

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗВУКОВЫХ СТИМУЛОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ВОЛЕЙБОЛИСТОК

Д. В. Белощенко^{1,a}, Т. В. Гавриленко^{1,2,b}

¹ Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация

² Сургутский филиал федерального государственного автономного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Сургут, Российская Федерация

^a ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7584-7124>, ✉ d.beloshhenko@mail.ru

^b ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3243-2751>, taras.gavrilenko@gmail.com

Аннотация: музыка как один из древнейших способов воздействия на психоэмоциональное и физиологическое состояние человека широко используется в различных сферах деятельности, включая спорт. Данное исследование посвящено изучению влияния двух контрастных музыкальных жанров — классической музыки (произведение Людвиг ван Бетховена) и тяжелого металла (музыка группы Rammstein) — на физиологические параметры человека (частоту пульса и уровень насыщения крови кислородом), а также когнитивные функции: письмо, внимание и память. В исследовании приняли участие 20 профессиональных волейболисток (девушки в возрасте от 18 до 23 лет) с опытом игры не менее 5 лет.

Проведенное исследование подтверждает значимое влияние различных звуковых стимулов на физиологические параметры и когнитивные функции женского организма. Выявленные закономерности свидетельствуют о целесообразности дифференцированного подхода к использованию музыкального сопровождения в тренировочном процессе: классическая музыка способствует улучшению концентрации внимания, рабочей памяти и точности выполнения задания, в то время как тяжелый металл положительно влияет на скорость реакции.

Полученные результаты позволили сформулировать практические рекомендации по использованию музыки для оптимизации тренировочного процесса и соревновательной деятельности.

Ключевые слова: звуковые стимулы, уровень кислорода в крови, частота пульса, когнитивные функции, количество написанных слов, количество совершенных ошибок.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания НИЦ «Курчатовский институт» — НИИСИ по теме № FNEF-2024-0001 «Создание и реализация доверенных систем искусственного интеллекта, основанных на новых математических и алгоритмических методах, моделях быстрых вычислений, реализуемых на отечественных вычислительных системах» (1023032100070-3-1.2.1).

Для цитирования: Белощенко Д. В., Гавриленко Т. В. Сравнительный анализ воздействия различных звуковых стимулов на физиологические и когнитивные процессы волейболисток. *Успехи кибернетики*. 2025;6(3):62–69.

Поступила в редакцию: 25.08.2025.

В окончательном варианте: 16.09.2025.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF SOUND STIMULI ON PHYSIOLOGICAL AND COGNITIVE PROCESSES IN FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS

D. V. Beloshchenko^{1,a}, T. V. Gavrilenko^{1,2,b}

¹ Surgut State University, Surgut, Russian Federation

² Surgut Branch of Scientific Research Institute for System Analysis of the National Research Centre “Kurchatov Institute”, Surgut, Russian Federation

^a ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7584-7124>, ✉ d.beloshhenko@mail.ru

^b ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3243-2751>, taras.gavrilenko@gmail.com

Abstract: we studied the influence of two contrasting musical genres – classical music (Ludwig van Beethoven) and heavy metal (Rammstein) – on physiological parameters (pulse rate and blood oxygen saturation) and cognitive functions (writing, attention, and memory). We recruited 20 professional female volleyball players aged 18 to 23 with at least five years of volleyball experience.

Our findings confirm that sound stimuli significantly affect physiological parameters and cognitive functions in female athletes. Classical music improves concentration, working memory, and task accuracy,

while heavy metal reduces reaction time. These patterns show that a differentiated approach to using music is beneficial in the training process.

We proposed practical recommendations for using music to optimize training and competitive performance.

Keywords: sound stimuli, blood oxygen level, pulse rate, cognitive functions, number of words written, number of errors.

Acknowledgements: this study is a part of the FNEF-2024-0001 government order contracted to the Scientific Research Institute for System Analysis of the National Research Centre “Kurchatov Institute”, project No. 1023032100070-3-1.2.1 Development and Implementation of Trusted Artificial Intelligence Systems Based on new Mathematical Methods and Algorithms, Fast Computing Models for Domestic Computing Systems.

Cite this article: Beloshchenko D. V., Gavrilenko T. V. Comparative Analysis of the Effects of Sound Stimuli on Physiological and Cognitive Processes in Female Volleyball Players. *Russian Journal of Cybernetics*. 2025;6(3):62–69.

Original article submitted: 25.08.2025.

Revision submitted: 16.09.2025.

Введение

Современные исследования в области спортивной психофизиологии, нейропсихологии и когнитивной науки подтверждают значимость музыкального сопровождения для повышения эффективности тренировочного процесса и соревновательной деятельности. Однако влияние различных акустических стимулов на конкретные виды спорта, в частности на волейбол, остается недостаточно изученным.

Существующие исследования демонстрируют значимое влияние музыки на физиологические параметры спортсменов. Согласно результатам метаанализа, проведенного Р. С. Terry с соавт. [1], прослушивание музыки может вызывать изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС), уровня гормонов стресса и нейротрансмиттеров, а также воспринимаемого уровня напряжения.

Исследования показывают [2, 3], что музыка с темпом 120-140 ударов в минуту способствует синхронизации движений спортсменов с ритмом, что повышает экономичность энергозатрат и может отражаться на показателях ЧСС и SpO_2 . А. Ströhle [3] отмечает, что прослушивание музыки с высоким темпом (>140 уд/мин) приводит к увеличению ЧСС на 5–15% даже в состоянии покоя, что обусловлено активацией симпатической нервной системы.

Когнитивные аспекты влияния музыки изучены в работах L. R. Slevc с соавт. [4], где показано, что классическая музыка может улучшать показатели рабочей памяти и концентрации внимания. Явление получило название «эффект Моцарта» и связано с активацией префронтальной коры и гиппокампа. В противоположность этому М. Kliuchko и др. [5] продемонстрировали, что тяжелый металл может временно ухудшать результаты выполнения задач, требующих устойчивого внимания, но улучшать скорость реакции и моторные навыки.

S. Hallam, R. MacDonald [6] указывают на важность индивидуальных предпочтений в восприятии музыки, отмечая, что знакомая и предпочитаемая музыка оказывает более выраженное положительное влияние на когнитивные функции независимо от жанра.

Специфика влияния музыки на волейболистов изучена в меньшей степени по сравнению с влиянием музыки на представителей циклических видов спорта. Тем не менее исследование С. Mesagno и др. [7] показало, что прослушивание музыки перед выполнением подачи повышает точность подачи на 11–17%. D. T. Bishop с соавт. [8] отмечают, что музыка с выраженной ритмической структурой способствует улучшению координации движений и точности передач в волейболе.

Волейбол как командный вид спорта требует от спортсменов не только высокого уровня физической подготовленности, но и развитых когнитивных функций, включая скорость реакции, пространственную ориентацию, концентрацию внимания и способность к быстрому принятию решений. В этой связи особый интерес представляет изучение влияния контрастных музыкальных жанров — классической музыки и тяжелого металла — на психофизиологические параметры волейболистов.

Объект и методы исследования

В исследовании приняли участие 20 профессиональных волейболисток (девушки в возрасте от 18 до 23 лет) с опытом игры не менее 5 лет. Испытуемые не имели физиологических заболеваний,

расстройств слуха и вредных привычек, доминирующая рука — правая. Все участницы были проинформированы о целях и процедуре исследования и предоставили письменное информированное согласие на участие в соответствии с принципами Хельсинкской декларации [9].

Для изучения воздействия различных типов звуковых стимулов на функциональные системы и функции организма была разработан эксперимент, включающий выполнение стандартизированной когнитивной задачи (переписывание специализированного текста) в трех экспериментальных условиях с параллельной регистрацией параметров сердечно-сосудистой системы (ССС).

Когнитивная задача заключалась в переписывании стандартизированного текста научно-популярного содержания объемом 3000 символов. Данная задача требует задействования комплекса когнитивных функций, включая зрительное восприятие, внимание, рабочую память и моторный контроль, при этом позволяет объективно оценить скорость (количество написанных слов) и точность (количество допущенных ошибок) выполнения.

Эксперимент состоял из трех последовательных этапов длительностью по 3 минуты каждый, с интервалами отдыха по 15 минут для нивелирования эффекта последствия предыдущего акустического воздействия. Экспериментальные условия были следующими:

1. Переписывание текста в условиях относительной тишины (без звукового воздействия).
2. Выполнение аналогичной задачи при прослушивании произведения Людвиг ван Бетховена («Лунная» соната).
3. Выполнение задачи при прослушивании музыки группы Rammstein (жанр индастриал-металл).

Параллельно с выполнением когнитивной задачи осуществлялась непрерывная регистрация параметров ССС с использованием пальцевого пульсоксиметра HealthTree JKS50B, закрепленного на указательном пальце кисти левой руки. Регистрировались следующие параметры: SpO_2 — сатурация крови кислородом (%), отражающая эффективность функционирования кардиореспираторной системы; PR — частота пульса (уд/мин), являющаяся индикатором активности ССС и косвенным показателем уровня вегетативной активации.

Анализ и обработка полученных данных осуществлялись с использованием программного обеспечения MS Office Excel 2016 и Statistica 10.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ данных пульсоксиметрии выявил различия в показателях SpO_2 в группе девушек-волейболисток при воздействии различных музыкальных композиций (табл. 1). Минимальное (*Min*) значение составляло 94 %, максимальное (*Max*) — 98 %. При прослушивании классической музыки во всей группе испытуемых отмечалось повышение SpO_2 на 2–3% по сравнению с контрольным условием, что может свидетельствовать о более эффективном дыхании. При прослушивании тяжелого металла значимых изменений SpO_2 не наблюдалось.

Таблица 1

Результаты статистической обработки значений SpO_2 в группе девушек-волейболисток без звукового воздействия и при прослушивании музыкальных композиций

N=20	Значение уровня кислорода в крови SpO_2		
	Без звукового воздействия	При прослушивании Rammstein	При прослушивании Людвиг ван Бетховена
X_{cp}	96,60	96,75	97,05
W	0,87	0,79	0,79
P	0,01	0,00	0,00

Полученные значения SpO_2 в группе девушек-волейболисток были проверены на соответствие закону нормального распределения с помощью теста Колмогорова–Смирнова и Лиллифорса, а также *W*-теста Шапиро–Уилка (*Shapiro–Wilk's W test*). Выявлено, что распределение количества совершенных ошибок отличается от нормального ($p < 0,05$), то есть закон Гаусса не подтвердился (табл. 1). Поскольку выборки зависимые и имеют ненормальный тип распределения, для выявления различий в значениях SpO_2 у испытуемых при прослушивании музыкальных композиций и без звукового воздействия (табл. 2) был использован дисперсионный анализ Фридмана (*Friedman ANOVA*).

Таблица 2

Результаты применения дисперсионного анализа Фридмана (Friedman ANOVA and Kendall's concordance) для оценки наличия различий в значениях SpO_2 в группе девушек-волейболисток без звукового воздействия и при прослушивании музыкальных композиций

N=20	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std. Dev.
Без воздействия	1,8	36	96,60	0,99
При прослушивании Rammstein	2,0	40	96,75	0,96
При прослушивании Людвиг ван Бетховена	2,2	44	97,05	0,76

Примечание: Average Rank – ранги; Sum of Ranks – полученные суммы рангов; Mean – среднее значение показателя; Std. Dv. – стандартное отклонение выборки.

Было установлено (табл. 2), что статистически значимых различий в значениях SpO_2 в группе девушек-волейболисток без акустического воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций не выявлено, т.к. $p = 0,29207$, Kendall's coeff. of concordance = 0,06154 (коэффициент согласованности Кендалла).

Далее проводился анализ вторых данных пульсоксиметрии – PR. Было установлено (рис. 1), что в группе женщин в среднем PR составляет в спокойном состоянии 98 уд/мин, при прослушивании Rammstein – 100 уд/мин, при прослушивании классической музыки – 89 уд/мин. Min значение PR было установлено при прослушивании Людвиг ван Бетховена – 80 уд/мин, Max – 110 уд/мин при прослушивании индастриал-металл.

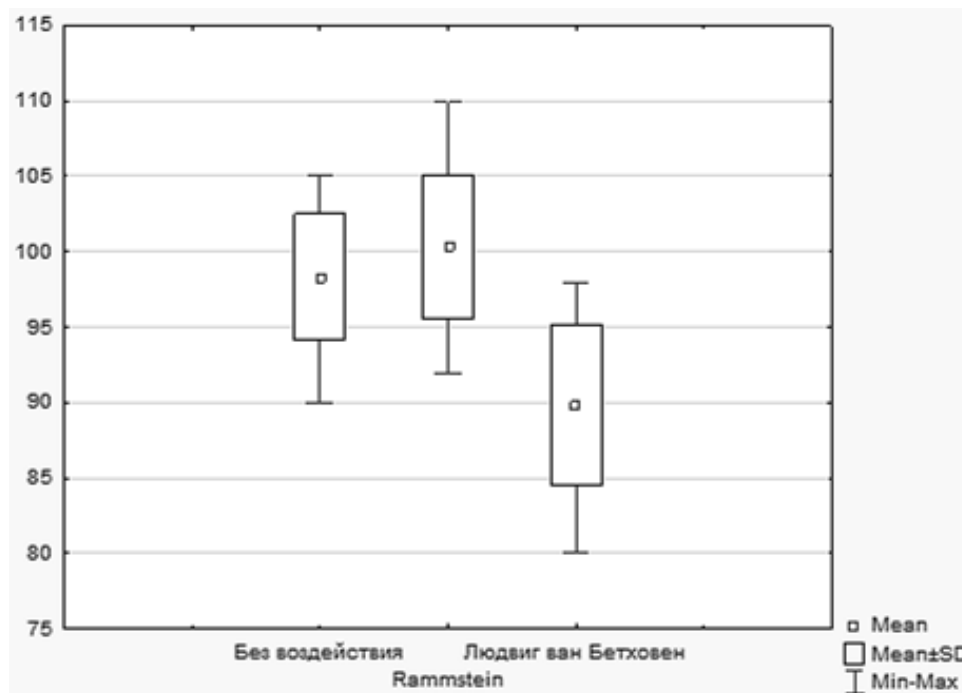


Рис. 1. Результаты значений PR в группе девушек-волейболисток (n = 20 человек) без звукового воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций. Mean – среднее значение PR; Mean±SD – стандартное отклонение выборки; Min-Max – минимальное и максимальное значение PR

В целом, в группе девушек у 85% волейболисток (рис. 1) наблюдается увеличение PR при прослушивании Rammstein на 3–12 уд/мин. Музыка с высоким темпом и интенсивностью активирует симпатическую нервную систему, вызывая увеличение выработки адреналина и норадреналина, что

способствует увеличению ЧСС. Это физиологическое возбуждение может быть полезным перед выполнением действий, требующих максимальной мобилизации ресурсов организма, таких как нападающий удар или блокирование в волейболе.

Классическая музыка же, наоборот, у 85% девушек вызывала снижение PR на 2–14 уд/мин либо не изменяла значений, что может быть обусловлено активацией парасимпатической нервной системы, снижением уровня кортизола и нормализацией вариабельности сердечного ритма [10].

Полученные значения PR в группе девушек-волейболисток проверялись на соответствие закону нормального распределения с помощью теста Колмогорова–Смирнова и Лиллифорса, Шапиро–Уилка. Данные имеют нормальный тип распределения ($p > 0,05$), поэтому дальнейшие сравнения производили с помощью парного критерия Стьюдента (табл. 3).

Таблица 3

Результаты применения парного критерия Стьюдента (t -тест для зависимых выборок) для оценки наличия различий в значениях PR в группе девушек-волейболисток без звукового воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций

(N)=20	Mean	Std. Dv.	Diff.	Std. Dv. diff.	t	p
1 гр.	98,35	4,15				
2 гр.	100,35	4,78	-2	5,83	-1,53	0,14
1 гр.	98,35	4,15				
3 гр.	89,8	5,29	8,55	5,28	7,23	0,00
2 гр.	100,35	4,78				
3 гр.	89,8	5,29	10,55	5,74	8,21	0,00

Примечание: значения PR в группе девушек-волейболисток: 1 гр. — без воздействия; 2 гр. — при прослушивании Rammstein; 3 гр. — при прослушивании Людвиг ван Бетховена; N — объем выборки; $Mean$ — среднее значение PR ; $Std. Dv.$ — стандартное отклонение выборки; $Diff.$ — средняя разница значений PR ; $Std. Dv. diff.$ — стандартное отклонение для средней разницы; t — значение t -критерия; p — вероятность ошибочно отвергнуть нулевую гипотезу о том, что средние величины PR в сравниваемых группах не различаются.

Анализ табл. 3 показал, что при прослушивании индастриал-металл и Людвиг ван Бетховена статистически значимые различия в значениях PR в группе девушек-волейболисток были получены при сравнении PR без воздействия и во время прослушивания Rammstein ($p=0,00$), а также при сравнении тяжелого металла с классической музыкой ($p=0,00$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что различные типы звуковых стимулов существенно влияют на параметры ЧСС.

Анализ параметров когнитивной эффективности при выполнении задачи переписывания текста (количество написанных слов и число допущенных ошибок) также выявил значимые различия в зависимости от характера акустического воздействия. В результате эксперимента было собрано и проанализировано 60 работ (рис. 2–3).

На рисунке 2 показано, как изменяется количество написанных слов в группе девушек-волейболисток без акустического воздействия и при прослушивании музыкальных композиций. Полученные значения также проверялись на соответствие закону нормального распределения с помощью теста Колмогорова–Смирнова и Лиллифорса и W -теста Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk's W test). Было установлено, что данные распределены ненормально ($p < 0,05$), поэтому их значения представлены медианами и процентилями (5 и 95-й).

Анализ рис. 2 показал, что группа девушек-волейболисток в спокойном состоянии написала 572 слова, X_{cp} — 28 ($Me-30$), min количество слов — 12, max — 37; при прослушивании Rammstein наблюдается увеличение количества написанных слов — 618 слов всего, X_{cp} — 30 ($Me-30$), min — 10, max — 48; при прослушивании Людвиг ван Бетховена количество написанных слов также возрастает — 628 слов всего, X_{cp} — 31 ($Me-31$), min — 13, max — 41. Тихая обстановка для части людей может быть чересчур «пассивной»; звуковое воздействие добавляет сенсорной стимуляции и подводит уровень возбуждения к оптимуму, при котором моторная скорость и когнитивная гибкость увеличиваются [10, 11].

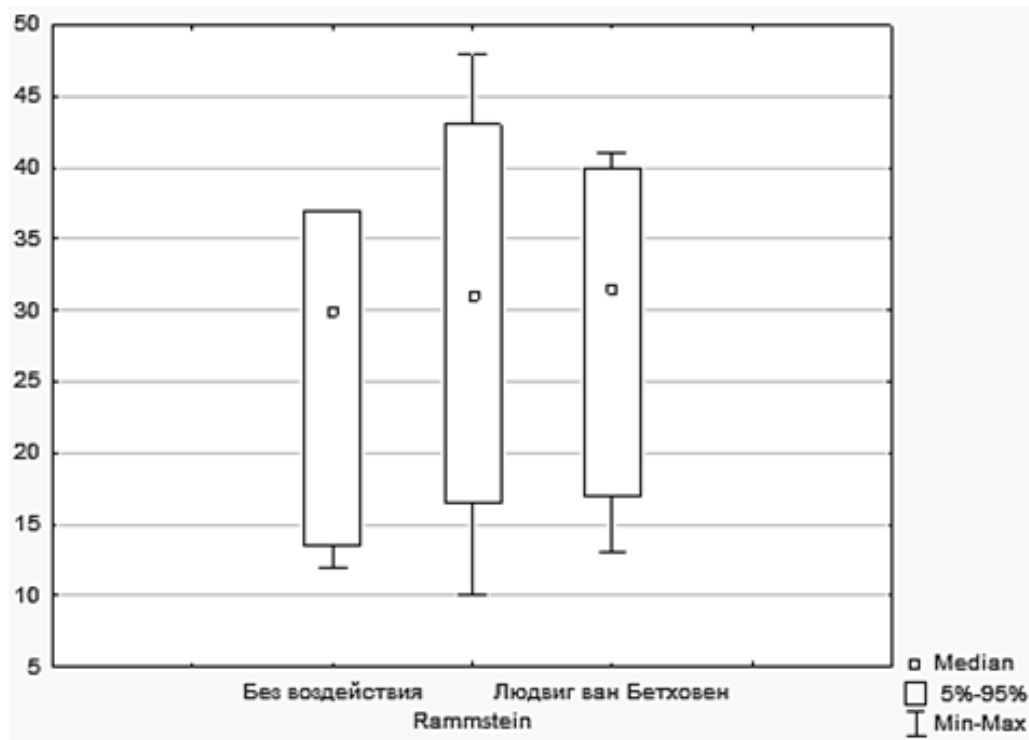


Рис. 2. Общее количество написанных слов в группе девушек-волейболисток ($n = 20$ человек) без звукового воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций. Median — медиана (5%; 95%): для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния проценти (5-й и 95-й). Min-Max — минимальное и максимальное значение количества написанных слов

Для выявления различий в количестве написанных слов у группы девушек-волейболисток без воздействия и при прослушивании музыкальных композиций был использован дисперсионный анализ Фридмана (Friedman ANOVA) (табл. 4).

Таблица 4

Результаты применения дисперсионного анализа Фридмана (Friedman ANOVA and Kendall's concordance) для оценки наличия различий в количестве написанных слов в группе девушек-волейболисток без звукового воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций

Состояние	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std. Dev.
Спокойное состояние	1,75	35,00	28,60	7,66
Индастриал-металл	1,90	38,00	30,90	7,58
Классическая музыка	2,35	47,00	31,40	6,28

Примечание: Average Rank — ранги; Sum of Ranks — полученные суммы рангов; Mean — среднее значение показателя; Std. Dev. — стандартное отклонение выборки.

Было установлено (табл. 4), что статистически значимых различий в количестве написанных слов в группе девушек-волейболисток без акустического воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций не выявлено, т.к. $p = 0,13534$, Kendall's coeff. of concordance = 0,1 (коэффициент согласованности Кендалла).

На рисунке 3 показано, как изменяется количество совершенных ошибок в группе девушек-волейболисток без акустического воздействия и при прослушивании музыкальных композиций.

Было установлено (рис. 3), что в группе девушек-волейболисток без звукового воздействия 10 человек совершили 17 ошибок, при прослушивании Rammstein 12 человек совершили 27 ошибок, при прослушивании Людвиг ван Бетховена 8 человек совершили 14 ошибок. Min количество ошибок во всех 3 сериях эксперимента — 0, max было установлено — 7, при прослушивании тяжелого металла.

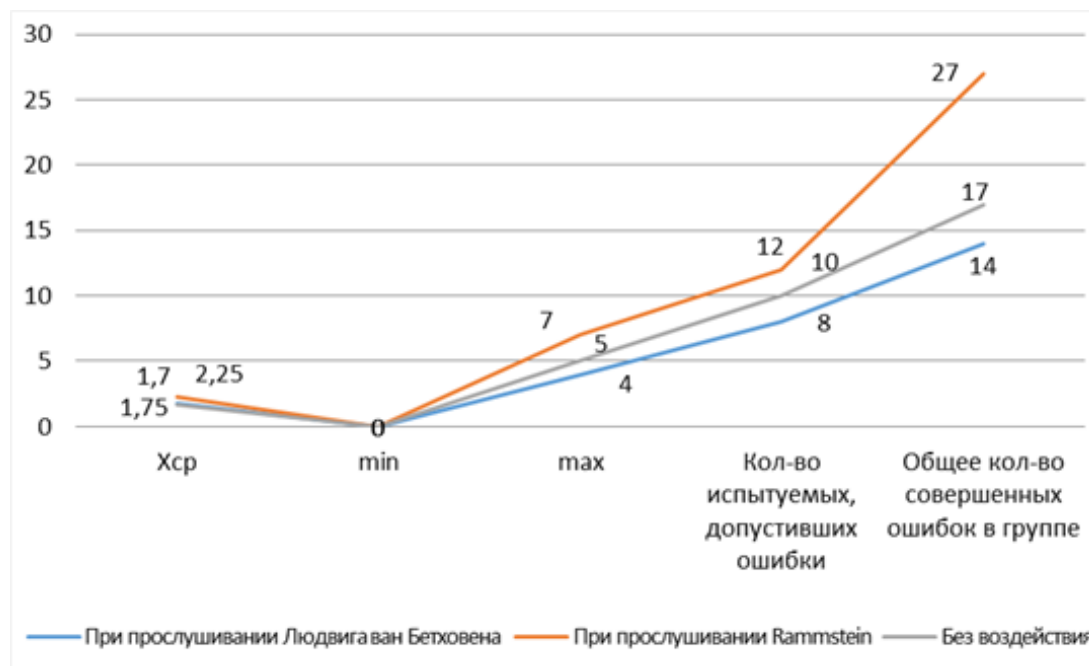


Рис. 3. Количество совершенных ошибок в группе девушек-волейболисток ($n=20$ человек) без звукового воздействия и во время прослушивания музыкальных композиций

Следует отметить, что именно при прослушивании «Лунной» сонаты общее количество девушек в группе, допустивших ошибки, было маленьким — 8 и всего ошибок было совершено 14, причем больше всего слов было написано именно при прослушивании классической музыки — 628. Это может свидетельствовать о том, что девушки под воздействием такой музыки могут чувствовать себя более расслабленно, что позволяет им лучше концентрироваться на задаче и допускать меньше ошибок. Улучшение показателей концентрации внимания и рабочей памяти после прослушивания классической музыки соответствует «эффекту Моцарта» и может быть объяснено оптимальной активацией лобных и височных долей коры головного мозга, ответственных за эти когнитивные функции [11, 12]. Данный эффект имеет особое значение для волейбола, где требуется высокая концентрация внимания и способность удерживать в рабочей памяти расположение игроков на площадке.

Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о дифференцированном влиянии различных звуковых стимулов как на физиологические параметры, так и на когнитивные функции девушек-волейболисток.

Заключение

Полученные результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение. С теоретической точки зрения они расширяют представления о механизмах воздействия акустических стимулов на интегративные функции организма спортсменок и подтверждают наличие взаимосвязи между вегетативной регуляцией и когнитивным функционированием.

С практической точки зрения результаты могут быть использованы для оптимизации психофизиологической подготовки волейболисток путем целенаправленного применения музыкальных воздействий. В частности, классическая музыка может использоваться для улучшения концентрации внимания и точности технических действий, требующих высокого уровня когнитивного контроля (например, при отработке тактических схем, технических элементов). Тяжелый металл может применяться в ситуациях, требующих быстрой мобилизации физиологических ресурсов организма и повышения скорости моторных реакций (например, перед выполнением скоростно-силовых упражнений или в качестве краткосрочной стимуляции перед соревнованиями).

В целом, проведенное исследование демонстрирует перспективность использования музыкальных воздействий как неинвазивного и доступного метода оптимизации функционального состояния спортсменок и открывает перспективы для дальнейших исследований в области психофизиологии спорта и музыкальной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Terry P. C., Karageorghis C. I., Curran M. L., Martin O. V., Parsons-Smith R. L. Effects of Music in Exercise and Sport: A Meta-Analytic Review. *Psychological Bulletin*. 2020;146(2):91–117. DOI: 10.1037/bul0000216.
2. Nakamura P. M., Pereira G., Papini C. B., Nakamura F. Y., Kokubun E. Effects of Preferred and Nonpreferred Music on Continuous Cycling Exercise Performance. *Perceptual and Motor Skills*. 2010;110(1):257–264. DOI: 10.2466/PMS.110.1.257-264.
3. Ströhle A. Sports Psychiatry: Mental Health and Mental Disorders in Athletes and Exercise Treatment of Mental Disorders. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. 2019;269(5):485–498. DOI: 10.1007/s00406-018-0891-5.
4. Slevc L. R., Davey N. S., Buschkuehl M., Jaeggi S. M. Tuning the Mind: Exploring the Connections between Musical Ability and Executive Functions. *Cognition*. 2016;152:199–211. DOI: 10.1016/j.cognition.2016.03.017.
5. Kliuchko M., Heinonen-Guzejev M., Monacis L., Gold B. P., Heikkilä K. V., Spinosa V., Tervaniemi M., Brattico E. The Association of Noise Sensitivity with Music Listening, Training, and Aptitude. *Noise & Health*. 2015;17(78):350–357. DOI: 10.4103/1463-1741.165065.
6. Hallam S., MacDonald R. The Effects of Music in Community and Educational Settings. *The Oxford Handbook of Music Psychology*. Eds. S. Hallam, I. Cross, M. Thaut. Oxford University Press; 2008. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199298457.013.0044.
7. Mesagno C., Marchant D., Morris T. Alleviating Choking: The Sounds of Distraction. *Journal of Applied Sport Psychology*. 2009;21(2):131–147. DOI: 10.1080/10413200902795091.
8. Bishop D. T., Karageorghis C. I., Loizou G. A Grounded Theory of Young Tennis Players' Use of Music to Manipulate Emotional State. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2007;29(5):584–607. DOI: 10.1123/jsep.29.5.584.
9. Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации. Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования. *Права и свободы человека в психиатрии*. Режим доступа: <http://www.psychepravo.ru/law/int/helsinki-deklaraciya.htm>.
10. Чжан И. Музыкальная терапия: влияние музыки на когнитивные и эмоциональные процессы человека. *Тенденции развития науки и образования*. 2024;116(3):163–165. DOI: 10.18411/trnio-12-2024-143.
11. Федотчев А. И., Радченко Г. С. Музыкальная терапия и «музыка мозга»: состояние, проблемы и перспективы исследований. *Успехи физиологических наук*. 2013;44(4):35–50.
12. Rauscher F. H., Shaw G. L., Ky K. N. Listening to Mozart Enhances Spatial-Temporal Reasoning: Towards a Neurophysiological Basis. *Neuroscience Letters*. 1995;185(1):44–47. DOI: 10.1016/0304-3940(94)11221-4.