Дата публикации: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_27
УДК 612.817; 796.82

Publication date: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_27
UDC 612.817; 796.82

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У БОРЦОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Н.Ю. Тарабрина
ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена изучению процесса долговременной адаптации центральной нервной системы к физическим нагрузкам в аспекте нейродинамики реализации сенсорно-моторных реакций у борцов. У 16 борцов-дзюдоистов 19-20 лет, имеющих квалификацию I-II разряд (группа 1, n=9) и с квалификацией кандидата в мастера спорта и мастер спорта (группа 2, n=7) сравнивали проявление экстрацептивных и интрацептивных реакций, а также нейродинамические характеристики тонуса мышц верхних и нижних конечностей. Показано, что у борцов с высокой квалификацией афферентный и эфферентный компоненты двигательных навыков реализуются в среднем в 1,5 раза точнее, чем у борцов с низкой квалификацией ($p<0,01$). В мышцах верхних конечностей у спортсменов обеих групп обнаружены существенные различия в организации нервно-мышечных координаций (от 10 до 40% ($p<0,01$)), а в мышцах нижних конечностей нейродинамические характеристики формирования мышечного тонуса не имеют существенных различий ($p>0,05$).
Ключевые слова: центральная нервная система, сенсомоторные реакции, спортсмены, борцы.

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN WRESTLERS OF VARIOUS QUALIFICATIONS

N.Yu. Tarabrina
Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Annotation. The article is devoted to the study of the process of long-term adaptation of the central nervous system to physical loads in the aspect of neurodynamics of sensorymotor responses in wrestlers. The manifestation of extraceptive and intraceptive reactions, as well as the neurodynamic characteristics of muscle tone of the upper and lower extremities were compared in 16 judo wrestlers aged 19-20 years with the qualification of I-II degree (group 1, n=9) and with the qualification of a Candidate for Master of Sports and Master of Sports (group 2, n=7). It is shown that the afferent and efferent components of motor skills are implemented on average 1,5 times more accurately in wrestlers with high qualifications than in wrestlers with low qualifications ($p<0.01$). Significant differences in organizing neuromuscular coordination were found in the muscles of the upper extremities of athletes in both groups (from 10 to 40% ($p<0,01$)). In the muscles of the lower extremities, the neurodynamic characteristics of the formation of muscle tone have no significant differences ($p>0,05$).
Key words: central nervous system, sensorimotor response, athletes, wrestlers.

Введение Спортивная борьба является одним из наиболее популярных и зрелищных видов спорта, что обусловливает возрастающий интерес профильных специалистов к повышению специфической работоспособности борцов [1-2].

Многочисленными исследованиями показано, что такая специфическая работоспособность обеспечивается силовыми, скоростно-силовыми и аэробными характеристиками мышц верхних и нижних конечностей спортсменов, а также нейродинамическими характеристиками двигательных навыков [3]. Необходимые двигательные качества ведущих групп мышц формируются в результате правильно спланированного

тренировочного процесса и зависят от индивидуального нейродинамического профиля, типа высшей нервной деятельности и генетического детерминизма организма спортсмена [4].

Сумма этих факторов определяет скорость и особенности формирования и кумулирования тренировочного эффекта (в частности, в ЦНС), что влияет на уровень спортивной квалификации.

Ряд вопросов, касающихся нейродинамической специфики проявления сенсомоторных реакций в зависимости от продолжительности занятий спортом, стажа спортивной деятельности и уровня квалификации получили свое освящение в научных публикациях [5-7]. Однако не все в этой проблеме достаточно изучено и требует дальнейшего исследования.

Целью работы – оценка функционального состояния центральной нервной системы у борцов различных квалификаций.

Методы и организация исследования. Для изучения особенностей адаптации ЦНС к тренировочным нагрузкам в борьбе было обследовано 16 борцов-дзюдоистов 19-20 лет, имеющих квалификацию I-II разряд (группа 1, n=9) и с квалификацией кандидат в мастера спорта (КМС) и мастер спорта (МС) (группа 2, n=7). Исследования проводили на базе спортивного клуба дзюдо «СПАРТА ОЛИМПИК» с. Пионерское, Республика Крым. С целью объективизации функциональных изменений в ЦНС у борцов под влиянием тренировочных нагрузок с разным общим временем и интенсивностью воздействия на сенсорно-моторный аппарат проводили функциональную диагностику экстрацептивных, интрацептивных реакций, а также нейродинамических показателей формирования мышечного тонуса [8]. Для этого в обеих группах борцов проводили однократное обследование в конце подготовительного периода, т.е. в фазе функционального оптимума проявлений двигательных навыков. Об экстрацептивных реакциях судили, анализируя скорость взаимодействия зрительного и слухового анализаторов с мышцами руки, оценивая простую аудио-моторную реакцию (АМР) и сложную визио-моторную реакцию (ВМР) при помощи программного комплекса «БиоМышь исследовательская» (НейроЛаб, Россия).

Интрацептивные реакции определяли по способности ЦНС анализировать проприоцептивный поток афферентации при сокращении мышц кисти т.н. «мышечно-суставное чувство» (МСЧ). Для определения МСЧ верхних конечностей ($МСЧ_{ВК}$) испытуемому предлагали максимально сжать кистевой динамометр (Fmax), а затем трижды под визуальным контролем отжать ½ Fmax. МСЧВК определяли по ошибке сжимания кистевого динамометра на величину ½ Fmax без визуального контроля. Ошибку определяли по формуле: $МСЧ_{ВК}$=(Fтеор-Fфакт)/Fтеор×100% [8]

Мышечно-суставное чувство нижних конечностей ($МСЧ_{НК}$) определяли в исходном положении лежа на животе. Спортсмен закреплял голеностопы на штативе динамометра и растягивал его пружину в горизонтальном направлении, сгибая коленный сустав. Принцип определения МСЧНК тот же, что и $МСЧ_{ВК}$ [8].

Нейродинамические характеристики мышечного тонуса (МТ) определяли при помощи электромиотонометра “Novotest” (Россия) при максимальном сокращении бицепса в точке, расположенной на лучевой стороне двуглавой мышцы плеча или на икроножной мышце в центре мышечного брюшка. Точки измерения МТ анатомически соответствовали точкам акупунктуры Р4 «Ся-бай» и V56 «Чэн-цзинь» [9].

Латентный период (ЛП) определяли при помощи рефлексометра по времени достижения максимального МТ бицепса (в точке Р4) или икроножной мышцы (в точке V56). При этом по команде «старт» спортсмен одновременно нажимал кнопку рефлексометра и сокращал обследуемую мышцу, а экспериментатор фиксировал максимальный мышечный тонус на ее брюшке и по его достижении нажимал кнопку остановки стрелки рефлексометра [8]. Математическая обработка полученных данных проводилась

с помощью параметрических методов. Достоверность различий полученных результатов оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента [10].

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что экстрацептивные и интрацептивные реакции ЦНС у борцов более низкой квалификации хорошо организованы и соответствуют норме для нетренированных юношей 19-23-летнего возраста (табл.) [11].

Таблица

Сравнительный анализ показателей функционального состояния центральной нервной системы у борцов низкой квалификации (группа 1, n=9) и высокой квалификации (группа 2, n=7) (X±Sx)

Показатели, (ед.изм)	X±Sx		Δ, %		t	p
	Группа 1	Группа 2	Δ, ед.	Δ, %		
Верхние конечности						
АМР (мс)	20,1±1,1	16,1±0,9	4,0±1,0	19,9±0,9	2,816*	<0,01
ВМР (мс)	9,7±1,3	7,0±1,2	2,7±1,1	27,8±1,0	2,526*	<0,05
$МСЧ_{ВК}$ (%)	12,4±0,9	6,3±0,6	6,1±0,7	49,2±7,1	5,638*	<0,05
$МТ_{б}$ (мт)	64,7±1,7	70,4±2,1	6,3±1,4	9,7±0,9	2,183*	<0,01
$ЛП_{б}$ (мс)	42,6±2,1	35,1±1,8	7,5±1,2	17,6±1,3	2,711	<0,01
Нижние конечности						
$МСЧ_{НК}$ (%)	15,6±1,7	9,9±1,2	5,7±1,0	36,5±4,2	2,739*	<0,01
$МТ_{И}$ (мт)	80,1±2,1	82,0±2,6	1,9±0,7	2,5±0,4	0,569	>0,05
$ЛП_{И}$ (мс)	54,0±2,4	55,7±2,7	1,5±0,9	3,2±0,4	0,471	>0,05

Примечание: АМР – аудио-моторная реакция; ВМР – визио-моторная реакция; $МСЧ_{ВК}$ – мышечно-суставное чувство верхних конечностей; $МСЧ_{НК}$ –мышечно-суставное чувство нижних конечностей; $МТ_{б}$ – мышечный тонус бицепса; $МТ_{И}$ – мышечный тонус инкроножной мышцы; $ЛП_{б}$ – латентный период достижения максимального МТ бицепса; $ЛП_{б}$ – латентный период достижения максимального МТ инкроножной мышцы

Как показано в таблице, в первой группе показатель АМР составлял 20,1±1,1 мс., а показатель ВМР – 9,7±1,3 мс, что свидетельствует о соответствии этих показателей возрастной норме для мужчин [11] и хорошем функциональном состоянии ЦНС. При этом показатель $МСЧ_{ВК}$ изменялся в пределах 9,3-16,7%, в среднем 12,4±0,9%, а показатель МСЧнк составлял 15,6±1,7%.

Целесообразным представлялось проанализировать не только способность ЦНС к анализу и синтезу сенсорной информации, т.е. от зрительного анализатора (ВМР-визио-моторную реакцию), но и способность ЦНС к управлению мышцами у борцов разных квалификаций.

Для этого изучали МТ как результат тетанической импульсации мотонейронов спинного мозга на мышцы, а также ЛП достижения максимального МТ, как характеристику скорости нейродинамики в ЦНС.

Как показано в таблице, МТб в точке Р4 составил 64,7±1,7 мт., а в точке V56 – 80,1±2,1 мт., ЛП точках Р4 и V56 составил 42,6±2,1 мт и 54,0±2,4 мт соответственно. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что как МТ, так и ЛП достижения максимального МТ у борцов 1-й группы превышают эти показатели у нетренированных людей такого же возраста [11], что свидетельствует о наличии тренировочного эффекта в ЦНС у юношей-борцов.

Как свидетельствуют результаты обследования 2 группы, представленные в таблице, под влиянием тренирующих нагрузок и соответствующих морфофункциональных изменений в компонентах двигательных

навыков произошел ряд существенных изменений в состоянии центральной нервной системы, что отразилось на результатах ее тестирования.

Так, показатель АМР составил 16,1±0,9 мс. Показатель ВМР также отличался от показателей в группе 1 и составил 7,0±1,2 мс. Аналогичные адаптивные изменения обнаружены в показателях МСЧВК и МСЧНК, которые были меньше, чем в группе 1, и составили 6,3±0,6% и 9,9±1,2%, соответственно.

По данным таблицы, МТ верхних и нижних конечностей в тестируемых мышцах составлял: МТб – 70,4±2,1 мт. и 82,0±2,6 мт., а ЛП формирования МТ равнялся 35,1±1,8 мс и 55,7±2,7 мс соответственно для верхних и нижних конечностей.

Сравнительный анализ функционального состояния ЦНС у борцов различной квалификации в результате действия тренирующих нагрузок на ЦНС показатели функционального состояния центральной нервной системы изменились и стали составлять в группе 2 (в сравнении с группой 1): АМР в 1,3 раза быстрее ($p<0,01$), ВМР – в 1,4 раза быстрее ($p<0,05$), МТ верхних и нижних конечностей в 1,01 и 1,1 раза больше ($p>0,05$), ЛП в 1,1-1,3 раза меньше ($p<0,01$), а МСЧ реализовалось существенно лучше ($p<0,01$).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что нейродинамические характеристики сенсомоторных реакций верхних конечностей у борцов группы 2 существенно лучше, чем у спортсменов группы 1. Так, кистевые реакции короче: АМР на 19,9±0,9% ($p<0,01$), ВМР на 27,8±1,0% ($p<0,05$) и совершенней – МСЧ на 49,2±7,1% ($p<0,05$). Управление мышцами верхних конечностей со стороны моторных компонентов ЦНС также свидетельствует о лучшей организации частотных и реципрокных характеристик мотонейронов: МТб на 9,7±0,9% выше ($p<0,01$), а ЛП на 17,6±1,3% короче ($p<0,01$).

В то же время, нейродинамические характеристики нижних конечностей у борцов разных квалификаций существенно не различаются, вероятно вследствие дополнительной к тренировочным шаговой тренировочной нагрузки, что поддерживает икроножные мышцы в активном функциональном состоянии. Однако $МСЧ_{НК}$ у борцов группы 2 лучше на 36,5±4,2% ($p<0,01$), что свидетельствует о более высокой организации афферентного синтеза у квалифицированных спортсменов.

На основании полученных данных можно заключить, что в результате длительного действия тренирующих нагрузок на мышцы верхних и нижних конечностей у борцов произошли изменения в организации двигательных актов, которые можно рассматривать как долговременную адаптацию ЦНС к физическим нагрузкам.

Заключение. Сравнительный анализ показателей функционального состояния ЦНС у борцов разных квалификаций показал, что у высококвалифицированных спортсменов экстрацептивные реакции в 1,3-1,4 раза короче ($p<0,01$), интрацептивные реакции в 1,6-1,9 раза более четкие ($p<0,01$), а нейродинамические характеристики формирования мышечного тонуса в 1,1-1,2 раза лучше, чем у борцов с квалификацией I-II разряд. В мышцах верхних конечностей обнаружены существенные различия в организации нервно-мышечных координаций у борцов первой и второй групп (на 9,7-49,2%, $p <0,01$).

В мышцах нижних конечностей по нейродинамическим характеристикам формирования мышечного тонуса существенных различий не обнаружено ($p>0,05$).

Вероятно, физиологическими механизмами, лежащими в основе этого феномена, являются рефлекторные взаимодействия между постоянно повторяющимися афферентными потоками сигналов от слухового, зрительного и соматического анализаторов в область моторных представительств мышц (бицепса и икроножной, в частности). При этом, у борцов высокой квалификации имелось большее время (стаж тренировок 5-7 лет), чем у низкоквалифицированных спортсменов (стаж занятий борцов 2-3 года), что создало предпосылки для укорочения

нейрональных ассамблей двигательных навыков и метаболических, изменений в самих нейронах. Последнее, как известно [3, 4, 7], приводит к ускорению передачи нервных импульсов (т.е. к укорочению латентного периода сенсомоторных реакций) и увеличению частоты импульсации мотонейронов, что реализуется в улучшении показателей мышечного тонуса [2]. Следует отметить, что скорость приобретения обнаруженных эффектов в ЦНС также зависит от типа ЦНС и детерминируется генетическими факторами [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельниченко Е.В. Вестибулярные реакции сердечно-сосудистой системы и их коррекция у спортсменов / Е.В. Мельниченко, Н.Ю. Тарабрина, А.И. Пархоменко // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2010. – Т. 23. – № 1. – С. 74.
2. Пархоменко А.И. Миорефлекторная коррекция вестибуло-респираторных реакций у спортсменов / А.И. Пархоменко, Е.В. Мельниченко, Н.Ю. Тарабрина, Р.В. Давиденко, О.В. Коркишко // Таврический медико-биологический вестник. – 2013. – Т. 16. – № 1-3. – С. 138-141.
3. Тарабрина Н.Ю. Выраженность основных показателей центральной кардиогемодинамики у борцов различной квалификации / Н.Ю. Тарабрина, Е.Ю. Грабовская, В.А. Тарабрина, А.Р. Абдураманов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4(70). – № 1. – С. 92-103.
4. Evstaf'yeva E.V. Electrophysiological indices in sportsmen: correlations with the contents of iron and copper in the organism / E.V. Evstaf'yeva, O.A. Zalata, S.L. Tymchenko, I.A. Evstaf'yeva, E.V. Perekotii, S.V. Chernyi // Neurophysiology. – 2015. – Vol. 47. – № 6. – P. 472-477.
5. Черный С.В. Психофизиологические предикторы успешности спортивной деятельности спортсменов-стрелков / С.В. Черный, В.С. Щепоткин, П.М. Волков // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5(71). – № 2. – С. 176-183.
6. Черный С.В. Особенности электроэнцефалограммы спортсменов ациклических видов спорта / С.В. Черный, Н.П. Мишин, Е.И. Нагаева // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2016. – Т. 2(68). – № 3. – С. 45-54.
7. Тарабрина Н.Ю. Особенности показателей сенсомоторных способностей к спортивной деятельности в разных видах спорта / Н.Ю. Тарабрина, Ю.В. Краев // В сборнике: Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 446-449.
8. Аулик И.В. Как определить тренированность спортсмена / И.В. Аулик // М.: ФиС. – 1997. – 114 с.
9. Лувсан Гаваа. Традиционные и современные аспекты восточной рефлексотерапии / Гаваа Лувсан // Москва: Изд-во «Наука». – 1992. – 576 с.
10. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика / А.И. Кобзарь // Москва: Изд-во «Физматлит». – 2006. – 816 с.
11. Хомутов А.Е. Физиология центральной нервной системы / А.Е. Хомутов // Ростов-на-Дону: Феникс. – 2006. – 391 с.

REFERENCES

1. Mel'nichenko E.V. Vestibular reactions of the cardiovascular system and their correction in athletes / E.V. Mel'nichenko, N.Yu. Tarabrina, A.I. Parkhomenko // Scientific Notes of V.I. Vernadskij Taurida National University. – 2010. – Vol. 23. – № 1. – P. 74.
2. Parkhomenko A.I. Myoreflex correction of vestibular and respiratory reactions in athletes / A.I. Parkhomenko, E.V. Melnichenko, N.Yu. Tarabrina, R.V. Davydenko, O.V. Korkishko // Tavrida Biomedical Bulletin. – 2013. – Vol. 16. – № 1-3. – P. 138-141.
3. Tarabrina N.Yu. The severity of the main indicators of central cardiac hemodynamics in wrestlers of various qualifications / N.Yu. Tarabrina, E.Yu. Grabovskaya, V.A. Tarabrina, A.R. Abduramanov // Scientific Notes of the V.I. Vernadskij Crimean Federal University. Biology. Chemistry. – 2018. – Vol. 4(70). – № 1. – P. 92-103.
4. Evstaf'yeva E.V. Electrophysiological indices in sportsmen: correlations with the contents of iron and copper in the organism / E.V. Evstaf'yeva, O.A. Zalata, S.L. Tymchenko, I.A. Evstaf'yeva, E.V. Perekotii, S.V. Chernyi // Neurophysiology. – 2015. – Vol. 47. – № 6. – P. 472-477.

5. Chernyj S.V. Psychophysiological predictors of the success of sports activity of shooters / S.V. Chernyj, V.S. Shchepotkin, P.M. Volkov // Scientific Notes of the V.I. Vernadskij Crimean Federal University. Biology. Chemistry. – 2019. – Vol. 5(71). – № 2. – P. 176-183.
6. Chernyj S.V. Features of the electroencephalogram of athletes of acyclic sports / S.V. Chernyj, N.P. Mishin, E.I. Nagaeva // Scientific Notes of the V.I. Vernadskij Crimean Federal University. Biology. Chemistry. – 2016. – Vol. 2(68). – № 3. – P. 45-54.
7. Tarabrina N.Yu. Features of indicators of sensorimotor abilities to sports activity in different sports / N.Yu. Tarabrina, Yu.V. Kraev // From the collection: Relevant Issues of Physical Culture and Sports in Modern Social and Economic Conditions. Materials of the International Scientific and Practical Conference. – 2020. – P. 446-449.
8. Aulik I.V. How to determine the fitness of an athlete / I.V. Aulik // M.: FiS, 1997. - 114 p.
9. Luvsan Gaava. Traditional and modern aspects of Eastern reflexology / Gavaa Luvsan // Moscow: Publishing House “Science”. – 1992. – 576 p.
10.Kobzar’ A.I. Applied Mathematical Statistics / A.I. Kobzar’ // Moscow: Publishing House “Fizmatlit”. – 2006. – 816 p.
11. Khomutov A.E. Physiology of the central nervous system / A.E. Khomutov // Rostov-on-Don: Phoenix. – 2006. – 391 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Наталья Юрьевна Тарабрина – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: nata-tarabrina@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Natal’ya Yur’evna Tarabrina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, e-mail: nata-tarabrina@mail.ru.

Для цитирования: Тарабрина Н.Ю. Оценка функционального состояния центральной нервной системы у борцов различной квалификации / Н.Ю. Тарабрина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_27

For citation: Tarabrina N.Yu. Assessment of the functional state of the central nervous system in wrestlers of various qualifications / N.Yu. Tarabrina // Modern Issues of Biomedicine. – 2022. – Vol. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_27