

НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ ТОЧНОСТИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ

О.В. Байгужина, М.В. Шапошникова, О.А. Комиссарова, О.Б. Никольская

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,
г. Челябинск, Россия*

Цель: выявить нейродинамические предикторы точности двигательной реакции у студентов, систематически не занимающихся физической культурой и спортом. **Организация и методы.** На основании перцентильного анализа количества точных реакций 100 студентов (тест «Реакция на движущийся объект») проведена дифференциация на две группы: с высоким уровнем ($n = 23$) и с низким уровнем точности ($n = 25$). Проведен сравнительный анализ вариационных рядов значений основных показателей, характеризующих проявление свойств нервных процессов (подвижности, силы и уравновешенности). Психофизиологическое тестирование проводилось на программно-аппаратном комплексе «НС-Психотест» (производство «Нейрософт», г. Иваново) с использованием базовых методик «Реакция на движущийся объект», «Простая зрительно-моторная реакция», «Теппинг-тест» и «Контактная координаметрия». Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения SPSS v. 17, с вычислением критерия Манна – Уитни (U). **Результаты.** Отличительным признаком сравниваемых групп является среднее значение времени реакции в тесте «Простая зрительно-моторная реакция». Интегральные показатели функционального состояния центральной нервной системы не являются критерием, определяющим проявление точности двигательной реакции. Определяющим признаком, различающим двигательные реакции у лиц сравниваемых групп, является число запаздывающих реакций ($p < 0,001$) и сумма их времени ($p < 0,001$). Установлено, что высокая точность двигательных реакций детерминирована уравновешенностью возбуждения и торможения нервных процессов на фоне низкой вариабельности значений показателей сенсомоторных реакций. **Заключение.** Тесты «Контактная координаметрия» и «Теппинг-тест» не являются специфичными для диагностики нейродинамических предикторов (коррелятов) точности двигательной реакции, но могут быть использованы, как дополнительные методы оценки текущего психофизиологического состояния обследуемого.

Ключевые слова: *психомоторные функции, двигательные реакции, нейродинамические предикторы, психофизиологическое тестирование, точность.*

Введение. Психофизиологическое исследование психомоторных функций актуализируется необходимостью обеспечения двигательной задачи в условиях профессиональной деятельности, в том числе спортивной. В основе результативности двигательной задачи находится эффективное управление движениями, представляющее собой сложный многоуровневый процесс. Базовым психомоторным качеством, определяющим качество двигательной локомоции, является точность.

Собственно точность движений проявляется в способности к точному восприятию движений – с одной стороны и точному воспроизведению движений – с другой. Восприятие зависит от ряда факторов: оценки двигательного акта, особенностей глазомера, качества идеомоторного воспроизведения движения, а также от способности к дифференцированию указанных факторов. Точность

воспроизведения движения определяется точностью дифференцирования параметров движения и их дозирования, что определяет качество координации движений. Точностные локомоции выполняются за счет тонкой дозировки усилий и регуляции движений во времени.

Точность двигательных действий является критерием тренированности в ряде видов спорта. Проявление точности движений зависит от степени психического напряжения и эмоционального возбуждения, объема реализации мотивационно-потребностной сферы личности, уровня подготовленности и в целом функционального состояния человека [1, 3, 7]. Так, выявлена тесная отрицательная взаимосвязь между параметрами периода расслабления движений и силой удара у высококвалифицированных единоборцев. Установлено, что за 15 мин до начала соревновательного выступления у спортсменов значимо сни-

жается точность восприятия временных интервалов [3]. Комплексная оценка психомоторных функций юных хоккеистов выявила высокие уровни концентрации возбуждения, скорости и точности реакций в условиях помех [7].

Однако теоретическую значимость настоящего исследования имеет анализ данных психофизиологического тестирования лиц, систематически не занимающихся физической культурой и спортом.

Цель исследования: выявить нейродинамические предикторы точности двигательной реакции у студентов с «обычным» уровнем двигательной активности.

Методы и организация исследования.

В исследовании на основе информированного добровольного согласия приняли участие студенты педагогического университета ($n = 100$). Психофизиологическое тестирование проводили в стационарных лабораторных условиях на сертифицированном комплексе «НС-Психотест» (г. Иваново, «Нейрософт»). Анализ подвергались вариационные ряды значений основных показателей, характеризующих проявление свойств нервных процессов (подвижности, силы и уравновешенности). Применяли следующие методы: «Простая зрительно-моторная реакция», «Контактная координациометрия», «Теппинг-тест» и «Реакция на движущийся объект». На основании перцентильного анализа вариационного ряда точных реакций (тест «Реакция на движущийся объект») проведена дифференциация обследуемых на две группы: с высоким уровнем ($n = 23$) и с низким уровнем точности ($n = 25$).

Статистическую обработку проводили с использованием программного обеспечения SPSS v. 17. Значимость различий количественных показателей исследуемых показателей определяли с помощью непараметрического метода с вычислением критерия Манна – Уитни (U). Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Тестирование координационных возможностей у обследованных (методика «Контактная координациометрия») не выявило значимых различий по основным показателям между сравниваемыми группами. При этом лица с высокой точностью двигательных реакций чаще демонстрируют тремор ($p > 0,05$). Отличительным признаком сравниваемых групп является среднее значение времени реакции в тесте «Простая зрительно-моторная реак-

ция». Латентный период моторной реакции у лиц второй группы значимо выше ($p = 0,018$). Интегральные показатели функционального состояния центральной нервной системы не являются критерием, определяющим проявление точности двигательной реакции.

Теоретическую значимость имеет анализ показателей теста «Реакция на движущийся объект», позволяющий оценить проявление уравновешенности процессов возбуждения и торможения. Предъявление стимула в тесте имеет некоторую энтропию по месту его неожиданного появления, что отражает вероятность возникновения ошибок: чем выше значение энтропии, тем больше вероятность возникновения ошибки. Лица с низким уровнем точности движений демонстрируют высокую вероятность к ошибочным действиям ($p < 0,001$). Определяющим признаком, различающим двигательные реакции у лиц сравниваемых групп, является число запаздывающих реакций и сумма их времени. Число запаздывающих реакций у лиц с высокой точностью двигательных реакций в два раза меньше ($p < 0,001$), а сумма времени запаздываний – в три раза меньше ($p < 0,001$) по сравнению с лицами второй группы. При этом сравнение числа опережений и суммы их времени статистически значимых различий не обнаружило. Таким образом, высокая точность двигательных реакций детерминирована сбалансированностью возбуждения и торможения нервных процессов. На это также указывает относительно меньшая вариабельность среднего времени реакции у лиц с высокой точностью двигательных реакций ($p = 0,048$).

Сравнительный анализ частотных характеристик теста «Теппинг-тест» указывает на значимые различия показателей средней частоты ударов ($p = 0,005$) и начального темпа ($p = 0,027$). Однако при сравнении эффективности деятельности (в тесте), которая определяется степенью отклонения кривой работоспособности от исходного уровня, значимых различий в сравниваемых группах не обнаружено ($p = 0,968$). Отсюда следует, что высокочастотные характеристики выполнения теппинг-теста у лиц с высоким уровнем точности движения с точки зрения достижения результата не являются целесообразными (в данном виде психомоторной активности не рассматриваются, как адаптивные).

Анализ параметров психомоторных тестов указывает на методическую ценность показателей методики «Реакция на движущийся

объект», позволяющих косвенно оценить функциональную связь моторной, префронтальной области головного мозга еще до начала движения [4, 6]. Полученные нами данные, их относительно подробный качественно-количественный анализ является необходимым методическим требованием при исследовании нейродинамических детерминант психомоторных функций, в частности предикторов точности двигательной реакции [2, 5].

Заключение. Исследование точности двигательной реакции необходимо проводить при учете высоких погрешностей измерений и изменчивости оценок. Дополнительные качественно-количественные переменные метода «Реакция на движущийся объект» недостаточно используются в исследованиях физиологической реактивности.

Тесты «Контактная координациометрия» и «Теппинг-тест» не являются специфичными для диагностики нейродинамических предикторов (коррелятов) точности двигательной реакции, но могут быть использованы как дополнительные методы оценки текущего психофизиологического состояния обследуемого.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке технических систем [8], требующих оптимальной сенсомоторной интеграции в различных видах деятельности.

Литература

1. Андрейченко, А.Д. Проявление феномена «зон неосознаваемости» ошибок воспроизведения амплитуд движений в условиях некоторых психофизиологических состояний / А.Д. Андрейченко // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 2 (108). – С. 7–11.

Байгужина Ольга Вадимовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры физического воспитания Высшей школы физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: baiguzhinaov@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-4292-321X.

Шапошникова Марина Викторовна, старший преподаватель кафедры физического воспитания, Высшая школа физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: shaposhnikovamv@cspu.ru, ORCID: 0000-0001-7726-5304.

Комиссарова Ольга Александровна, старший преподаватель кафедры физического воспитания, Высшая школа физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: komissarovaoa@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-4236-5940.

Никольская Олеся Борисовна, старший преподаватель кафедры физического воспитания, Высшая школа физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 69. E-mail: nikolskayaob@cspu.ru, ORCID: 0000-0002-4681-7695.

2. Байгужин, П.А. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации / П.А. Байгужин, Д.З. Шибкова // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 5. – С. 32–42.

3. Бухарин, В.А. Психофизиологические аспекты регуляции точностных действий спортсменов в тренировочных и соревновательных условиях / В.А. Бухарин // Здоровье, образование и безопасность. – 2015. – № 3 (3). – С. 31–33.

4. Burman, D.D. Hippocampal connectivity with sensorimotor cortex during volitional finger movements: Laterality and relationship to motor learning / D.D. Burman // PloS ONE. – 2019. – № 14 (9). – e0222064.

5. Burt, K.B. The construct of psychophysiological reactivity: Statistical and psychometric issues / K.B. Burt, J. Obradović // Developmental Review, 2013. – Vol. 33, iss. 1. – P. 29–57.

6. Neuromagnetic analysis of the late phase of readiness field for hand precision movement using magnetoencephalography / Y. Watanabe, G. Yamane, S. Abe et al. // International Congress Series. – 2004. – Vol. 1270. – P. 192–196.

7. Psychophysiological features of 15–16-year-old hockey players with various types of heart rate regulation / E. Surina-Marysheva, V. Erlikh, A. Episheva, I. Cherepova // Journal of Physical Education and Sport. – 2020. – Vol. 20. – P. 2446–2453.

8. Sensor system for precision shooting evaluation and real-time biofeedback / A. Kos, A. Umek, S. Marković, M. Dopsaj // Procedia Computer Science. – 2019. – Vol. 147. – P. 319–323.

Поступила в редакцию 1 ноября 2020 г.

NEURODYNAMIC PREDICTORS OF PRECISE MOTOR RESPONSE

O.V. Baiguzhina, baiguzhinaov@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-4292-321X,

M.V. Shaposhnikova, shaposhnikovamv@cspu.ru, ORCID: 0000-0001-7726-5304,

O.A. Komissarova, komissarovaoa@cspu.ru, ORCID: 0000-0003-4236-5940,

O.B. Nikolskaya, nikolskayaob@cspu.ru, ORCID: 0000-0002-4681-7695

South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russian Federation

Aim: The article aims to identify neurodynamic predictors of precise motor response in non-athletic students. **Materials and methods.** Based on the percentile analysis of precise responses in 100 students (Response to a moving object test) two groups were formed: with a high ($n = 23$) and low level of precision ($n = 25$). A comparative analysis of the main indicators of nervous processes (mobility, strength and balance) was performed. Psychophysiological testing was carried out using the NS-Psychotest (Neurosoft, Ivanovo) equipment and a standard battery of tests such as “Response to a moving object”, “Eye-hand coordination test”, “Tapping test” and “Contact coordinationometry”. Statistical data processing was performed using the SPSS v. 17 with the Mann-Whitney test (U). **Results.** A distinctive feature of the compared groups is the average value of the response time in the Eye-hand coordination test. Integral indicators of the functional status of the central nervous system are not a criterion that determines motor response precision. The main feature that distinguishes motor responses in persons of the compared groups is the number of delayed responses ($p < 0.001$) and the sum of their time ($p < 0.001$). It was found that the high precision of motor responses was determined by the balance between excitation and inhibition against low variability of sensorimotor responses. **Conclusion.** The “Contact coordinationometry” and “Tapping test” are not specific for the diagnosis of neurodynamic predictors (correlates) of motor response precision but they can be used as additional methods for assessing the current psychophysiological status of a subject.

Keywords: psychomotor functions, motor responses, neurodynamic predictors, psychophysiological testing, precision.

References

1. Andreichenko A.D. [Manifestation of the Phenomenon of Unconscious Zones of Errors Playback of Movements Amplitudes in Certain Psychophysiological States]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific notes of the University P.F. Lesgaft], 2014, no. 2 (108), pp. 7–11. (in Russ.) DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.02.108.p7-11
2. Baiguzhin P.A., Shibkova D.Z. Functional Condition of the Central Nervous System under the Influence of Weakly Structured Information. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. S, pp. 32–42. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm17s04
3. Bukharin V.A. [Psychophysiological Aspects of Regulation Athletes' Actions Precision in Training and Competition]. *Zdravookhranenie, obrazovanie i bezopasnost'* [Health, Education and Security], 2015, no. 3 (3), pp. 31–33. (in Russ.)
4. Burman D.D. Hippocampal Connectivity with Sensorimotor Cortex during Volitional Finger Movements: Laterality and Relationship to Motor Learning. *PloS ONE*, 2019, no. 14(9), e0222064. DOI: 10.1371/journal.pone.0222064
5. Burt K.B., Obradović J. The Construct of Psychophysiological Reactivity: Statistical and Psychometric Issues. *Developmental Review*, 2013, vol. 33, iss. 1, pp. 29–57. DOI: 10.1016/j.dr.2012.10.002
6. Watanabe Y., Yamane G., Abe S. et al. Neuromagnetic Analysis of the Late Phase of Readiness Field for Hand Precision Movement Using Magnetoencephalography. *International Congress Series*, 2004, vol. 1270, pp. 192–196. DOI: 10.1016/j.ics.2004.04.033

7. Surina-Marysheva E., Erlikh V., Episheva A., Cherepova I. Psychophysiological Features of 15–16-Year-Old Hockey Players with Various Types of Heart Rate Regulation. *Journal of Physical Education and Sport*, 2020, vol. 20, pp. 2446–2453. DOI: 10.14529/hsm190105

8. Kos A., Umek A., Marković S., Dopsaj M. Sensor System for Precision Shooting Evaluation and Real-Time Biofeedback. *Procedia Computer Science*, 2019, vol. 147, pp. 319–323. DOI: 10.1016/j.procs.2019.01.228

Received 1 November 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Нейродинамические предикторы точности двигательной реакции / О.В. Байгузина, М.В. Шапошникова, О.А. Комиссарова, О.Б. Никольская // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № S2. – С. 26–30. DOI: 10.14529/hsm20s204

FOR CITATION

Baiguzhina O.V., Shaposhnikova M.V., Komissarova O.A., Nikolskaya O.B. Neurodynamic Predictors of Precise Motor Response. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S2, pp. 26–30. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm20s204
