

3. Demidov, A.V. (2013), "Information technologies for mobile healthcare", *Issues of organization and informatization of healthcare*, No. 1, pp. 53-60.
4. Kubrick, Ya.Yu. (2017), "Complex telemedicine technologies for patient accompaniment", International trends, results of surveys on informatization, technological solutions for doctors and clinics based on the ondoc service, *Doctor and Information Technologies*, No. 1, pp.49-54.
5. Kondratyuk, A.I., Kudryavtsev, M.D., Kleptsova, T.N., Ivanov, I.A. and Galimova. A.G. (2019), "Fitness as one of the main directions in the health improvement of students of higher educational institutions", *Problems of modern pedagogical education*, No. 4 (62), pp. 99-101.
6. Parshakova, V.M. (2019), "Methods for monitoring and measuring the volume of physical activity among students", *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, No. 1 (10), pp. 57-59.
7. Struganov, S.M. (2015), "Management of the educational and training process of athletes in cyclic sports using innovative technologies", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 6 (124), pp. 155-190.
8. Tarasenko, E.A. (2014), "Development of technological innovations in the field of mHealth", Opportunities for doctors for disease prevention, diagnosis and patient counseling, Doctor and information technologies, No. 4, pp. 59-64.
9. Tolstikhin, A.N., Chermenev, D.A. and Zaitseva, A.O. (2020), "Electronic mobile devices for monitoring human physical activity", *Izvestiya Tula State University. Physical education, Sport*, No. 5, pp. 44-51.
10. Kholodova, G.B., Mikheeva, TM and Ziambetov, V.Yu. (2016), "Self-control of the intensity of physical activity based on heart rate monitoring during physical exercises", *Vestnik Orenburg State University*, No. 2 (190), pp. 72-77.
11. Khrustitskaya, LB and Telesheva, T.Yu. (2015), "XXI century - global informatization and "mobilization" of medicine and health care", *International reviews: clinical practice and health*, No. 1, pp. 54-62.
12. Chestnov, O.P., Boytsov, S.A., Kulikov, A.A. and Baturin, D.I. (2015), "Mobile technologies in the service of health protection", *Medical News*, No. 2 (245), pp. 6-10.

**Контактная информация:** prutincev@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 16.09.2020*

**УДК 797.26**

### **НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ И СЕГМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ КОНЕЧНОСТЕЙ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПРЫГУНОВ В ВОДУ**

*Ирина Евгеньевна Попова, кандидат биологических наук, доцент, Александр Владимирович Сысоев, кандидат педагогических наук, профессор, Воронежский государственный институт физической культуры*

#### **Аннотация**

В статье представлены особенности нервно-мышечного аппарата квалифицированных прыгунов в воду. Показано, что у квалифицированных прыгунов в воду возможно развитие туннельного синдрома верхних конечностей. Выявлено высокое количество, значительная синхронность активации двигательных единиц в мышцах верхних и нижних конечностей прыгунов в воду, что способствует эффективному функционированию нервно-мышечного аппарата, позволяющему выполнять сложно-координированные движения высокой сложности и точности.

**Ключевые слова:** прыжки в воду, электронейромиография, состав тела.

**DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2020.9.p293-297**

### **NEURO-MUSCULAR SYSTEM AND THE SEGMENTAL COMPOSITION OF THE LIMBS OF THE QUALIFIED JUMPERS IN WATER**

*Irina Evgenievna Popova, the candidate of biological sciences, senior lecturer, Alexander Vladimirovich Sysoev, the candidate of pedagogical sciences, professor, Voronezh state institute of physical culture*

#### **Abstract**

The article presents the features of the neuromuscular system of qualified jumpers in the water. It has been shown that the development of tunnel syndrome of the upper extremities is possible for qualified jumpers in the water. A high number, a significant synchronization of the activation of motor units in the muscles of the upper and lower extremities of jumpers into the water was revealed, which contributes to the effective functioning of the neuromuscular apparatus, allowing complex-coordinated movements of high complexity and accuracy to be performed.

**Keywords:** diving, electroneuromyography, body composition.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Для выполнения успешного прыжка в воду необходимо хорошее развитие вестибулярного анализатора, от которого зависит ориентирование спортсмена в пространстве, а также устойчивость тела. Кроме того динамический режим работы отдельных мышц в сочетании со статическими усилиями других, наличие широкоамплитудных движений, сочетающихся с пластичностью, координацией и повышенной подвижностью во всех звеньях опорно-двигательного аппарата, предъявляют высокие требования к функционированию нервно-мышечного аппарата. Последний является главной функциональной системой прыгунов в воду и обеспечивает точные и четкие вращательные движения, винты, прыжки из стойки на кистях и др. Сложные технико-композиционные движения обусловлены высокой координацией работы нервной и мышечной систем [1].

Одним из методов оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата является электронейромиография. Она позволяет осуществлять биомеханический анализ движений [4], изучить роль отдельных мышц в выполнении конкретного движения, что имеет большое значения в спортивной практике и эргономических исследованиях [3, 5]. По этой причине целью исследования явилось изучение особенностей нервно-мышечного аппарата и сегментарного состава конечностей квалифицированных прыгунов в воду.

#### **МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Объектом исследования явились 30 квалифицированных прыгунов в воду высокого класса. Из них 7 девушек в возрасте от 13 до 19 лет и 23 юноши в возрасте от 13 до 23 лет. Функциональное состояние нервно-мышечного аппарата изучали при помощи нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан» используя методику стимуляционной электронеиографии нервов Medianus (Med), Ulnaris (Uln), musculocutaneus (Musc), Tibialis (Tib). При этом регистрировали М-ответ с мышц Abductor pollicis brevis, Abductor digiti minimi, Abductor hallucis, Biceps brachii. Результаты исследования оценивали при помощи следующих параметров: резидуальной латентности (РЛ, мс), терминальной латентности моторной реакции (Лат, мс), амплитуде М-ответа (А, мВ), скорости проведения нервного импульса по нерву (V, м/с).

Соотношение различных типов тканей в работающих конечностях определяли методом импедансометрии при помощи весов-анализаторов ВС-418. Полученные данные анализировали по следующим параметрам: относительному содержанию жировой ткани (FAT, %); безжировой массе (FFM, кг); относительной мышечной массе (РММ, кг).

Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с оценкой достоверности различных эмпирических выборок по критерию Стьюдента.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Известно, что значения терминальных латентностей М-ответов, полученных с более проксимальных точек стимуляции, не используются для анализа, поскольку они зависят от длины конечностей. Однако для проведения детального анализа показателей стимуляционной электронеиографии был проведен анализ терминальной латентности

М-ответов квалифицированных прыгунов в воду. Показано, что значения данного параметра для всех исследуемых нервов не превышает 8 мс, что соответствует клинической норме (таблица 1).

Таблица 1 – Значения терминальной и резидуальной латентностей квалифицированных прыгунов в воду

	Med	Uln	Musc	Tib
<b>Лат, мс</b>				
<b>Справа</b>	3,8±0,77	3,05±0,20	5,07±0,24	4,39±0,84
<b>Слева</b>	3,96±0,11	3,21±0,71	5,17±0,28	4,39±0,87
<b>Норма</b>	< 8			< 3,4
<b>РЛ, мс</b>				
<b>Справа</b>	2,66±0,14	2,10±0,13	5,09±0,41	2,89±0,16
<b>Слева</b>	3,33±0,12	2,13±0,65	5,17±0,21	2,89±0,13
<b>Норма</b>	< 2,5 мс			< 3,0 мс

Для изучения времени прохождения импульса по терминалям аксонов проводили анализ резидуальной латентности (РЛ) М-ответов исследуемых мышц. РЛ включает в себя время синаптической задержки (около 1 мс), время проведения по немиелинизированным терминалям аксона, время проведения возбуждения по мембране мышечного волокна (скорость которого равна 1–5 м/с). РЛ не зависит от длины сегмента конечности испытуемого. Установлено, что показатель РЛ практически всех нервов соответствует клинической норме. Однако для нерва Medianus данный параметр справа укладывается в верхнюю границу нормы, а слева превышает ее. Для нерва Musc РЛ повышена относительно нормы справа и слева (табл. 1). Полученные данные могут свидетельствовать о развитии запястного туннельного синдрома у прыгунов в воду и о начальных изменениях состояния концевых немиелинизированных волокон.

Вероятно, установленный факт обусловлен физиологическими изменениями в нервно мышечном аппарате, вызванном повышенной двигательной активностью верхних конечностей при выполнении всё более сложных прыжков. Выявленные изменения РЛ также может быть связано с травмированием верхних конечностей при выполнении технических элементов. Так показано, что у прыгунов в воду высокого класса достаточно часто встречаются травмы костей кисти, плечевого сустава, стопы, надрывы надостной мышцы, бицепса. Травмы запястья и кисти часто встречаются у элитных прыгунов в воду, так как при правильном выполнении погружения первым входит в воду голова с вытянутыми над ней руками. Это приводит к различным травмам запястья и кисти. Из-за повторяющегося характера из этих травм у спортсменов часто наблюдаются проблемы с запястьем, что может отражаться и на функционировании нервно-мышечного аппарата.

Для оценки количества сокращающихся мышечных волокон в мышцах проводили анализ амплитуды М-ответа (А). Установлено, что данный показатель всех исследуемых нервов превышал минимально допустимые клинические нормы (таблица 2) [2]. Это указывает на значительное количество и высокую синхронность активации двигательных единиц в исследуемых мышцах, что необходимо спортсменам для развития и проявления скоростно-силовых качеств.

Таблица 2 – Значения амплитуды М-ответа мышц верхних и нижних конечностей квалифицированных прыгунов в воду (А, мВ)

	Med	Uln	Musc	Tib
<b>Справа</b>	19,01±1,91	18,75±3,21	11,4±3,70	28,09±3,23
<b>Слева</b>	16,09±4,24	15,75±2,61	10,06±3,27	23,15±2,38
<b>Норма</b>	> 5	> 6	> 5	> 3

При исследовании скорости проведения нервно импульса по длинным нервам верхних и нижних конечностей установлено значительное превышение значений данного показателя прыгунов в воду относительно нижних пределов клинической нормы для здоровых не тренированных лиц (таблица 3). Полученные данные указывают на высокую

скорость проведения нервного импульса по моторным волокнам срединного, локтевого и больше-берцового нервов, что способствует более эффективному функционированию нервно-мышечного аппарата, обеспечивающему выполнение сложно-координированных движений.

Таблица 3 – Скорость проведения нервного импульса по моторным волокнам исследуемых нервов верхних и нижних конечностей квалифицированных прыгунов в воду (v, м/с)

	Med	Uln	Tib
Справа	64,21±9,21	72,98±8,29	51,19> 3,49
Слева	64,79±7,19	69,87±4,98	47,19±8,72
Норма	>50 м/с		> 40 м/с

С целью выявления возможной взаимосвязи между параметрами стимуляционной электронейромиографии и тканевым составом работающих конечностей проводили анализ сегментарного состава верхних и нижних конечностей квалифицированных прыгунов в воду. Установлено, что спортсменки характеризуются симметричным распределением жировой, безжировой и относительной мышечной массы в верхних и нижних конечностях справа и слева (таблица 4).

Таблица 4 – Сегментарный состав тела квалифицированных прыгунов в воду

	Правая рука	Левая рука	Правая нога	Левая рука
FAT, %	24,86±1,32	24,06±1,32	15,93±3,84	15,96±5,01
PPM, %	7,46±0,36	7,36±0,17	2,06±0,17	2,06±0,17
FFM, %	7,96±0,36	7,80±0,22	2,26±0,17	2,23±0,17

При этом не выявлено статистически достоверных отличий в значениях исследуемых параметров с разных сторон. Подобная тенденция прослеживается и при сравнении таких параметров электронейромиографии как скорость проведения нервного импульса, амплитуда М-ответа и латентности справа и слева. То есть профессиональное занятия прыжками в воду способствует симметричности распределения различных типов тканей в работающих конечностях и сходное функционирование нервно-мышечного аппарата.

Заключение. Анализ результатов полученных данных позволяет заключить, что у квалифицированных прыгунов в воду возможно развитие туннельного синдрома верхних конечностей. Так, в частности, нами выявлены начальные изменения состояния концевых немиелинизированных волокон нерва Medianus. Полученные данные необходимо учитывать при планировании тренировочных нагрузок и восстановительных мероприятий, которые должны быть направлены на профилактику развития патологических изменений нервно-мышечного аппарата атлетов.

Показано высокое количество, значительная синхронность активации двигательных единиц в мышцах верхних и нижних конечностей прыгунов в воду, что способствует эффективному функционированию нервно-мышечного аппарата, позволяющему выполнять сложно-координированные движения высокой сложности и точности.

С целью повышения качества тренировочного процесса прыгунов в воду и снижения травматичности данного вида спорта рекомендуется осуществлять мониторинг функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов.

**Исследование проведено в соответствии с государственным заданием ФГБОУ ВО «ВГИФК» для подведомственных Министерству спорта Российской Федерации научных организаций и образовательных организаций высшего образования на 2019–2021 годы» на выполнение научно-исследовательской работы «Выявление ключевых параметров морфофункционального состояния организма при совершенствовании подготовки спортсменов высшего класса в прыжках в воду».**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технические приёмы уменьшения количества брызг в завершающей фазе прыжков в воду / В.Ю. Карпов, Е.А. Распопова, О.Н. Степанов, П.Е. Курпин // Теория и практика физической культуры. – 2018. – № 5. – С. 71–73.

2. Chemordakov, I.A. Modern view of the clinic and diagnosis of myasthenia gravis / I.A. Chemordakov, V.A. Kutashov // *Journal of Young Scientist*. – 2015 – V. 11, – P. 311–313.
3. Popova, I.E. Key parameters of hemodynamics and tissue composition of working limbs defining functional state of neuromuscular system of basketball players of different ages / I.E. Popova, A.V. Sysoev // *Theory and Practice of Physical Culture*. – 2015. – № 7. – P. 6.
4. Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle / D. Rodriguez-Rosell, F. Pareja-Blanco, P. Aagaard, JJ. Gonzalez-Badillo // *Clin Physiol Funct Imaging*. – 2018. – No. 38 (5). – P. 743–762.
5. Sysoev, A.V. Neuromuscular apparatus of female basketball players in view of their age features / A.V. Sysoev, I.E. Popova // *Theory and Practice of Physical Culture*. – 2014. – № 3. – С. 19.

#### REFERENCES

1. Karpov, V.Yu., Raspopova, E.A., Stepanov, O.N. and Kurpin, P.E. (2018), “Techniques for reducing the amount of splashes in the final phase of diving”, *Theory and practice of physical culture*, No. 5, pp. 71-73.
2. Chemordakov, I.A. and Kutashov, V.A. (2015), “Modern view of the clinic and diagnosis of myasthenia gravis”, *Journal of Young Scientist*, Vol. 11, pp. 311-313.
3. Popova, I.E. and Sysoev, A.V. (2015), “Key parameters of hemodynamics and tissue composition of working limbs defining functional state of neuromuscular system of basketball players of different ages”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No. 7, pp. 6.
4. Rodriguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Aagaard, P. and Gonzalez-Badillo, JJ. (2018), “Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle”, *Clin Physiol Funct Imaging*, No. 38, Vol 5, pp. 743-762.
5. Sysoev, A.V. and Popova, I.E. (2014), “Neuromuscular apparatus of female basketball players in view of their age features”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No. 3, pp. 19.

**Контактная информация:** delta8080@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 27.09.2020*

**УДК 373.291**

### **РАЗВИТИЕ ТОЧНОСТИ ДВИЖЕНИЙ ЗВЕНЬЯМИ ТЕЛА У ДЕТЕЙ 5-7 ЛЕТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УПРАЖНЕНИЙ С ЛАЗЕРНОЙ УКАЗКОЙ**

*Дмитрий Михайлович Правдов, кандидат педагогических наук, доцент Михаил Александрович Правдов, доктор педагогических наук, профессор Российской государственной социальной университет, г. Москва; Любовь Викторовна Правдова, старший воспитатель, «Центр развития ребенка – детский сад № 2», г. Шуя, Юрий Борисович Никифоров, кандидат педагогических наук, доцент, Армавирский государственный педагогический университет*

#### **Аннотация**

Введение. В настоящее время в системе физического воспитания дошкольников недостаточно разработаны методики развития равновесия, глазомера и точности выполнения двигательных действий отдельными звеньями опорно-двигательного аппарата. Упражнения с лазерной указкой разными звеньями тела является универсальным двигательным действием. Они интересны и привлекательны для детей, расширяют и обогащают их двигательный опыт, являются подготовительными и подводящими к выполнению основным видам движений. Цель исследования – экспериментальное обоснование методики развития точности движений на основе использованием упражнений с лазерной указкой разными звеньями опорно-двигательного аппарата у детей 5–7 лет. Методика и организация исследования. В исследовании приняли участие 48 детей. Педагогический эксперимент длился 7 месяцев. Проведено 82 занятия на развитие точности движений с применением специальных упражнений с лазерной указкой. Точность выполнения движений лучом осуществлялась на основе анализа видеозаписей движений при выполнении тестов «Кольцо» и «Ломаная линия». Результаты исследования и их обсуждение. Использование упражнений с лазерной указкой, выполняемых отдельными звеньями тела положительно влияет на развитие точности дви-