

КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭМПИРИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ СОЦИАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ИСПЫТУЕМЫХ В ДИАДАХ

Е.П. Муртазина, Е.С. Галушка*, О.И. Ермакова

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных
биомедицинских и фармацевтических технологий»
125315, Российская Федерация, Москва, ул. Балтийская, 8

Цель работы — разработка психофизиологического комплекса для исследования нейрофизиологических механизмов социальных взаимодействий на разных моделях деятельности испытуемых в диадах. В качестве моделей деятельности использовали сенсомоторный тренинг «Столбики» аппаратно-программного комплекса «БОС-Кинезис» (ООО «Нейротех», Таганрог, Россия) и тест «Установление закономерностей», разработанный и компьютеризированный на основе методики Б.Л. Покровского. Оба тестовых задания сначала предъявляются парам испытуемых для индивидуального выполнения на отдельных мониторах компьютеров, разделенных перегородками. Затем перегородки убираются, и те же задания (сенсомоторный тренинг и когнитивный тест) выполняются участниками в условиях соревнования. Обе задачи модифицированы для создания условий деятельности в контексте сотрудничества двух партнеров. Комплекс оснащен оборудованием для синхронной регистрации ЭЭГ и ЭКГ с обоих испытуемых, которая осуществляется в исходном фоновом состоянии и на протяжении всех этапов тестирования с одновременной аудио- и видеозаписью деятельности и возможных коммуникаций участников. Разработанный комплекс позволяет изучать динамику показателей результативности и нейрофизиологических характеристик у человека в разных социальных условиях деятельности как у отдельных взаимодействующих субъектов, так и их сопряженные изменения между партнерами.

Ключевые слова: социальные взаимодействия, соревнование, кооперация, гиперсканирование, энцефалограмма, кардиоритм

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Муртазина Е.П., Галушка Е.С., Ермакова О.И. Комплекс для эмпирического изучения нейрофизиологических механизмов социальных взаимодействий испытуемых в диадах. *Биомедицина*. 2025;21(4):153–156. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-4-153-156>

Поступила 11.04.2025

Принята после доработки 03.09.2025

Опубликована 10.12.2025

FACILITY FOR EMPIRICAL STUDY OF NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF SOCIAL INTERACTIONS BETWEEN SUBJECTS IN DYADS

Elena P. Murtazina, Ekaterina S. Galushka*, Olga I. Ermakova

Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies
125315, Russian Federation, Moscow, Baltiyskaya Str., 8

In this work, we set out to develop a psychophysiological facility for studying neurophysiological mechanisms of social interactions on different activity models of subjects in dyads. The models of activity were sensorimotor training “Columns” as part of a hardware and software complex “BOS-Kinesis” (LTD

“Neurotech”, Taganrog, Russia) and the test “Establishment of Laws”, developed and computerized based on B.L. Pokrovsky’s test. Both test tasks are first presented to pairs of subjects for individual performance on single computer monitors separated by partitions. Then the barriers are removed, and the same tasks (sensorimotor training and cognitive test) are proposed to be performed by the participants in a competition setting. Both tasks have also been modified to enable their performance in the context of cooperation between the two partners. The facility is equipped with systems for synchronous recording of EEG and ECG from both subjects in the resting state and during all stages of examination with simultaneous audio and video recording of their activities and possible communications. The developed facility can be used to study the dynamics of performance indicators and neurophysiological characteristics in humans in different social conditions of activity both in individual subjects and their related changes between interacting partners.

Keywords: social interactions, competition, cooperation, hyperscanning, encephalogram, heart rate

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Murtazina E.P., Galushka E.S., Ermakova O.I. Facility for Empirical Study of Neurophysiological Mechanisms of Social Interactions Between Subjects in Dyads. *Journal Biomed.* 2025;21(4): 153–156. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-4-153-156>

Submitted 11.04.2025

Revised 01.10.2025

Published 10.12.2025

Введение

Исследование нейрофизиологических и соматовегетативных механизмов социальных взаимодействий является актуальной областью современной физиологии и социобиологии [2, 3]. Одной из перспективных методик выявления сопряженных изменений функционирования нейронных и периферических систем организма взаимодействующих людей является гиперсканирование [2–5]. Большое значение при этом имеет разработка методик и протокола проведения обследований, включая моделирование разных типов деятельности (сенсомоторной или когнитивной) в социальных контекстах (соревновательном или кооперативном) с возможностью сравнительного анализа показателей результативности и нейрофизиологических характеристик у тех же испытуемых при контрольных испытаниях в индивидуальных условиях выполнения аналогичных заданий.

Цель работы — разработка психофизиологического комплекса для исследования нейрофизиологических механизмов соци-

альных взаимодействий на разных моделях деятельности испытуемых в диадах.

Материалы и методы

Комплекс предназначен для проведения обследований пар взрослых испытуемых, давших информированное согласие на участие в исследовании. В качестве модели сенсомоторной деятельности используется тренинг «Столбики» с биологической обратной связью от электромиографического сигнала мышцы сгибателя кисти ведущей руки испытуемого, регистрируемого датчиком «Колибри» аппаратно-программного комплекса «БОС-Кинезис» (ООО «Нейротех», Таганрог, Россия). Задача испытуемых — удерживать в целевом диапазоне высоту столбика, которая соответствует произвольно регулируемому мышечному напряжению. Результативность оценивается в % времени удержания высоты столбика в целевой зоне от общей длительности тренинга (2–3 мин). Для моделирования когнитивной деятельности применяется тест «Установление закономерностей», аналогичный методике Б.Л. Покровского [1], модифицирован-

ный и компьютеризированный нами следующим образом. Испытуемому на 3 мин предъявляется матрица, состоящая из 12-ти строк, в каждой из которых одно эталонное слово и 5 цифровых групп. Задача испытуемых — в каждой строке матрицы выявлять наличие соответствия или отсутствие совпадения между расположением шести латинских букв в эталонном слове и местоположением цифр в пяти 6-значных числах. Выявленные закономерности и их отсутствие испытуемый должен отметить нажатием на левую или правую клавиши компьютерной мыши, тем самым обозначив цифровые группы зеленым (наличие) или серым (отсутствие) цветом соответственно. Определяются следующие показатели результативности когнитивной деятельности: количество верно выявленных закономерностей, число ошибок и пропусков, среднее время анализа отдельных цифровых групп. По ним вычисляется интегральный коэффициент успешности по формуле Б.Л. Покровского.

Разработан протокол проведения обследований, который включает следующие этапы: 1) психологическое анкетирование участников с помощью различных бланковых методов; 2) синхронная регистрация нейрофизиологических сигналов двух испытуемых в состоянии покоя с открытыми и закрытыми глазами; 3) индивидуальное выполнение сенсомоторного и когнитивного тестов двумя испытуемыми параллельно за отдельными мониторами компьютеров, разделенных перегородками; 4) выполнение участниками диад одинакового когнитивного теста в соревновательном контексте; 5) кооперативная когнитивная деятельность пар испытуемых — выявление закономерностей в общей матрице строк задания; 6) сенсомоторные тренировки испытуемых в соревновательных условиях; 7) выполнение сенсомоторного тренинга в задаче совместного удержания в целевом

диапазоне высоты одного столбика, которая определяется результирующим значением двух персональных столбиков партнеров.

Для синхронной 8-канальной регистрации ЭЭГ с каждого из двух испытуемых используется энцефалограф («BIOPAC Systems, Inc.», США), включающий аудио- и видеозапись выполнения тестов и коммуникативного поведения участников. Синхронная регистрация электрокардиограмм испытуемых осуществляется с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард» (ООО «Рамена», Россия) с анализом статистических и спектральных показателей вариабельности кардиоритма. Для выявления и топографического картирования спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ применяется программа «БрайнСис» (ООО «НЕЙРО-КМ», Россия).

Заключение

Проведены апробация разработанного комплекса и серия обследований мужчин и женщин в парах одного пола. Выявлены достоверные корреляционные взаимосвязи между психологическими характеристиками испытуемых, результативностью и тактиками выполнения сенсомоторного и когнитивного тестов в различных социальных контекстах деятельности. Получены данные о взаимосвязях электроэнцефалографических характеристик и показателей вариабельности кардиоритма испытуемых в исходном состоянии оперативного покоя с последующей результативностью при соревновании и кооперации. Использование разработанного комплекса и методики проведения обследований в диадах испытуемых позволит провести эмпирические исследования современного уровня и получить качественные многомерные психофизиологические результаты, которые могут внести существенный вклад в понимание сенсорных, когнитивных и эффекторных процессов, обеспечивающих социальные взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Логутова Е.В. *Диагностика познавательного развития. Уч. пособ.* Оренбург: Изд-во Оренбургского государственного университета, 2021:142. [Logutova E.V. *Diagnostika poznatel'nogo razvitiya. Uch. posob.* [Diagnostics of Cognitive Development. Textbook]. Orenburg: Izd-vo Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2021:142. (In Russian)].
2. Муртазина Е.П., Буянова И.С. Исследования межсубъектно взаимосвязанных изменений активности структур головного мозга в процессе социальных отношений методами гиперсканирования. *Экспериментальная психология.* 2021;14(4):205–223. [Murtazina E.P., Buyanova I.S. Issledovaniya mezhsubektno vzaimosvyazannykh izmenenii aktivnosti struktur golovnogo mozga v protsesse sotsialnykh otnoshenii metodami giperskanirovaniya [Studies of intersubjectively interconnected changes in the activity of brain structures in the process of social relations using hyperscanning methods]. *Experimental Psychology.* 2021;14(4):205–223. (In Russian)]. DOI: 10.17759/expsy.2021140411.
3. Муртазина Е.П., Матюлько И.С., Журавлев Б.В., Голубева Н.К. Соматовегетативные компоненты социальных взаимодействий (обзор). *Журнал медико-биологических исследований.* 2019;7(3):349–362. [Murtazina E.P., Matyul'ko I.S., Zhuravlev B.V., Golubeva N.K. Somato-vegetativnyye komponenty sotsial'nykh vzaimodeystviy (obzor) [Somato-autonomic components of social interactions (Review).] *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy* [Journal of Medical and Biological Research]. 2019;7(3):349–362. (In Russian)]. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.3.349.
4. Tamburro G., Fiedler P., De Fano A., Raesi K., Khazaei M., Vaquero L., Bruña R., Oppermann H., Bertollo M., Filho E., Zappasodi F., Comani S. An ecological study protocol for the multimodal investigation of the neurophysiological underpinnings of dyadic joint action. *Frontiers in Human Neuroscience.* 2023;17. DOI: 10.3389/fnhum.2023.1305331.
5. Zamm A., Loehr J.D., Vespe, C., Konvalinka I., Kappel S.L., Heggli O.A., Vuust P., Keller P.E. A practical guide to EEG hyperscanning in joint action research: From motivation to implementation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience.* 2024;19(1):nsae026. DOI: 10.1093/scan/nsae026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Муртазина Елена Павловна, к.м.н., ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»;
e-mail: murtazina_ep@academpharm.ru

Галушка Екатерина Сергеевна*, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»;
e-mail: galushka_es@academpharm.ru

Ермакова Ольга Игоревна, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»;
e-mail: ermakova_oi@academpharm.ru

Elena P. Murtazina, Cand. Sci. (Med.), Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies;
e-mail: murtazina_ep@academpharm.ru

Ekaterina S. Galushka*, Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies;
e-mail: galushka_es@academpharm.ru

Olga I. Ermakova, Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies;
e-mail: ermakova_oi@academpharm.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author