

Влияние представлений чувственно-ориентированных образов на параметры вертикальной позы и биоэлектрической активности головного мозга у актеров в процессе перевоплощения (пилотное исследование)

В.А. Нижельской, А.В. Ковалева, Е.Н. Панова
НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина, Москва, Россия

Поступила 26 мая 2020 / Принята к публикации: 7 июня 2020

Impact of perceiving sense-oriented images on the parameters of the vertical posture and brain activity in actors during method acting (pilot study)

V.A. Nizhelskoy*, A.V. Kovaleva, E.N. Panova
Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia
* Corresponding author E-mail: ekon@icloud.com

Received May 26, 2020 / Accepted for publication: June 7, 2020

Актуальность. На сегодняшний день известны исследования психофизиологических особенностей имажинации в процессе художественного творчества с использованием ЭЭГ, фМРТ, стабилоплатформы. Однако комплексные исследования процесса актерского перевоплощения этими методами пока не приобрели широкого распространения. В данном пилотном исследовании можно выделить психофизиологические основания актерского перевоплощения как объект исследования. В качестве предмета исследования рассмотрены аспекты влияния представления чувственно-эмоционального образа на двигательную активность в процессе актерского перевоплощения.

Целью настоящего исследования было определение характера влияния воображения на показатели целенаправленного физического действия и активность головного мозга на примере сохранения вертикальной позы актерами в условиях представления процесса перевоплощения в чувственно противоположно-ориентированные образы.

Задачи исследования: сопоставить стабилметрические и электрофизиологические показатели, оценить их связь и характер системных перестроек при имажинации и вхождении в образ, оценить степень отождествления себя с этими образами.

Описание хода исследования. Исследование проводилось в течение двух дней на 12 добровольцах (4 юноши и 8 девушек, возраст 20–22 года) — студентах Высшей школы сценических искусств (Театральная школа К. Райкина) г. Москва. В качестве объектов для перевоплощения участникам были предложены два образа: образ медузы и образ высокой устойчивой башни. Их описания были составлены на основе ряда синонимов и характеризовали чувственную противоположность этих объектов. Участникам предлагалось выполнять задания «проба Ромберга» на стабилоплатформе (европейская установка стоп), представляя движения и действия, которые актер мог бы производить на сцене, чтобы выявить заданный образ. Все действия должны были выполняться исключительно ментально, в воображении, сохраняя исходное вертикальное положение тела. Одновременно с выполнением заданий на стабилоплатформе проходила регистрация ЭЭГ.

Результаты исследования. В результате сравнения стабилметрических показателей испытуемых в образе медузы и образе башни оказалось, что нормированный индекс энергозатрат (Av) и площадь колебаний центра давления (S) достоверно ниже при поддержании вертикальной позы в процессе представления образа башни, по сравнению с представлением образа медузы ($p < 0.05$ по непараметрическому критерию Вилкоксона).

Остальные показатели (индекс энергозатрат A и скорость перемещения центра давления V) также были ниже в образе башни, но уровня статистической значимости не достигли ($p > 0.05$). Результаты статистического анализа влияния воображаемых образов на спектральные параметры ЭЭГ показали, что представление образа медузы, по сравнению с образом башни, характеризуется статистически значимо ($p < 0.01$) меньшей мощностью частот 3–4 Гц в правом полушарии, частот 8–9 Гц в передне-височных отведениях симметрично (кроме Fp1 и Fp2), 11–12 Гц симметрично везде, кроме задних отведений (O1, O2, T5, T6), 12–13 Гц в правом полушарии кроме Fp1 и Fp2 и, наконец, меньшей мощностью высоких частот 20–21 Гц почти по всем отведениям (кроме Fp1 и Fp2), 24–25 Гц справа (кроме Fp2) и частот более 24 Гц в обоих затылочных отведениях.

Выводы. Мысленное представление образов башни и медузы при неизменном положении тела (положение стоя) оказывает влияние на стабилметрические показатели следующим образом: представление образа башни положительно влияет на устойчивость вертикальной позы и снижает энергозатраты этого процесса. Выявлены некоторые различия в центральных механизмах (по параметрам ЭЭГ) поддержания вертикальной позы при мысленном представлении различных образов. Основные различия между ЭЭГ в образе башни и медузы наблюдались в центрально-теменных отведениях, соответствующих локализации соматосенсорной коры, вестибулярных зон и представлениями о схеме собственного тела. Данное исследование носит пилотный характер, но оно может лечь в основу методов объективизации эффективности разных программ идеомоторных тренировок актеров.

Ключевые слова: стабилметрия, ЭЭГ, имажинация, пластическая выразительность, подготовка актеров.

Background. Imagination is necessary to create a plastic image in the theatre, choreography, cinema, and aesthetic sports. There are studies of the psychophysiology of imagination in the process of artistic creation using EEG, fMRI, and stabilometric platform. However, comprehensive studies of method acting using objective quantitative methods have not become widespread.

The Objective of the study was to reveal the relationship between stabilometric and electrophysiological parameters in actors when imagining the two opposed objects, the tower and the jellyfish, while maintaining a vertical posture.

Design. The study was conducted over two days on 12 volunteers (4 males and 8 females aged 20–22), students of the Higher School of Performing Arts (K. Raikin Theater School). As objects for imagination and mental transformation the participants were offered two images: a jellyfish and a high stable tower. The tasks for the actors were set in a randomized order. Participants were asked to complete the “Romberg Test” on a stabilometric platform (European feet position), and mentally represent a behaviour (movements, actions, emotions) that an actor could perform on a stage to show a given image. All actions had to be performed mentally only, while the original vertical position of the body should not be changed. Simultaneously, the multichannel EEG was recorded.

Results. The normalized index of the mechanical energy (Av) and the surface area of the centre of pressure fluctuations (S) were significantly lower while maintaining a vertical posture in the process of representing the tower compared to the representation of the jellyfish ($p < 0.05$, Wilcoxon test). Other stabilometric parameters were also lower in the image of the tower but did not reach the level of significance ($p > 0.05$). As to EEG spectral parameters, the representation of the jellyfish compared to the tower was characterized by a significantly lower power frequency of 3–4 Hz in the right hemisphere, frequencies of 8–9 Hz in the anterior temporal leads symmetrically (except for Fp1 and Fp2), 11–12 Hz symmetrically except for the posterior leads (O1, O2, T5, T6), 12–13 Hz in the right hemisphere except for Fp1 and Fp2, and, finally, less high-frequency power of 20–21 Hz on almost all leads (except Fp1 and Fp2), 24–25 Hz on the right (except Fp2) and frequencies above 24 Hz in both occipital leads (all $p < 0.01$).

Conclusions. The results of the study suggest that the mental representation of the tower provides a more stable posture and reduced the physiological cost (energy consumption) of this process. There were also identified some differences in the central mechanisms (according to the EEG parameters) of maintaining a vertical posture with the mental representation of the two opposed images. The main differences between the EEG in the image of the tower and the jellyfish were observed in the central and parietal leads, corresponding to the localization of the somatosensory cortex, vestibular areas, and the body scheme representation. The results of the study could be used to objectify the effectiveness of different programs of ideomotor training of actors.

Key words: stabilometry, EEG, imagination, plastic expressiveness, training of actors.

Введение

В творчестве актера, танцора, представителей эстетических видов спорта воображение играет важную роль при создании пластического образа. Известны

говорит о необходимости воспитания у актеров действенного воображения (Станиславский, 2018). Т.е. представляет воображение не как способность к созданию нереальной картины мира, близкой к мечтательности. Наоборот, фантазия ак-

Можно представить процесс воплощения сценического образа как совокупность двух процессов: становления образа в чувственно-эмоциональной сфере и формирования его двигательной пластики. Причем, практика деятелей театра показывает, что эти процессы протекают не автономно, а обуславливают друг друга

работы, в которых образное мышление рассматривается как фактор формирования двигательной культуры (Гальпер, 1991), как составляющая эстетического компонента физической культуры (Назаренко, 2004), исследуются психологические связи воображения и перевоплощения актера (Бутенко, 2005). К.С. Станиславский

тера о жизни персонажа должна быть нацелена на создание цепочки конкретных физических действий, движений, характерных в «воображаемых» или же «предлагаемых» обстоятельствах (условиях, ситуации) для данного персонажа.

М.А. Чехов описывает несколько способов «репетирования», также направлен-

ных на создание персонажа (Чехов, 2018). Среди них – «психологический жест», суть которого в том, что актер должен почувствовать создаваемый образ, выражая свои ощущения персонажа абстрактными движениями. Благодаря такому подходу, фантазии о персонаже конкретизируются в телесных ощущениях, и в процессе дальнейшей работы по «исследованию» будущего персонажа его черты все более проявляются, формируя пластический образ, т.е. модель двигательного поведения актера на сцене. Можно представить процесс воплощения сценического образа как совокупность двух процессов: становления образа в чувственно-эмоциональной сфере и формирования его двигательной пластики. Причем, практика деятелей театра показывает, что эти процессы протекают не автономно, а обуславливают друг друга. Например, выдающийся актер С.М. Михоэлс в воспоминаниях описывает «перевоплощение» как процесс, подобный переодеванию (Михоэлс, 1964).

Влияния внешних изображений, образов и предметов на моторный контроль сегодня исследуются в различных областях: в психологии и психотерапии (Бызова, 2014; Баскаков, 2013; Ходоров, 2009), в спорте (Манжей, 2018; Murthy, 2008; Hanton, 2005), в педагогике (Дмитриев, 2019; Zhengyan, 2019) и др. Ранее было показано, что вертикальная поза человека, вероятно, более стабильна при рассмотрении четких простых визуальных изображений, что может быть связано с базовыми механизмами обработки зрительной информации (Кубряк, 2015). Также известно, что не только предъявление, но и воображение различных образов и предметов (имагинация) имеет психофизиологические эффекты (Macintyre, 2013; Fink, 2009; Poikonen, 2016). Кроме того, существуют исследования межполушарного взаимодействия при представлении различных образов или при мысленном выполнении движений (Ведясова, 2018; Дикая, 2014; Abbruzzese, 2015).

Наиболее распространенными инструментами исследований идеомоторной тренировки у спортсменов, танцоров, а также психофизиологических особенностей имагинации в процессе художественного творчества является использование ЭЭГ и нейровизуализации (фМРТ). Известны исследования с помощью ЭЭГ

**Виктор Александрович Нижельской** –

научный сотрудник кафедры психологии языка и преподавания иностранных языков факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова, младший научный сотрудник лаборатории физиологии функциональных состояний человека НИИ Нормальной физиологии имени П.К. Анохина, старший преподаватель факультета актерского искусства Высшей школы сценических искусств (Театральная школа К. Райкина)
E-mail: viktor-nij@mail.ru
<https://istina.msu.ru/profile/NizhelskoyV.A/>
ORCID: 0000-0001-7506-5480

**Анастасия Владимировна Ковалева** –

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии функциональных состояний человека НИИ Нормальной физиологии имени П.К. Анохина
E-mail: a.kovaleva@nphys.ru
https://istina.msu.ru/profile/anastasia_kovaleva/
ORCID: 0000-0001-7377-3408

**Елена Николаевна Панова** –

младший научный сотрудник лаборатории физиологии функциональных состояний человека НИИ Нормальной физиологии имени П.К. Анохина
E-mail: e.panova@nphys.ru
<https://istina.msu.ru/profile/PanovaEN/>
ORCID: 0000-0002-8449-716X

Для цитирования: Нижельской В.А., Ковалева А.В., Панова Е.Н. Влияние представлений чувственно-ориентированных образов на параметры вертикальной позы и биоэлектрической активности головного мозга у актеров в процессе перевоплощения (пилотное исследование) // Национальный психологический журнал. – 2020. – № 2(38). – С. 148–157. doi: 10.11621/npsyj.2020.0211

Citation: Nizhelskoy V.A., Kovaleva A.V., Panova E.N. (2020). Impact of perceiving sense-oriented images on the parameters of the vertical posture and brain activity in actors during method acting (pilot study). National Psychological Journal, [Natsionalnyy psikhologicheskyy zhurnal], (13)2, 148–157. doi: 10.11621/npsyj.2020.0211

ISSN 2079-6617 Print | 2309-9828 Online
© Lomonosov Moscow State University, 2020
© Russian Psychological Society, 2020

и фМРТ структурно-функциональных особенностей работы мозга при выполнении и представлении двигательных нагрузок у здоровых людей (Болдырева, 2013). Так, в результате исследования реакций мозга при активных и пассивных движениях правой руки была выявлена когерентность высокочастотного альфа-ритма как при пассивных, так и при активных движениях.

В работе И.Е. Антифеева (Антифеев, 2013) продемонстрирована возможность создания системы биологической обратной связи, основанной на классификации регистрируемой электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в периоды выполнения мысленно имитированных движений. В данном исследовании у 23 взрослых добровольцев выявлена высокая степень различия на основе ковариационных матриц, построенных на полученных данных ЭЭГ.

В исследовании коррелятов мысленного исполнения импровизационного танца у добровольцев (Дикая, 2015) данные ЭЭГ позволили выявить особенности корковых взаимодействий, зависящие от уровня профессиональной подготовки. Также в исследованиях с участием Л.А. Дикой (Карпов, 2015) с помощью метода ЭЭГ показаны особенности электрофизиологических показателей образной творческой деятельности. В исследовании участвовали представители многих творческих профессий, и анализ выполнения творческих заданий достоверно показал сопутствующие изменения когерентности во всех частотных диапазонах. О. Andrea (Andrea, 2020) методом ЭЭГ исследовал репрезентацию мышечных усилий и их контроль у артистов балета. Показано, что электрическая активность лобной коры была связана с танцевальным опытом добровольцев и технической характеристикой наблюдаемых движений.

Е. Cross методом фМРТ изучал активность работы мозга у танцоров при симуляции в воображении ранее изученных танцевальных движений. В этой работе показано, что при воображении, а также при наблюдении этих движений у других танцоров, были активны области мозга, классически связанные как с симуляцией действия, так и с наблюдением за действием, включая нижнюю теменную долю, моторные области, вентральную премоторную кору, верхнюю височную бор-

Можно предположить, что образ движения, по-видимому, не возникает как отвлеченная фантазия, а представляет собой идеомоторный акт. Это свидетельствует о действенном и чувственном начале воображения, а также о том, что воображение задействует когнитивные процессы, что находит свое отражение, в том числе в изменении активности различных областей головного мозга

зду и первичную моторную кору (Cross, 2006).

Таким образом, на основании этих научных данных можно предположить, что образ движения, по-видимому, не возникает как отвлеченная фантазия, а представляет собой идеомоторный акт. Это свидетельствует о действенном и чувственном начале воображения, а также о том, что воображение задействует когнитивные процессы, что находит свое отражение, в том числе в изменении активности различных областей головного мозга.

Если рассматривать процесс актерского перевоплощения в этом контексте, то можно предположить, что именно чувственно-эмоциональный образ, сформированный у исполнителя во время подготовительного творческого периода (репетиций), является системообразующим фактором его двигательной активности в процессе сценического воплощения (в танце, в спектакле, пантомиме, фигурном катании, художественной гимнастике). Поскольку сегодня возможно использование достижений современной науки для исследования фундаментальных признаков и системных механизмов воплощения чувственно-эмоционального образа в двигательной активности, исследование последних становится весьма актуальным.

В качестве объекта исследования можно выделить психофизиологические основания актерского перевоплощения, как объект исследования. А в качестве предмета исследования рассмотреть влияние представления чувственно-эмоционального образа на двигательную активность в процессе актерского перевоплощения.

Целью настоящего исследования было определение характера влияния воображения на показатели целенаправленного физического действия и активность головного мозга на примере сохранения вертикальной позы актерами в условиях представления процесса перевоплощения в чувственно противоположно-ориентированные образы.

Задачи исследования: сопоставить стабильностные и электрофизиологические показатели, оценить их связь и характер системных перестроек при имажинации и вхождении в образ, оценить степень отождествления себя с этими образами.

Проведение исследования

Исследование проводилось в течение двух дней на 12 добровольцах (4 юноши и 8 девушек, возраст 20–22 года), студентах Высшей школы сценических искусств (Театральная школа К. Райкина), г. Москва. Добровольцами были студенты, окончившие второй курс (именно на первом и втором курсах ведется работа по развитию психофизиологических качеств актера). Все добровольцы успешно сдали творческие экзамены, что говорит об их приблизительно одинаково хорошем уровне владения актерским мастерством. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом НИИ НФ им. П.К. Анохина и художественным руководителем актерского курса профессором С.В. Шенталинским. Все участники заполняли добровольное информированное согласие на проведение исследования.

В связи с тем, что планировалась регистрация биоэлектрической активности головного мозга (ЭЭГ), испытуемых просили воздержаться от употребления алкоголя и тонизирующих напитков (кофе) за два дня до начала исследования и до его окончания.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) регистрировалась на компьютерном электроэнцефалографе «Neurovisor 24U» (фирма Ates Medica) монополярно от 12 отведений (Fp1, Fp2, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2), расположенных по международной системе 10–20 с индифферентными ушными электродами. Кроме того, в процессе эксперимента оценивалась стабильность позы при помощи стабильностного оборудования (силовая

В качестве объектов для перевоплощения участникам были предложены два образа: образ медузы и образ высокой устойчивой башни. Их описания были составлены на основе ряда синонимов и характеризовали чувственную противоположность этих объектов. Так, в случае с образом «медуза» подбирались синонимы к слову «мягкость», в случае с образом «башня» – синонимы к слову «твердость».

платформа ST-150 с экраном обратной связи под управлением программы STPL – «Мера-ТСП», Россия, N ФСР 2010/07900; RU.C.39.004.A N 41201).

В качестве объектов для перевоплощения участникам были предложены два образа: образ медузы и образ высокой устойчивой башни. Их описания были составлены на основе ряда синонимов и характеризовали чувственную противоположность этих объектов. Так, в случае с образом «медуза» подбирались синонимы к слову «мягкость», в случае с образом «башня» – синонимы к слову «твердость». Синонимические ряды взяты из «Словаря синонимов русского языка» (Александрова, 2010).

Непосредственно перед исследованием участникам предъявлялись словесные описания образов в стандартизированной аудиозаписи.

Участникам предлагалось выполнять задание «проба Ромберга» на стабилоплатформе (европейская установка «стоп»), представляя движения и действия, которые актер мог бы производить на сцене, чтобы

Исследование проводилось в течении двух дней в одно и тоже время (с 11 до 14 часов). В один из дней участникам предлагалось мысленно представить себя в образе «Медузы», а в другой – в образе «Башни». В первый день участники проходили инструктаж, подписывали добровольное информированное согласие, а затем по очереди участвовали в наблюдении.

Непосредственно наблюдения в оба дня проходили в следующем порядке:

1. фоновая регистрация ЭЭГ (1 минуту с открытыми и 1 минуту с закрытыми глазами);
2. проба Ромберга без образа (30 секунд с открытыми глазами, затем без перерыва 30 секунд с закрытыми глазами);
3. прослушивание стандартизированной аудиозаписи по образу;
4. проба Ромберга в образе;
5. фон ЭЭГ.

Задания для актеров давались в рандомизированном порядке: одни в первый день должны были представить себя в образе «Башни», а другие – а образе «Ме-



Рис. 1. Проведение исследования на стабилоплатформе и регистрация ЭЭГ у актеров в процессе представления заданного образа
Fig. 1. Data register using a stabiloplatform and EEG registration in actors presenting the image assigned

Рассчитывались спектральные плотности мощности в стандартных диапазонах: альфа (8–13 Гц), бета (14–35 Гц), тета (4–7 Гц), дельта (1–3 Гц), а также с шагом в 1 Гц. Асимметрия в каждом диапазоне между симметричными отведениями вычислялась по формуле: $\ln(\text{Power}(\text{Right})/\text{Power}(\text{Left}))$. Кроме того, данная программа использовалась для сравнения двух массивов данных ЭЭГ в выбранных диапазонах в процессе представления двух различных образов. Для сравнения записей ЭЭГ при воображении башни и медузы у одних и тех же испытуемых использовали критерий Стьюдента для связанных выборок (Митрофанов, 2018).

Стабилометрические показатели рассчитывались при помощи специального программного обеспечения STPL (Гроховский, 2018). Анализировались следующие показатели: «индекс энергозатрат» (А, Дж), «индекс энергозатрат» нормированный (А_в, мДж/сек), площадь перемещения центра давления (S, мм²), скорость перемещения центра давления (V, мм/сек).

Образ «Медуза»	Образ «Башня»
Вы – медуза.	Вы – башня.
Медуза – это мягкое, обтекаемое, круглое, желеобразное, обитающее в море существо.	Башня – это фундаментальное, прочное, основательное, капитальное, массивное, тяжелое, высокое сооружение.
Медуза приспосабливается к окружающей морской среде, течению воды, волнам. Передвигается за счет плавных, пульсирующих движений.	Башня опирается на крепкий фундамент и высоко возвышается над землей.
Представьте движения и действия, которые вы сделаете, чтобы перевоплотиться в медузу.	Представьте движения и действия, которые вы сделаете, чтобы перевоплотиться в башню.

выявить заданный образ. Важно отметить, что, согласно инструкции, собственно поза, положение тела и его частей меняться не должны, все действия актер должен был выполнять исключительно ментально, в своем воображении, сохраняя исходное вертикальное положение тела.

Одновременно с выполнением заданий на стабилоплатформе проходила регистрация ЭЭГ (рис. 1).

дузы». Во второй день задания менялись.

Из полученных «сырых» записей ЭЭГ удалялись артефакты (глазодвигательные и возникшие от напряжения мышц лица и туловища) в ручном режиме. Очищенные от артефактов записи затем анализировались при помощи компьютерной системы анализа и топографического картирования электрической активности мозга Brain Sys (Митрофанов, 2018).

Результаты и их обсуждение

Влияние воображаемых образов на стабильность позы

В результате сравнения стабилометрических показателей испытуемых в образе медузы и в образе башни оказалось, что нормированный индекс энергозатрат (А_в) и площадь колебаний центра давления (S)

Для цитирования: Нижельской В.А., Ковалева А.В., Панова Е.Н. Влияние представлений чувственно-ориентированных образов на параметры вертикальной позы и биоэлектрической активности головного мозга у актеров в процессе перевоплощения (пилотное исследование) // Национальный психологический журнал. – 2020. – № 2(38). – С. 148–157. doi: 10.11621/npsyj.2020.0211

For citation: Nizhelskoy V.A., Kovaleva A.V., Panova E.N. (2020). Impact of perceiving sense-oriented images on the parameters of the vertical posture and brain activity in actors during method acting (pilot study). National Psychological Journal, [Natsionalnyy psikhologicheskij zhurnal], (13)2, 148–157. doi: 10.11621/npsyj.2020.0211

ISSN 2079-6617 Print | 2309-9828 Online
© Lomonosov Moscow State University, 2020
© Russian Psychological Society, 2020

достоверно ниже при поддержании вертикальной позы в процессе представления образа башни, по сравнению с поддержанием вертикальной позы в процессе представления образа медузы ($p < 0.05$ по непараметрическому критерию Вилкоксона).

Остальные показатели (индекс энергозатрат А и скорость перемещения центра давления V) также были ниже при представлении образа башни, но уровни статистической значимости не достигали ($p > 0.05$).

В исследовании О.В. Кубряка и С.С. Прохоровского (Кубряк, 2015) была продемонстрирована чувствительность показателя «индекс энергозатрат» при поддержании вертикальной позы при предъявлении различных изображений. В частности, наличие относительно однозначных визуальных отметок (геометрических форм) способствовало стабилизации позы испытуемых. В нашей работе был показан стабилизирующий эффект даже мысленного представления (без опоры на зрение) более устойчивого и геометрически более четкого образа (башни), по сравнению с мягким, желеобразным, плавающим образом (медузы).

Таким образом, результаты данной части исследования позволяют заключить, что одно только мысленное представление более стабильного образа (башни) существенно снижает как энергозатраты на поддержание вертикальной позы, так и площадь колебания центра давления, то есть улучшает стабилметрические показатели испытуемых, по сравнению с представлением образа «медузы».

Влияние воображаемых образов на спектральные параметры ЭЭГ

Для сравнения записей ЭЭГ при воображении башни и медузы у одних и тех же испытуемых использовали критерий Стьюдента для связанных выборок (Митрофанов, 2018). Спектральные характеристики вычислялись для частот с шагом в 1 Гц.

Результаты статистического анализа показали, что представление образа медузы, в отличие от представления образа башни, характеризуется статистически значимо ($p < 0.01$) меньшей мощностью частот 3–4 Гц в правом полушарии, частот 8–9 Гц в передне-височных отведениях симметрично (кроме Fp1 и Fp2), 11–12 Гц симметрично везде, кроме задних отведений (O1, O2, T5, T6), 12–13 Гц в правом полу-

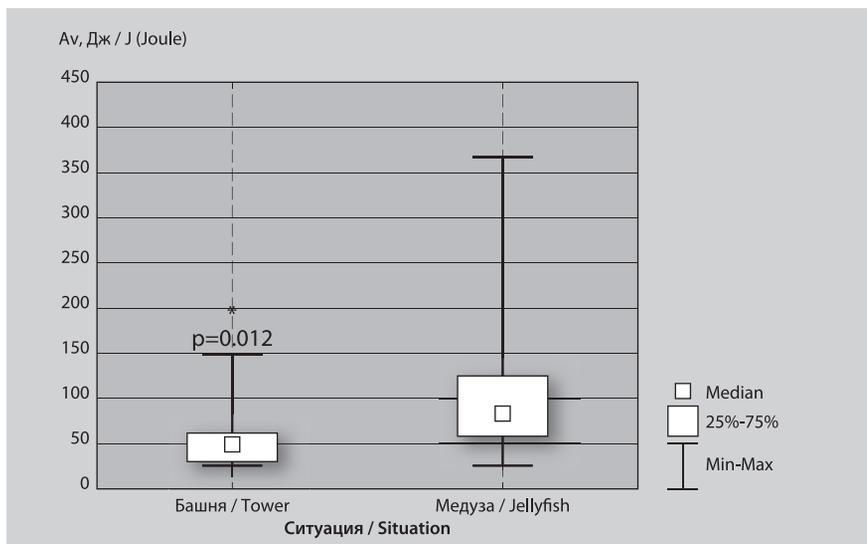


Рис. 2. Показатель Av в ситуации «Башня» статистически значимо отличался от показателя в ситуации «Медуза» ($Z = -2.51$, $p = 0.012$ по критерию Вилкоксона)

Fig. 2. The 'Tower' Av indicator was statistically very different from the 'Jellyfish' indicator ($Z = -2.51$, $p = 0.012$ according to the Wilcoxon Test)

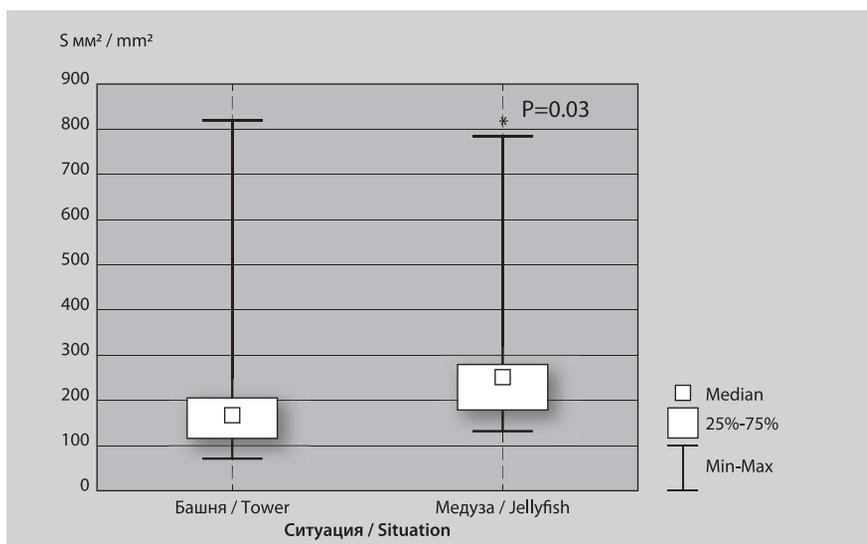


Рис. 3. Показатель S в ситуации «Башня» статистически значимо отличался от показателя в ситуации «Медуза» ($Z = -2.17$, $p = 0.03$ по критерию Вилкоксона)

Fig. 3. The 'Tower' S indicator was statistically very different from the 'Jellyfish' indicator ($Z = -2.17$, $p = 0.03$ according to the Wilcoxon Test)

шарии кроме Fp1 и Fp2 и, наконец, меньшей мощностью высоких частот 20–21 Гц почти по всем отведениям (кроме Fp1 и Fp2), 24–25 Гц справа (кроме Fp2) и частот более 24 Гц в обоих затылочных отведениях.

При представлении башни у испытуемых была ниже спектральная плотность мощности некоторых частотных диапазонов в правом полушарии (3–4 Гц, 12–13 Гц, 24–25 Гц), были меньше выражены высокочастотные компоненты ЭЭГ (что,

возможно, связано с большими артефактами от мышечных сокращений в образе медузы, так как сигнал ЭМГ проявляется в диапазоне от 20 Гц и выше). Кроме того, можно отметить отсутствие достоверных различий ЭЭГ в отведениях Fp1 и Fp2 между образами в большинстве диапазонов.

Итак, во всех диапазонах имеются достоверные различия в центральных и теменных областях коры (либо только в правом полушарии, либо симметрично). Область центральных отведений (C3, C4,

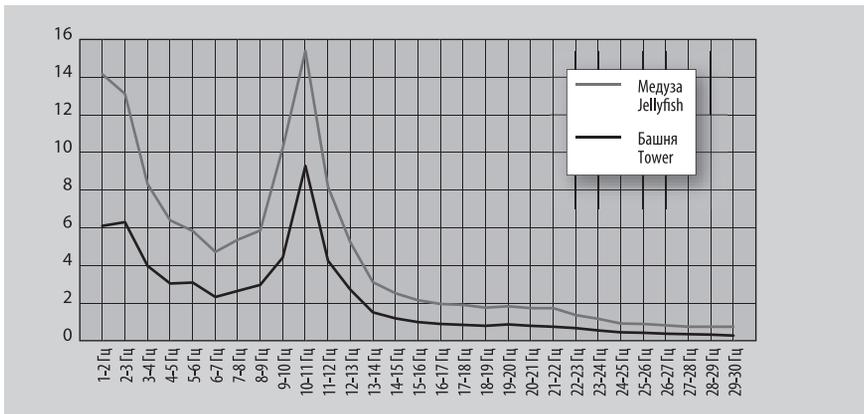


Рис. 4. Спектр средних значений медиан абсолютной мощности в правом затылочном отведении при мысленном представлении образов «Башни» (синяя линия) и образов «Медузы» (красная линия)

Fig. 4. Mean values of the medians of absolute power in the right occipital lead while mentally acting the 'Tower' (upper line) and the 'Jellyfish' (lower line)

Cz) расположена над сенсомоторной областью коры, где представлены все мышцы тела человека, а также кожная и проприоцептивная чувствительность. То есть, эта область непосредственным образом участвует в контроле положения тела человека и как сенсорное (афферентное) звено (соматосенсорная кора, постцентральная извилина), и как моторное (эфферентное) звено (двигательная кора, прецентральная извилина) (Amo Usanos, 2020; Grafton, 2012; Labriffe, 2017; AppihKubi, 2020; Barollo, 2018). Что касается теменной коры и, соответственно, теменных отведений ЭЭГ, то, с одной стороны, в этой области расположены проекционные зоны вестибулярной сенсорной системы, а с другой стороны, она отвечает за ориентацию в пространстве и восприятие схемы собственного тела (Ruffino, 2017; Nakagawa, 2016; Pfurtsceller, 2006; Yongjie Zhu, 2020). То есть, она также непосредственно связана с контролем положения тела и управлением позой.

Поскольку все пробы выполнялись участниками с закрытыми глазами, важно было оценить уровень активации нервной системы актеров при мысленном представлении различных образов. Для этого было проведено вычисление показателя мощности с шагом в 1 Гц и построен спектр. В связи с малым объемом выборки, не во всех случаях изучаемые показатели соответствовали нормальному распределению, поэтому для построения усредненных спектров использовали не средние значения, а медианы (рис. 4). Например, на рис. 4 представлен спектр в отведении

O2 (правое затылочное), поскольку именно в затылочных отведениях при закрытых глазах мощность альфа-активности максимально выражена.

Как в ситуации с образом «медуза», так и в ситуации с образом «башня» наблюдается выраженный пик активности на частоте 10–11 Гц, что соответствует средней частоте альфа-ритма. Однако в ситуации «медуза» мощность этого пика, как и других диапазонов, превышает таковую в ситуации «башня». Надо признать, что заметные на спектре различия не достигают уровня статистической значимости, тем не менее интересным представляется тот факт, что представление более устойчивого образа «башни» вызывает тенденцию к большей активации (меньшей мощности альфа-ритма), по сравнению с более «расслабленным» образом «медузы».

Полученные данные по сравнению ЭЭГ-показателей при мысленном представлении двух противоположных образов (башни и медузы) в целом согласуются с имеющимися в других работах на эту тему указаниями на то, что идеомоторная тренировка, имагинация, воображение, мысленное представление образов или действий вызывает изменения в активности головного мозга, сходное с таковым при реальном выполнении представляемого действия или восприятию объекта (Andrea, 2020; Дикая, 2015; Карпов, 2015). В нашем исследовании ЭЭГ-показатели использовались как маркеры, индикаторы, позволяющие говорить о том, что участники эксперимента действительно выполняли ментальную работу по вхожде-

нию в образ, а не просто стояли на платформе. Выявленные различия в ЭЭГ при воображении двух образов свидетельствуют о том, что задача была достигнута, что актеры перестраивали систему регуляции устойчивости позы, не меняя при этом самой позы, в соответствии с заданным образом путем нисходящего контроля со стороны ЦНС.

В совокупности с полученными различиями по стабилметрическим показателям (более устойчивая поза в ситуации «башня») эти данные спекулятивно позволяют говорить о том, что большая устойчивость (ниже площадь колебания центра давления) и более экономное выполнение пробы (ниже индекс энергозатрат) при представлении образа «башня» достигается большим напряжением центрального звена управления реакциями позы и, как следствие, более точным и успешным нисходящим контролем постральных реакций со стороны центральной нервной системы.

Статистически значимых различий между ситуациями «башня» и «медуза» по асимметрии в затылочных отведениях не выявлено, т.к. имели место небольшой объем выборки и разнонаправленные изменения у участников исследования: у 7 человек из 12 произошел сдвиг показателя в положительную сторону (активация слева стала больше, чем справа), а у 5 – в отрицательную (активация справа стала больше, чем слева) (рис. 5).

Таким образом, в нашей выборке мы наблюдаем различные варианты перестройки межполушарного взаимодействия при мысленном представлении устойчивого и неустойчивого образов.

Представление образов в данном случае является начальным этапом перевоплощения актера, и можно предположить, что особенности функционирования ЦНС определяют форму организации творческого процесса. При одном и том же результате деятельности (заданная форма пострального контроля) достигается он вне зависимости от того, какое из полушарий головного мозга доминирует. Правое полушарие отвечает за чувственно-образную стратегию, а левое – за вербально-логическую стратегию мышления. Очевидно, одним участникам легче визуализировать заданные образы, а другим – мысленно проговаривать их. Дальнейшие исследования на большей выборке с оценкой

когнитивных функций актеров позволит установить, какое влияние это приобретет в масштабе профессиональной художественной деятельности. Однако, несомненно то, что разные стратегии представления образа связаны с индивидуальными особенностями мышления, по которым, вероятно, можно охарактеризовать творческую индивидуальность актера.

Заключение

В условиях представления процесса перевоплощения в чувственно противоположно-ориентированные образы («башни» и «медузы» в настоящем исследовании) изменения устойчивости вертикальной позы носили более однозначный характер, нежели изменения биоэлектрической активности головного мозга.

Мысленное представление образов «башни» и «медузы» при неизменном положении тела (стоя) оказывает влияние на стабилметрические показатели – представление образа «башни» положительно влияет на устойчивость вертикальной позы и снижает физиологическую цену (энергозатраты) этого процесса.

В настоящем исследовании также удалось выявить некоторые различия в центральных механизмах (по параметрам ЭЭГ) поддержания вертикальной позы при мысленном представлении различных образов. Основные различия между ЭЭГ в образах «башни» и «медузы» наблюдались в центрально-теменных отведениях, соответствующих локализации соматосенсорной коры, вестибулярных зон и представлениям о схеме собственного тела.

Практическая значимость работы заключается в том, что такое исследование может лечь в основу методов объективизации эффективности разных программ идеомоторных тренингов актеров.

Ограничения исследования

Следует отметить, что данное исследование носило пилотный характер и имело

Литература:

Айламазьян А.М. Практика музыкального движения как метод самопознания и развития творческой личности // Национальный психологический журнал. – 2019. – № 4(36). – С. 114–127. doi: 10.11621/npj.2019.0411

Александрова З.Е. Словарь синонимов русского языка : практический справочник. – Москва : Дрофа : Рус. яз.-Медиа, 2010. – 564, [3] с.

Асимметрия мощности альфа-ритма в затылочных отведениях
Alpha rhythm power asymmetry in the occipital leads

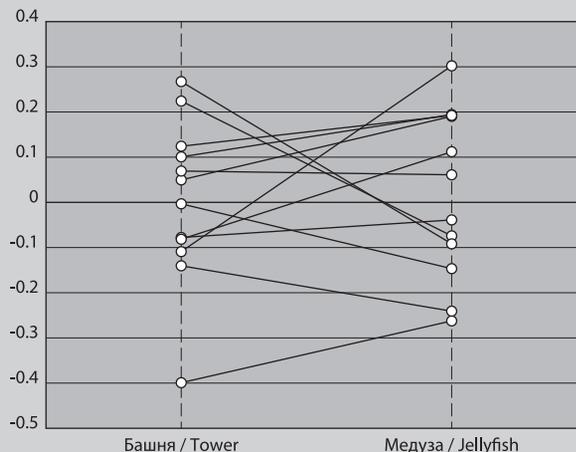


Рис 5. Сравнение индивидуальных значений показателя межполушарной асимметрии в затылочных отведениях в диапазоне альфа-ритма в ситуации «Башня» и ситуации «Медуза»

Fig. 5. Comparison of individual values of the interhemispheric asymmetry in the occipital leads in the alpha rhythm range for the 'Tower' and the 'Jellyfish'

В исследовании удалось выявить некоторые различия в центральных механизмах (по параметрам ЭЭГ) поддержания вертикальной позы при мысленном представлении различных образов. Основные различия между ЭЭГ в образах «башни» и «медузы» наблюдались в центрально-теменных отведениях, соответствующих локализации соматосенсорной коры, вестибулярных зон и представлениям о схеме собственного тела

ограничения по объему и однородности выборки (есть данные о том, что показатели ЭЭГ и стабилметрические показатели различаются у мужчин и женщин, что никак не учитывалось в данном исследовании). Это привело к большой межличностной вариабельности измеренных показателей и отсутствию в ряде случаев статистически значимых различий между ситуациями.

Измерения, в том числе и ЭЭГ, проводились в разные дни (в течение одной недели). Этот факт сам по себе мог привести к появлению различий в зарегистрированных показателях в связи с возможным разным функциональным состоянием участников. Сопоставимость условий измерений была по возможности обеспечена (одно и то же время, относительно не напряженный период обучения, стандартные рекомендации об исключении алкоголя и тонизирующих напитков). Кроме того, мы

основывались на представлениях о том, что характеристики ЭЭГ – удобный объект исследования, поскольку они стабильны во времени (ретестовая надежность около 0.8) (Pollock et al., 1991; Salinsky et al., 1991) и находятся под влиянием генетических факторов (Almasy et al., 1999; Anokhin et al., 2001; Posthuma et al., 2005; Smit et al., 2005, 2008, 2010; van Baal et al., 1996; van Beijsterveldt et al., 1996, 1998a, b; Zietsch et al., 2007; de Geus, 2010 и др.) (Малых, 2016, С. 337).

Выводы

В целом, результаты проделанного исследования, в том числе и возникшие в его процессе предположения, говорят о том, что направление для исследований выбрано верно и его целесообразно развивать для получения более валидных результатов и их подробного анализа.

- Антифеев И.Е. Мысленная имитация движения как возможная основа для создания биологической обратной связи, используемой в процессе подготовки спортсменов / И.Е. Антифеев, О.Б. Крысюк, Е.И. Гальперина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – №7(101). – С. 7–13. doi: 10.5930/issn.1994-4683.2013.07.101.p7-13
- Баскаков В.Ю. Хрестоматия по телесно-ориентированной психотерапии и психосоматике. – Москва : Институт Общегуманитарных Исследований, 2013. – 160 с.
- Болдырева Г.Н., Шарова Е.В., Жаворонкова Л.А. и др. Структурно-функциональные особенности работы мозга при выполнении и представлении двигательных нагрузок у здоровых людей (ЭЭГ- и фМРТ-исследования) // Журнал высшей нервной деятельности. – 2013. – Т. 63. – № 3. – С. 316–327.
- Бутенко Э. Сценическое перевоплощение. Теория и практика. – Москва : Культурно-просветительский центр Прикосновение, 2005. – 476 с.
- Бызова В.М., Перикова Е.И. Исследование роли когнитивных стилей в преодолении визуальной неопределенности: кросскультурный аспект // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. – 2014. – № 4-1. – С. 183–192.
- Ведясова О.А., Моренова К.А. Особенности электроэнцефалограммы у левшей при воображении и выполнении движений ногами // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2018. – Т. 26. – № 3. – С. 360–368. doi: 10.23888/PAVLOVJ2018263360-368
- Гальпер Р.Г. Образное мышление как фактор формирования двигательной культуры, выразительности и артистизма в технико-эстетических видах спорта // Принципиальные вопросы кинезиологии спорта : сб. науч. трудов Моск. обл. гос. ин-та физ. культуры / под ред. В.Б. Коренберга. – Малаховка, 1991. – С. 143–150.
- Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метод интегральной оценки эффективности регуляции позы человека // Медицинская техника. – 2018. – № 2. – С. 49–52. doi: 10.1007/s10527-018-9799-7
- Дикая Л. А., Карпова В. В. Влияние профессиональной художественной подготовки на особенности формирования функциональных связей коры головного мозга при выполнении образной творческой деятельности // Российский психологический журнал. – 2014. – Т. 11. – № 4. – С. 80–91.
- Дикая Л.А., Наумова М.И., Наумов И.В. Психофизиологические корреляты мысленного исполнения импровизационного танца // Российский психологический журнал. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 110–126.
- Дмитриев С.В., Быстрицкая Е.В., Бурзанова И.Ю., Неверкович С.Д. Экстралингвистика, методы здоровьесотворчества, межличностного взаимодействия в сфере спортивной и адаптивной педагогики // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2019. – № 14(4). – С. 8–21.
- Карпов В.В., Дикая Л.А. Электрофизиологические показатели образной творческой деятельности у художников // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2015. – № 13/2. – С. 29–33.
- Кубряк О.В., Гроховский С.С. Изменение параметров вертикальной позы человека при демонстрации разных изображений // Физиология человека. – 2015. – Т. 41. – № 2. – С. 60–63. doi: 10.7868/S0131164615010087
- Малых С.Б. Генетически информативные исследования нейрофизиологических характеристик // Геномика поведения: детское развитие и образование. – Томск, 2016. – С. 332–381. doi: 10.1057/9781137437327_12
- Манжей И.В., Чаюн Д.В. Психологическое сопровождение подготовки спортсменов в аэробной гимнастике // Вестник Томского государственного университета. – 2018. – № 434. – С. 155–161. doi: 10.17223/15617793/434/21
- Митрофанов А.А. Компьютерная система анализа и топографического картирования электрической активности мозга с нейрометрическим банком ЭЭГ-данных (описание применения). – Москва, 2018.
- Михоэлс С.М. Статьи, беседы, речи. – Москва : Искусство, 1964. – 612 с.
- Назаренко Л.Д. Эстетика физических упражнений. – Москва : Теория и практика физ. культуры, 2004. – 247 с.
- Станиславский К.С. Работа актера над собой. – Москва : АСТ, 2018. – 480 с.
- Ходоров Д. Танцевальная терапия и глубинная психология: движущее воображение. – Москва : Когито-Центр, 2009. – 221 с.
- Чехов М.А. О технике актера. – Москва : АСТ, 2018. – 288 с.
- Abbruzzese, G, Avanzino, L, Marchese, R, & Pelosin, E. (2015). Action Observation and Motor Imagery: Innovative Cognitive Tools in the Rehabilitation of Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis.*,124–214. doi:10.1155/2015/124214
- Amo Usanos, C., Boquete, L., de Santiago, L., Barea Navarro, R., & Cavaliere, C. (2020). Induced Gamma-Band Activity during Actual and Imaginary Movements: EEG Analysis. *Sensors*, 20. doi: 10.3390/s20061545
- Andrea Orlandi, Silvia D'Inca & Alice Mado Proverbio (2020). Muscular effort coding in action representation in ballet dancers and controls: electrophysiological evidence, *Brain Research*. doi: 10.1016/j.brainres.2020.146712.
- Appiah-Kubi, K. O., Galgon, A., Tierney, R., Lauer, R., & Wright, W. G. (2020). Effects of Vestibular Training on Postural Control of Healthy Adults. *CommonHealth*, 1(1), 31-36. doi: 10.15367/ch.v1i1.299
- Barollo, F. et al. (2018). Postural control adaptation and habituation during vibratory proprioceptive stimulation: an HD-EEG investigation of cortical recruitment and kinematics. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*.
- Cross, E.S., Hamilton, A.F, Grafton, S.T. (2006). Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. *Neuroimage*, 31(3), 1257–1267. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.033
- Fink, A., Graif, B., Aljoscha, C., & Neubauer, A. (2009). Brain correlates underlying creative thinking: EEG alpha activity in professional vs. novice dancers. *NeuroImage*, 46(3), 854–862. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.02.036
- Grafton, S.T., & Tipper, C.M. (2012). Decoding intention: a neuroergonomic perspective. *Neuroimage*, 59(1), 14–24. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.05.064
- Hanton, S., Fletcher, D., & Coughlan, G. (2005). Stress in Elite Sport Performers: Comparative Study of Competitive and Organizational Stressors. *Journal*

of Sports Sciences, 23(10), 1129–1141. doi: 10.1080/02640410500131480

Labriffe, M., Annweiler, C., & Amirova, L.E., et al. (2017). Brain Activity during Mental Imagery of Gait Versus Gait-Like Plantar Stimulation: A Novel Combined Functional MRI Paradigm to Better Understand Cerebral Gait Control. *Front Hum Neurosci.*, 11,106. doi: 10.3389/fnhum.2017.00106

Macintyre, T.E., Moran, A.P., Collet, C., Guillot, A. (2013). An emerging paradigm: a strength-based approach to exploring mental imagery. *Front Hum Neurosci.*, 7, 104. doi: 10.3389/fnhum.2013.00104

Munzert, J. (2009). Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. In *Munzert, J. Lorey, B., & Zentgraf K. Brain Res Rev.*, 60(2), 306–326. doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.12.024

Murphy, S.M., Nordin, S.M. & Cumming, J. (2008). Imagery in Sport, Exercise and Dance. In *T. Horn (Ed.) Advances in Sport Psychology, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics*, 297–324. doi: 10.1007/978-4-431-55729-6_3

Nakagawa, K, Inui, K, & Kakigi, R. (2016). Somatosensory System. Basic Function. In eds.. Tobimatsu, S. & Kakigi, R. *Clinical Applications of Magnetoencephalography, Pt. III, Ch.3. Tokyo etc.: Springer*, 55–71.

Pfurtscheller, G., Brunner, C., Schlogl, A., & Lopes, da Silva F. H. (2006). Mu rhythm (de) synchronization and EEG single-trial classification of different motor imagery tasks. *NeuroImage*, 31, 153–159. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.12.003

Poikonen, H., Toiviainen, P. & Tervaniemi, M. (2016). Early auditory processing in musicians and dancers during a contemporary dance piece. *Sci Rep*, 6, 33056. doi: 10.1038/srep33056

Ruffino, C, Papaxanthis, C, & Lebon, F. (2017). Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. *Neuroscience*, 341, 61–78. doi: 10.1016/j.neuroscience.2016.11.023

Yongjie, Zhu & Chi, Zhang (2020). Exploring Frequency-Dependent Brain Networks from Ongoing EEG Using Spatial ICA During Music Listening. *Brain Topography*. doi: 10.1007/s10548-020-00758-5

Zhengyan, Sheng, & Xiao, Yao (2019). Analysis Motion Imagination EEG Signal in Spatiotemporal-energy domain. *CSAI2019: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence*, December, 2019, 268–272. doi: 10.1145/3374587.3374639

References:

Abbruzzese, G, Avanzino, L, Marchese, R, & Pelosin, E. (2015). Action Observation and Motor Imagery: Innovative Cognitive Tools in the Rehabilitation of Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis.*, 124–214. doi:10.1155/2015/124214

Ailamazyan A.M. (2019) Musical-movement practice as a method of self-knowledge and education a creative personality. *National Psychological Journal*, 12(4), 114–127. doi: 10.11621/npj.2019.0411

Alexandrova, Z.E. (2010). Dictionary of synonyms of the Russian language: practical guide. Moscow: Drofa: Rus. Yaz.-Media, 564.

Amo Usanos, C., Boquete, L., de Santiago, L., Barea Navarro, R., & Cavaliere, C. (2020). Induced Gamma-Band Activity during Actual and Imaginary Movements: EEG Analysis. *Sensors*, 20. doi: 10.3390/s20061545

Andrea Orlandi, Silvia D'Incà & Alice Mado Proverbio (2020). Muscular effort coding in action representation in ballet dancers and controls: electrophysiological evidence, *Brain Research*. doi: 10.1016/j.brainres.2020.146712.

Antifeev, I.E. (2013). Mental imitation of movement as a possible basis for creating biological feedback used in the process of training athletes. In Antifeev, I.E., Krysyuk, O.B., & Galperin, E.I. [*Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*], 7 (101), 7–13. doi: 10.5930/issn.1994-4683.2013.07.101.p7-13

Appiah-Kubi, K. O., Galgon, A., Tierney, R., Lauer, R., & Wright, W. G. (2020). Effects of Vestibular Training on Postural Control of Healthy Adults. *CommonHealth*, 1(1), 31–36. doi: 10.15367/ch.v1i1.299

Barollo, F. et al. (2018). Postural control adaptation and habituation during vibratory proprioceptive stimulation: an HD-EEG investigation of cortical recruitment and kinematics. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*.

Baskakov, V.Yu. (2013). Reading book on body-oriented psychotherapy and psychosomatics. Moscow: Institut obshchegumanitarnykh issledovaniy, 160.

Boldyreva, G.N., Sharova, E.V., & Zhavoronkova, L.A. et al. (2013). Structural and functional features of the brain when performing and presenting motor loads in healthy people (EEG and fMRI studies). [*Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti*], 63(3), 316–327.

Butenko, E. (2005). Stage transformation. Theory and practice. Moscow: Kul'turno-prosvetitel'skiy tsentr Prikosnovenie, 476.

Byzova, V.M., & Perikova, E.I. (2014). A study of the role of cognitive styles in overcoming visual uncertainty: a cross-cultural aspect. [*Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Gumanitarnye nauki*], 183–192.

Chekhov, M.A. (2018). On the technique of the actor. Moscow: AST, 288.

Cross, E.S., Hamilton, A.F., Grafton, S.T. (2006). Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. *Neuroimage*, 31(3), 1257–1267. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.033

Dikaya, L.A., & Karpova, V.V. (2014). Influence of professional art training on the features of the formation of functional connections of the cerebral cortex when performing imaginative creative activity. [*Rossiyskiy psikhologicheskiy zhurnal*], 11(4), 80–91.

Dikaya, L.A., Naumova, M.I., & Naumov I.V. (2015). Psychophysiological correlates of the mental performance of improvisational dance. [*Rossiyskiy psikhologicheskiy zhurnal*], 12(4), 110–126.

Dmitriev, S.V., Bystritskaya, E.V., Burzanova, I.Yu., & Neverkovich, S.D. (2019). Extra-linguistics, methods of health creation, interpersonal interaction in the field of sports and adaptive pedagogy. [*Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta*], 14(4), 8–21.

Fink, A., Graif, B., Aljoscha, C., & Neubauer, A. (2009). Brain correlates underlying creative thinking: EEG alpha activity in professional vs. novice dancers. *NeuroImage*, 46(3), 854–862. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.02.036

Galper, R.G. (1991). Figurative thinking as a factor of developing a motor culture, expressiveness and artistry in technical and aesthetic sports. In V.B. Korenberg (Ed.) [*Printsional'nye voprosy kineziologii sporta: sb. nauch. trudov Mosk. obl. gos. in-ta fiz. kul'tury*], Malakhovka, 143–150.

- Grafton, S.T., & Tipper, C.M. (2012). Decoding intention: a neuroergonomic perspective. *Neuroimage*, 59(1), 14–24. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.05.064
- Grokhovsky, S.S., & Kubryak, O.V. (2018). The method of integral assessment of the effectiveness of the regulation of human posture. [*Meditsinskaya tekhnika*], 2, 49–52. doi: 10.1007/s10527-018-9799-7
- Hanton, S., Fletcher, D., & Coughlan, G. (2005). Stress in Elite Sport Performers: Comparative Study of Competitive and Organizational Stressors. *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1129–1141. doi: 10.1080/02640410500131480
- Karpov, V.V., & Wild, L.A. (2015). Electrophysiological indicators of figurative creative activity among artists. [*Severo-Kavkazskiy psikhologicheskii vestnik*], 13(2), 29–33.
- Khodorov, D. (2009). Dance therapy and depth psychology: a moving imagination. Moscow: Kogito-Tsentr, 221.
- Kubryak, O.V., & Grokhovsky, S.S. (2015). Changing the parameters of a vertical posture during the demonstration of different images. [*Fiziologiya cheloveka*], 41(2), 60–63. doi: 10.7868 / S0131164615010087
- Labriffe, M., Annweiler, C., Amirova, L.E., et al. (2017). Brain Activity during Mental Imagery of Gait Versus Gait-Like Plantar Stimulation: A Novel Combined Functional MRI Paradigm to Better Understand Cerebral Gait Control. *Front Hum Neurosci.*, 11,106. doi: 10.3389/fnhum.2017.00106
- Macintyre, T.E., Moran, A.P., Collet, C., Guillot, A. (2013). An emerging paradigm: a strength-based approach to exploring mental imagery. *Front Hum Neurosci*, 7, 104. doi: 10.3389/fnhum.2013.00104
- Malykh, S.B. (2016). Genetically informative studies of neurophysiological characteristics. [*Genomika povedeniya: detskoe razvitiye i obrazovanie*], 332–381. Tomsk. doi: 10.1057/9781137437327_12
- Manzhey, I.V., & Chayun, D.V. (2018). Psychological support for training athletes in aerobic gymnastics. [*Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*], 434, 155–161. doi: 10.17223/15617793/434/21
- Mikhoels, S.M. (1964). Articles, conversations, speeches. Moscow: Iskusstvo, 612.
- Mitrofanov, A.A. (2018). A computer system for analysis and topographic mapping of electrical activity of the brain with a neurometric bank of EEG data (application description). Moscow.
- Munzert, J. (2009). Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. In Munzert, J. Lorey, B., & Zentgraf K. *Brain Res Rev.*, 60(2), 306–326. doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.12.024
- Murphy, S.M., Nordin, S.M. & Cumming, J. (2008). Imagery in Sport, Exercise and Dance. In T. Horn (Ed.) *Advances in Sport Psychology*, 3rd ed. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 297–324. doi: 10.1007/978-4-431-55729-6_3
- Nakagawa, K, Inui, K, & Kakigi, R. (2016). Somatosensory System. Basic Function. In eds.. Tobimatsu, S. & Kakigi, R. *Clinical Applications of Magnetoencephalography*, Pt. III, Ch.3. Tokyo etc.: *Springer*, 55–71.
- Nazarenko, L.D. (2004). *Aesthetics of exercise*. Moscow: Teoriya i praktika fiz. kul'tury, 247.
- Pfurtscheller, G., Brunner, C., Schlogl, A., & Lopes, da Silva F. H. (2006). Mu rhythm (de) synchronization and EEG single-trial classification of different motor imagery tasks. *NeuroImage*, 31, 153–159. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.12.003
- Poikonen, H., Toiviainen, P. & Tervaniemi, M. (2016). Early auditory processing in musicians and dancers during a contemporary dance piece. *Sci Rep*, 6, 33056. doi: 10.1038/srep33056
- Ruffino, C, Papaxanthis, C, & Lebon, F. (2017). Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. *Neuroscience*, 341, 61–78. doi: 10.1016/j.neuroscience.2016.11.023
- Stanislavsky, K.S. (2018). *The actor's self-improvement*. Moscow: AST, 480.
- Vedyasova, O.A., & Morenova, K.A. (2018). Features of the electroencephalogram in left-handed people with imagination and performing leg movements. [*Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*], 26(3), 360–368. doi: 10.23888/PAVLOVJ2018263360-368
- Yongjie, Zhu & Chi, Zhang (2020). Exploring Frequency-Dependent Brain Networks from Ongoing EEG Using Spatial ICA During Music Listening. *Brain Topography*. doi: 10.1007/s10548-020-00758-5
- Zhengyan, Sheng, & Xiao, Yao (2019). Analysis Motion Imagination EEG Signal in Spatiotemporal-energy domain. *CSAI2019: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence*, December, 2019, 268–272. doi: 10.1145/3374587.3374639