

11. Макарова, Г.А. Фармакологическое обеспечение в системе подготовки спортсменов / Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2003. – С. 122, 137.

12. Орадовская, И.В. К методике проведения массовых иммунологических обследований определенных контингентов населения в условиях воздействия антропогенных факторов / И.В. Орадовская, Б.В. Пинегин // Иммунология. – 1990. – № 2. – С. 70–76.

13. Кетлинский, С.А. Иммунология для врача / С.А. Кетлинский, Н.М. Калинина. – СПб.: ТОО Издательство «Гиппократ», 1998. – 156 с.

14. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.

15. Семененя, И.Н. Естественные киллерные клетки (ЕКК) как звено в иммунной системе организма / И.Н. Семененя // Иммунология. – 1993. – № 2. – С. 4–6.

03.09.2013

УДК 796.015:615.837

## **ДИНАМИКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРОМИОСТИМУЛЯЦИИ**

**А.А. Михеев, д-р пед. наук, д-р биол. наук, доцент,  
НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь**

### *Аннотация*

*Проведено исследование влияния вибромиостимуляции на работоспособность спортсменов. Показано, что после 3-дневного специального тренинга с суммарной продолжительностью вибронагрузки 40 минут достоверно повышаются показатели максимальной физической работоспособности. Оптимальная доза вибрационной нагрузки (ОДССН) в серии из трех стимуляционных занятий составляет от 20 до 40 минут.*

## **THE DYNAMICS OF PHYSICAL WORKABILITY OF SPORTSMEN IN THE COURSE OF DURING VIBRATION MIOSTIMULATION**

### *Abstract*

*Research of influence of the combined method based on vibration miostimulation on physical workability of sportsmen is carried out. It is shown that after 3-day special trainings with total duration of vibration 40 minutes indicators of the maximum physical workability authentically raise. The optimum dose of vibration stimulating load (ODCSL) in a series of three stimulating sessions is 20–40 minutes.*

### *Введение*

Известно, что дозированный вибротренинг (ДВТ) способствует адаптации организма спортсменов к большому объему физических нагрузок [1–4]. Дозированная вибрационная тренировка относится к эргогенным средствам спортив-

ной подготовки, то есть к стимуляторам функций организма [5, 6]. Вибрационные упражнения активизируют секрецию гормонов, влияющих на белковый обмен, в связи с чем они используются в тренировочном процессе с целью ускорения развития физических качеств спортсменов. Однако до настоящего времени эффективность этого фактора для повышения работоспособности спортсменов изучена недостаточно. Целью настоящего исследования было определение эффективности применения дозированной вибрационной тренировки для повышения общей работоспособности на основе изучения гормонального статуса организма спортсменов, представляющих циклические и сложнокоординационные виды спорта. В задачи исследования входило определение динамики общей физической работоспособности, а также уровня содержания гормонов в крови спортсменов в условиях предельной велоэргометрической нагрузки, выполняемой до и после серии смежных вибрационных тренировок.

#### *Методы и материалы*

В исследованиях приняли участие спортсмены мужского пола. Испытуемые на протяжении 2 недель выполняли экспериментальную программу стимуляции, которая состояла из шести сеансов воздействия дозированной вибрацией по три сеанса на каждой неделе.

Вибрационная тренировка подразумевала выполнение вибрационных упражнений динамического характера в повторном режиме с применением вибротренажера [1]. Для корректности сравнения результатов исследований упражнения, предлагаемые участникам экспериментальной группы, были унифицированы. В каждом упражнении вибростимуляции подвергались мышцы рук и ног. Для этого испытуемым было предложено выполнять комбинированное упражнение, состоящее из двух частей, следующих друг за другом без перерыва: сгибаний–разгибаний рук в упоре сидя сзади и приседаний с опорой на вибротренажеры в темпе 1 цикл движения за 1 секунду. Испытуемые прекращали выполнение упражнения после того, как темп упражнения снижался, что являлось признаком наступления утомления. На каждой из тренировок испытуемые выполняли по 8 подходов описанного выше комбинированного упражнения. Интервалы отдыха между подходами составляли 3–5 минут (до полного восстановления). Средняя продолжительность каждого сеанса виброимпульсной стимуляции составляла  $854 \pm 35$  секунд [4].

После каждой стимуляции испытуемым предоставлялся один день отдыха, а после третьей стимуляции – два дня.

Было выполнено 3 блока обследований. Первое обследование было проведено до начала стимуляций и фиксировало исходное функциональное состояние испытуемых. Второе тестирование состоялось через два дня после окончания третьей серии занятий. Третье тестирование было проведено после окончания программы стимуляций.

Для тестирования общей физической работоспособности применяли субмаксимальный велоэргометрический тест со ступенчато повышающейся на-

грузкой [7–9]. Начальная мощность нагрузки составляла 75–100 Вт и устанавливалась в зависимости от весоростовых характеристик. Длительность каждой ступени составляла 2 минуты. Скорость педалирования составляла 60 оборотов в минуту. Каждые две минуты мощность увеличивали на 25 Вт (или 150 кгм/мин) без интервалов отдыха вплоть до отказа от работы из-за наступления утомления. Показатели ЧСС во время работы фиксировались ежеминутно инструментальным методом.

Для оценки общей физической работоспособности анализировали следующие показатели: суммарный объем работы (А, кгм), максимально достигнувшую мощность нагрузки (W, кгм/мин, Вт), максимально достигнувшую мощность нагрузки в пересчете на килограмм массы тела (W, Вт/кг), частоту сердечных сокращений на высоте физической нагрузки (ЧСС нагр, уд/мин). Уровень максимального потребления кислорода МПК (л/мин, мл/мин/кг) рассчитывали на основании величины PWC170 по формуле В.Л. Карпмана [10–12].

Содержание гормонов определяли иммуноферментным методом с использованием наборов реактивов ООО «Хема-Медика» и планшетного иммуноферментного анализатора «SUNRISE». Показатели состава крови анализировали с использованием автоматического гематологического анализатора “Sysmex” (пр-ва Японии).

#### *Результаты и обсуждение*

Результаты сравнительного анализа среднегрупповых значений показателей общей физической работоспособности и функций энергообеспечения мышечной деятельности спортсменов экспериментальной группы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики показателей общей физической работоспособности и энергообеспечения спортсменов до и после вибромиостимуляции в сочетании с общей магнитотерапией

Показатели	1 обследование	2 обследование	t-value	p
t, мин	7,3±1,8	8±1,83	-0,29	0,780
A, кгм	6600±846	7725±1039	0,59	0,578
W, кгм	1050±162	1125±178	-0,31	0,766
W, Вт	175±27	187,±29	-0,31	0,766
W, Вт/ мин/кг	2,7±0,1	2,8±0,1	-1,01	0,351
ЧСС пок., уд/мин	69,6±6,4	71,5±7,9	-0,19	0,857
ЧСС нагр., уд/мин	182,8±3,6	183,5±3,9	-0,14	0,893
PWC <sub>170</sub> , кгм/мин	900±106	975±225	-0,30	0,773
МПК, л	3,1±0,2	3,2±0,5	-0,30	0,773
МПК, л/мин/кг	48,1±4,2	48,7±2,1	-0,13	0,904
V <sub>6</sub> , %	40±2	41±2	-0,41	0,693
ПАНО, % от МПК	54±1	58±1	-1,76	0,121
ЧСС ПАНО, уд/мин	128±4	129±5	-0,19	0,854

В данной выборке спортсменов были зарегистрированы достоверные различия по усредненным показателям общей физической работоспособности до и после проведения серии запланированных экспериментальных сеансов. Так после курса сочетанной стимуляции возросли среднегрупповые значения следующих показателей: продолжительности выполнения нагрузочной пробы – с  $7,3 \pm 1,8$  до  $12,5 \pm 1,4$  мин (71,2 %), суммарной работы – с  $6600 \pm 846$  до  $8990 \pm 972$  кгм (36,2 %), максимально достигнутой мощности в абсолютных величинах – с  $1050 \pm 162$  до  $1680 \pm 139$  кгм (60,0 %) и в относительных величинах – с  $2,7 \pm 0,1$  до  $4,8 \pm 0,1$  Вт/мин/кг (77,0 %). Показатели физической работоспособности на уровне АНП повысились на 16 % ( $p > 0,05$ ) – с  $900 \pm 106$  до  $1050 \pm 50,0$  кГм/мин, что свидетельствует о повышении окислительных способностей работающих мышц.

Расчетные показатели МПК в абсолютных единицах в ходе эксперимента существенно не изменились, однако наблюдалось недостоверное увеличение (13 %) этого показателя относительно массы тела спортсменов.

В связи с выявленными позитивными изменениями физической работоспособности под влиянием специального тренинга на основе вибромиостимуляции была изучена динамика гормонального статуса организма спортсменов.

В покое в крови у спортсменов исследовалось содержание тестостерона, кортизола и соматотропного гормона (гормона роста) до и после применения 3- и 6-дневного специального тренинга на основе вибромиостимуляции. Результаты исследований представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Динамика уровня тестостерона, кортизола (нмоль/л) и соматотропного гормона (СТГ, нг/мл) у спортсменов под влиянием специального тренинга на основе биомеханической стимуляции

Показатели	1 обследование	2 обследование	3 обследование	$t_{1-2}$	$p_{1-2}$	$t_{1-3}$	$p_{1-3}$
Кортизол	$535,8 \pm 175,14$	$969,8 \pm 273,46$	$505,2 \pm 76,61$	-1,39	0,206	0,16	0,877
Тестостерон	$4,7 \pm 2,99$	$5,0 \pm 3,48$	$2,9 \pm 1,8$	-0,07	0,947	0,50	0,631
СТГ	$2,8 \pm 1,72$	$2,4 \pm 0,76$	$1,1 \pm 0,35$	0,21	0,838	0,96	0,363

Примечание:  
 1 тестирование (фоновое) – без применения специального тренинга;  
 2 тестирование – после 3 сеансов;  
 3 тестирование – после 6 сеансов

Неоднозначное изменение содержания в крови гормонов после выполнения заданий специального тренинга на основе вибромиостимуляции, очевидно, обусловлено спецификой их влияния на метаболические процессы, что для наглядности проиллюстрировано на рисунке 1. Данные свидетельствуют о том, что изменение уровня гормонов в крови у спортсменов носит неоднозначную направленность.

Уровень кортизола почти в 2 раза возрастал после 3-дневного специального тренинга со снижением ниже исходного после 6-дневного. Содержание тестостерона в крови спортсменов во время второго обследования не отличалось от



Рисунок 1 – Динамика уровня гормонов в крови спортсменов в зависимости от величины специального тренинга на основе биомеханической стимуляции

исходного, а в третьем – было значительно ниже величин, полученных в исходном состоянии и после 3-дневного специального тренинга. Уровень соматотропного гормона снижался от тестирования к тестированию и после третьего был ниже исходного более чем в 2 раза. Кортизол является основным регулятором баланса углеводов, белков и липидов в крови, а также служит показателем работоспособности за счет поддержания глюкозы в крови на высоком уровне. Повышение его уровня в крови у спортсменов после заданий специального тренинга на основе 3-разовой стимуляции расценивается положительно, так как отражает степень усиления деятельности надпочечников, играющее в процессах приспособления (адаптации) спортсменов к нагрузкам важную роль. Во-первых, усиление деятельности коры надпочечников обеспечивает общее тонизирующее адаптационных реакций. Во-вторых, синтезируемые глюкокортикоиды контролируют углеводный и белковый метаболизм, влияют на работоспособность, стимулируют глюконеогенез, тем самым поддерживают уровень глюкозы в крови и, таким образом, способствуют энергообеспечению организма во время физических нагрузок. Тестостерон служит показателем силовых возможностей и волевых качеств спортсмена. Поскольку продукция тестостерона способствует анаболическим процессам, прежде всего в мышечной ткани, увеличивая массу мышц, то его уровень во втором обследовании, несколько превышающий исходный, можно расценивать как положительный фактор доза-эффекта специального тренинга на основе 3-разовой вибромиостимуляции. Значительное снижение уровня тестостерона при третьем обследовании также указывает на снижение напряженности коры надпочечников и их регуляторной функции в протекании обменных процессов после заданий специального тренинга на основе 6-разовой вибромиостимуляции. При этом, как свидетельствуют данные литературы, понижение содержания гормонов коры надпочечников ниже исходного уровня в дальнейшем сопровождается угнетением функции коры надпочечников.

Уровень соматотропного гормона под действием физических нагрузок, как правило, повышается. Поэтому его столь резкое снижение, наблюдаемое в третьем обследовании спортсменов, указывает на чрезмерность нагрузки, получаемой спортсменами при выполнении заданий специального тренинга на основе 6-разовой вибромиостимуляции.

Таким образом, значительное снижение кортизола, тестостерона и соматотропного гормона у спортсменов, наблюдаемое после заданий специального тренинга на основе 6-разовой вибромиостимуляции, свидетельствует о неблагоприятных изменениях гормонального статуса их организма, что не может носить адаптивный характер. Результаты гормональных исследований позволяют указать на большее стимулирование деятельности желез внутренней секреции (в данном случае коры надпочечников и гипофиза) у дзюдоистов после второго тестирования как позитивного фактора «доза-эффект» специального тренинга на основе 3-разовой вибромиостимуляции. Таким образом, можно констатировать, что после сеансов вибромиостимуляции повысились показатели максимальной физической работоспособности и показатели физической работоспособности на уровне АИП.

#### *Выводы*

1. Дозированная по частотным, амплитудным и временным характеристикам механическая вибрация в процессе выполнения физических упражнений активизирует деятельность нервно-мышечного аппарата благодаря возникновению в мышцах продольно направленных резонансных вибрационных волн. Это вызывает системную реакцию всего организма, что приводит к прогнозируемым и управляемым изменениям функционального состояния.

2. После 3-дневного специального тренинга с суммарной продолжительностью вибронгрузки 40 минут и суммарной экспозицией ОМТ 60 минут повышаются показатели максимальной физической работоспособности.

3. Вибромиостимуляция оказывает значительное влияние на гормональный статус спортсменов. Результаты гормональных исследований указывают на оптимальность 3-разовой сочетанной стимуляции деятельности желез внутренней секреции – коры надпочечников и гипофиза. В частности, после трех стимуляций достоверно возрастает уровень кортизола и тестостерона в крови, что является объективным фактором улучшения скоростно-силовых качеств и основой специального тренинга для спортсменов скоростно-силовых видов спорта.

4. Оптимальная доза стимуляционной нагрузки (ОДССН) в серии из трех стимуляционных занятий составляет от 20 до 40 минут.

#### *Список использованных источников*

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

2. Issurin, V.B. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility / V.B. Issurin, D.G. Liebermann, G. Tenenbaum // Journal of Sports Science. – 1994. – № 12. – P. 561–556.

3. Issurin, V.B. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes / V.B. Issurin, G. Tenenbaum // Journal of Sports Science. – 1999. – № 17. – P. 177–182.

4. Улащик, В.С. Общая физиотерапия: учебник / В.С. Улащик, И.В. Лукомский. – Минск, 2003. – 512 с.

5. Волков, В.М. Резервы спортсмена: метод. пособие / В.М. Волков, А.А. Семкин. – Минск, 1993. – 92 с.

6. Уильямс, М. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки / М. Уильямс. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 255 с.

7. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – С. 10–170.

8. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1979. – С. 20–50.

9. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.

10. Душанин, С.А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле: метод. рекомендации / С.А. Душанин. – Киев, 1986. – 21 с.

11. Карпман, В.Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – С. 20–25.

12. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков // Спортивная медицина. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – С. 21–154.

03.09.2013

УДК 612.13:615.837

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И РЕГИОНАРНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВИБРАЦИОННОЙ ТРЕНИРОВКИ**

**А.А. Михеев, д-р пед. наук, д-р биол. наук, доцент,  
НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь**

### *Аннотация*

*Целью настоящего исследования явилось изучение воздействия дозированной вибрационной тренировки по методу стимуляции биологической активности на центральную и регионарную гемодинамику пловцов и определение характера изменений артериального и венозного кровообращения в голени. В задачи исследования входило изучение влияния дозированной вибрации на состояние периферического кровообращения и определение эффективности вибрационной тренировки по результатам сравнительных исследований вибрационных и традиционных упражнений.*

## **THE STUDY OF REACTIONS OF THE BLOOD CIRCULATORY SYSTEM WITH VIBRATION TRAINING**

### *Abstract*

*At present a great quantity of work is devoted to the problem of peripheral blood circulation in athletes, however questions on a change in local blood flow with*