

**КОНТРОЛЬ ТЕХНИКИ ЛЫЖНЫХ ЛОКОМОЦИЙ ПРИ
СОПРЯЖЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ
ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ И БЕСПРОВОДНОЙ ТЕНЗОМЕТРИИ**

**CONTROL OF CROSS-COUNTRY SKIING TECHNIQUE WITH THE
CONJUGATE USE OF SURFACE ELECTROMYOGRAPHY AND
WIRELESS TENSOMETRY METHODS**

Дорожко А. С.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

АННОТАЦИЯ. В статье приводятся результаты пилотного эксперимента по сопряженному применению методов поверхностной электромиографии и беспроводной тензометрии в биомеханическом контроле лыжных передвижений спортсменов. В результате эксперимента определены индивидуальные особенности техники лыжных локомоций. Сопряженное использование нескольких методов позволило выполнить контроль техники движений по таким параметрам, как мощность отталкивания верхними и нижними конечностями и амплитуда биоэлектрической активности ведущих групп мышц. Полученная информация может использоваться для корректировки мероприятий учебно-тренировочного процесса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лыжные гонки; лыжная техника; биомеханика движений; электромиография; беспроводная тензометрия.

ABSTRACT. The article presents the results of a pilot experiment on the combined application of surface electromyography and wireless tensometry in biomechanical control of athletes' skiing movements as a result of the experiment, the individual characteristics of the cross-country skiing technique were determined. The simultaneous use of several methods made it possible to control the movements by such parameters as the repulsion power of the upper and lower extremities and the amplitude of the bioelectric activity of the leading muscle groups. The information obtained can be used to adjust the activities of the training process.

KEY WORDS: cross-country skiing; cross-country skiing technique; biomechanics of movements; electromyography; wireless strain gauge.

Введение. На современном этапе развития лыжных видов спорта высокий уровень технической подготовленности является ключевым условием для максимальной реализации физического потенциала спортсмена [1, 4–6]. Одними из основных показателей, характеризующих эффективность лыжной техники, являются динамические параметры движений и параметры мышечной активности [8]. Однако, особенности специфических движений в основных фазах соревновательных упражнений изучены недостаточно полно.

Цель исследования. Апробация методики контроля лыжных локомоций спортсменов с использованием методов поверхностной электромиографии и беспроводной тензометрии.

Методика и организация исследования. В пилотном эксперименте участвовала одна спортсменка – участница международных соревнований по лыжным гонкам. На момент проведения эксперимента вес спортсменки составлял 60 кг, рост 167 см.

В рамках эксперимента спортсменке предлагалось выполнить контрольное упражнение длительностью 2 минуты. Упражнение представляло собой передвижение на лыжероллерах с субмаксимальной интенсивностью по широкополосному тредбану (РОМА, Германия) с использованием исключительно конькового одновременного одношажного хода. Перед выполнением контрольного упражнения проводилась разминка, включающая в себя 15 минут передвижения на лыжероллерах по тредбану с целью адаптации к специфическим условиям искусственной среды.

В процессе выполнения контрольного упражнения осуществлялась синхронная регистрация динамических параметров движений и биоэлектрической активности мышц. Для регистрации динамических параметров техники лыжных передвижений использовались лыжероллеры Marwe Skating 610 A (Marwe Ltd., Финляндия) и лыжные палки KV+ TORNADO (KV+ SA, Швейцария), оснащенные интеллектуальными беспроводными программируемыми тензометрическими датчиками. Каждый датчик представлял собой модульное устройство с возможностью регистрации величины деформации спортивного инвентаря [7]. Величина упругих деформаций лыжного инвентаря характеризовалась уровнем прикладываемых спортсменкой усилий при взаимодействии с опорной поверхностью. Зарегистрированные параметры движений подвергались дальнейшей математической обработке с помощью программного обеспечения Microsoft Excel (Microsoft Corp., USA). В результате расчетов были получены значения параметра относительной мощности отталкивания (Вт/кг).

Для регистрации биоэлектрической активности мышц и последующей обработке полученной информации был использован аппаратно-программный комплекс Delsys Trigno lab (Delsys Inc., США). При обработке данных из полученных сигналов удалялись артефакты и шумы, после чего осуществлялся программный расчет среднеквадратичного значения амплитуды (root mean square) с последующим экспортом полученных данных в таблицы MS Excel. На основе массива амплитудных характеристик выделялись наиболее активно вовлеченные в работу мышечные группы [2]. Регистрировались показатели биоэлектрической активности парных мышечных групп: *m. vastus lateralis*, *m. rectus femoris*, *m. vastus medialis*, *m. rectus abdominis*, *m. external oblique*, *m. triceps brachii*, *m. latissimus dorsi* и *m. erector spinae*. После чего выполнялся расчет коэффициента латеральности α , который отражает насколько симметрично парные мышечные группы проявляют активность друг относительно друга [3].

Результаты. Визуальное отображение данных по относительной средней мощности отталкиваний во время выполнения спортсменкой контрольного упражнения представлены на рисунках 1 и 2.

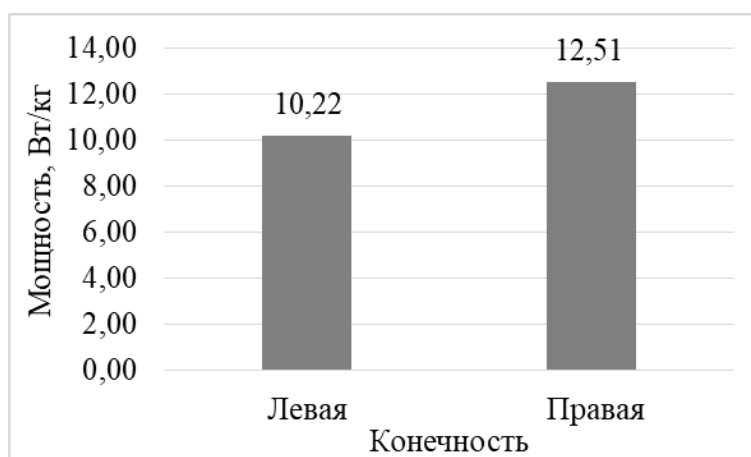


Рисунок 1 – Средние значения мощности отталкивания нижними конечностями (Вт/кг)

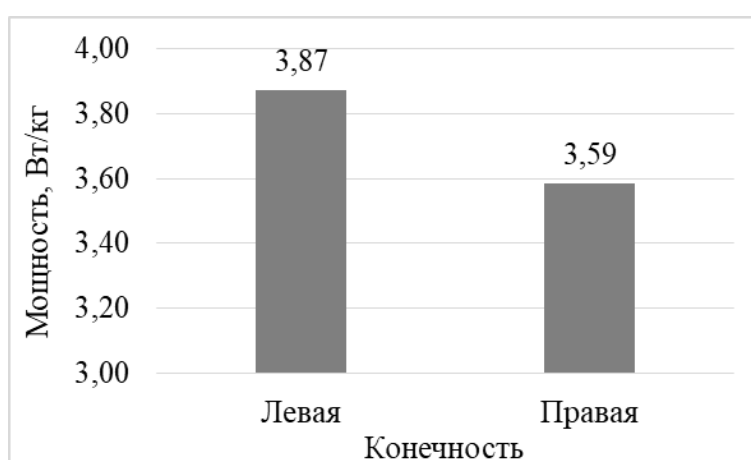


Рисунок 2 – Средние значения мощности отталкивания верхними конечностями (Вт/кг)

Данные по средним значениям амплитуды биоэлектрической активности мышц спортсменки и коэффициенту латеральности во время выполнения контрольного упражнения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные биоэлектрической активности мышц испытуемой при выполнении контрольного упражнения

Мышечная группа		Амплитуда, мкВ $\bar{X} \pm \sigma$	Коэффициент латеральности
Vastus Lateralis	Правый	71,69±22,34	0,760
	Левый	54,50±14,06	
Rectus Femoris	Правый	52,00±26,19	0,576
	Левый	29,93±7,51	
Vastus Medialis	Правый	52,02±12,37	0,928
	Левый	48,30±9,11	
Rectus Abdominis	Правый	33,56±8,42	0,736
	Левый	45,61±11,69	
External Oblique	Правый	15,28±3,32	0,519
	Левый	29,47±9,26	

Triceps Brachii	Правый	89,31±8,65	0,523
	Левый	170,68±31,34	
Latissimus Dorsi	Правый	69,74±10,48	0,962
	Левый	72,49±13,56	
Erector Spinae	Правый	56,50±10,51	0,659
	Левый	85,74±49,89	

При анализе полученных результатов были выявлены следующие особенности:

1. Зафиксирована разница по средним значениям показателя мощности отталкиваний между конечностями. В частности, мощность отталкиваний правой ногой была на 2,29 Вт/кг 18 % больше чем левой, а мощность отталкиваний левой рукой наблюдалась на 0,28 Вт/кг (8 %) выше, чем правой.

2. Наибольшая активность была зафиксирована в *m. triceps brachii* левой руки.

3. Обнаружена асимметричность по данным биоэлектрической активности следующих мышечных групп: *m. vastus lateralis*, *m. rectus femoris*, *m. rectus abdominis*, *m. external oblique*, *m. triceps brachii* и *m. erector spinae*. В целом, мышцы передней поверхности бедра правой ноги имели большую активность, чем у левой ноги. В то же время *m. triceps brachii* левой руки был более активен, чем у правой. А кроме того, активность *m. rectus abdominis*, *m. external oblique*, *m. erector spinae* с левой стороны выше, чем с правой.

На основании полученных данных можно сделать предположение о том, что более высокие значения мощности отталкиваний левой палкой обусловлены большей активностью *m. triceps brachii* левой руки, чем у правой. Похожая особенность наблюдается и в работе ног: мощность отталкиваний правой ногой выше, что может быть обусловлено большей активностью *m. vastus lateralis* и *m. rectus femoris* правой ноги, чем у левой. Возникающая асимметрия по мощности отталкивания, возможно, приводит к дополнительной нагрузке на мышцы-стабилизаторы левой части туловища, отвечающие за поддержание равновесия при лыжных передвижениях, на что указывают большие значения активности *m. rectus abdominis*, *m. external oblique* и *m. erector spinae* с левой стороны, по сравнению с мышцами правой стороны.

Выводы. Полученная информация позволила провести достаточно тщательной анализ техники движений испытуемой при выполнении контрольного упражнения. Сопряжённое применение средств электромиографии и беспроводной тензометрии в качестве средств контроля технического мастерства лыжников высокой квалификации может стать мощным инструментом для поиска индивидуально-оптимальной биомеханической структуры движений.

Список литературы

1. Гурский, А. В. Педагогическая концепция управления системой двигательных действий лыжников-гонщиков: дис. ... док. пед. наук: 13.00.04 / А. Г. Гурский; Смоленск, 2015. – 379 с.
2. Павлова, А. Н. Регистрация и предварительная обработка сигналов ЭМГ: учеб. пособие для студентов физ. факультета / А. Н. Павлова, О. Н. Павлов. – Саратов: Научная книга, 2008. – 80 с.
3. Хохолко, А. А. Электромиографическая оценка рациональности движений в тестовых заданиях со сложной двигательной структурой / А. А. Хохолко, И. Ю. Михута // Прикладная спортивная наука. – 2017. – №1 (5). С. 39–45.
4. Ainegren, M. Skiing economy and efficiency in recreational and elite cross-country skiers / M. Ainegren, P. Carlsson, M. Tinnsten, M. S. Laaksonen // The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2013. – № 27 (5). – P. 1239–52.
5. Hebert-Losier, K. Factors that influence the performance of elite sprint cross-country skiers / K. Hebert-Losier, C. Zinner, S. Platt, T. Stöggl, H. C. Holmberg // Sports Medicine. – 2017. – № 42 (2). – P. 319–342.
6. Sandbakk, Ø. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing / Ø Sandbakk, H. C. Holmberg // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2013. – №. 9 (1). – P. 117–121.
7. Vassiouk, V. Testing of speed-strength readiness of ski athletes using intelligent sensory-based systems / V. Vassiouk, A. Darozhka, A. Minchenya // Sporto Mokslas. – 2019. – № 2 (96). – P. 46–56.
8. Zoppirolli, C. Biomechanical determinants of cross-country skiing performance: A systematic review / C. Zoppirolli, K. Hébert-Losier, H. C. Holmberg, B. Pellegrini // Journal of Sports Sciences. – 2020. – № 38 (18). – P. 2127–2148.

УДК 797.22

КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ ДЫХАТЕЛЬНАЯ ТРУБКА ДЛЯ ПЛАВАНИЯ? (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

WHAT SHOULD BE THE BREATHING TUBE FOR SWIMMING? (ANALYTICAL REVIEW)

Дышко Б. А., д-р биол. наук
ООО «Спорт Технолоджи», г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ. Обзор рынка дыхательных труб для снорклинга, скоростного плавания в ластах и спортивного плавания проведен с позиции их функциональных возможностей. Сформулированы требования к дыхательной трубке для спортивного плавания. Предлагается дыхательная труба для спортивного