

Общие закономерности адаптации нервно-мышечного аппарата спортсменов - паралимпийцев к дозированной вибрационной тренировке

Михеев А.А.¹, д-р фел. наук, д-р биол. наук, доцент
Борщ М.К.¹, Михеев Н.А.²

¹*НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь*

²*Академия МВД Республики Беларусь, Минск, Беларусь*

В настоящее время актуальной является проблема исследования дополнительных тренирующих методов воздействия на организм, дающих возможность эффективно развивать физические качества, необходимые для обеспечения высокого соревновательного результата спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения, но при этом безопасные для состояния их здоровья. Одним из таких методов является дозированная вибрационная тренировка (ДВТ) [1–4]. Известно, что метод дозированной вибрационной тренировки на основе механической вибромиостимуляции относится к эргогенным средствам спортивной подготовки, то есть к стимуляторам функций организма, и включает в себя систему средств и методических приемов. Главная идея применения этого метода состоит в том, что краткосрочные дозированные вибронагрузки стимулируют нервно-мышечный аппарат, вызывая физиологические реакции, лежащие в основе развития физических качеств вообще и силовых возможностей в частности. Очевидно, биологической основой позитивных изменений является наличие в организме человека своеобразного "частотного коридора", при попадании в который генерируемый извне сигнал любой этиологии приводит к эффекту биологического резонанса [5–8]. Вместе с тем, вибрационные упражнения, которые выполняются без дополнительных внешних отягощений, являются щадящими для организма спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения.

Цель исследования заключалась в изучении общих закономерностей адаптации нервно-мышечного аппарата спортсменов - паралимпийцев с глубоким нарушением зрения к

дозированной вибрационной тренировке на основе данных суммарной электромиограммы.

Исследования суммарной биоэлектрической активности мышц проводились при помощи компьютеризированного комплекса "МБН-Нейромиограф" (НМВ-02). Методы математической статистики применялись для обработки информации, полученной в результате 176 наблюдений в динамике, с целью оценки достоверности полученных данных. Все расчеты производились согласно общепринятым требованиям математико-статистической обработки.

В исследовании приняли участие 21 спортсмен-паралимпиец с глубоким нарушением зрения. В соответствии с планом последовательного педагогического эксперимента спортсмены выполняли две тренировочные программы – экспериментальную и контрольную. Экспериментальная двухнедельная программа тренировки включала 6 тренировок с использованием метода вибромиостимуляции, а контрольная с использованием равноценных традиционных тренировочных занятий. В процессе выполнения обеих программ проводилась регистрация и анализ поверхностной ЭМГ (*m. biceps femoris*) и (*m. rectus femoris*) в режиме максимального произвольного мышечного сокращения и после серии выполнения вибрационных и традиционных упражнений.

В таблице 1 приведены среднегрупповые показатели ЭМГ *m. biceps femoris* при выполнении традиционной и экспериментальной программ. До начала экспериментальной программы при произвольном максимальном мышечном сокращении максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ у спортсменов составила $3198,5 \pm 252,4$ мкВ, средняя амплитуда $1022,1 \pm 298,6$ мкВ, средняя частота $47,3 \pm 2,2$ Гц.

До начала контрольной программы максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ составила $3083,6 \pm 241,9$ мкВ, средняя амплитуда $1121,0 \pm 226,1$ мкВ, средняя частота $48,3 \pm 3,7$ Гц. Параметры ЭМГ *m. biceps femoris* при произвольном максимальном мышечном напряжении у спортсменов в процессе выполнения экспериментальной программы имели тенденцию к увеличению. Максимальная амплитуда ЭМГ достоверно ($p < 0,05$) возросла после 3-го занятия и 6-го занятия. Через 4 недели зафиксировано

уменьшение показателей максимальной амплитуды относительно 3-го тестирования. Показатели средней амплитуды имели аналогичную динамику. Параметры средней частоты находились в рамках популяционной нормы и значительных отличий между сериями занятий не имели.

Таблица 1 - Среднегрупповые показатели ЭМГ m. biceps femoris спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения в режиме максимального произвольного напряжения при выполнении экспериментальной и контрольной тренировочных программ

Экспериментальная программа				
Параметры ЭМГ	Показатели при максимальном произвольном сокращении мышц ($\bar{X} \pm \sigma$)			
	1	2	3	4
	Максимальная амплитуда, мкВ	3198,5±252,4	3756,6±201,3+	3885,7±211,1+
Средняя амплитуда, мкВ	1022,1±98,6	1195,6±71,8+	1203,4±67,8+	1116,5±74,8
Средняя частота, Гц	47,3±2,2	48,9±1,3	51,2±2,1	48,4±2,8
Контрольная программа				
Максимальная амплитуда, мкВ	3083,6±241,9	3099,1±198,8*	3105,7±202,0*	3112,2±215,8
Средняя амплитуда, мкВ	1121,0±56,1	1187,1±68,8	1054,4±77,9*	1100,0±87,8
Средняя частота, Гц	48,3±3,7	48,4±2,8	47,9±2,3	47,7±7,8

Примечания:

- 1 – показатели до эксперимента,
- 2 – показатели после 3-й серии стимуляций,
- 3 – показатели после 6-й серии стимуляций,
- 4 – показатели через 4 недели после завершения стимуляций;

* – достоверные различия между показателями ЭМГ при выполнении экспериментальной и контрольной программ ($p < 0,05$)

+ – достоверные различия между данными 1 – 4 тестирований ($p < 0,05$)

Таблица 2 отражает динамику среднегрупповых показателей ЭМГ m. rectus femoris спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения при выполнении динамических упражнений в

процессе экспериментальной и контрольной тренировочных программ.

Таблица 2 - Среднегрупповые показатели ЭМГ m. rectus femoris спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения при выполнении динамических упражнений в процессе экспериментальной и контрольной тренировочных программ

Параметры ЭМГ	Экспериментальная программа			
	Показатели при максимальном произвольном сокращении мышцы ($\bar{X} \pm \sigma$)			
	1	2	3	4
Максимальная амплитуда, мкВ	2145,2±118,3	2603,1±143,2+	2711,3±201,2+	2411,3±215,3
Средняя амплитуда, мкВ	571,1±20,8	695,3±33,5+	731,1±34,5+	628,2±29,8
Средняя частота, Гц	48,4±2,2	49,1±2,5	60,2±2,3+	49,2±3,4
Контрольная программа				
Максимальная амплитуда, мкВ	2021,7±132,3	2098±141,1*	2112,1±128,6*	2107,4±152,1
Средняя амплитуда, мкВ	557,7±26,6	528,5±36,1*	535,9±32,1*	542,7±6,6*
Средняя частота, Гц	50,3±2,6	48,4±3,1	48,9±3,2	49,7±5,7

Примечания:

1 – показатели до эксперимента,

2 – показатели после 3-й серии стимуляций,

3 – показатели после 6-й серии стимуляций,

4 – показатели через 4 недели после завершения стимуляций;

* – достоверные различия между показателями ЭМГ при выполнении экспериментальной и контрольной программ ($p < 0,05$)

+ – достоверные различия между данными 1 – 4 тестирований ($p < 0,05$)

До начала экспериментальной программы при произвольном максимальном мышечном сокращении максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ у спортсменов составила 2145,2±118,3 мкВ, средняя амплитуда 571,1± 20,8, средняя частота 48,4±2,2 Гц. В контрольной программе максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ составила 2021,7±132,3 мкВ, средняя амплитуда 557,7± 26,6 мкВ, средняя частота 50,3±2,6 Гц.

Для сравнения показателей ЭМГ *m. rectus femoris* в процессе выполнения упражнений при выполнении экспериментальной и контрольной тренировочных программ представлены данные, полученные после 3-го стимуляционного занятия, так как именно после 3-х серии наблюдались максимальные приросты показателей. При выполнении динамических упражнений для мышц бедра наблюдалась тенденция к увеличению всех показателей суммарной ЭМГ. Параметры ЭМГ *m. rectus femoris* при произвольном максимальном мышечном сокращении у спортсменов экспериментальной группы имели тенденцию к увеличению. Максимальная и средняя амплитуда ЭМГ, достоверно ($p < 0,05$) возросли после 3-го занятия на и 6-го занятия, тогда как частотные характеристики лишь после 6 серии.

В целом полученные данные суммарной ЭМГ являются показателем возросших силовых возможностей исследуемых мышц после выполнения экспериментальной программы тренировки. Как следует из приведенных в таблицах данных, после выполнения контрольной тренировочной программы достоверных изменений изучаемых показателей не произошло.

Тот факт, что у спортсменов регистрировались высокие параметры средней и максимальной амплитуды при нормальных значениях частотных характеристик свидетельствует о значительной активизации высокопороговых двигательных единиц мышц пояса нижних конечностей и возможности этих мышц проявлять значительные усилия. В целом, увеличение на ЭМГ числа высоких осцилляций сопровождается наиболее согласованным возбуждением мышечных волокон и указывает на улучшение функционального состояния нервно-мышечного аппарата.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что динамика биоэлектрической активности нервно-мышечного аппарата по показателю произвольного максимального мышечного сокращения в серии, состоящей из 6-и тренировок, отличается от динамики показателей биоэлектрической активности мышц, полученных в процессе выполнения вибрационных упражнений.

Наибольший прирост показателей суммарной ЭМГ при выполнении вибрационных упражнений происходит в интервале между первым и третьим занятием, после чего наблюдается

стабилизация, либо некоторое незначительное снижение показателя. Параметры ЭМГ во время выполнения произвольного максимального мышечного сокращения, напротив, достигают максимума после выполнения полного курса стимуляций, состоящего из 6-и тренировок.

Очевидно, такое соотношение отражает объективно существующую полиуровневую иерархию адапционных процессов в ответ на предлагаемую нагрузку в виде вибрационного упражнения (ВУ). Действительно вибрация по механизму спинномозгового безусловного рефлекса вызывает тонический вибрационный рефлекс, суть которого состоит в рекрутировании максимального количества ДЕ, так же как при выполнении упражнений силового характера. На электромиограмме это фиксируется как немедленное максимальное увеличение частотных и амплитудных характеристик стимулируемых мышц, что является отражением процесса адаптации на первом, системном, уровне. Динамика параметров ЭМГ при произвольном максимальном мышечном сокращении отображает процессы адаптации, происходящие на более высоком, организменном уровне, которые хронологически первично фиксируются как улучшение физических качеств и вторично – как улучшение спортивного результата. Постепенное увеличение физических качеств является процессом, обусловленным первичной мобилизацией большого количества ДЕ и соответствующей стимуляцией гормональной секреции, которая разворачивается во времени с некоторым запаздыванием. Последним в хронологической цепи описываемых событий стоит соревновательный результат, который свою очередь зависит от того, насколько быстро произойдет педагогическое согласование возросшего уровня физических качеств и спортивной техники.

Таким образом, можно сказать, что первый уровень адаптации, являясь базовым, связан с внутренними процессами, происходящими в мышцах, и определяется только с помощью электрофизиологических методов исследования. На втором уровне результаты адаптации тренировочной работы фиксируются с помощью педагогических средств, поскольку имеют внешние проявления в виде параметров двигательного действия и соревновательного результата.

Выводы:

- дозированная вибрация, на фоне которой выполняются как статические, так и динамические упражнения, является фактором, стимулирующим дополнительное увеличение частотных и амплитудных характеристик ЭМГ мышц нижних конечностей по сравнению со значениями этих характеристик, фиксируемых при выполнении традиционных упражнений без применения вибрации;
- силовые возможности мышц возрастают как при использовании статических вибрационных упражнений в режиме растягивания, так и с применением динамических вибрационных упражнений в повторном режиме;
- при отсутствии поддерживающей программы стимуляции биоэлектрическая активность нервно-мышечного аппарата уменьшается до исходных значений в течение 4-х недель.

1. Михеев, А.А. Стимуляция биологической активности как метод управления развитием физических качеств спортсменов : в 2ч. / А.А. Михеев.– Мн., 1999. – 398 с.

2. Михеев, А.А. Развитие физических качеств спортсменов с применением метода стимуляции биологической активности организма: дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / А.А. Михеев – М., 2004. – 424 с.

3. Михеев, А.А. Биологические основы дозированной вибрационной тренировки спортсменов : монография / А.А. Михеев – Мн. : БГУФК, 2006. – 240 с.

4. Bosco, C. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles / C. Bosco, M. Cardinale, O. Tsarpela // *European Journal of Applied Physiology.* – 1999. – N 79. – P. 306–311.

5. Bosco, C. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure / C. Bosco [etc.] // *Clinical Physiology.* – 1999. – N 19. – P. 183–187.

6. Cardinale, M. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies / M. Cardinale, J. Lim // *Journal of Strength and Conditioning Research.* – 2003. – N 17 (3). – P. 621–624.

7. Delecluse, C. Strength increase after whole body vibration compared with resistance training / C. Delecluse, M. Roelants, S. Verschueren // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2003. – N 35. – P. 1033–1041.

8. Desmedt, J.E. Mechanisms of vibration-induced inhibition or potentiation: Tonic vibration reflex and vibration paradox in man / J.E. Desmedt // *Advanced Neurology*.- 1983. – N 39. – P. 671–683.

УДК 796.022.012

Проектирование нестандартного оборудования спортивных плоскостных сооружений

Бельский И.В.¹ д-р пед. наук, профессор

Петровская О.Г.¹, Петровский Д.Н.²

¹*Белорусский национальный технический университет*

²*ОАО «Амкодор», Минск, Беларусь*

Целью работы было проектирование модельного ряда учебно-методических комплексов на базе УМК-1 [1] для развития более широкого спектра физических качеств, формирования различных двигательных навыков и реабилитации. Применение опытной партии УМК-1 в учебно-тренировочном процессе БНТУ позволило значительно расширить вариативный компонент учебных и самостоятельных занятий с соблюдением методики тренировки, норм и требований техники безопасности.

Предлагаемые авторами учебно-методические комплексы УМК-2 и УМК-3 предназначены для развития и поддержания силы и выносливости мышц пояса верхних, нижних конечностей и туловища. Создаваемая с их помощью тренировочная нагрузка обеспечивается за счет преодоления веса собственного тела. Одним из положительных аспектов использования комплексов является возможность варьирования нагрузки, подбор места занятия с учетом антропометрических данных, отсутствие истираемых элементов конструкции, а так же высокая пропускная способность.

Комплексы могут быть использованы в качестве средства общей и специальной физической подготовки в большинстве видов спорта,