

6. Shah, S. The nanomaterial toolkit for neuroengineering // Nano Converg. – 2016. – Vol. 3, № 1. – P. 25.
7. Glycosaminoglycan-based hybrid hydrogel encapsulated with polyelectrolyte complex nanoparticles for endogenous stem cell regulation in central nervous system regeneration / W. H. Jian [et al.] // Biomaterials. – 2018. – Vol. 174. – P. 17–30.
8. Zonisamide-loaded triblock copolymer nanomicelles as a novel drug delivery system for the treatment of acute spinal cord injury / Li J. [et al.] // Int. J. Nanomedicine. – 2017. – Vol. 12. – P. 2443–2456.

УДК 796.01:612+796.015;612.017

Михеев А.А.,

Примак Д.В.

Белорусский государственный университет физической культуры
Республика Беларусь, Минск

**ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ ТРЕНИРОВКИ
НА СОСТОЯНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ
РЕЗИСТЕНТНОСТИ СПОРТСМЕНОВ
В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ**

Mikheev A.A.,

Prymack D.V.

Belarussian State University of Physical Culture
Republic of Belarus, Minsk

**INFLUENCE OF VIBRATION TRAINING ON THE STATE
OF SPECIFIC AND NON-SPECIFIC RESISTANCE OF SPORTSMEN
IN PRECOMPETITION PERIOD OF THE TRAINING**

ABSTRACT. Practical application of the vibration training as a single unit containing 6 training sessions with total duration of exposition about 18 minutes and 3 minutes of the single training session leads to positive changes in humoral and cellular link of the immune system.

KEYWORDS: vibration training; immune system.

АННОТАЦИЯ. Применение вибрационных упражнений, объединенных в цикл, состоящий из 6 тренировок с суммарным временем экспозиции 18 мин и временем экспозиции в отдельном занятии 3 мин вызывает позитивные изменения со стороны гуморального и клеточного звеньев иммунитета.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вибрационная тренировка; иммунная система.

Корректировка иммунитета спортсменов, переносящих большие физические и эмоциональные нагрузки в предсоревновательный период подготовки является актуальной темой научных исследований [1–5]. Целью настоящего исследования было изучение воздействия дозированных вибрационных упражнений в системе вибраци-

онной тренировки на иммунную систему спортсменов. В задачи исследования входило определение изменений иммунологических показателей у пловцов под влиянием вибротренинга в предсоревновательном периоде подготовки.

Метод и материалы. Для решения поставленных задач были проведены исследования, в которых приняли участие 6 спортсменов высокой квалификации (КМС, МС) мужского пола, занимающихся спортивным плаванием. Средние характеристики группы испытуемых для возраста $15,4 \pm 1,8$ лет составляли: масса тела / $68,45 \pm 1,85$ кг, длина тела / $177,35 \pm 2,14$ см, масса мышечной ткани / $39,87 \pm 3,15$ %, масса жировой ткани / $17,30 \pm 2,27$ %, стаж занятий спортом / $6,5 \pm 2,1$ лет. Исследования проводились в предсоревновательном периоде подготовки.

Определение популяционного и субпопуляционного состава лимфоцитов осуществляли с помощью проточной лазерной цитометрии методом прямой иммунофлуоресценции с использованием моноклональных антител с двойной меткой (Beckman Coulter, США). Иммунологическое тестирование спортсменов проводилось дважды – до начала и после завершения серии вибростимуляционных занятий. Взятие периферической крови (биоматериала) производилось в стандартных условиях: в утренние часы, натощак. Иммунограмма включала 36 показателей, отражающих состояние специфической и неспецифической резистентности организма.

Испытуемым была предложена программа дозированной вибрационной тренировки, рассчитанная на два 7-дневных тренировочных микроцикла. В каждом из микроциклов спортсмены выполняли по три стимуляции, причем за каждой вибротренировкой следовал день отдыха. В эти дни испытуемые не выполняли никакой тренировочной работы по развитию физических качеств в гимнастическом зале, однако программа плавательной подготовки с ежедневными двухразовыми тренировками выполнялась полностью. Всего было проведено шесть тренировочных стимуляционных занятий с применением дозированных вибрационных упражнений. Тренировочный протокол (таблица 1) включал шесть регламентированных по времени нагрузки и отдыха упражнений для мышц рук и плечевого пояса, выполняемых в интервальном режиме. Испытуемым предписывалось выполнять сгибания и разгибания рук из исходного положения упор сидя сзади при опоре руками о вибрирующие платформы тренажеров. Каждый полный цикл сгибательно-разгибательного движения выполнялся за 1 с. Продолжительность подходов составляла 30 с, а интервалы отдыха между подходами были равны 20 с.

Таблица 1 – Тренировочный протокол вибростимуляционных занятий с продолжительностью вибрационной нагрузки 30 с и интервалами отдыха между подходами 20 с

№ стимуляции	Количество подходов в упражнении	Суммарная продолжительность вибронагрузки, с	Суммарное количество циклов движений
1	6	180	180
2	6	180	180
3	6	180	180
4	6	180	180
5	6	180	180
6	6	180	180

Время вибрационной нагрузки в каждом занятии составляло 3 мин, а суммарное время вибронагрузки за две недели – 18 мин. Частота вибрации тренировочных устройств составляла 28 Гц, амплитуда движения вибрирующих элементов – 4 мм.

Результаты и обсуждение. Данные иммунологических исследований представлены в таблице 2. Согласно представленным показателям, до проведения курса стимуляций был выявлен ряд отклонений от нормы со стороны иммунной системы спортсменов, что можно было расценить как тенденцию к снижению адаптационных возможностей организма в ответ на физические нагрузки.

Таблица 2 – Динамика иммунологических показателей у пловцов под влиянием вибротренинга в предсоревновательном периоде подготовки (n=6)

Показатели	Границы физиол. нормы	До вибротренинга ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	После вибротренинга ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	4,5–9,5	6,7 \pm 0,6	6,6 \pm 0,6
Лимфоциты, % $\times 10^9/\text{л}$	18–45	31,0 \pm 3,2	39,2 \pm 2,4
Т-лимфоциты, % $\times 10^9/\text{л}$	0,81–3,00	2,0 \pm 0,2	2,6 \pm 0,3
Т-лимфоциты, % $\times 10^9/\text{л}$	56–77	71,3 \pm 3,6	72,0 \pm 3,8
Т-ранние, % $\times 10^9/\text{л}$	0,45–2,00	1,4 \pm 0,1	1,8 \pm 0,2
Т-ранние, % $\times 10^9/\text{л}$	24–53	38,3 \pm 4,6	39,0 \pm 4,6
Т-восст., % $\times 10^9/\text{л}$	0,19–1,6	0,70 \pm 0,05	0,9 \pm 0,1
Т-восст., % $\times 10^9/\text{л}$	21–39	55,8 \pm 3,0	54,5 \pm 3,9
Индекс супрессии $\times 10^9/\text{л}$	0,17–1,17	1,10 \pm 0,07	1,40 \pm 0,20
Индекс супрессии	0,65–2,00	0,70 \pm 0,06	0,80 \pm 0,10
Функцион. активность Т-лимфоцитов			
ФГА – индуц. пролиф.	1,28–2,00	1,30 \pm 0,07	1,10 \pm 0,03**
Продукция цитокина	46–80	71,6 \pm 3,5	76,8 \pm 4,0
В-лимфоциты, % $\times 10^9/\text{л}$	4–12	6,2 \pm 0,6	7,2 \pm 0,9
В-лимфоциты, % $\times 10^9/\text{л}$	0,04–0,36	0,10 \pm 0,02	0,20 \pm 0,05
Иммуноглобулины, г/л			
G	9–19	9,1 \pm 1,0	11,6 \pm 0,6
A	1,2–3,00	1,4 \pm 0,2	1,6 \pm 0,2
M	0,6–1,8	1,0 \pm 0,1	1,2 \pm 0,1
Компоненты комплемента, Ед/мл			
СН 50	120–160	142,4 \pm 5,9	192,9 \pm 13,8*
С1 q	100–140		
С2	70–110	111,6 \pm 18,4	112,9 \pm 17,9
С3	140–190	154,4 \pm 9,0	134,1 \pm 11,3*
С4	150–200	176,8 \pm 7,9	202,9 \pm 6,7**
С5	65–100	161,8 \pm 22,1	137,5 \pm 28,6
В	10–17	12,4 \pm 1,1	9,4 \pm 0,5
Д	10–17	12,9 \pm 1,3	10,5 \pm 0,8
О	12–20	23,3 \pm 3,1	14,2 \pm 1,6*
ЦИК, усл. ед.	50–145	141,8 \pm 5,8	90,0 \pm 6,1**
Фагоц. показ. 30 мин	50–80	80,0 \pm 2,5	84,7 \pm 1,1
Фагоц. показ. 120 мин	50–80	51,0 \pm 2,2	74,7 \pm 4,2**

Продолжение таблицы 2

Показатели	Границы физиол. нормы	До вибротренинга ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	После вибротренинга ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)
Фагоц. число 30 мин	4–10	12,9±0,9	10,4±0,9
Фагоц. число 120 мин	4–10	9,7±0,7	11,5±0,9
Индекс заверш. фагоцитоза	>1	1,4±0,1	0,9±0,1
НСТ-тест спонтан., опт. пл.	0,007–0,015	0,0080±0,0004	0,0090±0,0005
НСТ-тест активир., опт. пл.	0,028–0,040	0,028±0,001	0,023±0,001*
Индекс активации метабол.	0,4–0,8	0,70±0,01	0,60±0,02*
Коэффициент стимуляции	2,0–3,5	3,5±0,2	2,6±0,2*

Примечания: * – достоверные различия между исходными и постстимуляционными показателями ($P < 0,05$); ** – достоверные различия между исходными и постстимуляционными показателями ($P < 0,01$).

У некоторых спортсменов прослеживалась тенденция к снижению общей сопротивляемости организма. Так, у 50 % от общего числа обследованных спортсменов был снижен уровень иммуноглобулина G, у трети – иммуноглобулина A. В 30 % случаев имело место снижение индекса супрессии, свидетельствующее о нарушении соотношения Т-хелперов и Т-супрессоров. У всех обследуемых отмечалась тенденция к повышению ЦИК (на верхней границе нормы). Некоторые изменения отмечались в неспецифическом звене иммунитета (фагоцитарное число – ФЧ и фагоцитарный показатель – ФП).

Выводы. Анализ полученных данных позволил сделать следующее заключение. После завершения программы вибротренинга у спортсменов отмечалась нормализация всех основных показателей иммунитета, в первую очередь со стороны неспецифической резистентности организма. Так, под влиянием вибрации достоверно возросли ($p < 0,01$) показатели функциональной активности нейтрофилов, особенно значения фагоцитарного показателя на 120 мин (увеличение с $51,0 \pm 2,2$ до $74,7 \pm 4,2$). Достоверно возросла ($p < 0,05$) комплементарная активность сыворотки крови по 50 % гемолизу бараньих эритроцитов (с $142,4 \pm 5,9$ до $192,9 \pm 13,8$ Ед/мл). Уровень С4 достоверно возрос ($p < 0,01$) с $176,8 \pm 7,9$ до $202,9 \pm 6,7$ Ед/мл. При этом отмечена тенденция к снижению показателей кислородного метаболизма фагоцитов. После вибротренинга достоверно снизились индекс активации метаболизма с $0,70 \pm 0,01$ до $0,60 \pm 0,02$ ($p < 0,05$), коэффициент стимуляции – с $3,5 \pm 0,2$ до $2,6 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). Это представляется закономерным при достоверном снижении ($p < 0,05$) показателей активированного НСТ-теста (снижение с $0,028 \pm 0,001$ до $0,023 \pm 0,001$ опт. пл.). Постстимуляционные тесты зафиксировали стабилизацию показателей ЦИКов за счет активации фагоцитоза.

Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод о том, что применение вибрационных упражнений, объединенных в цикл, состоящий из 6 тренировок с суммарным временем экспозиции 18 мин и временем экспозиции в отдельном занятии 3 мин, вызывает позитивные изменения со стороны гуморального и клеточного звеньев иммунитета.

1. Платонов, В. Н. Подготовка квалифицированных спортсменов / В. Н. Платонов. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 352 с.

2. Полиевский, С. А. Стимуляция двигательной активности: монография / С. А. Полиевский. – М.: Физическая культура, 2006. – 256 с.

3. Суздальницкий, Р. С. Иммунологические аспекты спортивной деятельности человека / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 10. – С. 43–46.

4. Суздальницкий, Р. С. Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 1. – С. 18–22.

5. Таймазов, В. А. Спорт и иммунитет / В. А. Таймазов, В. Н. Цыган, Е. Г. Мокеева. – СПб.: Олимп СПб, 2003. – 200 с.

УДК 612.846.3:616.831

Можейко М.П.,

Марьенко И.П.,

Лихачев С.А.

Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии
Республика Беларусь, Минск

РОЛЬ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ В ПОДДЕРЖАНИИ РАВНОВЕСИЯ У ПАЦИЕНТОВ С РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ

Mozheiko M.P.,

Maryenko I.P.,

Likhachev S.A.

Republican research and clinical center of neurology and neurosurgery
Republic of Belarus, Minsk

THE ROLE OF SENSORY SYSTEMS IN MAINTAINING OF BALANCE IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS

ABSTRACT. The article is devoted to the interaction of sensory systems in maintaining the balance function in patients with multiple sclerosis at the stage of clinical compensation. The importance of visual and proprioceptive systems in the regulation and maintenance of posture was considered.

KEYWORDS: sensory systems; balance disorders; computer stabilometry; neurorehabilitation.

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена вопросам взаимодействия сенсорных систем в поддержании функции равновесия у пациентов с рассеянным склерозом в стадии клинической компенсации. Рассматривается значение зрительной и проприоцептивной афферентации в регуляции и поддержании вертикальной позы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сенсорные системы; нарушение равновесия; компьютерная стабилметрия; нейрореабилитация.