор литературы, проведение статистического анализа – Тактарова Д.М., Бурматова М.А.; составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта – Ракитина И.С.; критический пересмотр черновика рукописи с внесением замечаний интеллектуального содержания – Бяловский Ю.Ю.

Список литературы

1. Чучалин А.Г. Одышка: актуальные проблемы современной медицины. *Терапевтический архив*. 2022; 94(3): 367 – 371. DOI: 10.26442/00403660.2022.03.201397
2. Brown J.C., Boat R., Williams N.C., Johnson M.A., Sharpe G.R. The effect of trait self-control on dyspnoea and tolerance to a CO₂ rebreathing challenge in healthy males and females. *Physiol. Behav.* 2022; 255: 113944. DOI: 10.1016/j.physbeh.2022.113944
3. Brown J.C., Boat R., Williams N.C., Johnson M.A., Sharpe G.R. Prior self-control exertion decreases pre-frontal cortex oxygenation during a CO₂ rebreathing challenge but does not affect perceptions of dyspnoea or tolerance time. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2025; 332: 104371. DOI: 10.1016/j.resp.2024.104371
4. Bink, A.P., Dyspnea. *Handb. Clin. Neurol.* 2022; 188: 309 – 338. DOI: 10.1016/B978-0-323-91534-2.00008-4
5. Johnson M.A., Sharpe G.R., Williams N.C., Hannah R. Locomotor muscle fatigue is not critically regulated after prior upper body exercise. *J. Appl. Physiol.* 2015; 119: 840 – 850. DOI: 10.1152/japplphysiol.00072.2015
6. Volpato E., Farver-Vestergaard I., Brighton L.J., Peters J., Verkleij M., Hutchinson A., Heijmans, M., von Leupold, A. Nonpharmacological management of psychological distress in people with COPD. *Eur. Respir. Rev.* 2023; 32: 220170. DOI: 10.1183/16000617.0170-2022
7. Taylor I.M., Boat R., Murphy S.L. Integrating theories of self-control and motivation to advance endurance performance. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.* 2020; 13: 1 – 20. DOI: 10.1080/1750984X.2018.1480050
8. Hunte R., Cooper S.B., Taylor I.M., Nevill M.E., Boat R. The mechanisms underpinning the effects of self-control exertion on subsequent physical performance: a meta-analysis. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.* 2024; 17: 370 – 397. DOI: 10.1080/1750984X.2021.2004610
9. Boat R., Hunte R., Welsh E., Dunn A., Treadwell E., Cooper S.B. Manipulation of the duration of the initial self-control task within the sequential-task paradigm: effect on exercise performance. *Front. Neurosci.* 2020; 14: 571312. DOI: 10.3389/fnins.2020.571312
10. Hunte R., Cooper S.B., Taylor I.M., Nevill M.E., Boat R. Boredom, motivation, and perceptions of pain: mechanisms to explain the effects of self-control exertion on subsequent physical performance. *Psychol. Sport Exerc.* 2022; 63: 102265. DOI: 10.1016/j.psychsport.2022.102265
11. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J.; ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(2): 319 – 338. DOI: 10.1183/09031936.05.00034805

12. Yamaguchi K., Imai T., Yatsutani H., Goto K. A Combined Hot and Hypoxic Environment during Maximal Cycling Sprints Reduced Muscle Oxygen Saturation: A Pilot Study. *J. Sports Sci Med.* 2021; 20(4): 684 – 689. DOI: 10.52082/jssm.2021.684
13. Stroop J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. *J. Exp. Psychol.* 1935; 18: 643 – 662. DOI: 10.1037/h0054651
14. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1982; 14: 377 – 381.
15. Бреслав И.С., Ноздрачев А.Д. Дыхание. Висцеральный и поведенческий аспекты. СПб.: Наука. 2005. 309 с.
16. Wolff W., Martarelli C.S. Bored into depletion? Toward a tentative integration of perceived self-control exertion and boredom as guiding signals for goal-directed behavior. *Perspect. Psychol. Sci.* 2020; 15: 1272 – 1283. DOI: 10.1177/1745691620921394
17. Бяловский Ю.Ю., Ракитина И.С., Тактарова Д.М., Бурматова М.А., Яныкина К.В., Федоськина А.К. Влияние дополнительного респираторного сопротивления на выполнение когнитивных задач. *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины.* 2023; 13(4): 5 – 13. DOI: 10.29039/2224-6444-2023-13-4-5-13
18. Rassam P., de Mori T., Van Hollebeke M., Rozenberg D., Davenport P., Vallis L.A., Reid W.D. Cognitive interference of respiratory versus limb muscle dual tasking in healthy adults. *ERJ Open Res.* 2024; 10: 00169-2024. DOI: 10.1183/23120541.00169-2024
19. Jelinčić V., Chan P.S., Davenport P.W., von Leupoldt A. Neural gating of respiratory sensations as a potential mechanism of dyspnea perception: State-of-the-art and future directions. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2025; 336: 104418. DOI: 10.1016/j.resp.2025.104418
20. Xia J., Yang J., Yang X., Zhang S., Guo H., Zhang C. Barriers and facilitators to exercise compliance for community elders with COPD: a cross-sectional study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2023; 18: 1965 – 1974. DOI: 10.2147/COPD

References

21. Chuchalin A.G. [Shortness of breath: current problems of modern medicine]. *Terapevticheskiy arkhiv [Therapeutic Archive]*. 2022; 94(3): 367 – 371. DOI: 10.26442/00403660.2022.03.201397 (in Russian)
22. Brown J.C., Boat R., Williams N.C., Johnson M.A., Sharpe G.R. The effect of trait self-control on dyspnoea and tolerance to a CO2 rebreathing challenge in healthy males and females. *Physiol. Behav.* 2022; 255: 113944. DOI: 10.1016/j.physbeh.2022.113944
23. Brown J.C., Boat R., Williams N.C., Johnson M.A., Sharpe G.R. Prior self-control exertion decreases pre-frontal cortex oxygenation during a CO2 rebreathing challenge but does not affect perceptions of dyspnoea or tolerance time. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2025; 332: 104371. DOI: 10.1016/j.resp.2024.104371
24. Bink, A.P. Dyspnea. *Handb. Clin. Neurol.* 2022; 188: 309 – 338. DOI: 10.1016/B978-0-323-91534-2.00008-4
25. Johnson M.A., Sharpe G.R., Williams N.C., Hannah R. Locomotor muscle fatigue is not critically regulated after prior upper body exercise. *J. Appl. Physiol.* 2015; 119: 840 – 850. DOI: 10.1152/japplphysiol.00072.2015
26. Volpato E., Farver-Vestergaard I., Brighton L.J., Peters J., Verkleij M., Hutchinson A., Heijmans, M., von Leupoldt, A. Nonpharmacological management of psychological distress in people with COPD. *Eur. Respir. Rev.* 2023; 32: 220170. DOI: 10.1183/16000617.0170-2022
27. Taylor I.M., Boat R., Murphy S.L. Integrating theories of self-control and motivation to advance endurance performance. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.* 2020; 13: 1 – 20. DOI: 10.1080/1750984X.2018.1480050
28. Hunte R., Cooper S.B., Taylor I.M., Nevill M.E., Boat R. The mechanisms underpinning the effects of self-control exertion on subsequent physical performance: a meta-analysis. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.* 2024; 17: 370 – 397. DOI: 10.1080/1750984X.2021.2004610
29. Boat R., Hunte R., Welsh E., Dunn A., Treadwell E., Cooper S.B. Manipulation of the duration of the initial self-control task within the sequential-task paradigm: effect on exercise performance. *Front. Neurosci.* 2020; 14: 571312. DOI: 10.3389/fnins.2020.571312
30. Hunte R., Cooper S.B., Taylor I.M., Nevill, M.E., Boat R. Boredom, motivation, and perceptions of pain: mechanisms to explain the effects of self-control exertion on subsequent physical performance. *Psychol. Sport Exerc.* 2022; 63: 102265. DOI: 10.1016/j.psychsport.2022.102265
31. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J.; ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(2): 319 – 338. DOI: 10.1183/09031936.05.00034805
32. Yamaguchi K., Imai T., Yatsutani H., Goto K. A Combined Hot and Hypoxic Environment during Maximal Cycling Sprints Reduced Muscle Oxygen Saturation: A Pilot Study. *J. Sports Sci Med.* 2021; 20(4): 684 – 689. DOI: 10.52082/jssm.2021.684
33. Stroop J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. *J. Exp. Psychol.* 1935; 18: 643 – 662. DOI: 10.1037/h0054651
34. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1982; 14: 377 – 381.
35. Breslav I.S., Nozdrachev A.D. [Breathing. Visceral and behavioral aspects]. St. Petersburg: Nauka. 2005. 309 p. (in Russian)
36. Wolff W., Martarelli C.S. Bored into depletion? Toward a tentative integration of perceived self-control exertion and boredom as guiding signals for goal-directed behavior. *Perspect. Psychol. Sci.* 2020; 15: 1272 – 1283. DOI: 10.1177/1745691620921394
37. Byalovsky Yu.Yu., Rakitina I.S., Taktarova D.M., Burmatova M.A., Yanikina K.V., Fedos'kina A.K. [The influence of additional respiratory resistance on the performance of cognitive tasks]. *Krymskiy zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny [Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine]*. 2023; 13(4): 5 – 13. DOI: 10.29039/2224-6444-2023-13-4-5-13 (in Russian)
38. Rassam P., de Mori T., Van Hollebeke M., Rozenberg D., Davenport P., Vallis L.A., Reid W.D. Cognitive interference of respiratory versus limb muscle dual tasking in healthy adults. *ERJ Open Res.* 2024; 10: 00169-2024. DOI: 10.1183/23120541.00169-2024
39. Jelinčić V., Chan P.S., Davenport P.W., von Leupoldt A. Neural gating of respiratory sensations as a potential mechanism of dyspnea perception: State-of-the-art and future directions. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2025; 336: 104418. DOI: 10.1016/j.resp.2025.104418
40. Xia J., Yang J., Yang X., Zhang S., Guo H., Zhang C. Barriers and facilitators to exercise compliance for community elders with COPD: a cross-sectional study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2023; 18: 1965 – 1974. DOI: 10.2147/COPD

Сведения об авторах:

Бяловский Юрий Юльевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патофизиологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-6769-8277>

Ракитина Ирина Сергеевна — кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры патофизиологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-9406-1765>

Тактарова Диана Маратовна — студентка 6 курса Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0004-7846-1461>

Бурматова Марина Андреевна — студентка 6 курса Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0007-4230-5581>