

УДК 796.01:612

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УВЕЛИЧЕНИЯ СИЛОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИБРАЦИОННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ



**Михеев Н.А.**

(Белорусский государственный университет физической культуры)

*В статье на основе электромиографических, биохимических и гормональных исследований дается физиологическое обоснование эффективности вибрационной тренировки с целью развития силовых способностей сотрудников ОВД. Показано, что вибротренинг формирует определенную динамику физиологических показателей, сопряженную с обеспечением процесса развития мышечной силы.*

**Ключевые слова:** *вибрационная тренировка, электромиограмма, биохимия.*

### STUDY ON PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF STRENGTH ABILITIES INCREASING USING VIBRATION EXERCISES

*In the article on the basis of EMG, biochemical, and hormonal studies physiological justification of vibration training effectiveness with the purpose of strength abilities development of officers of internal affairs bodies is provided. It is shown that vibration training creates a certain dynamics of physiological indicators associated with the process of muscular strength development.*

**Keywords:** *vibration training, EMG, biochemistry.*

#### **Введение**

Известно, что под воздействием вибрационной тренировки в течение короткого срока улучшаются силовые способности человека [1–8]. Целью исследования было на основе электромиографических, биохимических и гормональных исследований выполнить физиологическую объективизацию процесса развития мышечной силы.

#### **Методы и материалы**

Для решения поставленных задач были использованы следующие теоретические и экспериментальные методы исследования:

- анализ и обобщение литературных данных;
- педагогический эксперимент;
- электромиография;
- биохимические методы;
- методы математической статистики.

В эксперименте использовался тренировочный метод с применением вибрационных физических упражнений, состоящий из 8 занятий в течение 16 дней с суммарным временем вибронагрузки 56 минут. В исследованиях приняли участие 30 курсантов Академии МВД Республики Беларусь, разделенных на две идентичные по количественному составу, возрасту и антропометрическим показателям группы – экспериментальную и контрольную.

#### **Результаты и обсуждение**

В процессе исследования определялась динамика показателей поверхностной ЭМГ у испытуемых под влиянием дозированной вибрационной тренировки. Амплитуда ЭМГ отражает уровень суммарной активности двигательных единиц синхронизированной во времени, т. е. чем больше амплитуда ЭМГ, тем выше эффективность управления работой мышц со стороны центральной нервной системы. Величина площади под кривой ЭМГ, т. е. суммарная электрическая активность многих двига-

тельных единиц, отражает величину общей работы, произведенной мышечными волокнами.

Сравнительный анализ показателей средней и максимальной амплитуды ЭМГ *m. rectus femoris* представлен в таблице 1.

При произвольном максимальном мышечном сокращении до эксперимента биоэлектрическая активность *m. rectus femoris* по параметрам амплитудных значений находилась в пределах клинической нормы. После проведения 4 стимуляционных занятий произошло достоверное ( $P < 0,05$ ) увеличение средней амплитуды ЭМГ левой ноги на 93,03 % с  $451,96 \pm 53,43$  мкВ до  $872,65 \pm 81,53$  мкВ, правой ноги на 81,22 % с  $556,86 \pm 61,54$  мкВ до  $1009,44 \pm 137,75$  мкВ. Максимальная амплитуда ЭМГ левой ноги достоверно ( $P < 0,05$ ) увеличилась на 81,85 %, с  $3898,72 \pm 120,07$  мкВ по  $7089,84 \pm 176,65$  мкВ, а правой ноги на 118,30 % с  $3258,66 \pm 62,05$  мкВ по  $7112,64 \pm 237,34$  мкВ. В процессе дальнейшего выполнения экспериментальной тренировочной работы происходило увеличение показателей средней и максимальной амплитуды ЭМГ как правой, так и левой ноги относительно исходных значений. После проведения 8 вибротренировок произошло достоверное ( $P < 0,05$ ) увеличение средней амплитуды ЭМГ левой ноги на 97,17 % с  $451,96 \pm 53,43$  мкВ по  $891,08 \pm 92,55$  мкВ, а правой ноги на 90,04 % с  $3258,66 \pm 62,05$  мкВ по  $7351,83 \pm 232,22$  мкВ. Максимальная амплитуда ЭМГ левой ноги достоверно ( $P < 0,05$ ) увеличилась на 78,34 % с  $3898,72 \pm 120,07$  мкВ по  $6953,36 \pm 116,11$  мкВ, а правой ноги на 125,62 % относительно исходных данных с  $3258,66 \pm 62,05$  мкВ по  $7351,83 \pm 232,22$  мкВ. По отношению к показателям 2-го тестирования также наблюдался некоторый, не достигший уровня статистической значимости, прирост. Через 1 месяц показатели средней

амплитуды левой ( $653,44 \pm 54,07$  мкВ) и правой ног ( $768,49 \pm 40,66$  мкВ) были достоверно ( $P < 0,05$ ) выше исходных показателей, соответственно на 44,56 % и 70,01 %. Показатели максимальной амплитуды ЭМГ левой ( $5518,87 \pm 228,61$  мкВ) и правой ног ( $6483,62 \pm 206,01$  мкВ) были достоверно ( $P < 0,05$ ) выше исходных значений на 48,51 % и 66,33 %.

Показатели средней амплитуды ЭМГ левой ноги испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки были достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 68,71 % показателей испытуемых контрольной группы ( $872,65 \pm 81,53$  мкВ и  $517,31 \pm 34,07$  мкВ), а после 8-й тренировки достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 60,82 % ( $891,08 \pm 92,55$  мкВ и  $554,31 \pm 63,38$  мкВ). По показателю максимальной амплитуды ЭМГ левой ноги испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки были достоверно ( $P < 0,05$ ) на 109,41 % выше показателей испытуемых контрольной группы ( $7089,84 \pm 176,65$  мкВ и  $3385,72 \pm 339,79$  мкВ), а после 8-й тренировки достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 75,81 % ( $6953,36 \pm 116,11$  мкВ и  $3954,64 \pm 255,76$ ). Показатели средней амплитуды ЭМГ правой ноги испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки были достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 72,55 % показателей испытуемых контрольной группы ( $1009,44 \pm 137,75$  мкВ и  $585,72 \pm 39,79$  мкВ), а после 8-й тренировки достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 91,12 % ( $1058,84 \pm 276,09$  мкВ и  $585,72 \pm 39,79$ ). По показателю максимальной амплитуды ЭМГ правой ноги испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки были достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 42,92 % показателей испытуемых контрольной группы ( $7112,64 \pm 237,34$  мкВ и  $4976,34 \pm 392,56$  мкВ), а после 8-й тренировки достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 44,72 % ( $7351,83 \pm 232,22$  мкВ и  $5080,05 \pm 461,25$  мкВ).

Таблица 1. – Показатели биоэлектрической активности четырехглавых мышц бедра испытуемых экспериментальной и контрольной групп в процессе вибротренинга при произвольном максимальном мышечном сокращении

Показатели биоэлектрической активности мышц	Мышцы левой ноги				Мышцы правой ноги			
	№ обследования				№ обследования			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Экспериментальная группа								
Средняя амплитуда, мкВ	451,96±53,43*	872,65± 81,53*	882,14±89,73*	653,44± 54,07*	556,86±61,54	1009,44±137,75*	1125,17±104,58*	768,49±40,66*
Максимальная амплитуда, мкВ	3898,72±1020,07	7089,84±176,65*	6953,36±16,11*	5518,87± 228,61*	3258,66±62,05*	7112,64±237,34*	7351,83±232,22*	6483,62±206,01*
Контрольная группа								
Средняя амплитуда, мкВ	494,2±27,98*	517,31±34,07*	554,31±63,38*	557,4± 58,28*	542±58,05	585,72±39,79*	554,64±55,76*	606,3±55,48*
Максимальная амплитуда, мкВ	3426,71±301,42	3385,72±339,79*	3954,64±255,76*	3980,57±318,34*	3556,66±261,02*	4976,34±392,56*	5080,05±461,25*	5069,13±366,85*
Примечания * достоверные различия ( $P < 0,05$ ) между исходными данными и результатами последующих обследований; + достоверные различия ( $P < 0,05$ ) между показателями экспериментальной и контрольной групп								

Через 1 месяц среднегрупповые показатели биоэлектрической активности мышц левой ноги испытуемых экспериментальной группы были достоверно выше показателей испытуемых контрольной группы по средней амплитуде на 14,65 % (653,44±54,07 мкВ и 557,40±58,28 мкВ), по максимальной амплитуде на 27,87 % (5518,87±228,61 мкВ и 3980,57±318,34 мкВ). Показатели ЭМГ правой ноги имели такую же динамику: по средней и максимальной амплитуде превышение показателей экспериментальной группы над показателями контрольной составило соответственно 21,06 % (768,49±40,66 мкВ и 606,30±55,48 мкВ) и 21,81 % (6483,62±206,01 мкВ и 5069,13±366,85 мкВ).

По усредненным показателям ЭМГ правой и левой ног после 4-й тренировки суммарная биоэлектрическая активность мышц достоверно (P<0,05) увеличилась на 93,60 %, а после восьмой тренировки на 97,79 % относительно исходных данных (P<0,05). Из данных, представленных в таблице 2, следует, что в контрольной группе достоверных изменений ЭМГ зафиксировано не было.

Закономерности изменения биохимических и гормональных показателей в организме испытуемых под влиянием вибростимуляции отражали степень воздействия метода на нервно-мышечный аппарат испытуемых.

Известно, что повышение активности фермента креатинфосфокиназы (КФК) свидетельствует об увеличении нагрузки на мышцы. Увеличение концентрации тестостерона связано с анаболическими процессами в мышцах и, кроме того, способствует процессу возникновения особого психологического состояния – так называемой «спортивной злости». Повышение концентрации дофамина и метанефрина способствует формированию оптимистического психологического статуса человека. В таблице 2 приведены данные динамики биохимических и гормональных показателей испытуемых экспериментальной и контрольной групп.

Из таблицы 2 следует, что после 4 тренировок серии воздействий наблюдалось достоверное

повышение активности КФК в крови испытуемых экспериментальной группы на 87,8 % (P<0,05) с 102,15±5,31 Ед/л по 191,92±4,78 Ед/л. После 8 тренировок активность КФК оставалась практически на том же уровне – 193,31±4,48 Ед/л (89,2 %), а через месяц после окончания вибротренинга снизилась до исходного уровня – 94,54±11,99 Ед/л.

Показатели активности КФК испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки были достоверно (P<0,05) выше на 90,43 % показателей испытуемых контрольной группы (191,92±4,78 Ед/л и 100,49±2,74 Ед/л), а после 8-й тренировки достоверно (P<0,05) выше на 104,64 % (193,31±4,48 Ед/л и 94,46±4,42 Ед/л).

В динамике уровня тестостерона под влиянием вибростимуляции отмечалась тенденция к постоянному увеличению. Так после 4-й стимуляции уровень гормона достоверно увеличился у испытуемых экспериментальной группы на 12,02 % (P<0,05) с 19,05±0,35 нмоль/л до 21,34±0,21 нмоль/л, а после 8-й тренировки – на 34,54 % с 19,05±0,35 нмоль/л до 25,63±0,46 нмоль/л (P<0,05). Через 1 месяц превышение уровня тестостерона относительно исходного значения составило 20,13 % (P<0,05) – 22,85±0,83 нмоль/л.

Содержание тестостерона в плазме крови испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки были достоверно (P<0,05) выше на 18,81 % показателей испытуемых контрольной группы (21,34±0,21 нмоль/л и 17,96±0,20 нмоль/л), после 8-й тренировки достоверно (P<0,05) выше на 67,49 % (25,63±0,46 нмоль/л и 17,30±0,72 нмоль/л), а через 1 месяц – на 74,04 % (22,85±0,83 нмоль/л и 16,92±0,18 нмоль/л). Таким образом в результате применения вибротренинга был зафиксирован достоверный пролонгированный эффект гормональной секреции. Из данных, представленных в таблице 2, следует, что в контрольной группе достоверных изменений зафиксировано не было.

В таблице 3 представлены данные содержания в крови испытуемых гормонов дофамина и метанефрина.

Таблица 2. – Динамика биохимических показателей испытуемых экспериментальной и контрольной группы

Показатели	№ обследования			
	1	2	3	4
Экспериментальная группа				
КФК, Ед/л	102,15±5,31	191,92±4,78*+	193,31±4,48*+	94,54±11,99
Тестостерон, нмоль/л	19,05±0,35	21,34±0,21*+	25,63±0,46*+	22,85±0,83*+
Контрольная группа				
КФК, Ед/л	98,68±4,17	100,49±2,74	94,46±4,42	97,67±5,56
Тестостерон, нмоль/л	18,29±1,13	17,96±0,20	17,30±0,72	16,92±0,18
Примечания				
* достоверные различия относительно исходных значений на уровне значимости P<0,05;				
+ достоверные различия между показателями экспериментальной и контрольной групп на уровне значимости P<0,05;				
1 – исходные данные; 2 – после 4 тренировок; 3 – после 8 тренировок; 4 – через 4 недели				

Как следует из данных, представленных таблице 3, уровень дофамина у испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки достоверно увеличился на 168,78 % ( $P < 0,05$ ) с  $18,42 \pm 0,99$  нг/мл по  $49,51 \pm 1,74$  нг/мл, после 8-й тренировки – на 385,07 % ( $P < 0,05$ ) с  $18,42 \pm 0,99$  нг/мл по  $89,35 \pm 1,77$  нг/мл. Через 4 недели уровень гормона был достоверно выше исходного значения на 17,69 % ( $21,68 \pm 3,98$  нг/мл.). Таким образом, был зафиксирован пролонгированный эффект гормональной секреции в результате применения вибротренинга.

Содержание дофамина в плазме крови испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки было достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 86,97 % показателей испытуемых контрольной группы ( $49,51 \pm 1,74$  нг/мл и  $26,48 \pm 2,32$  нг/мл), после 8-й тренировки достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 362,4 % ( $89,35 \pm 1,77$  нг/мл и  $19,32 \pm 1,70$  нг/мл). Через 1 месяц также было зафиксировано превышение, не достигшее, однако, уровня достоверности ( $21,68 \pm 3,98$  нг/мл и  $20,13 \pm 1,29$  нг/мл).

Содержание метанефрина в плазме крови испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки достоверно превысило исходные показатели на 53,60 % ( $P < 0,05$ ) с  $43,45 \pm 1,64$  пг/мл по  $66,74 \pm 1,98$  пг/мл, после 8-й – на 43,93 % ( $P < 0,05$ ) с  $43,45 \pm 1,64$  пг/мл по  $62,54 \pm 1,62$  пг/мл. Через 4 недели уровень метанефрина был достоверно выше исходного значения на 24,48 % ( $P < 0,05$ ) – пг/мл ( $54,09 \pm 3,73$  пг/мл). Содержание метанефрина в плазме крови испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки было достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 66,26 % показателей испытуемых контрольной группы ( $66,74 \pm 1,98$  пг/мл и  $40,14 \pm 1,78$  пг/мл), после 8-й тренировки достоверно ( $P < 0,05$ ) выше на 103,91 % ( $62,54 \pm 1,62$  пг/мл и  $30,67 \pm 1,46$  пг/мл), через 1 месяц также было зафиксировано достоверное превышение на 59,18 % ( $54,09 \pm 3,73$  пг/мл и  $33,98 \pm 1,74$  пг/мл). У испытуемых контрольной группы достоверных изменений по изучаемым показателям зафиксировано не было.

**Выводы**

1. В процессе проведения электромиографического исследования было выявлено достоверное увеличение биоэлектрической активности *m. rectus femoris* после 4 и 8 вибрационных тренировок, что свидетельствует о рекрутировании двигательных единиц и с физиологической точки зрения доказывает эффективность вибротренинга для увеличения силовых возможностей испытуемых.

2. Вибротренинг вызывал возрастание напряженности энергообмена в мышцах, что сопровождалось увеличением активности фермента КФК после 4 тренировок на 87,8 % ( $P < 0,05$ ) с  $102,15 \pm 5,31$  Ед/л по  $191,92 \pm 4,78$  Ед/л, а после 8 тренировок на 89,2 % ( $P < 0,05$ ) с  $102,15 \pm 5,31$  Ед/л до  $193,31 \pm 4,48$  Ед/л. Снижение активности КФК ниже исходного уровня наблюдалось через 4 недели.

3. В динамике уровня тестостерона под влиянием вибростимуляции отмечалась тенденция к постоянному увеличению. Так после 4-й стимуляции уровень гормона достоверно увеличился у испытуемых экспериментальной группы на 12,02 % ( $P < 0,05$ ) с  $19,05 \pm 0,35$  нмоль/л до  $21,34 \pm 0,21$  нмоль/л, а после 8-й тренировки – на 34,54 % с  $19,05 \pm 0,35$  нмоль/л до  $25,63 \pm 0,46$  нмоль/л ( $P < 0,05$ ). Через 1 месяц превышение уровня тестостерона относительно исходного значения составило 20,13 % ( $P < 0,05$ ) –  $22,85 \pm 0,83$  нмоль/л.

4. Уровень дофамина у испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки достоверно увеличился на 168,78 % ( $P < 0,05$ ) с  $18,42 \pm 0,99$  нг/мл по  $49,51 \pm 1,74$  нг/мл, после 8-й тренировки – на 385,07 % ( $P < 0,05$ ) с  $18,42 \pm 0,99$  нг/мл по  $89,35 \pm 1,77$  нг/мл. Через 4 недели уровень гормона был достоверно выше исходного значения на 17,69 % ( $21,68 \pm 3,98$  нг/мл.). Таким образом был зафиксирован пролонгированный эффект гормональной секреции в результате применения вибротренинга.

5. Содержание метанефрина в плазме крови испытуемых экспериментальной группы после 4-й тренировки достоверно превысило исходные показатели на 53,60 % ( $P < 0,05$ ) с  $43,45 \pm 1,64$  пг/мл по

Таблица 3. – Динамика гормональных показателей испытуемых экспериментальной и контрольной группы

Показатели	№ обследования			
	1	2	3	4
Экспериментальная группа				
Дофамин, нг/мл	$18,42 \pm 0,99$	$49,51 \pm 1,74^{*+}$	$89,35 \pm 1,77^{*+}$	$21,68 \pm 3,98$
Метанефрин, пг/мл	$43,45 \pm 1,64$	$66,74 \pm 1,98^{*+}$	$62,54 \pm 1,62^{*+}$	$54,09 \pm 3,73^{*}$
Контрольная группа				
Дофамин, нг/мл	$22,11 \pm 1,50$	$26,48 \pm 2,32^{*}$	$19,32 \pm 1,70^{*}$	$20,13 \pm 1,29$
Метанефрин, пг/мл	$40,51 \pm 2,60$	$40,14 \pm 1,78^{*}$	$30,67 \pm 1,46^{*}$	$33,98 \pm 1,74^{*}$
Примечания * достоверные различия относительно исходных значений на уровне значимости $P < 0,05$ ; + достоверные различия между показателями экспериментальной и контрольной групп на уровне значимости $P < 0,05$ ; 1 – исходные данные; 2 – после 4 тренировок; 3 – после 8 тренировок; 4 – через 4 недели				

66,74±1,98 пг/мл, после 8-й – на 43,93 % (P<0,05) с 43,45±1,64 пг/мл по 62,54±1,62 пг/мл. Через 4 недели уровень метанефрина был достоверно выше исходного значения на 24,48 % (P<0,05) – пг/мл (54,09±3,73 пг/мл).

5. В результате исследования определено минимально достаточное количество тренировочных вибростимуляционных занятий, приводящих к достоверному развитию силовых возможностей без применения дополнительных отягощений. Выявлено, что для достижения достоверных положительных изменений достаточно четырех вибрационных тренировок с суммарным временем вибронгрузки 28 минут. Оптимальные изменения наблюдались после проведения 8 стимуляционных занятий общей продолжительностью 56 минут.

#### ЛИТЕРАТУРА

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. Некоторые пути расширения границ физиологических резервов организма спортсменов / А. А. Михеев [и др.] // Человек и лекарство : материалы XVI Рос. нац. конгр., г. Москва, 6–10 апреля 2009 г. – М. : ЗАО РИЦ «Человек и лекарство», 2009. – С. 683–684.

3. Назаров, В. Т. Оптимизация человека / В. Т. Назаров. – Рига, 1997. – 188 с.

4. Назаров, В. Т. Биомеханическая стимуляция мышц в период подготовки к ответственным соревнованиям / В. Т. Назаров, В. Г. Киселев, Г. А. Спивак // Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. – Минск : Полымя, 1986. – Вып. 16. – С. 83–87.

5. Ратов, И. П. Двигательные возможности человека (нетрадиционные методы их развития и восстановления) / И. П. Ратов. – Минск, 1994. – 122 с.

6. Романов, С. Н. Биологическое действие механических колебаний / С. Н. Романов. – Л. : Наука, 1983. – 208. – С. 121–123.

7. 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.

8. 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.

28.10.2015

УДК 796.01:159.9

## ФОРМИРОВАНИЕ И КОРРЕКЦИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ ТРЕНИРОВКИ



**Михеев А.А.** (фото), д-р пед. наук, д-р биол. наук, доцент,  
**Полякова Т.Д.**, д-р пед. наук, профессор,  
**Михеев Н.А.**

(Белорусский государственный университет физической культуры)

*В статье приводятся данные исследований эффективности метода виброимпульсной стимуляции с целью формирования и коррекции психоэмоционального состояния сотрудников органов внутренних дел на основе ускоренного развития физических качеств. Показано, что после применения 8 серий вибростимуляции в течение 16 дней испытуемые попадали в коридор оптимального уровня психоэмоционального состояния.*

**Ключевые слова:** вибростимуляция, психоэмоциональное состояние, физические упражнения.

**FORMATION AND CORRECTION OF PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF INTERNAL AFFAIRS OFFICERS ON THE BASIS OF APPLICATION OF VIBRATION TRAINING**

*The article provides research data on efficiency of vibration stimulation method with the aim of formation and correction of psycho-emotional state of Internal Affairs officers on the basis of accelerated development of physical qualities. It is shown that after application of 8 series of vibration stimulation within 16 days subjects get into the corridor of an optimal level of psycho-emotional state.*

**Keywords:** vibration training, psycho-emotional state, physical exercises.