

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ ВИБРАЦИЯМИ, НАПРАВЛЕННЫМИ ВДОЛЬ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН: ПРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.А. МИХЕЕВ

*Белорусский государственный университет физической культуры,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение. В связи с тем, что современное человечество обитает в условиях созданной им самим окружающей среды, тема влияния вибрационных воздействий на организм имеет социальный смысл и рассматривается комплексно. С одной стороны, исследуются вредные последствия случайных вибраций и разрабатываются средства защиты от них. С другой стороны, полезные свойства дозированных вибраций используются в медицинских физиотерапевтических методиках. В последние десятилетия были предприняты попытки использования вибрации в спортивной практике. В результате возникло новое явление: специфические вибрационные возмущения, изменяющие функциональное состояние организма в соответствии с алгоритмом деятельности человека. Специфика этих вибраций состоит в том, что они концентрируются в определенных мышцах по всей их длине и сечению. Однако этот факт, кардинально влияющий на характер ответных реакций организма, не был отмечен исследователями. Анализ литературы свидетельствует о том, что вибрационные упражнения в спорте рассматривались и рассматриваются с тех же позиций, что и вибрации в промышленности и быту. Не учитывается, что при выполнении вибрационного упражнения на организм действуют два фактора: вибрация, имеющая собственные характеристики (частоту, амплитуду, ускорение) и биологические параметры физического упражнения (объема и интенсивность). Сочетанное действие этих двух факторов является основой высокой эффективности вибрационных упражнений. Как известно, эффективность в спорте подразумевает улучшение соревновательного результата. Последний в немалой степени зависит от развития физических качеств, показатели которых являются интегративным критерием физиологических процессов, происходящих в организме на всех уровнях – от клеточного до межсистемного. Однако системное изучение явления невозможно без его научной идентификации. В нашем исследовании впервые предпринята попытка систематизации и классификации механических вибраций с учетом феномена вибрационных упражнений, а также предложена система терминов и аббревиатур, решающих проблему идентификации понятий, используемых в этой области знаний. Всю совокупность механических вибраций мы подразделяем на случайные (деструктивные, разрушительные) и дозированные (креативные, созидательные). В свою очередь, дозированные вибрации делятся на трансверсальные, то есть поперечные (Т-вибрации или ДТВ) и лонгитудные, то есть продольные (Л-вибрации или ДЛВ). Трансверсальные вибрационные удары направлены перпендикулярно к поверхности тела и подразделяются на локальные и генерализованные. Трансверсальные локальные вибрации характеризуются малой площадью контакта с источниками вибрации, а трансверсальные генерализованные вибрации, наоборот, действуют на все тело. В нашей работе исследовалась лонгитудная вибрация, которая может быть осуществлена только в том случае, когда преднамеренно создаются условия для ее возникновения. Преднамеренно создаваемые условия это не что иное, как дозирование, которое осуществляется, во-первых, по механическим характеристикам (частота и амплитуда), во-вторых, по педагогическим характеристикам упражнения. При выполнении вибрационных упражнений, базирующихся на принципах Л-вибрации, происходят прогнозируемые, контролируемые и управляемые изменения в организме, позволяющие улучшить спортивный результат или состояние здоровья. Теоретические расчеты показали, что при равных условиях в единицу времени вибрация вынуждает мышцу совершать работу на 50 % превышающую работу, выполняемую мышцей в обычных условиях. На наш взгляд, это является основой стимулирующего эффекта лонгитудных вибрационных упражнений.

Дозированная вибрационная тренировка (ДВТ), предполагает системное использование упражнений в тренировке спортсменов, в оздоровительной физической культуре, а параметры упражнения рассматриваются как важнейший элемент данной системы. Это, в свою очередь, предопределяет необходимость знания минимально достаточных доз вибронрузки в отдельном занятии и

оптимальных доз вибронагрузки в системе смежных тренировок. Доза вибронагрузки это реальный инструмент управления функциональным состоянием организма. В результате теоретических исследований создана классификация механических вибраций, разработаны основные положения идентификации вибрационных упражнений, разработан понятийный аппарат и предложено соответствующее терминологическое обеспечение изучаемого явления. В целом таксонометрические исследования дали возможность корректно определить направление научного поиска, связанного с определением оптимальной дозы вибротренинга в серии смежных тренировочных занятий и минимально достаточной дозы виброупражнения при однократной нагрузке.

Ниже представлены результаты комплексных педагогических и биологических исследований реакции организма спортсменов на воздействие механических вибраций, направленных вдоль мышечных волокон посредством физических упражнений.

Стабилометрические исследования.

Изучались параметры вертикальной позы спортсменов при выполнении традиционных и вибрационных упражнений различной регламентации. На протяжении одного тренировочного семидневного микроцикла изучались изменения длины и площади статокинезиограммы, амплитуды колебаний ОЦМ во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также скорости перемещения ОЦМ у представительниц художественной гимнастики ($n=5$). Было выявлено, что дозированная вибрационная тренировка (ДВТ) оказывала более активное влияние на функциональное состояние вестибулярного аппарата спортсменок, чем эквивалентные традиционные тренировочные программы (рисунок 1).

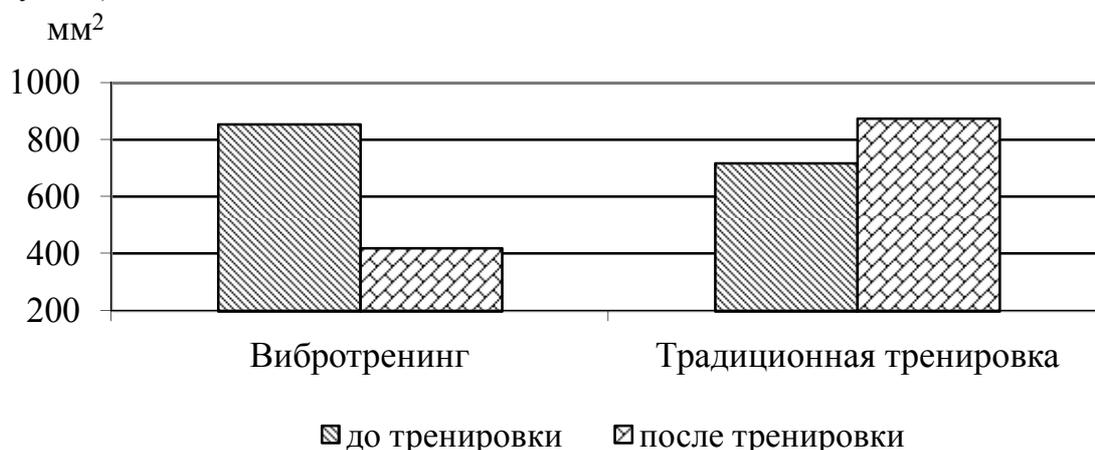


Рисунок 1 – Динамика площади статокинезиограммы до и после традиционного тренировочного микроцикла и серии ДВТ (по тесту с открытыми глазами)

Так, под воздействием дозированных вибрационных упражнений площадь статокинезиограммы достоверно ($p<0,05$) уменьшилась на 51 % (с $855,06 \pm 14,43$ до $421,84 \pm 18,23$ мм²), а после традиционной тренировки, напротив, увеличилась на 21 % и составила $876,58 \pm 19,23$ мм², что является негативным показателем. Улучшение амплитуды колебаний ОЦМ в сагиттальной плоскости при вибротренинге составило 46 %, а при обычной тренировке – 5 %. После вибротренинга наблюдалось улучшение показателя пострурального контроля (по длине статокинезиограммы) на 22 %, а после традиционной тренировки, напротив, наблюдалось ухудшение на 2 % [1].

Полученные результаты дали основание для проведения углубленных стабилометрических исследований, целью которых было определение оптимальных и минимально достаточных доз вибронагрузки. Предположительно оптимальные дозы можно определить на основании динамики показателей удержания вертикальной позы при различных дозах вибровоздействий с учетом регламентации физических упражнений. Сначала было изучено действие вибрационных упражнений в серии, состоящей из восьми смежных стимуляций ($n=10$). В приведенном примере нами рассмотрена динамика пострурального контроля по скорости перемещения центра давления. Скоростные характеристики восстановления баланса вертикальной позы являются важными для диагностики текущего состояния спортсмена. Увеличение скорости ЦД более 5 мм/с относительно исходных значений является признаком большого напряжения функций, а уменьшение этого показателя является признаком позитивного протекания приспособительных реакций. Было отмечено, что на протяжении 1 микроцикла адаптационные изменения носили фазовый характер и состояли из трех циклов (рисунок 2). Первый цикл перестроочных процессов охватил период от 1-го до 6-го заня-

тия (второе–седьмое тестирование) и был связан с активацией зрительного компонента коррекции движений на первом–третьем занятиях (второе–четвертое тестирование) и проприоцептивного компонента на третьем–шестом занятии (четвертое–седьмое тестирование). Вторая фаза перестроенных процессов началась после 5-го и завершилась к 8-му занятию (6-й и 9-й тесты).

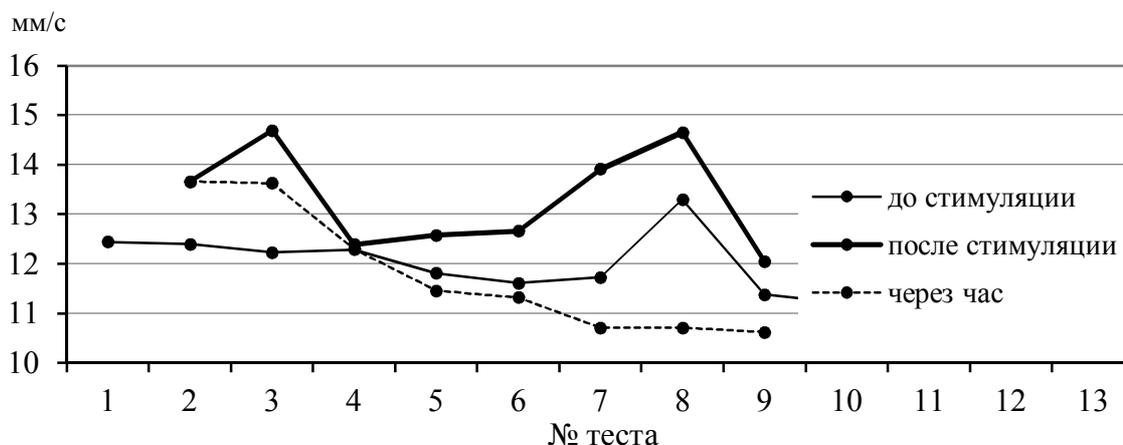


Рисунок 2 – Динамика скорости ЦД в тесте с открытыми глазами у спортсменов в серии ДВТ с возрастающей нагрузкой и в постстимуляционном периоде (2–9 тесты соответствуют 1–8 стимуляционным занятиям, 10–13 тесты выполнены в посттренировочный период)

Третий цикл был связан с наличием отставленных эффектов вибротренинга. На протяжении четырех недель после окончания тренировок (девятое–тринадцатое тестирование) продолжала возрастать активность проприоцептивных систем организма, прямо влияющих на межмышечную координацию, что выразилось в улучшении двигательных актов поддержания баланса тела [2].

Иммунологические исследования.

Изучалось влияние вибрационной тренировки на состояние специфической и неспецифической резистентности организма спортсменов в предсоревновательном периоде подготовки (n=6). До проведения курса стимуляций у испытуемых был выявлен ряд отклонений от нормы со стороны иммунной системы, что расценивалось как снижение статуса адаптационных возможностей организма. 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 минуте (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 $0,7 \pm 0,01$ до $0,6 \pm 0,02$ ($p < 0,05$), коэффициент стимуляции с $3,5 \pm 0,2$ до $2,6 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). Постстимуляционные тесты зафиксировали стабилизацию показателей ЦИК 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 минут и временем экспозиции в отдельном занятии до 3-х минут, вызывает определенные позитивные изменения со стороны гуморального и клеточного звеньев иммунитета [3 – 5].

Биохимические и гематологические исследования.

Изучалось влияние дозированных вибрационных упражнений на эффективность восстановления на уровне обменных процессов у биатлонистов высокой квалификации в малых циклах подготовки (n=14). Анализ данных показал, что выполнение низкоинтенсивных интервальных виброупражнений вызывало ответные реакции организма, характерные для традиционных упражнений более высокой интенсивности (рисунок 3).

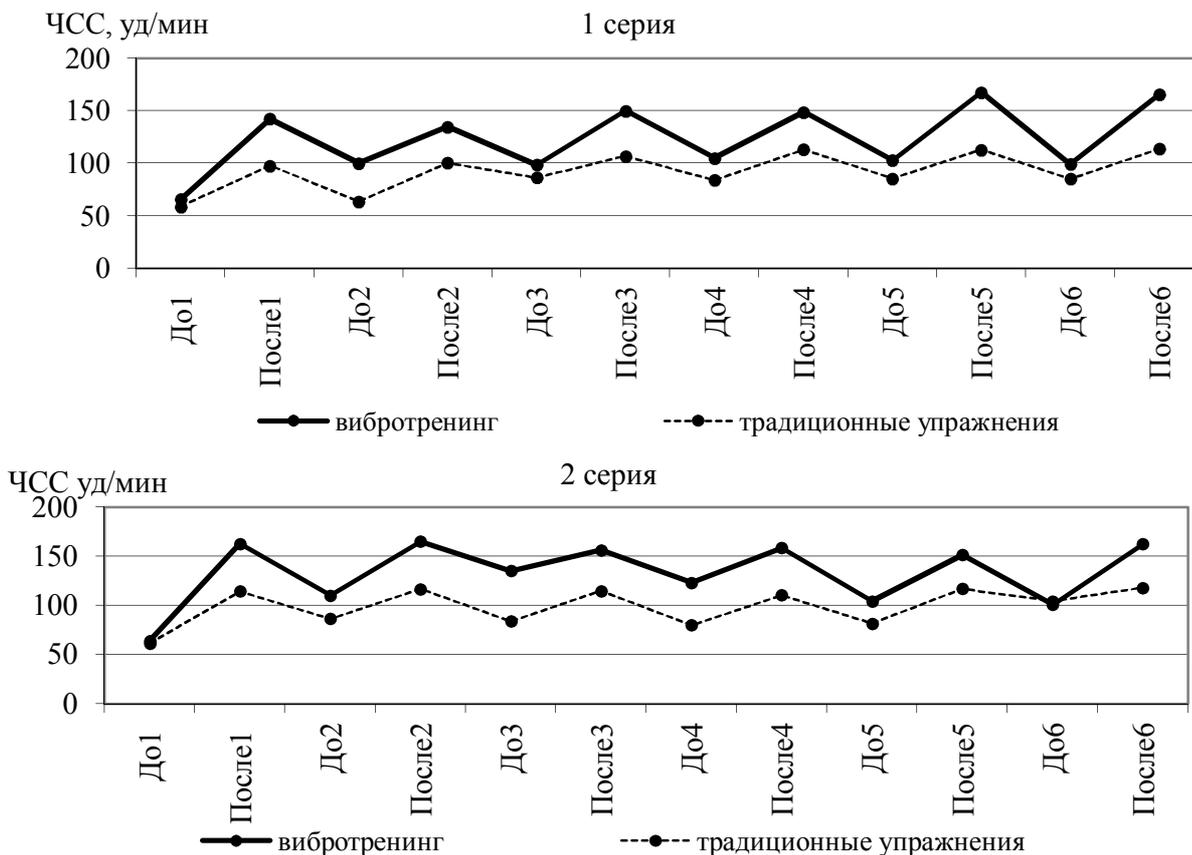


Рисунок 3 – Динамика ЧСС у биатлонистов до и после выполнения интервальных упражнений с применением и без применения виброимпульсации

У мужчин, помимо основного тренинга, выполнявших виброупражнения, разброс абсолютных показателей активности фермента КФК составил 72–167 Е/л, а у мужчин, не выполнявших виброупражнения, –165–176 Е/л. У женщин эти показатели составили 72–86 и 110–204 Е/л соответственно. Очевидно, вибрационные упражнения улучшают тканевый обмен за счет более эффективного использования имеющихся запасов кислорода [6].

При исследовании биохимических показателей у спортсменов (n=6) на этапе предсоревновательной подготовки в условиях предельной велоэргометрической нагрузки было выявлено влияние вибротренинга на состояние процессов энергообеспечения и состав крови спортсменов. После вибротренировки обнаружено меньшее повышение лактата (до вибротренинга $11,6 \pm 0,58$ ммоль/л, после вибротренинга – $7,30 \pm 0,56$ ммоль/л, $p < 0,05$) и триглицеридов (до вибротренинга $1,50 \pm 0,30$ ммоль/л, после вибротренинга – $0,70 \pm 0,10$ ммоль/л, $p < 0,05$). Активность КФК повысилась на 28,9 %. При этом без изменений оставались показатели мочевины и креатинина. Выявлено, что на фоне дозированной вибрации активация гликолиза снизилась на 215,0 %, а стимуляция жирового обмена – на 26,7 % ($p < 0,05$). Отмечена меньшая напряженность в покое и большая эффективность функционирования фосфатного звена энергопродукции во время нагрузки. Так после вибротренинга активность КФК в покое снизилась на 25,5 % (с $185,0 \pm 18,2$ до $138,0 \pm 39,9$ Е/л). Под нагрузкой до вибротренинга активность КФК возрастала на 25 % (с $185,0 \pm 18,2$ до $232,0 \pm 23,2$ Е/л), а после вибротренинга – на 54 % (с $138,0 \pm 39,9$ до $213,0 \pm 48,7$ Е/л). После серии стимуляций в покое содержание креатинина возросло на 36,8 % (с $57,00 \pm 5,61$ до $78,00 \pm 4,32$ мкмоль/л). Под нагрузкой до вибротренинга содержание креатинина повышалось на 22,8 % (с $57,0 \pm 5,61$ до $70,0 \pm 5,33$ мкмоль/л), а после вибротренинга, напротив, уменьшилось на 2,6 % (с $78,00 \pm 4,32$ до $76,00 \pm 7,84$ мкмоль/л). Показатели максимальной физической работоспособности оставались на прежнем уровне, а на уровне анаэробного порога повысились на 16,6 % (с 900 ± 60 до 1050 ± 50 кгМ/мин), что свидетельствует о повышении окислительных способностей работающих мышц и усилении аэробной ориентации энергообмена. После курса стимуляций отмечалось уменьшение числа лейкоцитов: в пробах до нагрузки на 28,5 % (с $10,2 \pm 1,6$ до $7,3 \pm 0,4 \times 10^9$ /л), в пробах после нагрузки – на 27,2 % (с $15,1 \pm 1,3$ до $11,0 \pm 1,1 \times 10^9$ /л, $p < 0,05$). В то же время было выявлено повышение числа тромбоцитов: в пробах

до нагрузки на 85,5 % (с $214,8 \pm 16,9$ до $397,0 \pm 19,7 \times 10^9/\text{л}$), в пробах после нагрузки – на 150 % (с $213,0 \pm 12,5$ до $534,0 \pm 55,3 \times 10^9/\text{л}$). Кроме того, после вибротренинга достоверно ($p < 0,05$) возрос показатель среднего содержания гемоглобина в одном эритроците (на 12 % – с $34,2 \pm 1,2$ до $38,6 \pm 0,7$ пг). Уменьшение числа лейкоцитов в покое можно рассматривать как фактор повышения скорости их перераспределения, а меньшая степень увеличения их числа после нагрузки на фоне вибротренинга свидетельствует, возможно, о меньшей необходимости включения в кровоток депонированной крови. Повышение числа тромбоцитов после вибротренинга может быть связано с уменьшением плазменной части крови вследствие выхода под действием физической нагрузки части плазмы из кровеносного русла во внесосудистое пространство

Исследовалось влияние вибрационной тренировки в зависимости от дозы вибровоздействий и характера тренировочных нагрузок ($n=20$) выполнялись поэтапно [7].

На первом этапе изучались адаптационные изменения кислородтранспортной и дыхательной функций крови под влиянием традиционной и дозированной вибрационной тренировки в малых циклах (микроциклах) спортивной подготовки. В крови спортсменов определялись гемоглобин (HGB), гематокрит (HCT), количество эритроцитов (RBC), средний объем эритроцитов (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC). Сравнительный анализ данных показал, что динамика гематологических показателей носила фазовый характер, связанный с особенностями реакций организма спортсменов на применение двух типов нагрузки. По нашему мнению, первая фаза, связанная с возрастанием уровня гематологических показателей, отражала приспособление в течение трех занятий (длительностью от 3 до 9 минут) к ранее неизвестному, а потому мощному фактору – вибрации. Это подтверждалось фактом противоположной реакции организма тренированных спортсменов на традиционную нагрузку эквивалентного объема. Максимальный размах в разнице ответных реакций (по абсолютным показателям) наблюдался на третьем занятии, а на четвертом – пятом занятии наблюдалось своеобразное «сужение» – размах в разнице между абсолютными показателями был либо минимален, как в случае среднего содержания гемоглобина в эритроците (рисунок 4), либо эти показатели полностью совпадали. Точка пересечения линий указывала на окончание первой фазы приспособительных реакций. Здесь же мы находим ответ на вопрос об определении оптимальной дозы вибронагрузки (ОДВ) в серии смежных тренировочных занятий. На временной оси эта доза маркировалась точкой совпадения абсолютных значений гематологических показателей при применении традиционной и вибрационной тренировок. Далее, начиная с 5-го занятия, наступала вторая фаза приспособительных изменений, которая продолжалась вплоть до 8-го занятия. На втором этапе вибрационная нагрузка вызывала более глубокие изменения в гематологических показателях. Достигнутый после первой фазы положительный эффект практически нивелировался к восьмой тренировке. Это может быть объяснено кумулятивными (суммарными) изменениями, которые разворачивались на протяжении микроцикла. То есть применение тренировочных серий, состоящих из более трех стимуляционных занятий, приводило к снижению кислородтранспортной и дыхательной функций крови.

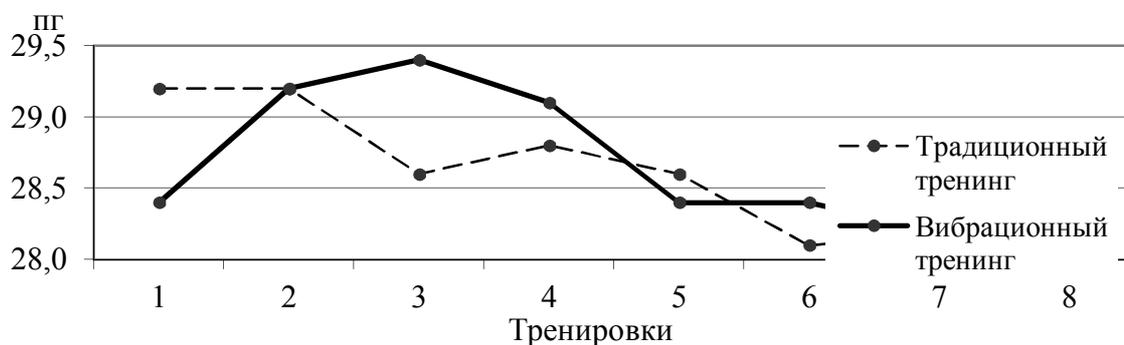


Рисунок 4 – Динамика среднегрупповых показателей среднего содержания гемоглобина в эритроците (MCH) в серии смежных тренировочных занятий по программам вибротренинга и традиционной тренировки

Для определения ведущего фактора изменений, происходящих в организме (дозы вибрационной нагрузки либо количества тренировочных занятий), сравнивались гематологические показатели в процессе выполнения четырехразовой серии стимуляций при увеличенном времени вибровоздействий с полученными ранее данными в восьмиразовой тренировочной серии (таблица 1). В серии смежных занятий при применении начальных доз вибрации на первых тренировках продолжительностью свыше 9 минут наблюдалась отрицательная динамика гематологических показателей, что, очевидно, явилось реакцией организма на чрезмерную нагрузку.

Таблица 1 – Среднегрупповые показатели гематологических параметров в четырехразовой серии ДВТ ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$), (n = 10)

Показатели	№ тренировочного занятия ДВТ			
	1	2	3	4
RBC	5,42±0,06	5,13±0,07	5,03±0,10*	4,93±0,16*
HGB	16,7±0,6	15,9±0,3	15,6±0,8	16,0±0,5
HCT	41,8±0,3	40,2±0,5*	39,3±0,9*	39,7±0,4
MCV	77,1±7,1	78,4±8,7	78,1±8,8	80,5±7,0
MCH	29,1±0,3	28,4±0,5	28,2±0,4*	28,8±0,6
MCHC	34,0±0,5	33,0±0,4	32,6±0,5*	33,7±0,3

Примечание – * – достоверные различия между исходными показателями до начала (1) тренировочной серии и после тренировочных занятий – 2, 3, 4, (p<0,05)

Исследование адаптационных изменений лейкоцитарного и тромбоцитарного звена системы кроветворения по среднегрупповым (n=10) данным содержания тромбоцитов, лейкоцитов и их субпопуляций в периферической крови до и после традиционных и вибрационных тренировочных занятий выявило наличие характерных фаз в динамике гематологических показателей [8]. Первая фаза протекала на протяжении трех тренировочных занятий. К третьей тренировке содержание лейкоцитов увеличилось на 28,8 % и достигло достоверно максимального уровня ($7,6 \pm 0,5 \times 10^9/\text{л}$), а к четвертому занятию наблюдался их спад на 13,6 % ($5,1 \pm 0,5 \times 10^9/\text{л}$). Дальнейшие стимуляции от занятия к занятию вызывали плавное повышение значения показателя, который после завершающей восьмой стимуляции по абсолютной величине ($6,6 \pm 0,6 \times 10^9/\text{л}$) превышал исходное значение на 11,8 % ($5,9 \pm 0,4 \times 10^9/\text{л}$), но все же не достигал максимального уровня, наблюдавшегося на третьем занятии. Традиционная тренировка от 1 до 3-го занятия вызывала прямо противоположные реакции. К третьему тренировочному занятию расхождение значений показателей имело максимальный размах: $5,7 \pm 0,2 \times 10^9/\text{л}$ в традиционной серии и $7,6 \pm 0,5 \times 10^9/\text{л}$ – в серии ДВТ. Однако к четвертому занятию разница в показателях практически нивелировалась: $5,8 \pm 0,4 \times 10^9/\text{л}$ – в традиционной серии и $5,1 \pm 0,5 \times 10^9/\text{л}$ – в стимуляционной серии. Динамика количества лимфоцитов и нейтрофилов имела различия. Процентное содержание лимфоцитов к третьей тренировке падало на 4,4 %, а к пятой тренировке возрастало на 20,5 %. Процентное содержание нейтрофилов, наоборот, к третьей тренировке возрастало на 0,9 %, а к пятой уменьшалось на 24,3 %. Начиная с пятой тренировки, при возросших объемах физической нагрузки, наступала вторая фаза адаптационных процессов. Под действием виброупражнений показатели плавно возрастали к концу серии. Традиционные упражнения вызывали их резкий подъем, а затем такое же резкое падение до уровня более низкого, чем значения показателей при вибротренинге. Динамика количества тромбоцитов также имела две фазы: увеличение на 4 % ко второму занятию и уменьшение на 27,1 % – к шестому занятию, после чего показатели приходили к исходному значению (недостоверное снижение значений относительно исходного уровня на 13,5 %). Увеличение продолжительности вибрационных упражнений свыше 9-и минут за тренировку сопровождалось снижением содержания лейкоцитов во второй части тренировочной серии, что свидетельствовало об адаптации системы белой крови к предлагаемой сочетанной нагрузке. Однако этот тезис нуждался в подтверждении, поскольку подобная динамика могла быть следствием кумулятивного эффекта большого количества стимуляционных занятий. Для ответа на этот вопрос были изучены ответные реакции организма на применение вибровоздействий увеличенного объема (до 15 минут) в серии, состоящей из 4-х тренировок (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика количества лейкоцитов после тренировочных занятий в восьмиразовой и четырехразовой сериях ДВТ ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$), (n=10)

Характеристика тренировки	№ тренировочного занятия в 4-разовой и 8-разовой сериях ДВТ			
	1 (5)	2 (6)	3 (7)	4 (8)
8-разовая серия, WBC, $\times 10^9/\text{л}$	5,1 \pm 0,4	6,0 \pm 0,9	5,7 \pm 0,9	6,6 \pm 0,6
4-разовая серия, WBC, $\times 10^9/\text{л}$	6,1 \pm 0,3*	5,1 \pm 0,4	7,8 \pm 0,7*	7,7 \pm 0,5
Примечание – * – достоверные различия между гематологическими показателями в восьмиразовой и четырехразовой сериях ДВТ (p<0,05)				

Полученные данные были сопоставлены с показателями 5, 6, 7 и 8-го занятий в восьмиразовой серии ДВТ. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что ведущую роль в реакциях различных ростков кроветворения на сочетанное действие физического упражнения и вибрации играет доза вибронагрузки.

Изучение гематологических показателей [9 – 16] в ответ на однократное применение серий повторных вибрационных упражнений до полного утомления с интервалами отдыха 3–5 минут и 20 секунд (n=10) показало, что после вибрационных упражнений с жесткими интервалами отдыха (20 секунд) сдвиг показателей красной и белой крови был достоверно выше, чем при выполнении упражнений с интервалами отдыха до полного восстановления (3–5 минут), что, очевидно, было обусловлено педагогическими факторами физического упражнения.

Результаты исследования динамики гематологических показателей при однократном применении вибрационных и традиционных упражнений позволили заключить, что наиболее выраженные различия в изменении показателей красной крови отмечались в упражнениях, выполняемых до полного утомления в восьми подходах с интервалами отдыха 3–5 минут (n=10). Вероятно, это было связано с большей суммарной вибронагрузкой в этом тренировочном протоколе по сравнению с тренировкой, предполагающей укороченные интервалы отдыха (14,6 и 5,2 минут). Так, увеличение количества эритроцитов после традиционных упражнений составляло 2,83 %, а после ДВТ – 1,01 %. Аналогичная взаимосвязь обнаружилась и в динамике содержания гемоглобина (увеличение на 1,40 % после ДВТ и на 2,80 % – после традиционных упражнений). Среднее содержание гемоглобина в одном эритроците (МСНС) после виброупражнений возросло на 0,59 %, а при выполнении аналогичной физической нагрузки без вибровоздействия снижалось на 0,29 %.

При сравнении показателей красной крови в серии традиционных и вибрационных упражнений с нагрузкой 40 секунд и интервалами отдыха 20 секунд (n=10) различий в изменении содержания количества эритроцитов отмечено не было (увеличение на 4,8 % в обоих случаях). Изменение содержания гемоглобина при работе без вибрации незначительно превышало аналогичные сдвиги при ДВТ (4,2 и 3,5 % соответственно). Изменение среднего содержания гемоглобина в одном эритроците при выполнении этих серий практически не имело различий (снижение на 0,9 % после ДВТ и на 1,2 % после традиционных упражнений). Во всех тренировочных сериях было отмечено возрастание гематокрита. Это свидетельствовало об увеличении кислородтранспортных возможностей крови. Однако, известно, что наряду с положительным влиянием на гемодинамику, при физических нагрузках возрастание гематокрита приводит к повышению вязкости крови, затрудняя тем самым кровоток и ускоряя время свертывания крови. Повышение сопротивляемости кровотоку и последующее напряжение других подсистем кровообращения приводит к активации сердечной деятельности. При выполнении упражнений до полного утомления в восьми подходах с интервалами отдыха 3–5 минут в серии ДВТ отмечалось меньшее возрастание гематокрита (0,71 %) по сравнению с равноценной серией без вибрационного воздействия (2,85 %). Повышение вязкости крови при выполнении тренировочных заданий с вибрационным воздействием происходило в меньшей степени, не сказываясь на снижении реологических свойств крови. При выполнении тренировочного протокола с жесткими интервалами отдыха (20 секунд) в серии ДВТ прирост гематокрита составил 5,1 %, а в традиционной серии – 5,8 %. Реакция лейкоцитарного звена периферической крови на выполнение упражнений до полного утомления в восьми подходах с интервалами отдыха 3–5 минут проявлялась в меньшем увеличении процентного содержания лимфоцитов (на 1,86 %) по сравнению с аналогичной работой без вибрации (на 5,5 %). В серии виброупражнений с интервалами отдыха 20 секунд аналогичных различий выявлено не было. Таким образом, сравнение гематологических параметров крови при вибротренинге и традиционной тренировке свидетельствовало о том, что для вибрационной тренировки характерны меньшие сдвиги показателей кисло-

родтранспортной и дыхательной функций крови. Это, вероятно, связано с улучшением процессов тканевого дыхания: вибрация облегчает доставку кислорода к органам и тканям, что проявляется меньшей реактивностью системы красной крови. Дозированная вибрационная тренировка сопровождалась меньшим приростом уровня гематокрита по сравнению с нагрузкой без вибровоздействия. Количественные сдвиги гематологических показателей находились во взаимосвязи со временем вибрационного воздействия (экспозицией), что подтверждалось различиями в динамике этих показателей в серии ДВТ при работе до полного утомления (интервал отдыха 3–5 минут) и в серии виброупражнений с укороченными интервалами отдыха. По мере увеличения интенсивности нагрузки в физическом упражнении удельный вклад вибрации в изменение функционального состояния организма уменьшался. Приспособительные реакции системы крови во времени имели выраженный фазовый характер. Разные ростки кроветворения по-разному реагировали на вибрацию, но цикличность изменений сохранялась. Достоверные положительные сдвиги гематологических показателей наблюдались при длительности динамических упражнений равной 3 минутам. Это время может быть принято за минимально достаточную дозу в комбинированном (с последовательным потенцированием мышц рук и ног) динамическом вибрационном упражнении. В серии смежных занятий положительная динамика гематологических показателей наблюдалась на первых четырех тренировках с постепенно увеличивающимся объемом вибронгрузки от 3 до 9 минут. Увеличение количества стимуляционных тренировочных занятий свыше четырех при применении доз вибрации свыше 9 минут приводило к отрицательной динамике гематологических показателей. Таким образом, оптимальной дозой вибронгрузки на уровне малых циклов тренировки можно считать четыре смежных стимуляционных занятия с возрастающим объемом вибронгрузки от 3 до 9 минут.

Исследование вибрационных и традиционных упражнений ($n=20$) эквивалентной регламентации оценивалась их интенсивность по динамике ЧСС и по динамике биохимических показателей. Было обнаружено, что тренировочная нагрузка в серии с применением вибрации при равных условиях регламентации с традиционными упражнениями вызывала ответные реакции организма, характерные для более интенсивной нагрузки. То есть одинаковые по педагогическим характеристикам (по объему и интенсивности) традиционные и вибрационные упражнения вызывают физиологические эффекты, присущие упражнениям, выполняемым в разных зонах мощности. В ходе выполнения повторных вибрационных упражнений с интервалами отдыха до полного восстановления потребление кислорода на 25–35 % выше, чем в таких же по регламенту традиционных упражнениях. Анализ биохимических показателей выявил наличие характерных особенностей, к которым следует отнести, во-первых, интенсивность ответных реакций на традиционные и вибрационные упражнения в первом тренировочном занятии (один подход с продолжительностью упражнения до 3 минут). После выполнения традиционного упражнения уровень лактата составлял $4,7 \pm 1,2$ ммоль/л, а после вибрационного упражнения – $8,0 \pm 0,7$ ммоль/л, что на 70,2 % выше (рисунок 5). Однако уже после второго тренировочного занятия (2 подхода с суммарной нагрузкой до 6 минут) характер ответных реакций организма изменился. После традиционных упражнений уровень лактата достигал $15,2 \pm 5,8$ ммоль/л, а после вибрационных – $10,2 \pm 0,6$ ммоль/л. Разница составляла 5 ммоль/л (32,9 %). Далее эта тенденция сохранялась при полном совпадении динамики уровней лактата от занятия к занятию. На третьем занятии содержание лактата уменьшилось на 5,9; на четвертом – 4,1; на пятом – 4,0; на шестом – 3,5; на седьмом – 5,4 и на восьмом – 6,5 ммоль/л. Итак, при выполнении традиционных упражнений стандартной регламентации уровень лактата достоверно превышал уровень этого показателя после выполнения вибрационных упражнений. Динамика изучаемых показателей свидетельствовала о наличии хорошо различимых адаптационных фаз. На первой фазе, при малых объемах физической нагрузки (до 3-х минут), реакция организма обуславливается вибровоздействиями. Вторая фаза адаптационных изменений заканчивалась после четвертого стимуляционного занятия, а окончательная адаптация к работе достигалась после выполнения восьми тренировочных занятий (вторая фаза).

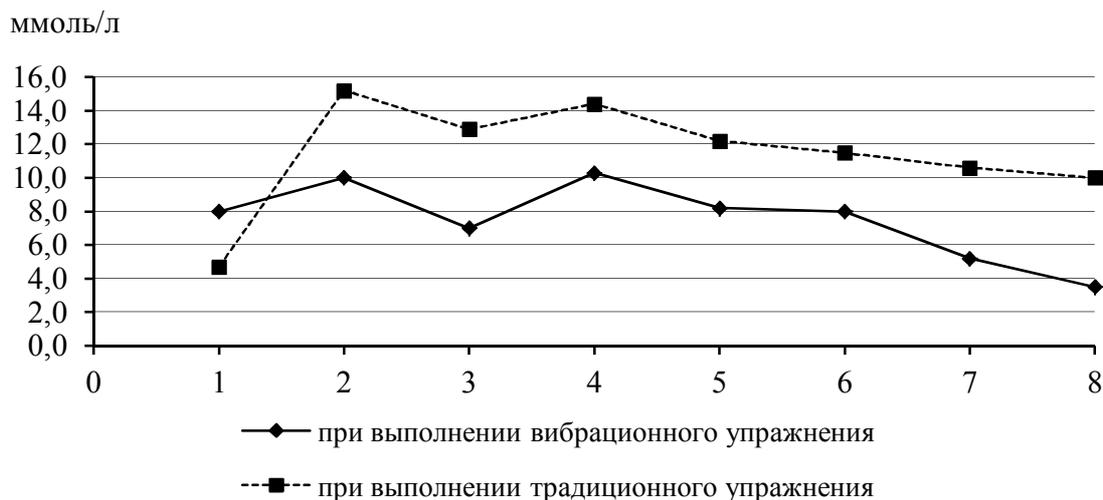


Рисунок 5 – Динамика уровня лактата в серии смежных тренировочных занятий с применением и без применения дозированной вибрации

Для уточнения полученного метаболического ответа до и после выполнения каждой серии традиционных и вибрационных упражнений определялся уровень глюкозы, триглицеридов, мочевины, активность ферментов креатинфосфокиназы (КФК) и аспаратаминотрансферазы (АСТ). Наличие ответных реакций, связанных с особенностями динамики ферментов КФК (рисунок 6) и АСТ, указывало на то, что в течение пяти занятий с длительностью от 3 до 11 минут происходило приспособление к вибрационной нагрузке.

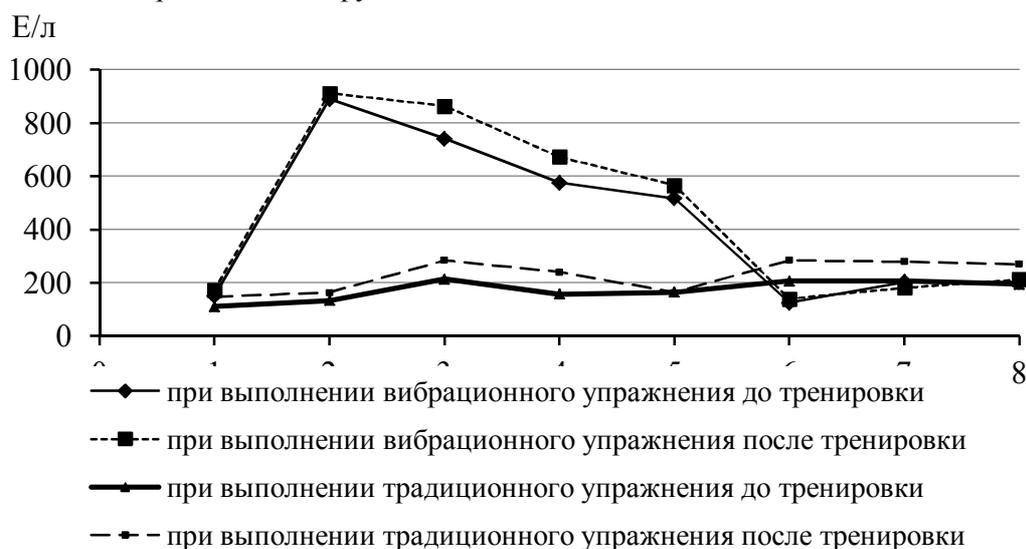


Рисунок 6 – Динамика активности креатинфосфокиназы (КФК) в серии смежных тренировочных занятий с применением и без применения вибрационных упражнений

Это подтверждалось фактом противоположной реакции организма тренированных спортсменов на традиционную нагрузку того же объема аналогичной регламентации.

При изучении динамики лактата в серии занятий с повышенным объемом вибронгрузки (рисунок 7) было выявлено, что первые четыре тренировки восьмиразовой серии при меньшем объеме физической нагрузки вызывали большую активацию гликолиза, что сопровождалось большим накоплением лактата в крови.

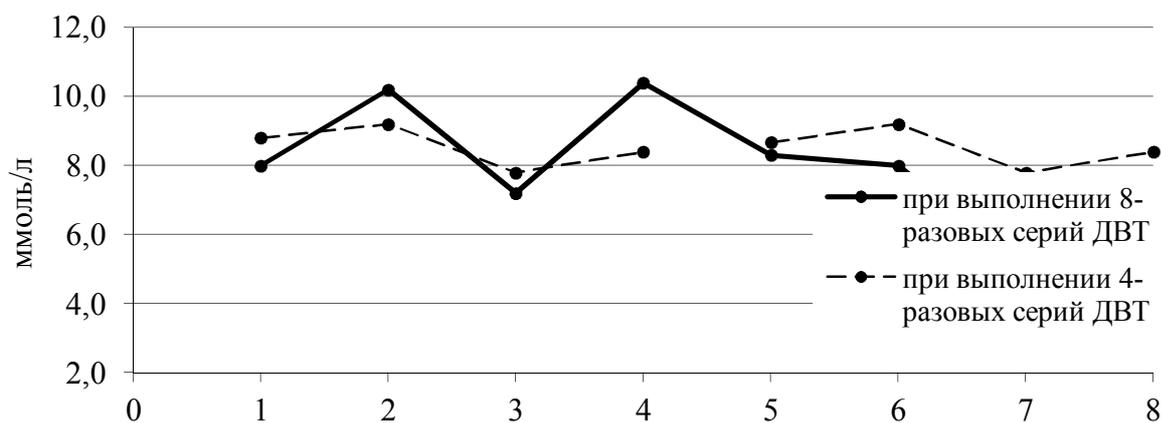


Рисунок 7 – Динамика содержания лактата в восьмиразовой и четырехразовой серии ДВТ

При сопоставлении остальных изучаемых показателей четырехразовой серии с графиками восьмиразовой серии с первого по четвертое занятие и с пятого по восьмое занятие обнаружилась их идентичность по динамике изменений и абсолютным величинам. Это указывает на то, что суммарный эффект вибрационных упражнений в серии тренировочных занятий зависит не от объема нагрузки, а от количества занятий.

Результаты исследования биохимических показателей при однократном применении повторных вибрационных упражнений с интервалами отдыха 3–5 минут (первая серия) и 20 секунд (вторая серия) ($n=10$) показали, что во второй серии уровень лактата составил $8,2 \pm 0,7$ ммоль/л, что на 43,8 % превысило уровень лактата в первой серии ($5,7 \pm 0,9$ ммоль/л, $p < 0,05$). Активность АСТ во второй серии упражнений оказалась на 30 % выше таковой в первой серии ($37,2 \pm 2,1$ и $28,6 \pm 2,1$ Е/л, $p < 0,05$), а превышение уровня мочевины составило 18 % ($4,5 \pm 0,2$ и $3,8 \pm 0,2$ ммоль/л, $p < 0,05$).

Анализ данных, полученных в процессе однократного выполнения повторных традиционных и вибрационных упражнений одинаковой регламентации с продолжительностью пауз отдыха до полного восстановления (3–5 минут) ($n=10$), выявил, что после выполнения традиционных упражнений уровень лактата был на 12,8 % выше ($5,5 \pm 0,1$ ммоль/л) ($p < 0,05$), чем после серии вибротренинга ($4,8 \pm 0,5$ ммоль/л), что согласуется с результатами ранее проведенных исследований.

В ходе биохимических исследований при выполнении двух серий повторного строго регламентированного упражнения с применением и без применения вибрации при продолжительности нагрузки 40 секунд и продолжительности пауз отдыха 20 секунд ($n=10$) были получены данные (таблица 3), которые свидетельствовали о том, что выполнение интервальной нагрузки в обеих сериях сопровождалось расходом субстратов белкового, жирового и углеводного обмена при повышении активности мышечных ферментов.

Оба варианта упражнений оказывали равное тренирующее воздействие на организм. Результаты исследования подтверждают выдвинутое нами предположение: чем интенсивнее сочетанная физическая нагрузка, тем меньше вклад вибрации в вызываемые этой нагрузкой адаптационные сдвиги.

Дальнейшие исследования были предприняты для сравнения изменений при выполнении упражнений регионального характера до полного утомления с применением и без применения вибрации при интервалах отдыха между подходами 3–5 минут ($n=8$).

Таблица 3 – Биохимические показатели при выполнении однократной тренировочной серии (8 упражнений регионального характера) с применением вибрации (1) и без вибрационного воздействия (2) при продолжительности нагрузки 40 секунд и интервалах отдыха 20 секунд (n=10)

№ занятия	Показатели	Биохимические показатели													
		Лактат, ммоль/л		Мочевина, ммоль/л		Глюкоза, ммоль/л		ТГ, ммоль/л		КФК, Е/л		Кр-н, мкмоль/л		АСТ, Е/л	
		после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	
1	\bar{X}	5,1	4,7	4,3	6,3	6,0	1,5	1,1	186,2	196,5	71,2	75,8	30,2	31,3	
	$S_{\bar{X}}$	0,9	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	14,6	12,2	1,6	3,0	2,2	2,5	
2	\bar{X}	5,6	3,8	4,3	4,8	4,3*	0,8	0,8*	221,0	209,0	71,7	65,0	27,4	37,1	
	$S_{\bar{X}}$	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	22,3	26,8	0,7	0,0	1,8	3,7+	

Примечания:
 * – достоверные различия между показателями 1 и 2 тренировочного занятия (p<0,05);
 + достоверные различия между показателями до и после тренировочных занятий (p<0,05)

В серии традиционных упражнений уровень всех изучаемых биохимических показателей оставался практически без изменений. Концентрация лактата при этом повышалась до $9,6 \pm 0,2$ ммоль/л. Выполнение упражнений с применением ДВТ приводило к снижению уровня мочевины на 24,3 % (с $4,28 \pm 0,10$ до $3,24 \pm 0,11$ ммоль/л, p<0,05), глюкозы – на 16,5 % (с $5,46 \pm 0,14$ до $4,56 \pm 0,14$ ммоль/л, p<0,05), триглицеридов – на 22,3 % (с $0,99 \pm 0,02$ до $0,77 \pm 0,02$ ммоль/л, p<0,05), активности фермента КФК – на 16,3 % (с $376,50 \pm 9,52$ до $315,00 \pm 10,49$ Е/л, p<0,05). Уровень лактата повышался до 8,1 ммоль/л. Это явилось свидетельством того, что применение ДВТ способствовало вовлечению в энергообеспечение мышечной деятельности спортсменов всех механизмов энергообразования. Более низкое (на 15,7 %) содержание лактата в крови при вибротренинге по сравнению с традиционными упражнениями свидетельствовало о том, что вибрация создает благоприятные условия для функционирования мышц.

Следующий этап исследований был связан с изучением динамики биохимических показателей в ходе выполнения строго регламентированных традиционных и вибрационных упражнений при продолжительности нагрузки 30 секунд и паузах отдыха 20 секунд (n=6). Полученные данные свидетельствовали о том, что эта серия упражнений, как с применением, так и без применения вибрации, не вызвала достоверных сдвигов изучаемых показателей. Повышение уровня лактата до $10,6 \pm 0,2$ и $11,0 \pm 0,2$ ммоль/л являлось с точки зрения энергообеспечения мышечной деятельности равнозначным для обеих тренировок. Это говорит о нерациональности применения ДВТ предложенного регламента в тренировке спортсменов. В целом по результатам биохимических исследований можно заключить, что вибрационные упражнения при равных условиях регламентации с традиционными упражнениями, вызывали ответные реакции организма, характерные для нагрузки большей интенсивности. Небольшие дозы вибрационных упражнений (3–5 минут), выполняемые в один и два подхода с суммарным количеством движений от 160 до 300 за тренировку (при общем времени, затраченном на тренировку не более 5–8 минут), оказывали такое же влияние на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, как и традиционные упражнения, выполняемые в 6 подходов с суммарным количеством движений до 800 за тренировку (при общем времени, затраченном на тренировку до 30 минут). То есть, дозированные вибрационные упражнения оказывали большее воздействие на нервно-мышечный аппарат спортсменов, чем традиционные упражнения аналогичной регламентации. Вибрация препятствовала накоплению лактата в крови. После повторных вибрационных упражнений уровень лактата был на треть ниже, чем после традиционных упражнений. Это, вероятно, связано с усилением окислительно-восстановительных процессов благодаря улучшению доставки кислорода к мышцам под действием вибрации. В серии смежных занятий динамика биохимических показателей имела фазовый характер. Положительная динамика наблюдалась в течение четырех тренировок, выполняемых ежедневно. При различных начальных объемах вибронгрузки адаптационные перестройки разворачивались в период с первого по четвертое стимуляционное занятие. Таким образом, оптимально достаточная доза вибронгрузки в серии смежных вибростимуляционных тренировок составляет четыре занятия с суммарным временем экспозиции по занятиям 3, 5, 7, 9 минут. Начальная фаза (первое тренировочное занятие)

связана с реакцией на небольшие с точки зрения характеристик физического упражнения нагрузки продолжительностью до 3 минут (количество циклов движений 150–180). Минимально достаточная доза вибровоздействий, вызывающая достоверные изменения биохимических показателей, характеризуется следующими составляющими: продолжительность воздействия (экспозиция) – 3 минуты, количество движений – до 180 при темпе 1 цикл движения за 1 секунду при включении в работу наибольшего количества мышечных групп. Эффективность применения дозированного вибротренинга, оцениваемая по уровню накопления лактата в крови, измеряемого после выполнения нагрузки, зависит от первоначально задаваемого объема работы в тренировочном занятии и от количества таких занятий.

Гормональные исследования.

Следующее исследование [17] было посвящено изучению гормональных изменений по уровню содержания тестостерона, кортизола и соматотропина при максимальной вибрационной нагрузке в серии тренировочных занятий у лиц разных возрастных групп, занимающихся физической культурой и спортом в сравнении с традиционными упражнениями эквивалентного объема и интенсивности (n=24). В результате исследования выяснено, что выполнение двухнедельной тренировочной программы с применением традиционных интервальных упражнений вызывало достоверное снижение уровня тестостерона и кортизола и такое же недостоверное увеличение содержания соматотропного гормона. При выполнении шести тренировочных вибростимуляционных занятий с применением интервальных упражнений до полного утомления в группах испытуемых разных возрастных категорий (двадцати и пятидесяти лет) была выявлена тенденция к достоверному уменьшению содержания тестостерона с одновременным достоверным возрастанием содержания соматотропного гормона. Вызываемые вибротренингом изменения этих показателей превышали изменения от эквивалентной традиционной тренировки. Под воздействием вибрационных упражнений содержание соматотропина в крови испытуемых возрастало в большей степени, чем при использовании традиционных тренировочных методов. У спортсменов – юниоров (19,5±3,4 лет, n=8) после шести тренировок это увеличение было в 2,3 раза, а у испытуемых старшего возраста (50,5±3,4 лет, n=7) в 28,3 раза больше, чем в контрольной группе. Под воздействием интервальных вибрационных упражнений до полного утомления на протяжении 14 дней у лиц старшего возраста происходило большее увеличение содержания гормона роста по сравнению с юными спортсменами (+79,4 %). После выполнения шести тренировочных занятий у испытуемых старшего возраста этот показатель в 28 раз превысил показатель, зарегистрированный в группе юных спортсменов. В группе испытуемых старшего возраста вибрационные упражнения вызывали наибольшее достоверное (p<0,05) уменьшение содержания тестостерона (на 20,6 %) и наибольшее достоверное (p<0,05) возрастание соматотропного гормона после трех тренировочных занятий. В группе испытуемых-юниоров наибольшее достоверное уменьшение содержания тестостерона (на 25,9 %) и наибольшее достоверное возрастание соматотропного гормона (на 79,4 %) происходило после шести вибростимуляционных занятий. Наибольшее достоверное (p<0,05) увеличение эритропоэтина относительно исходных показателей наблюдалось после трех тренировочных занятий: у испытуемых старшего возраста – на 45,8 %, а у спортсменов-юниоров – на 29,7 %. Наибольшее достоверное (p<0,05) увеличение миоглобина происходило после шести стимуляций: у испытуемых старшего возраста – на 26,5 %, а у спортсменов-юниоров – на 16,0 %. Очевидно, мужчинам старшего возраста (50,5±3,4 лет) для достижения наибольшего тренировочного эффекта было достаточно трех вибрационных занятий с суммарным временем вибровоздействий 24 минуты. Юношам (19,5±3,4 лет) для достижения наибольшего тренировочного эффекта необходимо было выполнять тренировочные серии, состоящие из шести вибростимуляционных занятий с суммарным временем вибронгрузки 48 минут. При этом эквивалентная традиционная тренировка не привела к достоверному изменению изучаемых показателей.

Исследования центральной, периферической и мозговой гемодинамики.

В результате исследования центральной гемодинамики у представителей циклических и сложнокоординационных видов спорта при вибротренинге (n=15) были получены следующие данные [18]. При выполнении велоэргометрического ступенчатого теста в группе пловцов (n=10) после серии вибротренинга систолическое артериальное давление снизилось на 12,9 %, диастолическое – на 15,7 %. В группе гимнастов (n=5) систолическое давление после серии вибротренинга снизилось на 6,3 %, диастолическое – на 14,6 %. У пловцов по окончании серии вибротренинга показатели ЧСС после тестирования снизились на 8,4 % (с 121,44±4,56 до 111,09±5,19 уд/мин, p<0,05), что указывало на экономизацию работы сердца. Показатели ударного объема (УО) в спокойном состоянии (до тестирования) в обеих

группах достоверно ($p < 0,05$) возросли: у пловцов на 15 %, а у гимнастов – на 41 %. Показатель УО у пловцов после тестирования возрос на 46,5 % (с $75,78 \pm 9,73$ до $109,91 \pm 15,31$ мл). Полученные данные свидетельствуют об улучшении насосной функции сердца у представителей циклических видов спорта. Показатели минутного объема крови (МОК) в спокойном состоянии до тестирования в обеих группах возросли: у гимнастов на 42,2 % (с $4,33 \pm 0,51$ до $6,16 \pm 0,63$ л/мин, $p < 0,05$), у пловцов – на 17,2 % (с $4,60 \pm 0,52$ до $5,39 \pm 0,35$ л/мин). После вибротренинга значение этого показателя у пловцов возросло на 33 % по сравнению с исходным значением (с $9,20 \pm 0,69$ до $12,09 \pm 0,28$ л/мин). У гимнастов, наоборот, было зафиксировано некоторое снижение МОК. На основании полученных данных можно заключить, что под воздействием вибрационной тренировки количество крови, проходящее за одну минуту через поперечное сечение сосудов большого или малого круга кровообращения, возрастало. Увеличение минутного объема крови после нагрузки происходило в равной степени за счет повышения ЧСС и УО, т. е. за счет инотропного и хронотропного механизмов.

Анализ данных сравнительного исследования регионарной гемодинамики [19, 20] при выполнении традиционных и вибрационных упражнений ($n=8$) позволяет сделать вывод о том, что физическая нагрузка без применения вибрации не вызывала выраженных изменений периферического кровообращения. В то же время были выявлены характерные изменения после выполнения вибрационных упражнений. Показатели артериального кровотока (РИ) достоверно возрастали от первого ($0,014 \pm 0,007$ Ом) до третьего подхода ($0,037 \pm 0,001$ Ом), затем постепенно снижались до восьмого подхода ($0,017 \pm 0,001$ Ом), однако оставались достоверно выше ($p < 0,05$) исходных показателей ($0,011 \pm 0,003$ Ом). Динамика РИ под действием вибрации свидетельствовала о рациональном перераспределении артериального кровотока.

Динамика эластичности артерий в серии упражнений с применением вибрации имела схожий характер (рисунок 8).

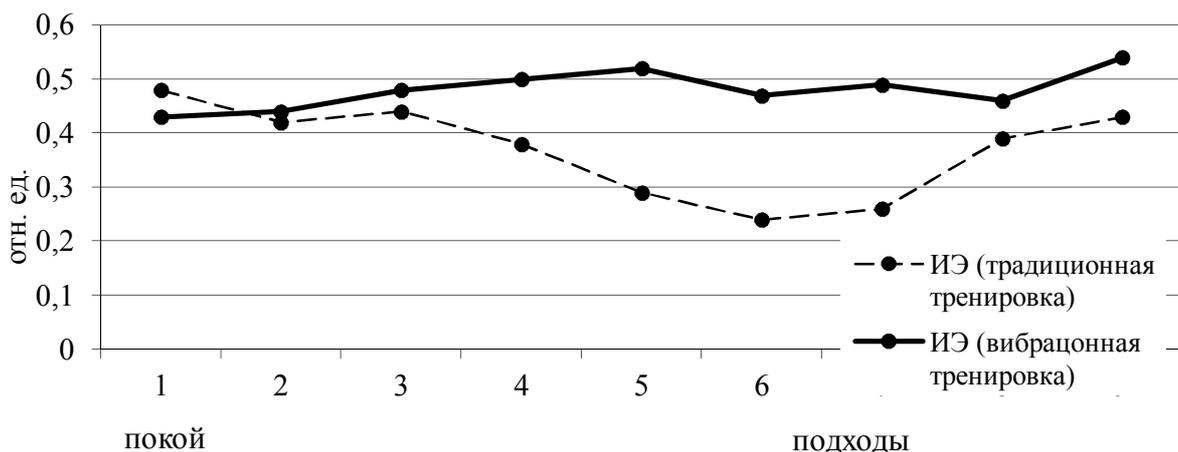


Рисунок 8 – Динамика эластичности артерий (ИЭ) в серии вибрационных и традиционных упражнений

Так, показатель ИЭ достоверно ($p < 0,05$) возрастал от первого ($0,440 \pm 0,109$ отн. ед.) до четвертого подхода ($0,520 \pm 0,040$ отн. ед.), после чего стабилизировался на достигнутом уровне вплоть до последней серии упражнений, после которой значение ИЭ увеличилось до ($0,540 \pm 0,042$ отн. ед.), что достоверно превышало исходный уровень ($0,430 \pm 0,002$ отн. ед.). Таким образом, при выполнении традиционного упражнения отмечался спазм артериальных сосудов, а при вибротренинге эластичность сосудов по сравнению с исходным уровнем достоверно улучшилась ($p < 0,05$).

Динамика индекса периферического сопротивления при выполнении традиционных и вибрационных упражнений имела существенные различия. В процессе вибротренинга происходило постоянное и равномерное снижение ИПС от $0,270 \pm 0,001$ отн. ед. в начале серии до $0,130 \pm 0,091$ отн. ед. в конце тренировки ($p < 0,05$). Следует отметить, что посттренировочное значение ИПС в серии с применением вибрации по абсолютной величине было в три раза ниже такого же значения в традиционных упражнениях.

На рисунке 9 представлены графики динамики венозного оттока (ВО) в серии упражнений с применением и без применения вибрации.

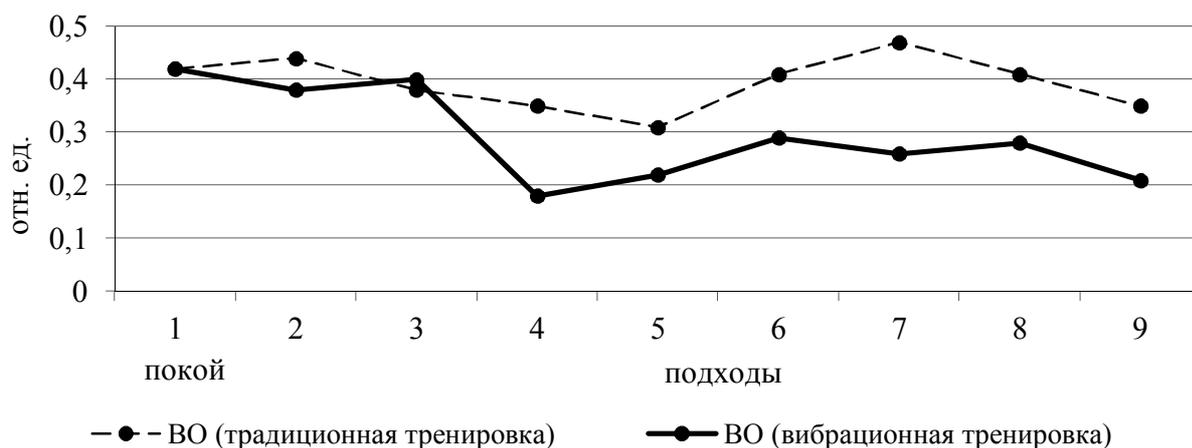


Рисунок 9 – Динамика венозного оттока (ВО) в серии вибрационных и традиционных упражнений

Кривая показателей венозного оттока при выполнении традиционных физических упражнений носила волнообразный характер с плавным снижением от первого ($0,440 \pm 0,124$) до четвертого подхода ($0,310 \pm 0,097$ отн. ед.), плавным возрастанием до максимума в шестом подходе ($0,470 \pm 0,098$ отн. ед.) и последующем снижении вплоть до окончания серии ($0,350 \pm 0,095$ отн. ед.) с приближением к исходным показателям ($0,420 \pm 0,129$ отн. ед.). Очевидно, что традиционные упражнения, выполненные по предложенной схеме, вызвали незначительные изменения в венозном оттоке. Под воздействием вибрационных упражнений изменения в показателях венозного оттока совпадали по своей динамике с показателями традиционных упражнений, однако, были гораздо глубже по абсолютным значениям. На графике видно, что кривая показателей венозного оттока носит волнообразный характер. От подхода к подходу происходило постоянное снижение ВО от $0,420 \pm 0,015$ отн. ед. в начале серии до $0,210 \pm 0,020$ отн. ед. – в конце тренировки ($p < 0,05$). Следует отметить, что посттренировочное значение ВО в серии с применением вибрации по абсолютной величине было гораздо ниже такого же значения в упражнениях без применения вибрации. Таким образом, под воздействием дозированных вибрационных упражнений достоверно улучшился венозный отток по сравнению с исходным уровнем ($p < 0,05$). Показатели ВО в серии СБА также были достоверно ниже показателей, зафиксированных при выполнении упражнений без воздействия вибрации. Таким образом, под воздействием дозированных вибрационных упражнений улучшились условия микроциркуляции. Это проявилось в достоверном снижении тонуса артериол по сравнению с исходным уровнем в серии СБА и достоверно более низком тонусе артериол при применении упражнений СБА по сравнению с показателями ИПС в традиционных упражнениях. В целом, основываясь на результатах исследования, можно утверждать, что позитивные изменения в состоянии регионарной гемодинамики были связаны именно с применением дозированных вибрационных упражнений. Вибротренинг вызывает перестройку периферического звена кровообращения, в частности, вырабатываются специфические сосудистые реакции, характеризующиеся снижением артериального кровотока и тонуса сосудов, что создает условия для облегченного и ускоренного оттока крови в периферические вены.

В ходе исследования мозговой гемодинамики при вибротренинге у представителей циклических и сложнокоординационных видов спорта ($n=15$) в обеих тестируемых группах наблюдались достоверные изменения показателя величины периферического сопротивления артериальных и артериолярных сосудов (В/А, %). Средний показатель В/А в правом полушарии у пловцов снизился на 40,4 % (с $50,72 \pm 4,82$ до $30,27 \pm 6,61$ %, $p < 0,05$), а в левом полушарии – на 7,6 % (с $53,32 \pm 2,01$ до $49,27 \pm 2,11$ %, $p > 0,05$). В группе гимнастов средний показатель В/А в правом полушарии снизился на 26,3 % (с $42,15 \pm 5,05$ до $35,32 \pm 10,63$ %, $p > 0,05$), а в левом остался на прежнем уровне. Эти данные свидетельствовали о том, что под воздействием виброупражнений тонус артериальных сосудов в правом полушарии мозга снижался до уровня, который был ниже физиологических границ нормы (гипотония). Показатель венозного оттока (ВО) также имел тенденцию к уменьшению в обеих группах. Средний показатель ВО в правом полушарии у пловцов снизился на 94 % (с $9,92 \pm 2,11$ до $1,66 \pm 4,65$ %, $p < 0,05$), а в левом полушарии повысился на 72 % (с $8,80 \pm 3,26$ до $15,15 \pm 3,12$ %, $p < 0,05$). В группе гимнастов средний показатель ВО в правом полушарии снизился

на 86,8 % (с 14,06±5,10 до 1,86±6,06 %, p<0,05), а в левом – на 77,6 % (с 12,45±6,92 до 2,80±2,01 %, p<0,05) Показатель скорости объемного кровотока F, в группе пловцов, находясь в пределах нормы, достоверно снизился (p<0,05) в правом полушарии с 0,17±0,02 до 0,13±0,01 %, а в левом полушарии с 0,20±0,02 до 0,14±0,02 %. Это свидетельствовало о некотором снижении интенсивности кровоснабжения исследуемой сосудистой зоны. В группе гимнастов показатели не претерпели достоверных изменений. Анализ данных диастолической напряженности миокарда (ДО) говорит о том, что динамика показателя имела тенденцию к возрастанию в обеих группах обследуемых. Это, свидетельствовало о некотором уменьшении мощности диастолической активности миокарда, что означало увеличение длительности фазы отдыха.

Исследования вариабельности сердечного ритма.

Сравнительный анализ данных вариабельности сердечного ритма спортсменов (n=8) под влиянием вибрационной и традиционной тренировки (таблица 5) показал, что после выполнения серии традиционных упражнений произошло достоверное (p<0,05) снижение парасимпатической регуляции сердечного ритма [21, 22].

Таблица 4 – Динамика показателей вариабельности сердечного ритма при выполнении традиционных и вибрационных упражнений ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$), (n=8)

Показатели		Покой	Показатели ВСП в тренировочных подходах				
			1	2	3	4	8
dRR, мс	1	222±28	245±45	170±33	105±39*	210±29	180±39
	2	238±50	250±38	120±31*	150±49	145±39*+	150±42
AMo	1	36,7±18,6	33,7±18,5	50,7±19,2	67,7±18,6*	50,8±17,3	77,7±19,4*
	2	53,8±19,1	34,2±18,1*	59,1±20,1	52,3±22,6	39,9±17,5	54,3±15,3
SDNN, мс	1	45,7±16,4	51,4±14,6	29,9±17,1*	17,6±12,6*	37,3±14,8	20,3±17,6*
	2	43,1±18,5	44,9±16,2	25,9±18,5*	38,8±17,8	42,0±15,9	47,6±16,8
HF, %	1	49,4±6,8	46,1±6,9	36,7±5,8*	27,4±5,1*	45,5±5,2	24,4±6,8*
	2	39,5±5,5	36,2±4,8+	33,0±6,7	27,9±6,7*	37,2±4,9	39,7±7,45+
LF, %	1	30,1±5,1	30,4±4,5	23,9±7,9	36,6±5,6	27,1±5,6	34,7±5,2
	2	33,3±4,5	26,1±3,7*	28,6±8,7	29,4±5,6	26,5±7,9*	23,7±5,2*+
VLF, %	1	20,6±6,2	23,4±6,5	39,4±7,4*	36,1±4,2*	27,4±6,3	40,9±7,6*
	2	27,2±5,4	37,7±6,9+	38,4±8,9*	42,7±7,6*	36,3±8,2	36,6±6,3
ЧСС, уд/мин	1	66±7	67±7	71±5	74±6	73±4	78±5*
	2	67±8	78±6	79±4	83±3*+	86±5*+	93±6*+

Примечания: * – достоверные различия между исходными показателями и показателями посттренировочных контрольных замеров в каждой из групп упражнений (p<0,05);
+ достоверные различия между показателями в разных группах упражнений (p<0,05);
1 – показатели ВСП в серии традиционных физических упражнений; 2 – показатели ВСП в серии вибрационных дозированных упражнений по методу СБА

После трех подходов серии вибротренинга происходило достоверное снижение величины HF компоненты (27,9±6,7 %), а затем наблюдалась тенденция к ее увеличению (39,7±7,45 %). Обращает на себя внимание, что динамика HF компоненты отличалась в серии традиционных и вибрационных упражнений. Достоверно более высокая величина HF компоненты наблюдалась после серии вибрационных упражнений. Известен эффект повышения выраженности HF компоненты у спортсменов в состоянии хорошей «спортивной формы», сопровождающейся высокой эффективностью спортивной деятельности. После первого подхода традиционных физических упражнений наблюдалось умеренное ослабление активности симпатического подкоркового центра (VLF – 23,4±6,5 %). Однако после серии традиционных упражнений наблюдалось некоторое усиление активности симпатического подкоркового центра (40,9±7,6 %, p<0,05). С первого по третий подход вибротренинга величина очень низкочастотной компоненты VLF увеличилась и составила 42,7±7,6 %. Повышение активности симпатического подкоркового центра свидетельствовало о функциональном резерве сосудистого звена регуляции. В серии традиционных физических упражнений наблюдалось волнообразное изменение активности вазомоторного центра. После восьмого подхода отмечалась тенденция к усилению активности сосудистого центра, величина LF составила

34,7±5,2 %. В результате применения дозированной вибрационной тренировки исходное состояние регуляторных механизмов существенно изменилось. Величина низкочастотной компоненты LF в покое соответствовала 33,3±4,5 %, а после серии вибрационных дозированных упражнений – 23,7±5,2 % ($p<0,05$). Таким образом, серия вибротренинга вызвала достоверное ослабление активности подкоркового вазомоторного центра. Анализ dRR свидетельствует о симпатотоническом типе регуляции сердечного ритма после третьего подхода традиционных упражнений (105±39 мс) и нормотонической регуляции после серии упражнений. Динамика dRR в серии вибротренинга отличалась от динамики в серии традиционных упражнений. После второго подхода вибротренинга вегетативный баланс сместился в сторону усиления активности симпатического отдела (120±31 мс), а после серии упражнений величина dRR составила 150±42 мс, что, видимо, обеспечивало более экономичное и эффективное расходование функциональных резервов, необходимое для поддержания сердечно-сосудистого гомеостаза. Симпатотонический тип регуляции проявлялся более медленной приспособляемостью к новым условиям, активной мобилизацией функциональных резервов и невысокой лабильностью. Дозированные вибрационные упражнения обусловили возникновение тормозящего влияния высших вегетативных центров на нижележащие уровни регуляции, что проявилось сравнительно более низкой мощностью всех компонентов спектра ВСР. По-видимому, наблюдаемые изменения были обусловлены необходимостью мобилизации функциональных резервов регуляторного механизма и связаны с включением в процесс адаптации высших вегетативных центров (снижение мощности спектра ВСР).

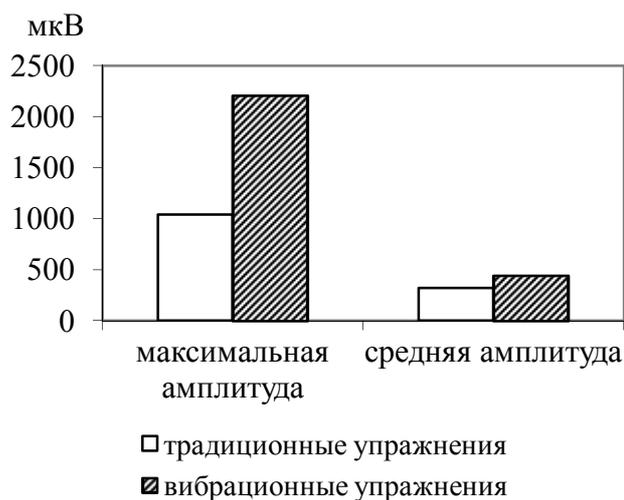
Морфологические исследования.

При изучении динамики морфологического статуса спортсменов ($n=15$) под влиянием вибротренинга было зарегистрировано достоверное ($p<0,05$) увеличение показателей обхвата груди в спокойном состоянии на 2,6 % (с 83,56±5,57 до 85,73±5,28 см) и при вдохе – на 2,5 % (с 88,05±6,11 до 90,27±5,33 см). Отмечено значительное уменьшение кожно-жировой складки (КЖС) на голени на 24 % (с 14,20±4,45 до 10,80±2,95 мм, $p<0,05$), а также уменьшение абсолютных и относительных значений массы жировой ткани на 11,3 % (с 16,40±2,17 до 14,55±2,38 %, $p<0,05$), что свидетельствует об активизации липидного обмена [23].

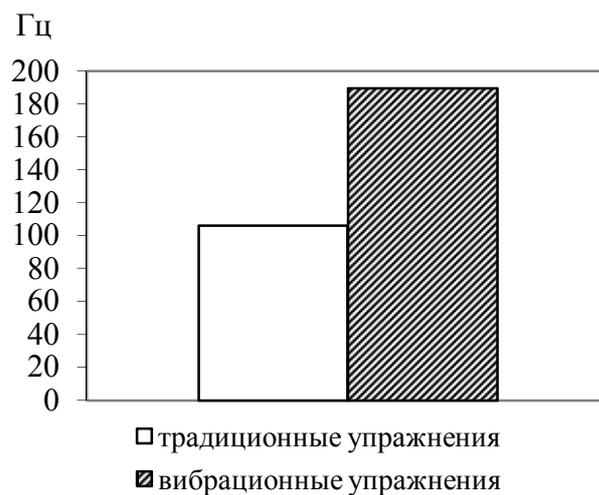
Изучение биоэлектрической активности мышц.

Изучение влияния дозированной вибрационной тренировки на показатели поверхностной и стимуляционной ЭМГ у спортсменов ($n=8$) выполнялось поэтапно [24, 25]. На первом этапе анализ основных показателей поверхностной ЭМГ *m. biceps femoris* при выполнении статических упражнений в двух режимах растягивания показал достоверное ($p<0,05$) превышение максимальной амплитуды ЭМГ на 122 и 94 %, средней амплитуды – на 78 и 47 %, частоты ЭМГ – на 129 и 125 % при вибротренировке по сравнению с аналогичными показателями ЭМГ без применения вибрации. Такая же тенденция наблюдалась при растягивании *m. triceps surae* (рисунок 10). При вибротренинге значения параметров максимальной амплитуды ЭМГ были на 112 % выше, чем при обычных растягиваниях, а значения средней амплитуды и средней частоты были выше на 37 и на 79 %.

На втором этапе исследования проанализированы параметры ЭМГ *m. quadriceps femoris* в ходе традиционных изометрических упражнений и с применением вибрации (рисунок 11). Выяснилось, что значения максимальной амплитуды ЭМГ при углах сгибания 90° в тазобедренных и коленных суставах в процессе вибротренировки были на 199 % выше, чем при выполнении традиционного изометрического упражнения ($p<0,05$), значения средней амплитуды ЭМГ – на 190 %, а значения средней частоты ЭМГ – на 33 %. Аналогичная тенденция была выявлена при выполнении упражнения с углом сгибания в коленных суставах равным 130°, а также при стимуляции *m. triceps surae* и *m. triceps brachii*.



Поз. 1



Поз. 2

Рисунок 10 – Динамика максимальной и средней амплитуды ЭМГ (поз. 1), а так же средней частоты ЭМГ (поз. 2) m. triceps surae при выполнении растягиваний с применением и без применения вибрации

На третьем этапе исследования изучались особенности ЭМГ m. quadriceps femoris, m. triceps surae, m. triceps brachii в процессе выполнения динамических упражнений с применением и без применения дозированной вибрации. При анализе полученных данных были выявлены достоверные различия в показателях максимальной амплитуды ЭМГ m. quadriceps femoris и m. triceps brachii. со значениями, зафиксированными при традиционном тренинге. Так, при выполнении приседаний с применением вибрации значения изучаемого показателя на 58 % превышали показатели, зафиксированные при традиционном варианте этого упражнения. При выполнении сгибательно-разгибательных движений руками с опорой на виброустройства максимальная амплитуда ЭМГ превышала аналогичный показатель, зафиксированный в традиционном упражнении на 16 %. Значения средней амплитуды ЭМГ имели достоверные различия только в упражнении для мышц рук. Соответствующее превышение показателей при вибрационном упражнении составило 84 % ($p < 0,05$). Средняя частота ЭМГ m. triceps surae, m. triceps brachii была недостоверно ($p > 0,05$), а средняя частота m. quadriceps femoris достоверно ($p < 0,05$) ниже в тренировке по сравнению с вибрацией.

На четвертом этапе сравнивалось влияние вибрационной и традиционной тренировки в серии смежных занятий на параметры стимуляционной ЭМГ–СРВм, амплитуду и длительность М-ответа. Анализ полученных данных позволил выявить тенденцию к снижению амплитуды М-ответа и СРВм на фоне увеличения длительности М-ответа через 15 и 60 минут после первой вибротренировки, непосредственно после завершения сеанса, а также спустя 120 и 180 минут после второй вибротренировки, что сопровождалось сменой полярности М-ответа с негативной на позитивную. Причем, после 2-ой вибротренировки эти изменения были менее выражены и им предшествовала стадия неполного восстановления (15–60 минут после завершения сеанса). После третьей вибротренировки амплитуда и полярность М-ответа постепенно восстанавливались на фоне относительно нормальных значений СРВм и длительности М-ответа, а к началу 4-ой тренировки все показатели имели нормальные значения, сохранившиеся и далее, вплоть до завершения программы ДВТ, а также в течение последующих семи дней постстимуляционного периода.

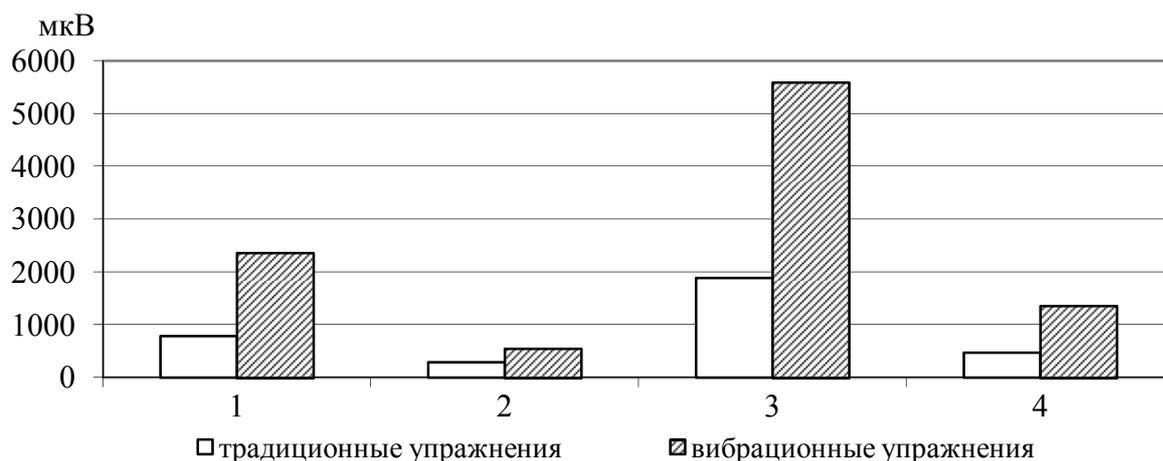


Рисунок 11 – Динамика амплитуды ЭМГ m. quadriceps femoris в процессе выполнения изометрических упражнений при углах сгибания в коленных суставах 90° и 130° с применением и без применения вибрации: 1, 2 – при углах сгибания 130°; 3, 4 – при углах сгибания 90°; 1, 3 – максимальная амплитуда ЭМГ; 2, 4 – средняя амплитуда ЭМГ

Анализ полученных данных позволил сделать выводы о том, что дозированная вибрация, на фоне которой выполняются изометрические упражнения, является фактором, стимулирующим дополнительное увеличение значений частотных и амплитудных характеристик ЭМГ мышц верхних и нижних конечностей по сравнению со значениями этих характеристик, фиксируемых при выполнении традиционных упражнений (без применения вибрации). Непродолжительные, по 4 минуты, ежедневные вибрационные воздействия частотой 28–30 Гц в течение 3-х дней приводят к стимуляции компенсаторных реакций в мышечной и периферической нервной системе. При таких же упражнениях, выполняемых в обычных условиях, подобных приспособительных изменений не обнаружено. На основании анализа динамики параметров стимуляционной ЭМГ можно считать, что минимально достаточная доза вибрационной нагрузки в серии смежных тренировок составляет 3 вибростимуляционных занятия продолжительностью не более 4-х минут каждое, при суммарном времени вибронгрузки не более 12 минут за три занятия.

Выводы.

1. В результате теоретических исследований произведена классификация механических вибраций. С учетом феномена вибрационных упражнений вся совокупность механических вибраций делится на случайные и дозированные. В свою очередь, дозированные вибрации делятся на трансверсальные и лонгитудные. Последние являются биологической основой вибрационной тренировки, так как при выполнении лонгитудных виброупражнений механическая работа, совершаемая мышцами, возрастает на 50 % по сравнению с работой в обычных условиях. Мишенью вибрации является нервно-мышечный аппарат, стимуляция которого вызывает системные реакции всего организма. Функциональные изменения являются прогнозируемыми, контролируемыми и управляемыми, благодаря возможности дозирования вибрационных упражнений по их педагогическим критериям и механическим параметрам вибрации. Разработаны основные положения идентификации вибрационных упражнений, разработан понятийный аппарат и предложено соответствующее терминологическое обеспечение изучаемого явления.

2. При равных условиях регламентации вибрационные упражнения более эффективны для ускоренного развития физических качеств, чем традиционные упражнения. После 120 минут статических виброупражнений активная гибкость в плечевых суставах достоверно улучшается на 12–16 % при неизменных показателях в традиционных тренировочных сериях. После 48 минут динамических виброупражнений сила мышц рук и плечевого пояса увеличивается на 44,2 %, а силовая выносливость – на 13,5 %.

3. Вибрационная тренировка оказывает позитивное влияние на психофизиологические качества спортсменов. После 110 минут суммарной вибронгрузки в течение двух недель максимальный темп движений возрастает на 10 %, быстрота простой двигательной реакции улучшается на 5 %, быстрота сложной двигательной реакции – на 13 %, точность сложной реакции выбора – на 56 %. Достоверно улучшаются показатели удержания вертикальной позы, отражающие уровень координаторных возможностей. Уменьшение амплитуды колебаний общего центра масс в сагиттальной

плоскости при вибротренинге составляет 46 %, а при обычной тренировке – 5 %. После вибротренинга показатели длины и площади статокинезиограммы улучшаются на 22 и 51 %, а после традиционной тренировки, напротив, ухудшаются на 2 и 21 %. После завершения вибротренинга позитивные изменения сохраняются на протяжении 4 недель.

4. Вибрация усиливает физиологический эффект упражнений малой интенсивности. Потребление кислорода при выполнении виброупражнений на 25–35 % превышает аналогичный показатель в традиционных упражнениях. По мере увеличения интенсивности вклад вибрации в функциональные сдвиги уменьшается, а роль педагогических факторов физического упражнения возрастает и, при выполнении упражнений большой интенсивности, разница между реакциями организма на вибрационные и традиционные упражнения нивелируется. Вибротренинг способствует экономизации обменных процессов: уменьшается напряженность в покое и повышается эффективность функционирования фосфатного звена энергопродукции во время нагрузки (на 215 % снижается активация гликолиза, на 26,7 % снижается стимуляция жирового обмена, на 16,6 % повышаются показатели физической работоспособности на уровне анаэробного порога).

5. При вибротренинге наблюдается улучшение кислородтранспортных и дыхательных возможностей крови. При этом изменения гематологических показателей имеют выраженный фазовый характер и зависят от суммарной дозы вибронгрузки. Вибрационные упражнения малой экспозиции вызывают достоверное увеличение содержания гемоглобина на 6,25 %, содержания эритроцитов – на 2,6 %, содержания гемоглобина в эритроцитах – на 3,5 %, средней концентрации гемоглобина в эритроците – на 4,5 %, а также снижение среднего объема эритроцитов – на 1,2 %. При экспозиции свыше 10 минут за тренировку происходит снижение гематологических показателей, которые достигают минимальных величин после проведения 8 сеансов стимуляции.

6. Вибрационные и традиционные упражнения равнозначной регламентации вызывают различные посттренировочные состояния организма. Содержание лактата после традиционных упражнений на 47–49 % превышает аналогичные показатели при вибротренинге. За счет усиленной доставки кислорода к мышцам вибрация препятствует накоплению лактата в крови, что создает благоприятные условия для функционирования мышц. При вибротренинге активность фермента КФК на 340–550 % выше, чем при выполнении традиционных упражнений, что свидетельствует о мощном воздействии вибрации на нервно-мышечный аппарат спортсменов.

7. Краткосрочный вибротренинг оказывает большее позитивное влияние на гормональный статус организма, чем традиционные тренировки силовой направленности с применением анаболических стероидов. После 6 сеансов вибротренинга содержание тестостерона на 11,5 % превышает содержание этого гормона после традиционной силовой тренировки. Содержание тироксина увеличивается на 34,0 %, а пролактин – на 70,4 %, в то время как в ходе традиционной тренировки наблюдается снижение концентрации этих гормонов соответственно на 8,7 и 32,9 %.

8. Вибрационные упражнения в различных режимах оказывают большее влияние на нервно-мышечный аппарат, чем традиционные упражнения эквивалентной регламентации. Вибрационные упражнения в режиме растягивания стимулируют дополнительное увеличение частоты ЭМГ на 129 %, максимальной амплитуды ЭМГ – на 122 %, средней амплитуды – на 78 %. Изометрические силовые упражнения стимулируют рост максимальной амплитуды ЭМГ на 204 %, средней амплитуды ЭМГ – на 93 %, средней частоты – на 52 %. Динамические виброупражнения вызывают увеличение показателей максимальной амплитуды ЭМГ на 58 % относительно показателей при традиционных вариантах выполнения упражнений.

9. Под влиянием вибрационных упражнений происходит экономизация функций центральной гемодинамики, улучшается церебральная гемодинамика - снижается тонус артериальных сосудов мозга, наблюдается тенденция к повышению тонуса вен и облегчению венозного оттока в условиях повышенной мощности диастолической активности миокарда. Достоверно улучшается функция периферического звена кровообращения. Снижение кровотока сочетается со значительным понижением тонуса артериол и вен, что создает условия для облегченного и ускоренного оттока крови в периферические вены.

10. В результате проведенных исследований была определена минимально достаточная доза виброупражнения в отдельном тренировочном занятии и оптимальная доза виброупражнения в серии смежных тренировочных занятий.

Практические рекомендации.

1. При применении вибрационных упражнений с частотой 28-30 Гц в тренировке спортсменов следует учитывать, что продолжительность минимально достаточной дозы вибровоздействий со-

ставляет 3 минуты при темпе 1 цикл движения за 1 секунду. Оптимально достаточная доза вибро-воздействий в серии смежных вибростимуляционных тренировок составляет 4 занятия с суммарным временем экспозиции по занятиям 3, 5, 7, 9 минут.

2. Для стимуляции нервно-мышечного аппарата спортсменов с целью ускоренного развития силовых качеств требуются непродолжительные, по 4 минуты, ежедневные статические вибрационные упражнения с экспозицией не более 12 минут в течение 3-х дней.

3. Для стимуляции кислородтранспортных и дыхательных возможностей крови следует применять тренировочную программу, состоящую из трех или четырех занятий с экспозицией вибро-воздействий от 3-х до 9-и минут на каждом занятии.

4. Вибрационная тренировочная программа, направленная на стимуляцию секреции тестостерона, соматотропного гормона, миоглобина и, как следствие, ускоренное развитие силовых возможностей, должна состоять из 6 сеансов вибротренинга, выполняемого через день на протяжении двух семидневных микроциклов, с суммарным временем вибро-воздействий 24 минуты.

5. При стимуляции эритропоза с помощью вибрационных упражнений следует учитывать, что наибольшее достоверное увеличение эритропозина относительно исходных показателей наблюдается после трех тренировочных занятий, проводимых через день с суммарным временем вибро-нагрузки не менее 18 минут.

6. При подготовке к соревнованиям следует учитывать, что вибрационная тренировка, проводимая в течение двух недель с суммарной вибронагрузкой 110 минут оказывает позитивное влияние на психофизиологические качества спортсменов, которое сохраняется на протяжении 4 недель после завершения вибротренинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михеев, А.А. Сравнительные исследования влияния традиционной и дозированной вибрационной тренировок на параметры вертикальной позы спортсменов высокого класса (на примере художественной гимнастики) / А.А. Михеев, А.Н. Качинский // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: Сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 189–193.

2. Михеев, А.А. Изучение влияния дозированной вибрационной тренировки по методу стимуляции биологической активности на динамику параметров вертикальной позы спортсменов с помощью метода стабилотрии : метод. рекомендации / А.А. Михеев, А.Н. Качинский. – Минск : Красико-Принт, 2005. – 52 с.

3. Михеев, А.А. Влияние вибрационных упражнений на состояние лимфоидного звена иммунитета у спортсменов / А.А. Михеев, В.А. Остапенко, Н.А. Ивко // Эфферентная терапия. – 2006. – Т. 12. – № 4. – С. 71–75.

4. Михеев, А.А. Исследования влияния вибрационной тренировки на состояние специфической и неспецифической резистентности организма спортсменов в предсоревновательном периоде подготовки / А.А. Михеев, М.Ф. Елисеева // Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма начала III тысячелетия : материалы I междунар. науч.-практич. конф., г. Мозырь, 13–14 апреля 2006 г. – Мозырь, 2006. – С. 194–196.

5. Михеев, А.А. Динамика иммунологических показателей у спортсменов циклического вида спорта в условиях воздействия дозированного вибротренинга / А.А. Михеев, Н.А. Ивко, М.Ф. Елисеева // Теория и методика легкой атлетики: инновации в физическом воспитании, спортивной тренировке и оздоровительной физической культуре: Материалы междунар. сборника науч. трудов, посвящ. 55-летию образования академии. – Смоленск, 2005. – С. 73–76.

6. Михеев, А.А. Влияние дозированных вибрационных упражнений на эффективность восстановления на уровне обменных процессов биатлонистов высокой квалификации в малых циклах подготовки / А.А. Михеев, А.И. Нехвядович // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: Сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 200–206.

7. Михеев, А.А. Исследование гематологических показателей крови под влиянием дозированной вибрационной тренировки в зависимости от дозы вибрационных воздействий и характера тренировочных нагрузок : метод. рекомендации / А.А. Михеев, И.Л. Рыбина. – Минск : Красико-Принт, 2005. – 48 с.

8. Михеев, А.А. Влияние вибротренинга на состояние тромбоцитарного и лейкоцитарного звена системы кроветворения у квалифицированных спортсменов / А.А. Михеев, В.А. Остапенко, И.Л. Рыбина // Эфферентная терапия. – 2007. – Том 13. – № 2. – С. 73–77.

9. Михеев, А.А. Исследования динамики биохимических и гематологических показателей у пловцов при применении вибрационных упражнений регионального и глобального характера различной интенсивности / А.А. Михеев, А.И. Нехвядович // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: Сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 193–200.
10. Михеев, А.А. Исследование динамики биохимических показателей при применении дозированной вибрационной тренировки : метод. рекомендации / А.А. Михеев, Н.В. Григорьева, А.И. Нехвядович. – Минск : Красико-Принт, 2005. – 41 с.
11. Михеев, А.А. Исследование динамики биохимических показателей в ответ на однократное применение повторных вибрационных упражнений различной регламентации / А.А. Михеев, А.И. Нехвядович, Н.В. Григорьева // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: Сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 206–209.
12. Михеев, А.А. Исследование адаптационных изменений кислородтранспортной и дыхательной функций крови под влиянием традиционной и дозированной вибрационной тренировки в малых циклах (микроциклах) спортивной подготовки / А.А. Михеев, И.Л. Рыбина // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: Сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 209–216.
13. Михеев, А.А. Исследования взаимосвязей между динамикой гематологических показателей и дозированной вибрационной нагрузкой в тренировочном микроцикле спортсменов высокого класса / А.А. Михеев, И.Л. Рыбина // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 216–220.
14. Михеев, А.А. Сравнительное исследование биохимических показателей спортсменов при выполнении традиционных и вибрационных упражнений регионарного характера / А.А. Михеев, Н.В. Шераш // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – Вып. 7. – С. 153–156.
15. Михеев А.А. Исследование динамики гематологических показателей при однократном применении вибрационных и традиционных упражнений / А.А. Михеев, Н.В. Шераш // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – Вып. 7. – С. 149–153.
16. Михеев, А.А. Исследование содержания лактата в крови высококвалифицированных спортсменов при выполнении вибрационных и традиционных упражнений равноценной регламентации / А.А. Михеев, Н.Е. Вороницкий // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2007. – № 3. – С. 26 – 29.
17. Михеев, А.А. Биологические основы дозированной вибрационной тренировки спортсменов : монография / А.А. Михеев. – Минск : БГУФК, 2006. – 240 с.
18. Михеев, А.А. Исследования центральной гемодинамики у представителей циклических и сложнокоординационных видов спорта при вибротренинге / А.А. Михеев, Н.В. Иванова // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – Вып. 7. – С. 139–143.
19. Михеев, А.А. Сравнительные исследования регионарной гемодинамики при выполнении традиционных упражнений и под влиянием дозированной вибрационной тренировки по методу стимуляции биологической активности / А.А. Михеев, Н.В. Иванова // Научные труды НИИ физической культуры Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 176–182.
20. Mikheev, A.A. Influences of dozed vibration load by the method of biological activity stimulation on changes of regional blood circularity / A.A. Mikheev, N. Ivanova, L. Tsekhmistro // Scientific management of high performance athletes' training: Materials of 9th International Sports Science Conference, Vilnius, 24–25 February, 2006. – Vilnius, 2006. – P. 53–54.
21. Михеев, А.А. Сравнительные исследования variability сердечного ритма спортсменов при выполнении традиционных упражнений и под влиянием повторной вибрационной тренировки по методу СБА / А.А. Михеев, Н.В. Иванова, Л.Н. Цехмистро // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь : сб. науч. тр. / редкол.: А.И. Бондарь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 6. – С. 182–189.

22. Михеев, А.А. Влияние дозированной вибрационной нагрузки на вариабельность сердечного ритма спортсменов / А.А. Михеев, Н.В. Иванова // Вестник спортивной науки. – 2007. – № 1. – С. 31–35.

23. Михеев, А.А. Исследование морфологического статуса и физической работоспособности спортсменов при вибротренинге в сочетании с общей магнитотерапией /А.А. Михеев [и др.] // Научно-практические проблемы спорта высших достижений : материалы междунар. науч. конф., Минск, 29–30 ноября 2007 г. – Минск, 2007. – С. 182–186.

24. Михеев, А.А. Исследование влияния дозированной вибрационной стимуляции на показатели ЭМГ у спортсменов / А.А. Михеев, Н.Е. Вороницкий // Вестник спортивной науки. – 2006. – №1. – С. 32–37.

25. Михеев, А.А. Влияние дозированной вибрационной нагрузки на показатели поверхностной ЭМГ у спортсменов / А.А. Михеев, Н.Е. Вороницкий // Вертеброневрология. – 2006. – Том 13. – № 1–2. – С. 9–14.

STUDY OF REACTION OF ATHLETES ORGANISM ON MECHANICAL VIBRATION, DIRECTED ALONG THE MUSCLE FIBERS

A.A. MIKHEEV

Summary

The article proves that the dosage vibration training has a positive effect on the physiological quality of the athletes, enhances the physiological effects exercises of low-intensity , improves oxygen transport and respiratory function of blood, has greater positive impact on the hormonal status of the body than traditional exercise power orientation, has more greater impact on the neuro muscular system than traditional exercise of equivalent regulation, provokes economization functions of the central hemodynamics, improves cerebral hemodynamics and improves the function of peripheral circulation managers.

Key words: vibration training, vibration exercise, longitudinal vibration, transversal vibration, functional state

Статья поступила 21 марта 2016г.