

СВЯЗЬ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ МЫШЦ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СПОРТА

Л.Н. Скотникова¹, О.Л. Тарасова¹, Н.Н. Кошко²

¹Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия,

²Кузбасский региональный центр психолого-педагогической, медицинской и социальной помощи «Здоровье и развитие личности», г. Кемерово, Россия

Цель: изучить связь нейродинамических характеристик спортсменов разных специализаций с показателями физической подготовленности, определяемыми при проведении нагрузочных проб. **Организация и методы исследования.** В исследовании участвовали спортсмены мужского пола в возрасте 16–21 года, занимающиеся плаванием (20 человек) и пауэрлифтингом (16 человек), имеющие спортивные разряды от 2-го взрослого до кандидата в мастера спорта. Объем и концентрацию внимания, скорость зрительно-моторных реакций, уровень функциональной подвижности и силы нервных процессов, показатели реакции на движущийся объект и теппинг-теста оценивали помощью автоматизированной программы. Показатели аэробной и скоростно-силовой подготовленности мышц нижних конечностей определяли по результатам велоэргометрических проб. **Результаты.** Пловцы отличались от пауэрлифтеров меньшим объемом, но лучшей концентрацией внимания, более высокой динамичностью и силой нервных процессов, меньшей выраженностью возбуждения в центральной нервной системе, высокими показателями аэробного энергообеспечения, меньшей сопряженностью показателей функционального тестирования с психофизиологическими характеристиками. В обеих группах выявлены отрицательные корреляции показателей аэробной производительности со скоростью зрительно-моторных реакций и положительные – с уравновешенностью нервных процессов; скоростно-силовые показатели выше у спортсменов с высоким уровнем функциональной подвижности, динамичности и силы нервных процессов. **Заключение.** Между нейродинамическими характеристиками и показателями тестирования функциональной подготовленности спортсменов существует взаимосвязь, которую необходимо учитывать при интерпретации результатов нагрузочных проб и разработке индивидуальных рекомендаций по результатам обследования.

Ключевые слова: спортсмены, нейродинамические характеристики, велоэргометрия, нагрузочные пробы, аэробная и скоростно-силовая подготовленность.

Введение. Развитие современной спортивной науки характеризуется усилением интегративных подходов, объединяющих знания и методы исследования различных смежных дисциплин – спортивной физиологии, медицины, психологии. Исследование психофизиологических особенностей позволяет достичь максимальной дифференциации и индивидуализации выбора вида и уровня тренировочных нагрузок с учетом особенностей нейродинамических и психодинамических особенностей, функционального состояния и уровня функциональных резервов организма [1, 8]. Лабораторное тестирование с использованием нагрузочных проб используется для определения функциональной подготовленности спортсменов и разработки рекомендаций по коррекции тренировочного про-

цесса. Выполнение нагрузочных проб – это своеобразная психомоторная деятельность, результаты которой, очевидно, определяются не только состоянием и тренированностью мышц и кардио-респираторной системы, но и индивидуальными нейродинамическими особенностями и функциональным состоянием центральной нервной системы. Целью настоящего исследования было изучение связи психофизиологических особенностей спортсменов разных специализаций с показателями физической подготовленности, определяемыми при проведении нагрузочных проб.

Материалы и методы. Обследование проводилось на базе лаборатории медико-биологических проблем физической культуры и спорта КемГУ. В обследовании участвовали спортсмены мужского пола: воспитанники

СДЮСШОР по плаванию (20 чел., средний возраст $16,3 \pm 0,4$) и юноши, занимающиеся в спортивной секции КемГУ по пауэрлифтингу (16 человек, средний возраст $20,6 \pm 0,3$). Все обследованные имели спортивные разряды от 2-го взрослого до КМС. Нейродинамические и психодинамические показатели оценивались с помощью автоматизированного комплекса «Статус ПФ» [2]. Определяли латентный период простой и сложной зрительно-моторной реакции (ЛППЗМР и ЛПСЗМР), показатели реакции на движущийся объект (РДО), уровень функциональной подвижности нервных процессов (УФП НП), динамичность нервных процессов по времени выхода на минимальную экспозицию при определении УФП, работоспособность головного мозга (РГМ), характеризующую силу нервной системы, темп психомоторной деятельности с помощью теплинг-теста (ТТ), объем и концентрацию внимания. УФП и РГМ определялись по методике Н.В. Макаренко (1991) при выполнении сложной зрительно-моторной реакции в режиме обратной связи. Показатели аэробной подготовленности мышц нижних конечностей определяли с помощью ступенчатого теста на велоэргометре MONARK 828E с постоянным темпом педалирования 75 об/мин, начальной мощностью работы 37,5 Вт, шагом увеличения 37,5 Вт и длительностью ступени 2 мин. Определение аэробно-анаэробного перехода проводили на основании динамики легочной вентиляции с использованием волюметра «ВОЛИД-900»; определяли частоту сердечных

сокращений (ЧСС) и мощность нагрузки (М) на уровне аэробного (АэП) и анаэробного порога (АнП), максимальное потребление кислорода (МПК) [5, 6]. Максимальную алактатную мощность (МАМ) определяли путем педалирования на велоэргометре с максимальной скоростью в течение 5–8 с с определенной нагрузкой в соответствии с массой тела. Для математической обработки применяли методы непараметрической статистики.

Результаты исследования. Сравнительный анализ психофизиологических показателей у обследованных групп показал, что пловцы отличались меньшим объемом, но лучшей концентрацией внимания, более высокой динамичностью нервных процессов и работоспособностью головного мозга (табл. 1).

Различия между группами выявились и по результатам теста РДО, отражающего уравновешенность нервных процессов. В обеих группах реакции запаздывания преобладали над реакциями опережения, что, по мнению многих исследователей психомоторных реакций, свидетельствует о преобладании процессов возбуждения [3, 4, 7], но у пловцов это было выражено в меньшей степени, чем у пауэрлифтеров. Суммарное время реакций опережения, отражающее выраженность тормозных процессов, у пловцов оказалось выше, чем у пауэрлифтеров.

Анализ показателей функциональной подготовленности мышц нижних конечностей выявил закономерные различия между группами (табл. 2).

**Таблица 1
Table 1**

**Психофизиологические показатели у спортсменов
(медиана; 25–75 перцентили)
Psychophysiological indicators in athletes (median; 25–75 percentile)**

Показатель, единица измерения Indicator, unit of measurement	Пловцы Swimmers (n = 20)	Пауэрлифтеры Powerlifters (n = 16)	P (Mann – Whitney)
Объем внимания, баллы Volume of attention, scores	7; 6,5–7	8; 7–8	0,03
Концентрация внимания, с Concentration of attention, s	44; 35–52	58; 49–68	0,03
Динамичность НП, с Mobility of nerve processes, s	33; 22–40	56; 51–61	0,001
РГМ, количество сигналов Brain performance, number of signals	621; 583–631	578; 558–584	0,04
РДО, время опережений, мс Response to a moving object, advanced time, ms	80; 40–160	55; 20–100	0,03
РДО, время запаздываний, мс Response to a moving object, delayed time, ms	210; 170–300	300; 265–465	0,05

Таблица 2
Table 2

Показатели функциональной подготовленности мышц нижних конечностей у спортсменов
(медиана; 25–75 перцентили)
Indicators of physical fitness of the lower extremities muscles in athletes
(median; 25–75 percentile)

Показатель, единица измерения Indicator, unit of measurement	Пловцы Swimmers (n = 20)	Пауэрлифтеры Powerlifters (n = 16)	P (Mann – Whitney)
ЧССАЭП, уд./мин Heart rate aerobic threshold, bpm	134; 119–47	111; 97–127	0,02
МАЭП абсолютная, Вт Aerobic threshold absolute power, W	113; 113–50	94; 75–113	0,03
МАЭП относительная, Вт/кг Aerobic threshold relative power, W/kg	1,7; 1,5–2,3	1,1; 0,9–1,4	0,005
МПК относительное, мл/мин/кг VO ₂ max relative, ml/min/kg	54; 54–61	45; 42–49	0,001
МАМ абсолютная, Вт Maximum alactate power absolute, W	762; 747–929	966; 933–990	0,013



Рис. 1. Корреляционные связи показателей нейродинамики
и функциональной подготовленности мышц у пловцов

Fig. 1. Correlations between the neurodynamics and functional fitness of muscles in swimmers

Пловцы отличались от пауэрлифтеров более высокими показателями аэробного энергообеспечения и низким абсолютным показателем МАМ. Интегральный показатель функциональной подготовленности кардио-респираторной системы – МПК – был у пловцов также существенно выше.

Для оценки возможного влияния психофизиологических особенностей спортсменов на показатели функционального тестирования был проведен корреляционный анализ отдельно для каждой исследуемой группы. На рис. 1, 2 представлены статистически достоверные ($p < 0,05$) ранговые корреляции Спирмена.

У пловцов связи были относительно немногочисленными. Знаки коэффициентов корреляций указывают, что показатели аэробной производительности были выше у спортсменов с меньшей скоростью переработки информации (СЗМР) и большей выраженно-

стью процессов торможения в ЦНС. Показатель МПК был выше у более уравновешенных спортсменов с меньшей выраженностью возбуждения. МАМ выше у спортсменов с более высокой подвижностью и динамичностью нервных процессов (см. рис. 1).

У пауэрлифтеров количество статистически значимых корреляций оказалось значительно больше, что может говорить о выраженности функционального напряжения во время выполнения нагрузочных проб. В данной группе более высокие аэробные возможности также имели спортсмены с меньшей скоростью зрительно-моторных реакций, меньшей подвижностью, динамичностью и уравновешенностью нервных процессов, скоростью психомоторных реакций. МАМ, как и у пловцов, положительно коррелирует с показателем РГМ и скоростью зрительно-моторной реакции (см. рис. 2).



Рис. 2. Корреляционные связи показателей нейродинамики и функциональной подготовленности мышц у пауэрлифтеров
Fig. 2. Correlations between the neurodynamics and functional fitness of muscles in powerlifters

Наши данные подтверждают, что для видов спорта, требующих развития выносливости, благоприятными являются типологические особенности, способствующие устойчивости к монотонии: слабая нервная система, уравновешенность нервных процессов или сдвиг баланса в сторону преобладания торможения. Максимальная алактатная мощность, высокий уровень которой является «спринтерским» качеством, выше у тех спортсменов, у которых больше подвижность нервных процессов и более выражены процессы возбуждения.

Заключение. Проведенное исследование показало, что существует взаимосвязь между показателями нейродинамики и результатами тестирования функциональной подготовленности мышц, поэтому результаты диагностики следует интерпретировать с учетом психофизиологических характеристик. В частности, показатель максимальной алактатной мощности может быть недостаточно высоким не по причине слабого развития гликолитических мышечных волокон, а вследствие инертности нервных процессов, что затрудняет развитие максимального усилия при тестировании. Показатели аэробной подготовленности в меньшей степени зависят от влияния психомоторных особенностей на процедуру тестирования, поскольку велоэргометрия выполняется с определенным темпом педалирования; пороги аэробного и анаэробного обмена и максимального потребления кислорода определяются по динамике физиологических показате-

лей. Результаты функционального тестирования отражают влияние индивидуальных психофизиологических особенностей на процесс тренировки и прохождение процедуры тестирования, что необходимо учитывать при разработке индивидуальных рекомендаций по результатам обследования.

Литература

1. Бальсевич, В.К. Новые теоретические подходы к изучению возможностей человека в спорте высших достижений / В.К. Бальсевич, М.П. Шестаков // Теория и практика физ. культуры. – 2008. – № 5. – С. 57–62.
2. Иванов, В.И. Оценка психофизиологического состояния организма человека («Статус ПФ») / В.И. Иванов, Н.А. Литвинова, М.Г. Березина // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001610233 от 5.03.2001. – М.: Роспатент. – 50 с.
3. Ильин Е.П. Психология спорта / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2012. – 352 с.
4. Макаренко, Н.В. Устойчивость двигательной реакции – как один из критериев уравновешенности нервных процессов / Н.В. Макаренко, В.С. Лизогуб // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2015. – Т. 1, № 4. – С. 93–96.
5. Мякинченко, Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов. – М.: ТВТ Дивизион, 2005. – 338 с.
6. Определение анаэробного порога по

данном лёгочной вентиляции и вариативности кардиоинтервалов / Н.В. Селуянов, Е.М. Калинин, Г.Д. Пак и др. // Физиология человека. – 2011. – Т. 37. – № 6. – С. 106–110.

7. Фамильникова, Н.В. Оценка точности реакции человека на движущийся объект / Н.В. Фамильникова, М.М. Полевицков, В.В. Ро-

женцов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2–1. – С. 176–179.

8. Abzalilov, R.Y. Functionality, metabolic state and physical work capacity improvement in Olympic reserve training / R.Y. Abzalilov, A.P. Isaev, J.B. Korableva // *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. – 2016. – Vol. 11. – P. 71–72.

Скотникова Лариса Николаевна, аспирант кафедры физиологии человека и животных и психофизиологии, Кемеровский государственный университет. 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6. E-mail: skotnikovaln@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7067-8795.

Тарасова Ольга Леонидовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и психофизиологии, Кемеровский государственный университет. 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6. E-mail: tol_66@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7992-645X.

Кошко Наталья Николаевна, кандидат биологических наук, ГОО «Кузбасский региональный центр психолого-педагогической, медицинской и социальной помощи «Здоровье и развитие личности». 650023, г. Кемерово, проспект Ленина, 126 А. E-mail: koshko80@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2225-7918.

Поступила в редакцию 3 сентября 2019 г.

DOI: 10.14529/hsm190405

RELATIONSHIP BETWEEN NEURODYNAMIC CHARACTERISTICS AND FUNCTIONAL PREPAREDNESS OF MUSCLES IN ATHLETES OF DIFFERENT SPORTS

L.N. Skotnikova¹, skotnikovaln@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7067-8795,

O.L. Tarasova¹, tol_66@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7992-645X,

N.N. Koshko², koshko80@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2225-7918

¹Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation,

²Kuzbass Regional Center of the psychology and Pedagogical, Medical and Social Care "Personality health and development", Kemerovo, Russian Federation

Aim. The article is aimed at studying the relationship between the neurodynamic characteristics of athletes of different sports and the indicators of physical fitness obtained during exercise tests. **Materials and methods.** The study involved male athletes aged 16–21 years, involved in swimming (20 people) and powerlifting (16 people), having sports ranks from the 2nd adult to a candidate for master of sports. The volume and concentration of attention, the speed of eye-hand coordination, the level of functional mobility, the strength of nervous processes, the response to a moving object and the tapping test were processed using an automated program. Indicators of aerobic and speed - strength fitness of the muscles of the lower extremities were determined by the cycle ergo meter tests. **Results.** Swimmers differed from power lifters by a smaller volume, but better concentration of attention, higher dynamism and strength of nervous processes, less pronounced excitement in the central nervous system, high rates of aerobic energy supply and a less pronounced correlation between the functional indicators and psychophysiological characteristics. In both groups, negative correlations of aerobic performance with the speed of visual motor responses and positive correlations with the balance of nervous processes were revealed. Speed-strength indicators are better for athletes with a high functional mobility, dynamism and strength of nervous processes. **Conclusion.** There is a correlation between the neurodynamic

characteristics and indicators of functional fitness, which must be taken into account when interpreting the results of stress tests and developing individual recommendations based on the results of the examination.

Keywords: *athletes, neurodynamic characteristics, cycle ergometer test, stress test, aerobic and speed-strength training.*

References

1. Bal'sevich V.K., Shestakov M.P. [New Theoretical Approaches to the Study of Human Capabilities in Sports of the Highest Achievements]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2008, no. 5, pp. 57–62. (in Russ.)
2. Ivanov V.I., Litvinova N.A., Berezina M.G. Assessment of the Psychophysiological State of the Human Body (Status PF). Certificate of Official Registration of the Computer Program no. 2001610233. Moscow, Rospatent Publ., 2001. 50 p.
3. Il'in E.P. *Psikhologiya sporta* [Sports Psychology]. St. Petersburg, Peter Publ., 2012. 352 p.
4. Makarenko N.V., Lizogub V.S. [The Stability of the Motor Reaction – as One of the Criteria for the Balance of Nervous Processes]. *Aktual'nyye problemy transportnoy meditsiny* [Actual Problems of Transport Medicine], 2015, no. 4, vol. 1, pp. 93–96. (in Russ.)
5. Myakinchenko E.B., Seluyanov V.N. *Razvitiye lokal'noy myshechnoy vynoslivosti v tsiklicheskih vidakh sporta* [The Development of Local Muscle Endurance in Cyclic Sports]. Moscow, TVT Division Publ., 2005. 338 p.
6. Seluyanov N.V., Kalinin E.M., Pak G.D. et al. [Determination of Anaerobic Threshold According to Pulmonary Ventilation and Variability of Cardio Intervals]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2011, vol. 37, no. 6, pp. 106–110. (in Russ.) DOI: 10.1134/S0362119711060132
7. Famil'nikova N.V., Polevshchikov M.M., Rozhentsov V.V. [Evaluation of the Accuracy of a Human Reaction to a Moving Object]. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii* [Modern High Technology], 2016, no. 2–1, pp. 176–179. (in Russ.)
8. Abzalilov R.Y., Isaev A.P., Korableva Yu.B. [Functionality, Metabolic State and Physical Work Capacity Improvement in Olympic Reserve Training]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, vol. 11, pp. 71–72.

Received 3 September 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Скотникова, Л.Н. Связь нейродинамических характеристик с показателями функциональной подготовленности мышц у представителей различных видов спорта / Л.Н. Скотникова, О.Л. Тарасова, Н.Н. Кошко // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 37–42. DOI: 10.14529/hsm190405

FOR CITATION

Skotnikova L.N., Tarasova O.L., Koshko N.N. Relationship between Neurodynamic Characteristics and Functional Preparedness of Muscles in Athletes of Different Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 37–42. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190405