



ПЕРЕДПАТОЛОГІЧНІ СТАНИ У СПОРТСМЕНІВ: ПРОФІЛАКТИКА, ДІАГНОСТИКА

DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2019.1.36-42>

Динамика показателей белой крови спортсменов в процессе их вибрационной тренировки

УДК 796.8:572.5+796.01:612+796.012:124

**А. А. Михеев, Т. Д. Полякова, Д. В. Примак,
Н. А. Михеев**

Белорусский государственный университет физической культуры, Минск, Республика Беларусь

Резюме. Цель. Изучение влияния вибрационной тренировки на показатели белой крови у спортсменов-единоборцев. Методы. Исследование капиллярной крови проводили с использованием гематологического анализатора Sysmex (Япония). Определяли содержание лейкоцитов (WBC), лимфоцитов (LYM), нейтрофилов (NEUT) и тромбоцитов (PLT) в сыворотке крови. Для создания вибрационной нагрузки использовали виброплатформы, работающие с частотой 28 Гц и амплитудой 4 мм. Программа вибротренинга состояла из восьми стимуляционных занятий с суммарной экспозицией вибронгрузки до 16 мин. Спортсмены-единоборцы выполняли комплекс динамических вибрационных упражнений для верхних и нижних конечностей. Результаты. Выявлена положительная динамика лейкоцитов и тромбоцитов в процессе выполнения вибрационных тренировок. Динамика показателей белой крови подтвердила наличие значительного стимуляционного эффекта дозированной вибрации, что может быть использовано для интенсификации тренировочного процесса спортсменов-единоборцев.

Ключевые слова: спортсмены-единоборцы, белая кровь, вибрационная тренировка, лимфоциты, тромбоциты, лейкоциты, нейтрофилы.

Динаміка показників білої крові спортсменів у процесі їх вібраційного тренування

О. А. Михеев, Т. Д. Полякова, Д. В. Примак, М. О. Михеев

Білоруський державний університет фізичної культури, Мінськ, Республіка Білорусь

Резюме. Мета. Вивчення впливу вібраційного тренування на показники білої крові у спортсменів-единоборців. Методи. Дослідження капілярної крові проводили з використанням гематологічного аналізатора Sysmex (Японія). Визначали вміст лейкоцитів (WBC), лімфоцитів (LYM), нейтрофілів (NEUT) і тромбоцитів (PLT) у сироватці крові. Для створення вібраційного навантаження використовували віброплатформи, що працюють з частотою 28 Гц і амплітудою 4 мм. Програма вібротренінга складалася з восьми стимуляційних занять з сумарною експозицією вібронавантаження до 16 хв. Спортсмени-единоборці виконували комплекс динамічних вібраційних вправ для верхніх і нижніх кінцівок. Результати. Виявлено позитивну динаміку лейкоцитів і тромбоцитів у процесі виконання вібраційних тренувань. Динаміка показників білої крові підтвердила наявність значного стимуляційного ефекту дозованої вібрації, що може бути використано для інтенсифікації тренувального процесу спортсменів-единоборців.

Ключові слова: спортсмени-единоборці, біла кров, вібраційне тренування, лімфоцити, тромбоцити, лейкоцити, нейтрофіли.

Dynamics of white blood indices of athletes in the course of vibration training**A. A. Mikheyev, T. D. Polyakova, D. V. Primak, N. A. Mikheyev**

Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The objective of study was to examine the effect of vibration training on white blood indices in single combat athletes. *Methods.* The study of capillary blood was performed using the Sysmex hematology analyzer (Japan). The content of leukocytes (WBC), lymphocytes (LYM), neutrophils (NEUT) and platelets (PLT) in the blood serum was determined. To create a vibration load, vibration platforms were used, operating at a frequency of 28 Hz and an amplitude of 4 mm. The vibration training program consisted of eight stimulation sessions with a total exposure of vibration load of up to 16 minutes. The athletes performed a set of dynamic vibration exercises for upper and lower extremities. *Results.* Positive dynamics of leukocytes and platelets in the process of vibration training has been revealed. The dynamics of white blood indices has confirmed the presence of a significant stimulatory effect of dosed vibration, which can be used to intensify the training process of single combat athletes.

Keywords: single combat athletes, white blood, vibration training, lymphocytes, platelets, leukocytes, neutrophils.

Совершенствование управления тренировочным процессом на современном этапе развития спорта требует поиска и обоснования высокоэффективных средств и методов воздействия на организм спортсмена на всех уровнях, начиная от клеточного и системного (стимуляции активности локомоторного аппарата на уровне повышения функциональных резервов мышц) и заканчивая межсистемным — интенсификацией режима работы организма как целого, с учетом характера его работы в условиях конкретной спортивной деятельности.

Объектом высокоинтенсивной тренировки являются мышцы как таковые. Ю. В. Верхошанский [1] подчеркивает принципиальную значимость мышечной активности в функциональном совершенствовании организма в условиях тренировки, поскольку уровень работы мышц активизирует все физиологические системы организма. В связи с этим, в последние годы все больше внимания уделяется альтернативным средствам физической подготовки. Одним из таких средств является дозированная вибрация в виде механических импульсов, направляемых вдоль мышечных волокон.

В процессе многолетних исследований, проведенных отечественными и зарубежными учеными, было показано, что корректно дозированная вибрационная тренировка вызывает системную реакцию организма человека: стимулирует развитие физических качеств, вызывает изменение гормонального статуса, влияет на эмоциональное состояние [2–8].

Цель исследования — физиологическая объективизация стимуляционного эффекта вибрационной тренировки на основе учета динамики показателей белой крови и определение возможности применения дозированной вибрации с

целью интенсификации тренировочного процесса спортсменов-единоборцев.

Задачи исследования — определение суммарной экспозиции вибрации и количества вибрационных тренировок, достаточного для получения тренирующего эффекта. Кроме того, предполагалось, что исследование позволит получить данные, которые могут подтвердить выводы об оптимальной и минимально достаточной дозе вибронагрузки. Для создания вибрационной нагрузки использовались физические упражнения, выполняемые с применением вибрационных устройств [9].

Методы и материалы исследования. Испытуемые выполняли тренировочные программы в соответствии с предложенным традиционным и вибрационным протоколом. В исследованиях приняли участие 20 спортсменов-единоборцев мужского пола, представителей греко-римской и вольной борьбы, одного возраста и спортивной квалификации (от 1 разряда до мастера спорта), составивших экспериментальную и контрольную группы (по 10 испытуемых в каждой).

Средние характеристики испытуемых контрольной группы (КГ) для возраста $25,5 \pm 1,1$ лет составляли: масса тела $72,21 \pm 2,23$ кг, длина тела $178,50 \pm 3,50$ см, масса мышечной ткани $41,60 \pm 1,95$ %, масса жировой ткани $18,30 \pm 2,15$ %, стаж занятий спортом $16,5 \pm 2,6$ лет. Средние характеристики испытуемых экспериментальной группы (ЭГ) для возраста $26,3 \pm 1,8$ лет составляли: масса тела $73,30 \pm 1,41$ кг, длина тела $177,50 \pm 2,50$ см, масса мышечной ткани $40,17 \pm 2,05$ %, масса жировой ткани $17,50 \pm 1,95$ %, стаж занятий спортом $15,5 \pm 1,5$ лет.

Было выполнено два блока исследований. В первом блоке ЭГ выполняла программу виб-

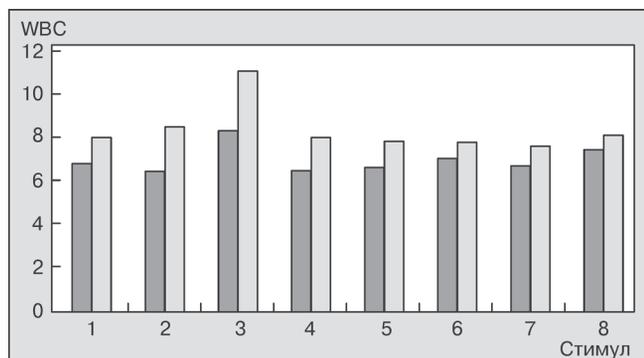


Рисунок 1 – Среднегрупповые показатели содержания лейкоцитов (WBC, $\times 10^9/\text{л}$) в сыворотке крови спортсменов до (■) и после (□) тренировочных нагрузок в соответствии с вибрационным тренировочным протоколом

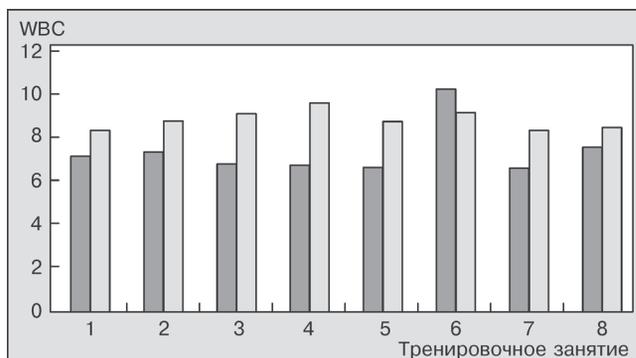


Рисунок 2 – Среднегрупповые показатели содержания лейкоцитов (WBC, $\times 10^9/\text{л}$) в сыворотке крови спортсменов до (■) и после (□) тренировочных нагрузок в соответствии с традиционным тренировочным протоколом

ротренинга, а КГ тренировалась без использования вибрационных технологий. Для создания вибрационной нагрузки применялся метод стимуляции биологической активности организма (СБА) [2]. Частота вибрации виброплатформ составляла 28 Гц, амплитуда – 4 мм. Спортсменам было предложено в течение двух семидневных микроциклов выполнить тренировочную программу, направленную на развитие силовых способностей. Тренировочный протокол содержал восемь занятий, чередуемых с днями отдыха. Для создания физической нагрузки применялся метод повторного упражнения с регламентацией по педагогическим характеристикам: объему, интенсивности, продолжительности подходов и интервалов отдыха между подходами. Для корректности сравнения результатов исследований упражнения, предлагаемые участникам ЭГ и КГ, были унифицированы. Тренировочные нагрузки были идентичны по объему и интенсивности: спортсмены-единоборцы выполняли 20 сгибательно-разгибательных движений руками в упоре лежа на груди. Упражнение повторялась шесть раз с интервалом отдыха, равным 1 мин. Время выполнения тренировочной серии в каждом занятии составляло 8 мин. Суммарное время упражнений – 48 мин. Испытуемые КГ выполняли сгибания и разгибания рук в упоре лежа на полу, а спортсмены ЭГ – опираясь руками о вибратор стимулятора.

Второй блок исследования был проведен с целью определения роли величины экспозиции вибрационной нагрузки и продолжительности тренировочной серии в реакциях различных ростков кроветворения. Испытуемым ЭГ и КГ было предложено выполнить четыре занятия, чередуемых с днями отдыха. Объем вибрационной нагрузки в каждом занятии был увеличен до

16 мин. Суммарное время вибрационных упражнений составило 104 мин.

Исследование крови проводили с использованием гематологического анализатора Sysmex (Япония). Забор капиллярной крови осуществлялся из пальца до и после проведения занятий. Определялось содержание лейкоцитов (WBC), лимфоцитов (LYM), нейтрофилов (NEUT) и тромбоцитов (PLT) в сыворотке крови. В исследовании применяли вибротренажеры, работающие с фиксированной частотой, составляющей 28 Гц при амплитуде 3 мм.

Результаты исследования и их обсуждение. Для оценки срочных постнагрузочных изменений системы кроветворения под влиянием традиционных упражнений и вибрационной тренировки были проанализированы изменения гематологических показателей после каждого тренировочного занятия, а также динамика этих показателей в серии тренировок. Среднегрупповые данные содержания лейкоцитов в сыворотке крови спортсменов до и после тренировочных занятий по двум протоколам (традиционная тренировка и вибротренинг) представлены на рисунках 1 и 2. Среднегрупповые данные содержания лимфоцитов, тромбоцитов, и нейтрофилов представлены в таблицах 1–3.

Как следует из представленных данных, вибрационные упражнения вызывали достоверное ($p < 0,05$) увеличение содержания лейкоцитов в посттренировочный период вплоть до последнего занятия. Максимальное увеличение содержания лейкоцитов наблюдалось после третьей стимуляции ($11,1 \pm 0,8 \times 10^9/\text{л}$). Динамика содержания лейкоцитов в серии вибрационных занятий носила волнообразный характер при общей тенденции к увеличению показателя к концу тренировочной серии. При этом достоверно максимального предтренировочного уровня содер-

жание лейкоцитов достигло через сутки после выполнения первых двух вибрационных тренировок ($8,4 \pm 0,6 \times 10^9/\text{л}$). Как следует из представленных данных, после достигнутого пика следовало значительное уменьшение посттренировочных показателей уже на следующий день ($8,1 \pm 0,7 \times 10^9/\text{л}$). Дальнейшие вибростимуляции от занятия к занятию вызывали увеличение значения показателя, который после завершающей восьмой тренировки превышал исходное значение ($8,2 \pm 0,7 \times 10^9/\text{л}$), но все же не достигал максимального уровня, зафиксированного на третьем занятии.

Упражнения, выполняемые в соответствии с протоколом традиционной тренировки, также вызывали достоверное ($p < 0,05$) увеличение содержания лейкоцитов в ближайший посттренировочный период в течение всей серии. Максимальный прирост показателей наблюдался после четвертого занятия.

При сравнении данных, представленных на рисунках 1 и 2, можно отметить, что традиционные тренировки от первого до третьего занятия вызывали реакции лейкоцитарного звена, несколько отличные от реакций, зафиксированных при вибротренинге. К третьему тренировочному занятию расхождение показателей имело максимальный размах. Однако к четвертому занятию эта разница практически нивелировалась. После четвертого занятия показатели в традиционных упражнениях увеличивались, а показатели при вибротренинге снижались, и к шестому занятию расхождение в показателях имело максимальный размах во второй раз за время выполнения тренировочных программ. К седьмому занятию изучаемые показатели имели практически одинаковые значения. Отмечено, что после серии традиционных тренировок содержание лейкоцитов в сыворотке крови спортсменов имело достоверно более низкий уровень по отношению к исходному значению.

Тенденция к увеличению показателей после всех тренировочных вибростимуляционных занятий отмечалась также в ответных реакциях лимфоцитов (табл. 1).

Можно отметить, что во второй, третьей, четвертой и восьмой сериях изменения были статистически достоверны, а в первой пятой, шестой и седьмой сериях — недостоверны.

Упражнения, выполняемые в соответствии с протоколом традиционной тренировки, также вызывали достоверное ($p < 0,05$) увеличение содержания лимфоцитов в посттренировочный период с первого по четвертое занятие, а также после последней (восьмой) стимуляции. На шес-

том и седьмом занятиях увеличение показателей не достигали уровня статистической значимости.

Динамика лимфоцитов в серии вибрационных тренировок носила синусоидальный характер с общей тенденцией уменьшения показателей к концу тренировочной серии ($36,5 \pm 1,2 \%$) относительно исходного значения ($44,4 \pm 2,1 \%$). В серии традиционных упражнений наблюдалась сходная динамика при более низких значениях показателей. При сравнении данных, приведенных в таблицах 1 и 2, к пятому тренировочному занятию показатели в обеих тренировочных сериях были практически одинаковы, что происходило благодаря резкому возрастанию показателей после третьей тренировки в традиционной серии. После шестого занятия наблюдалось значительное расхождение в показателях, произошедшее за счет уменьшения показателей в традиционной серии.

Динамика содержания нейтрофилов в сыворотке крови испытуемых в постстимуляционный период имела иную тенденцию (табл. 2).

ТАБЛИЦА 1 – Содержание лимфоцитов (LIMF, %) в сыворотке крови спортсменов до и после тренировочных нагрузок в соответствии с вибрационным и традиционным тренировочным протоколом ($X_{cp} \pm Sx$)

№ стимуляции	Вибрационная тренировка		Традиционная тренировка	
	До стимуляции	После стимуляции	До тренировки	После тренировки
1	44,4 ± 2,1	46,2 ± 1,3	35,2 ± 2,1	42,4 ± 1,3*
2	42,1 ± 3,3	46,3 ± 1,4*	34,6 ± 2,2	39,4 ± 1,6*
3	41,1 ± 1,6	44,4 ± 3,7*	33,5 ± 2,2	39,8 ± 2,2*
4	41,8 ± 3,8	45,2 ± 2,3*	36,1 ± 2,1	41,8 ± 1,4*
5	43,3 ± 3,3	44,1 ± 1,5	42,2 ± 2,2	35,8 ± 1,3*
6	38,3 ± 3,8	38,0 ± 1,9	29,4 ± 1,8	32,2 ± 1,2
7	37,7 ± 1,6	39,1 ± 1,7	37,2 ± 2,1	38,4 ± 2,3
8	36,5 ± 1,2	39,1 ± 2,0*	33,2 ± 1,9	37,3 ± 2,0*

* Достоверные различия между показателями до и после тренировочных занятий при $p < 0,05$.

ТАБЛИЦА 2 – Содержание нейтрофилов (NEUT,%) в сыворотке крови спортсменов до и после тренировочных нагрузок в соответствии с вибрационным и традиционным тренировочным протоколом ($X_{cp} \pm Sx$)

№ стимуляции	Вибрационная тренировка		Традиционная тренировка	
	До стимуляции	После стимуляции	До тренировки	После тренировки
1	46,6 ± 2,4	43,2 ± 2,1*	55,4 ± 1,6	45,5 ± 2,4*
2	45,5 ± 2,9	43,5 ± 1,1	51,8 ± 2,3	47,6 ± 1,6
3	53,2 ± 2,1	47,2 ± 1,7*	53,5 ± 2,4	48,6 ± 1,3*
4	49,6 ± 1,5	44,7 ± 1,5	50,6 ± 2,3	47,4 ± 2,3
5	47,7 ± 1,7	44,3 ± 1,9	47,5 ± 1,4	56,2 ± 2,6*
6	47,5 ± 2,8	51,3 ± 2,1*	63,5 ± 2,4	57,4 ± 2,4*
7	51,5 ± 2,1	49,6 ± 1,5	51,4 ± 1,3	53,4 ± 2,3
8	52,3 ± 1,6	51,1 ± 1,8*	50,7 ± 1,6	51,3 ± 0,7

* Достоверные различия между показателями до и после тренировочных занятий при $p < 0,05$.

ТАБЛИЦА 3 – Содержание тромбоцитов (PLT, × 10⁹/л) в сыворотке крови спортсменов до и после тренировочных нагрузок в соответствии с вибрационным и традиционным тренировочным протоколом (X_{ср} ± Sx)

№ стимуляции	Вибрационная тренировка		Традиционная тренировка	
	До стимуляции	После стимуляции	До тренировки	После тренировки
1	259,3 ± 12,1	264,2 ± 13,4	279,2 ± 11,3	221,4 ± 12,1*
2	260,5 ± 10,2	289,4 ± 11,5*	292,4 ± 12,0	280,1 ± 11,2
3	257,3 ± 12,6	310,4 ± 12,4*	259,4 ± 10,4	289,9 ± 12,3*
4	250,4 ± 13,1	279,2 ± 12,3*	261,4 ± 11,3	283,2 ± 12,2*
5	241,1 ± 12,1	290,5 ± 13,1*	260,9 ± 12,2	258,9 ± 12,3
6	229,9 ± 10,8	250,3 ± 12,6*	222,3 ± 13,6	262,0 ± 11,5*
7	232,2 ± 11,5	260,1 ± 11,2*	291,2 ± 11,3	300,1 ± 15,3
8	260,1 ± 11,7	291,3 ± 12,0*	279,6 ± 11,2	280,4 ± 12,6

* Достоверные различия между показателями до и после тренировочных занятий при p < 0,05.

После всех тренировочных занятий происходило уменьшение содержания нейтрофилов: статистически достоверное после первой, третьей, шестой и восьмой серий. Максимальное уменьшение абсолютных величин наблюдалось в третьей стимуляции: до тренировки: 53,2 ± 2,1 %, после тренировки 47,2 ± 1,7 % (p < 0,01). Динамика показателей нейтрофилов в посттренировочный период в ходе традиционных занятий имела иную динамику. На первой–четвертой и шестой тренировках было зафиксировано уменьшение содержания нейтрофилов, затем, на пятом, седьмом и восьмом занятиях – увеличение данного показателя.

В процессе выполнения протокола вибротренинга динамика показателей носила волнообразный характер с тенденцией к увеличению значений к концу серии (52,3 ± 1,6 %) относительно исходных данных (46,6 ± 2,4 %). Максимальное увеличение показателя было зафиксировано к третьему занятию (53,2 ± 2,1 %). В традиционном тренировочном протоколе на третьем занятии было зафиксировано недостоверное увеличение содержания нейтрофилов относительно исходного уровня. При сравнении табличных данных была отмечена та же особенность, что и в динамике содержания лимфоцитов: к пятой тренировке показатели в обеих тренировочных сериях имели одинаковые значения (47,7 ± 1,7 и 47,5 ± 1,4 %). На шестом занятии наблюдалось расхождение данных за счет увеличения значений традиционного тренировочного протокола.

В динамике содержания тромбоцитов было зафиксировано недостоверное уменьшение значений относительно исходного уровня (табл. 3).

При этом были отмечены характерные особенности, наблюдавшиеся в динамике лейкоцитов – увеличение количества тромбоцитов после первой традиционной тренировки и их уменьшение к третьей. После первого вибротренинга количество тромбоцитов уменьшалось, а к тре-

тью тренировке увеличивалось. На третьей тренировке было отмечено сближение показателей. После третьего занятия значения показателей в традиционном тренировочном протоколе увеличивались, а значения показателей при вибротренинге, наоборот, уменьшались. На шестой тренировке было зафиксировано сближение изучаемых показателей второй раз за время выполнения тренировочных программ, а на седьмой – их максимальное расхождение (p < 0,01).

Анализ данных, полученных в результате исследований, дал возможность сделать вывод о том, что динамика гематологических показателей имела фазовую структуру, которая была обусловлена особенностями адапционных реакций системы крови спортсменов на применение двух типов нагрузки, продуцируемой вибрационными и традиционными упражнениями.

В лейкоцитарном звене первая из обозначенных фаз протекала в процессе выполнения четырех–пяти тренировок, при этом динамика количества лимфоцитов и нейтрофилов имела определенные различия. Процентное содержание лимфоцитов уменьшалось к третьей тренировке и увеличивалось к пятой. Содержание же нейтрофилов, напротив, к третьей тренировке увеличивалось, а к пятой уменьшалось. Вторая фаза адаптации наблюдалась после пятой тренировки. Было зафиксировано, что под действием вибротренинга к концу экспериментальной тренировочной серии показатели увеличивались. Традиционные же упражнения вызывали сначала значительное увеличение показателей, а затем такое же значительное уменьшение до уровня даже более низкого, чем значения этих показателей при вибротренинге. В динамике содержания тромбоцитов также были зафиксированы две фазы с точками изменения на третьем и пятом занятиях.

При анализе полученных данных была выявлена обратная корреляционная зависимость

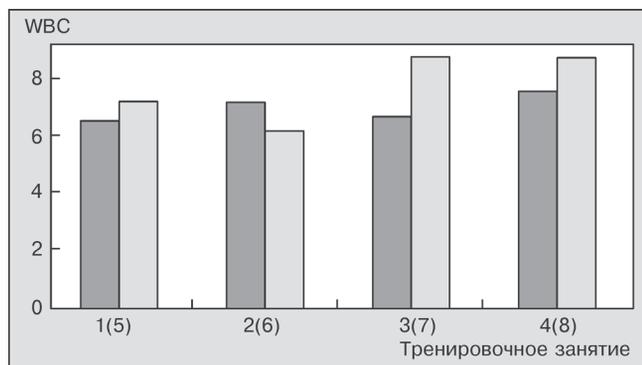


Рисунок 3 – Среднегрупповые показатели содержания лейкоцитов (WBC, × 10⁹/л) в сыворотке крови спортсменов в восьмиразовой (■) и четырехразовой (□) серии вибротренинга (n = 9)

между изменением гематологических показателей и продолжительностью вибротренинга ($r = -0,2550$, $p = 0,008$), что объяснялось уменьшением числа лимфоцитов ($r = -0,1940$, $p = 0,046$). Увеличение продолжительности вибрационных упражнений более 9 мин за одну тренировочную сессию сопровождалось снижением содержания лейкоцитов во второй части тренировочного протокола, что свидетельствовало об адаптации системы белой крови к предлагаемой вибрационной нагрузке. В течение двух экспериментальных тренировочных микроциклов было зафиксировано увеличение концентрации лейкоцитов у всех испытуемых, что соответствовало лимфоцитарной фазе срочного миогенного сдвига лейкоцитарной формулы.

Анализ полученных результатов исследования позволил сделать вывод о том, что ведущую роль в реакциях различных ростков кроветворения в ответ на вибрационную нагрузку играет доза (продолжительность или экспозиция) вибрации.

Однако этот вывод нуждался в экспериментальном подтверждении, поскольку наблюдаемая динамика показателей могла оказаться следствием значительного количества вибромиостимуляционных занятий. Для решения этой задачи были изучены ответные реакции системы белой крови спортсменов на вибрацию увеличенной экспозиции — от 12 до 16 мин в тренировочной серии, состоящей из четырех занятий, и сравнить полученные данные с показателями пятого—восьмого занятий в предыдущей восьмиразовой серии тренировок.

В данном исследовании приняли участие девять испытуемых, которые выполняли тренировочную программу в соответствии с протоколом вибротренинга с регламентированной дозой стимуляционной нагрузки 16 мин в каждом занятии. Полученные результаты представлены на рисунке 3.

Из приведенных данных следует, что применение доз вибрации с экспозицией 16 мин в четырехразовом тренировочном протоколе привело к увеличению содержания лейкоцитов на первом, третьем и четвертом занятиях, статистически достоверно превышавших значения этого показателя в восьмиразовой серии на пятом, седьмом и восьмом занятиях. Этот факт может свидетельствовать о том, что главным фактором в реакциях лейкоцитарного звена кроветворения на вибрационную нагрузку явилась суммарная доза вибрации.

Выводы

1. Динамика показателей белой крови подтвердила наличие значительного стимуляционного эффекта дозированной вибрации, что может быть использовано для интенсификации тренировочного процесса спортсменов-единоборцев. Вибрационную тренировку, состоящую из восьми занятий, следует применять в подготовительном периоде годичного цикла подготовки, а тренировку, состоящую из четырех занятий, целесообразно применять на этапе предсоревновательной подготовки, либо в периоды между турнирами.

2. Ведущую роль в реакциях различных ростков кроветворения в ответ на вибрационную нагрузку играет доза (продолжительность или экспозиция) вибрации.

3. В процессе выполнения тренировочного протокола, включающего восемь тренировочных занятий, позитивная динамика лейкоцитов и тромбоцитов наблюдалась после двух стимуляций при четырех-, шести- и восьмиминутных экспозициях вибрационной нагрузки.

4. Адаптация лейкоцитарного и тромбоцитарного звеньев кроветворения на применение тренировочного протокола, содержащего более трех вибромиостимуляционных занятий, характеризовалась достоверным снижением изучаемых показателей.

5. Динамика показателей лейкоцитарной формулы у испытуемых в процессе выполнения вибрационного тренировочного протокола соответствовала лимфоцитарной фазе миогенных изменений показателей белой крови. В частности в процессе увеличения экспозиции вибронгрузки наблюдались признаки адаптации лейкоцитарного звена системы кроветворения, что выразилось статистически достоверным уменьшением содержания лейкоцитов и их субпопуляций. При продолжении вибротренинга была зафиксирована вторая фаза адаптационных изменений, которая наступала после пятого занятия для лейкоцитов и шестого занятия для тромбоцитов соответственно.

Литература

1. *Верхошанский Ю. В.* Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 331 с.
2. *Михеев Н. А.* Исследование влияния вибрационной тренировки в комбинации с общей магнитотерапией на состояние нервно-мышечного аппарата нижних конечностей элитных спортсменов / Н. А. Михеев, В. В. Леонов // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 18–19 февр. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т; редкол.: И. В. Бельский, В. Е. Васюк, Н. А. Парамонова. – Минск, 2016. – С. 92–96.
3. Ahiborg L. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy / L. Ahiborg, C. Andersson, P. Julin // *J. Rehabilitation Med.* – 2006. – N 38 (5). – P. 302–308.
4. Armstrong T. J. Ergonomics and the effects of vibration in hand-intensive work / T. J. Armstrong et al // *Scand. J. Work, Environ. and Health.* – 1987. – N 13. – P. 286–289.
5. Burns P. Acute effects of whole-body vibration and bicycle ergometry on muscular strength and flexibility / P. Burns, K. Bekhuizen, P. Jacobs // *Med. Sci. in Sports and Exercise.* – 2005. – Vol. 37, N 5. – P. 262.
6. Cardinale V. The use of vibration as an exercise intervention / V. Cardinale, C. Bosco // *Exercise and Sport Sci. Rev.* – 2003. – Vol. 31, N 1. – P. 3–7.
7. Martin B. J. Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue / B. J. Martin, H. Park // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 1997. – N 75. – P. 504–511.
8. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be / J. Rittweger // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2010. – N 108. – P. 877–904.
9. Тренажер для тренировки нервно-мышечного аппарата человека : пат. 11473 Респ. Беларусь, МПК А 61Н 23/02 / А. А. Михеев, Н. А. Михеев. – № u 20170101; заявл. 17.03.2017; опубл. 30.08.2017 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4. – С. 133–134.

a_mixeev@mail.ru

References

1. *Верхошанский Ю. В.* Основы специальной физической подготовки спортсменов [*Foundations of special physical training of athletes*]. – М.: Физкультура и спорт; 1988. 331 с.
2. *Михеев Н. А.* Исследование влияния вибрационной тренировки в комбинации с общей магнитотерапией на состояние нервно-мышечного аппарата нижних конечностей элитных спортсменов [*Study of the influence of vibration training in combination with general magnetotherapy on the state of the neuromuscular apparatus of the lower limbs of elite athletes*]. Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 18–19 февр. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т; редкол.: И. В. Бельский, В. Е. Васюк, Н. А. Парамонова. – Минск; 2016;92–96.
3. Ahiborg L. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *J. Rehabilitation Med.* 2006;38(5):302-8.
4. Armstrong TJ. Ergonomics and the effects of vibration in hand-intensive work. *Scand. J. Work, Environ. and Health.* 1987;13:286-9.
5. Burns P. Acute effects of whole-body vibration and bicycle ergometry on muscular strength and flexibility. *Med. and Sci. in Sports and Exercise.* 2005;37(5):262.
6. Cardinale V. The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sci. Rev.* 2003;31(1):3-7.
7. Martin BJ. Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1997;75:504-11.
8. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010;108:877-904.
9. Тренажер для тренировки нервно-мышечного аппарата человека : пат. 11473 Респ. Беларусь, МПК А 61Н 23/02 / А. А. Михеев, Н. А. Михеев. – Simulator for training the human neuromuscular system. № u 20170101; заявл. 17.03.2017; опубл. 30.08.2017 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2017;4:133-4.

Надійшла 11.05.2019