

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГЕМОДИНАМИКИ И ТКАНЕВОГО СОСТАВА РАБОТАЮЩИХ КОНЕЧНОСТЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА БАСКЕТБОЛИСТОК РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА

УДК/UDC 796.01:612

Поступила в редакцию 16.03.2015 г.



Информация для связи с автором:
delta8080@mail.ru

Кандидат биологических наук, доцент **И.Е. Попова**¹
Кандидат педагогических наук, доцент **А.В. Сысоев**¹

¹ Воронежский государственный институт физической культуры, Воронеж

KEY PARAMETERS OF HEMODYNAMICS AND TISSUE COMPOSITION OF WORKING LIMBS DEFINING FUNCTIONAL STATE OF NEUROMUSCULAR SYSTEM OF BASKETBALL PLAYERS OF DIFFERENT AGES

Ph.D., Associate Professor **I.E. Popova**¹

Ph.D., Associate Professor **A.V. Sysoev**¹

¹Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh

Аннотация

Целью исследования было выявление ключевых параметров периферической гемодинамики и соотношения различных типов тканей работающих конечностей, влияющих на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата баскетболисток в зависимости от их возраста. Объектами исследования выступили девушки-баскетболистки, которые по возрасту были разделены на три группы. Первую составили спортсменки 13-14 лет, вторую – 15-16 лет и третью – 19-30 лет. Интенсивность периферического кровообращения на участках «голень» и «предплечье» исследовали методом реовазографии. Основным методом исследования нервно-мышечного аппарата послужила стимуляционная электронейромиография. Соотношение различных типов тканей в работающих конечностях определяли методом импедансометрии. Установлено, что интенсификация артериального кровенаполнения верхних и нижних конечностей баскетболисток способствует совершенствованию нервно-мышечной передачи, направленной на развитие быстроты сокращения мышц кисти и стопы. Выявленная зависимость сильнее выражена у юных спортсменок по сравнению с более взрослыми. Следовательно, для развития быстроты движений и повышения скорости реакции юных атлеток в процесс их подготовки необходимо включать мероприятия, направленные на улучшение периферической гемодинамики. Для активизации нервно-мышечной передачи верхних конечностей юных спортсменок следует проводить мероприятия, направленные на уменьшение в них жировой и увеличение относительной мышечной массы, а в нижних конечностях, наоборот, – на увеличение жировой массы.

Ключевые слова: верхние и нижние конечности, возбудимость мотонейронов, артериальное кровенаполнение.

Annotation

The purpose of the present study was to identify the key parameters of peripheral hemodynamics and ratios of various types of tissues of working limbs, that affect the functional state of the neuromuscular system of female basketball players, depending on their age.

The objects of the study were female basketball players divided into three groups depending on their age. The group 1 was made of athletes aged 13-14 years, the second - 15-16 years and the third - 19-30 years. The intensity of the peripheral circulation in the "shin" and "forearm" areas was studied using the method of rheovasography. Stimulation electroneuromyography was the main research method of the neuromuscular system. The ratio of different types of tissue in the working limbs was determined using impedancometry. It was found that the intensification of arterial blood supply to the upper and lower limbs of female basketball players contributes to the improvement of neuromuscular transmission, aimed at the development of speed of contraction of hands and feet muscles. The detected dependence is more pronounced in young female athletes rather than older ones. Consequently, in order to develop speed of movement and increase the reaction rate of young female athletes one should include in their training process measures on enhancement of peripheral hemodynamics. To activate the neuromuscular transmission of the upper limbs of young female athletes steps should be taken for them to lose weight and increase relative muscle mass, and in the lower extremities, on the contrary, - to increase fat mass.

Keywords: upper and lower limbs, excitability of motoneurons, arterial blood supply.

Введение. Баскетбол – вид спорта, который наиболее существенно влияет на всестороннее развитие человека, совершенствуя его физиологические показатели. Двигательный анализатор испытывает большую нагрузку в процессе дифференцированных усилий, связанных с высокой точностью движений при бросках, передачах мяча. Во время игры приемы выполняются в постоянном контакте и противоборстве с соперником, что требует мгновенной корректировки действий спортсмена, отличающихся от ав-

томатизированного навыка, в соответствии с конкретной ситуацией [2].

При этом эффективность выполнения двигательных актов во многом зависит от состояния нервно-мышечного аппарата [10], функциональные свойства которого определяются также интенсивностью кровотока [3, 11] и соотношением различных типов тканей в работающих конечностях [7].

Известно, что с возрастом происходят количественные и качественные изменения в состоянии опорно-двигательного

аппарата атлетов [6]. Одно из основных условий высокой эффективности системы подготовки спортсменов заключается в строгом учете возрастных и индивидуальных анатомо-физиологических особенностей, характерных для отдельных этапов развития детей и подростков.

По этой причине **целью исследования** стало выявление ключевых параметров периферической гемодинамики и соотношения различных типов тканей работающих конечностей, влияющих на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата баскетболисток в зависимости от их возраста.

Методика и организация исследования. Объектами исследования были девушки-баскетболистки, по возрасту разделенные на три группы. Первую составили спортсменки 13–14 лет ($n = 10$), вторую – 15–16 лет ($n = 10$) и третью – 19–30 лет ($n = 10$).

Интенсивность периферического кровообращения на участках «голень» и «предплечье» исследовали методом реовазографии, для чего использовали реографический аппаратно-программный комплекс экспресс-оценки и мониторинга параметров гемодинамики на основе тетраполярной реографии и на базе персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением (реоанализатор КМ-АР-01, Санкт-Петербург, Россия).

Региональное кровообращение оценивали по следующим параметрам: времени быстрого кровенаполнения (*ВБК*, с); времени медленного кровенаполнения (*ВМК*, с); времени распространения систолической волны (*ВРСВ*, с); количеству крови, поступающей в 100 см³ ткани за 1 мин (*Vq100*, мл/мин); количеству крови, поступающей в 100 см³ ткани за 1 сердечное сокращение (*Vs100*, мл/мин); реографическому систолическому индексу (*РИ*); амплитудно-частотному показателю (*АЧП*); максимальной скорости быстрого наполнения (*Vmax*, см/с), средней скорости наполнения артериальных сосудов (*Vср*, см/с), средней скорости быстрого кровенаполнения (*Вб*, см/с), средней скорости медленного кровенаполнения (*Вм*, см/с), средней реографической скорости пульсового кровенаполнения (*F*, см/с), венозно-артериальному показателю (*В/А*, %), амплитуде реограммы (*АРГ*, ом), относительному объемному пульсу (*ООП*), диастолическому индексу (*ДСИ*, %), дикротическому индексу (*ДКИ*, %), показателю тонуса сосудов (*ПТС*, %), коэффициенту венозного оттока (*КВО*), коэффициенту эластичности (*КЭ*).

Биоэлектрическую активность мышц оценивали при помощи нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан». Основным методом исследования служила стимуляционная миография нервов Medianus (*Med*), Ulnaris (*Uln*), Tibialis (*Tib*). При этом регистрировали М-ответ с мышц Abductor pollicis brevis, Abductor digiti minimi, Abductor hallucis. Результаты исследования оценивали при помощи следующих параметров: резидуальной латентности (*РЛ*, мс), латентному периоду моторной реакции (*Лат*, мс), амплитуде М-ответа (*А*, мВ), скорости проведения нервного импульса к нерву (*V*, м/с), длительности М-ответа (*Дл*, мс).

С целью оценки проводимости сегментарной дуги, включающей сенсорные, двигательные волокна вне спинного мозга и внутриспинальную ее часть, а также уровня возбудимости мотонейронов регистрировали Н-рефлекс с медиальной головки мышцы Gastrocnemius, который вызывали по общепринятой методике путем стимуляции нерва Tibialis через униполярный электрод, при этом активный электрод располагался в подколенной ямке [5].

Анализировали следующие параметры полученных данных: процентное отношение максимальной амплитуды Н-рефлекса к максимальной амплитуде М-ответа (*Н/М*, %), латентный период (*Лат Н*, мс), порог возбуждения (*Порог Н*, мА).

Для изучения возвратного разряда альфа-мотонейронов в ответ на антидромную волну возбуждения, возникающую в их аксонах при электрическом раздражении периферического нерва, применяли методику регистрации F-волны [8]. При этом анализировали блоки (*Блоки F*, %), повторы и гигантские F-волны, амплитудное соотношение F-волны к М-ответу (*А Fср./М*, %), латентность (*ЛатF*, мс), скорость проведения нервного импульса по нерву, рассчитанную по F-волне (*VF*, м/с).

Соотношение различных типов тканей в работающих конечностях определяли методом импедансометрии при помощи весов-анализаторов ВС-418. Полученные данные анализировали по следующим параметрам: относительному содержанию жировой ткани (*FAT*, %); массе жировой ткани (*FATmass*, кг); безжировой массе (*FFM*, кг); относительной мышечной массе (*PMM*, кг).

Корреляционный анализ исследуемых параметров осуществляли с помощью программы Statistica 10.

Результаты исследования и их обсуждение. Между исследуемыми параметрами выявлены различные корреляционные взаимосвязи, в таблицах представлены лишь самые значимые из них.

При изучении корреляционных взаимосвязей между параметрами, отражающими функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, а также показателями, характеризующими интенсивность периферической гемодинамики и тканевого состава рук баскетболисток 1-й группы, вскрыта значимая сильная положительная корреляционная взаимосвязь между *V Uln* и такими параметрами артериального кровенаполнения, как *F*, *Vср.*, *Вб*, *Вм*, *РИ*, *АЧП*, *Vmx*, *КЭ* (табл. 1). Полученные данные указывают на то, что увеличение притока артериальной крови к верхним конечностям способствует ускорению проведения нервного импульса по локтевому нерву, в результате чего повышается скорость сокращения мышц кисти.

Показана сильная значимая отрицательная корреляционная взаимосвязь между *Дл Uln* и *FFM*, а также *PMM*. Известно, что длительность М-ответа косвенно отражает весь диапазон невральная проводимости по нерву и зависит от синхронности прихода импульса по периферическому нейрону к мышце и синхронности возникновения потенциалов двигательных единиц [4]. По этой причине выявленная взаимосвязь указывает на то, что увеличение активной массы тела в верхних конечностях способствует улучшению проведения нервного импульса по локтевому нерву.

Таблица 1. Значимые корреляционные взаимосвязи между параметрами нервно-мышечного аппарата и показателями гемодинамики, а также соотношения различных типов тканей верхних конечностей баскетболисток 1-й группы

Параметры	Лат Med, мс	Дл Med, мс	Дл Uln, мс	V Uln, м/с
<i>F</i> , см/с				0,96
<i>Vср.</i> , см/с				0,98
<i>Вб</i> , см/с				0,99
<i>Вм</i> , см/с				0,96
<i>ВБК</i> , с		-0,97		
<i>РИ</i>				0,97
<i>АЧП</i>				0,97
<i>Vmx</i> , см/с				0,96
<i>ПТС</i> , %		0,95		
<i>КЭ</i>				0,98
<i>FATmass</i> , кг	0,95	-0,99		
<i>FFM</i> , кг			-0,95	
<i>PMM</i> , кг			-0,95	

Улучшение невралной проводимости по срединному нерву находится в прямой зависимости от снижения жировой массы, времени быстрого кровенаполнения и повышения периферического тонуса сосудов верхних конечностей (табл. 1). С увеличением FATmass в верхних конечностях повышается Лат Med, что указывает на снижение возбудимости мотонейронов мышц кисти.

У баскетболисток 2-й группы на повышение возбудимости мотонейронов мышц кисти, синхронность прихода импульса по локтевому и срединному нервам к мышце и синхронность возникновения потенциалов двигательных единиц положительно влияет уменьшение венозно-артериального показателя, то есть интенсификация притока артериальной крови к конечностям (табл. 2). Установленный факт подтверждают выявленные отрицательные корреляционные взаимосвязи между РЛ Med и параметрами, отражающими интенсивность артериального кровенаполнения, – Vcp., Vб., Vм, Vq100, Vs100, Vmх, КЭ (см. табл. 2).

На функционирование нервно-мышечного аппарата отрицательное влияние оказывает повышение жировой массы в верхних конечностях баскетболисток 2-й группы. Увеличение активной массы тела, наоборот, способствует улучшению невралной проводимости по срединному и локтевому нервам.

У испытуемых 3-й группы установлено наличие меньшего количества значимых корреляционных взаимосвязей по сравнению с баскетболистками 1-й и 2-й групп. Так, показано, что на величину РЛ Med отрицательно влияет превышение венозного компонента над артериальным и положительно – увеличение количества притекающей в конечность артериальной крови. С ускорением Vм уменьшается Лат Uln, что способствует повышению возбудимости мышц кисти, иннервируемых локтевым нервом (табл. 3).

Анализ полученных результатов показал, что у баскетболисток 13–14 лет улучшение артериального кровенаполнения верхних конечностей способствует в основном ускорению скорости проведения нервного импульса по локтевому нерву, у атлетов 15–16 и 19–30 лет – снижению РЛ срединного нерва, что указывает на сокращение времени прохождения импульса по терминалям аксонов. Следовательно, интенсификация гемодинамики верхних конечностей баскетболисток способствует совершенствованию нервно-мышечной передачи, направленной на развитие быстроты сокращения мышц кисти, обеспечивающей качественное выполнение приемов подачи мяча одной и двумя руками, ведения мяча при переходе от защиты к нападению, бросков с места, в движении и в прыжке.

Таблица 2. Значимые корреляционные взаимосвязи между параметрами нервно-мышечного аппарата и показателями гемодинамики, а также соотношения различных типов тканей верхних конечностей баскетболисток 2-й группы

Параметры	Лат Med, мс	Дл Med, мс	РЛ Med, мс	Лат Uln, мс	Длит Uln, мс	V Uln, м/с
V/A, %	0,96	-0,97		0,98	-0,97	
Vcp., ом/с			-0,96			
Vб, ом/с			-0,97			
Vм, ом/с			-0,98			
BPCB, с						0,97
Vq100, мл/мин			-0,95			
Vs100, мл/мин			-0,96			
Vmх, ом/с			-0,96			
КЭ			-0,96			
FAT, %	-0,99	0,99	-0,98		0,99	
FATmass, кг	-0,96	0,95	-1,00		0,96	
FFM, кг	1,00	-1,00	0,97		-0,99	
PMM, кг	1,00	-1,00	0,97		-0,99	

Улучшению нервной проводимости локтевого и срединного нерва способствуют также повышение активной массы и снижение жировой ткани в верхних конечностях у атлетов 1-й и 2-й групп. У спортсменок 3-й группы данной зависимости не выявлено. Ранее нами было показано, что у них в руках меньше жировой, больше безжировой и относительной мышечной масс [9]. Вероятно, у квалифицированных атлетов в результате долговременной адаптации к специфическим физическим нагрузкам сформировалось определенное соотношение различных типов тканей, оптимальное для избранного вида спорта.

При анализе исследуемых параметров нижних конечностей у баскетболисток 1-й и 2-й групп выявлены положительные значимые корреляционные взаимосвязи между V Tib и показателями, характеризующими интенсивность артериального кровенаполнения сосудов (APГ, F, Vcp., Vб, Vм, Vq100, Vs100, PИ, OOP, Vmх) и эластичность сосудов (КЭ). Также показаны отрицательные корреляционные взаимосвязи между приведенными параметрами гемодинамики и РЛ Tib (табл. 4, 5).

У девушек 1-й группы выявлена отрицательная корреляционная взаимосвязь между ДКИ и V Tib и положительная – между ДКИ и РЛ Tib. Это свидетельствует о том, что повышение тонуса среднего и малого калибра способствует снижению скорости проведения нервного импульса по большеберцовому нерву и увеличению времени прохождения импульса по терминалям аксонов. У атлетов 3-й группы улучшение функционирования нервно-мышечного аппарата напрямую зависит лишь от таких параметров, как В/А и ВБК (табл. 6).

Таким образом, увеличение интенсивности притока артериальной крови к нижним конечностям способствует повышению проводимости возбуждения по большеберцовому нерву, причем эта зависимость максимально выражена у юных спортсменок. Полученные данные, вероятно, обусловлены как возрастными особенностями развития нервно-мышечного аппарата, так и длительностью занятий баскетболом.

Таблица 3. Значимые корреляционные взаимосвязи между параметрами нервно-мышечного аппарата и показателями гемодинамики верхних конечностей баскетболисток 3-й группы

Параметры	РЛ Med, мс	Лат Uln, мс
V/A, %	0,97	
Vм, ом/с		-0,99
Vq100,	-0,99	
Vs100	-0,99	

Таблица 4. Значимые корреляционные взаимосвязи между параметрами нервно-мышечного аппарата и показателями гемодинамики, а также соотношения различных типов тканей нижних конечностей баскетболисток 1-й группы

Параметры	РЛ Tib, мс	V Tib, м/с	Лат F, мс	A F/M, %	V F, м/с	Лат H, мс
АРГ, ом	-0,97	0,99				
F, ом/с	-0,99	1,00				
Vcp., ом/с	-0,97	0,99				
Vб, ом/с		0,97				
Vм, ом/с	-0,99	1,00				
ВБК, с				0,96		0,98
Vq100, мл/мин	-0,98	0,99				
Vs100, мл/мин	-0,97	0,99				
РИ	-0,97	0,99				
ООП	-0,98	1,00				
Vmx, ом/с	-0,95	0,98				
ДСИ, %			-0,98	0,96	0,96	
ДКИ, %	1,00	-1,00				
КВО			-0,96			
КЭ	-0,97	0,99				
FAT, %			0,97	0,98		0,99
FATmass, кг			0,96	0,99		0,98

Таблица 5. Значимые корреляционные взаимосвязи между параметрами нервно-мышечного аппарата и показателями гемодинамики, а также соотношения различных типов тканей нижних конечностей баскетболисток 2-й группы

Параметры	РЛ Tib, мс	V Tib, м/с	Гигант., %
АРГ, ом	-0,99	0,96	
F, ом/с	-0,98		
Vcp., ом/с	-0,98	0,96	
Vб, ом/с	-0,96	0,98	
Vм, ом/с	-0,97		
ВБК, с			1,00
Vq100, мл/мин	-0,99		
Vs100, мл/мин	-0,99		
РИ	-0,99	0,95	
АЧП	-1,00		
ООП	-0,99		
Vmx, ом/с	-0,99	0,96	
КЭ	-0,98	0,96	

Исследование влияния интенсивности гемодинамики на параметры F-волны показали, что у спортсменок 1-й группы с увеличением ДСИ и КВО уменьшается Лат F (см. табл. 4), то есть величина и скорость венозного оттока способствуют улучшению проведения нервного импульса по большеберцовому нерву. У баскетболисток 3-й группы ряд параметров гемодинамики способствуют ускорению скорости проведения нервного импульса (см. табл. 6).

У девушек 1-й группы показаны значимые положительные корреляционные взаимосвязи между величиной ДСИ и параметрами V F, A F/M. Подобные зависимости установлены между ВБК и A F/M (см. табл. 4). Полученные данные указывают на то, что увеличение тонуса крупных сосудов и улучшение оттока крови из нижних конечностей способствуют повышению возбудимости и способности мотонейронов к возвратному ответу.

Показано, что у испытуемых 2-й и 3-й групп повышение тонуса магистральных сосудов приводит к увеличению количества гигантских F-волн, то есть к увеличению вероятности одномоментного ответа максимального количества мотонейронов мышц стопы (см. табл. 5, 6).

При исследовании H-рефлекса выявлена значимая положительная корреляционная взаимосвязь между ВБК и Лат H

у спортсменок 1-й группы (см. табл. 4). У баскетболисток 3-й группы установлено, что повышение притока артериальной крови к нижним конечностям приводит к увеличению возбудимости пула мотонейронов икроножной мышцы и возрастанию их синхронизации (см. табл. 6).

Таким образом, улучшение периферической гемодинамики конечностей баскетболисток различного возраста способствует формированию адаптационных изменений, направленных на развитие быстроты реагирования мышц. Указанное качество необходимо для улучшения игры баскетболисток и достижения ими высокого результата. Так, Е. Ю. Адрияновой показано, что в спинном мозге баскетболистов увеличена площадь представительства альфа-мотонейронов мышц верхних и нижних конечностей с высокой рефлекторной возбудимостью, что является адаптационным изменением в ответ на нагрузки переменной мощности со смешанной структурой движений [1].

При анализе возможных взаимосвязей между показателями нервно-мышечного аппарата и соотношением различных типов тканей в нижних конечностях испытуемых показано, что увеличение содержания жировой ткани в ногах баскетболисток 1-й группы способствует повышению возбудимости мотонейронов мышц стопы, улучшению способности мотонейронов к возвратному ответу (см. табл. 4). Вероятно, это обусловлено тем, что нижние конечности спортсменок должны обеспечивать не только правильную работу при передвижениях на площадке, но также выполнять функцию опоры.

У спортсменок 2-й и 3-й групп не выявлено значимых корреляционных взаимосвязей между параметрами нервно-мышечного аппарата и содержанием различных типов тканей в нижних конечностях.

Выводы. Анализ полученных результатов позволил заключить, что интенсификация артериального кровенаполнения верхних и нижних конечностей баскетболисток способствует совершенствованию нервно-мышечной передачи, направленной на развитие быстроты сокращения мышц кисти и стопы. Выявленная зависимость наиболее выражена у юных спортсменок по сравнению с более взрослыми. Следовательно, для развития быстроты движений и повышения скорости реакции юных атлетов в процесс их подготовки необходимо включать мероприятия, направленные на улучшение периферической гемодинамики.

Таблица 6. Значимые корреляционные взаимосвязи между параметрами нервно-мышечного аппарата и показателями гемодинамики, а также соотношения различных типов тканей нижних конечностей баскетболисток 3-й группы

Параметры	ЛатТib, мс	А Tib, мс	Длит Tib, мс	Лат F, мс	Гигант., %	Н/М, %
АРГ, ом				-0,97		1,00
В/А, %		-0,96				
F, ом/с				-0,96		
ВБК, с	0,96		-0,95		1,00	
Vs100, мл/мин				-0,97		
РИ						0,97
АЧП				-0,98		
Vmх, ом/с				-0,97		1,00

У взрослых атлетов, по-видимому, в результате долго-временной адаптации к многократно повторяющимся двигательным актам сформировались механизмы, регулирующие эффективность функционирования нервно-мышечного аппарата. Это подтверждают данные, согласно которым проведение нервного импульса в верхних конечностях у баскетболисток 3-й группы и в нижних конечностях у спортсменок 2-й и 3-й групп не зависит от количества жировой и активной массы тела, поскольку у них эти величины достигли оптимальных значений в процессе длительного занятия баскетболом.

Для повышения эффективности нервно-мышечной передачи верхних конечностей юных спортсменок следует осуществлять мероприятия, направленные на снижение в них жировой и увеличение относительной мышечной массы, а в нижних конечностях, наоборот, – на увеличение жировой массы.

При изучении корреляционных взаимосвязей между исследуемыми параметрами нижних конечностей установлено, что у баскетболисток на возбудимость и способность мотонейронов к возвратному ответу, скорость проведения импульса по большеберцовым нервам большое влияние оказывают не только интенсивность артериального кровенаполнения, но и тонус магистральных сосудов, интенсивность венозного оттока.

Учитывая особенности гемодинамики верхних и нижних конечностей, а также распределение в них различных типов тканей, можно успешно корректировать процесс спортивной подготовки баскетболисток различного возраста, направленный на совершенствование нервно-мышечного аппарата, позволяющего выполнять сложные двигательные акты при постоянно меняющейся на площадке обстановке, которые и определяют результативность игры.

Литература

1. Андриянова Е.Ю. Функциональная пластичность спинномозговых нервных цепей на фоне долговременной спортивной деятельности / Е.Ю. Андриянова, Ланская О.В. // Физиология человека. – 2014. – № 3. – С. 73.
2. Безмылов Н.Н. Обоснование комплекса информативных показателей и определение их приоритетной значимости для отбора квалифицированных баскетболистов в команду / Н.Н. Безмылов // Физическое воспитание студентов. – 2010. – № 2. – С. 18–23.
3. Булгакова Н.Ж. Срочный тренировочный эффект и систематизация специальных тренировочных упражнений в зависимости от уровня развития аэробных и анаэробных возможностей / Н.Ж. Булгакова, В.Р. Соломатин // Теория и практика физ. культуры. – 1996. – № 1. – С. 37–39.
4. Воронитский Н.Е. Исследование влияния дозированной вибрационной стимуляции на показатели ЭМГ у спортсменов / Н.Е. Воронитский, А.А. Михеев // Вестник спортивной науки. – 2006. – № 1. – С. 32–36.
5. Команцев В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии / В.Н. Команцев, В.А. Заболотных. – СПб., 2001. – 350 с.
6. Коц Я.М. Спортивная физиология / Я.М. Коц – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 135 с.
7. Николаев Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев и др. – М.: Наука, 2009. – 392 с.
8. Николаев С.Г. Электромиографическое исследование в клиниче-

ской практике: (Методики, анализ, применение) / С.Г. Николаев, И.Б. Банникова. – Иваново, 1998. – 120 с.

9. Сысоев В.И. Сравнительная характеристика функционального состояния баскетболисток различных возрастных групп / В.И. Сысоев, И.Е. Попова // Теория и практика физ. культуры. – 2009. – № 12. – С. 27–31.
10. Щуров В.А. Взаимосвязь сократительной способности мышц и состояния сердечно-сосудистой системы / В.А. Щуров и др. // Актуальные вопросы ортопедии, травматологии и нейрофизиологии: матер. итоговой науч.-практ. конф. НИУТ «ВТО». – Т. XVII. – Казань, 2001. – С. 28–30.
11. Якимов А.М. Научно-методические аспекты тренировки бегунов на средние и длинные дистанции / А.М. Якимов // Теория и практика физ. культуры. – 1996. – № 4. – С. 21–25.

References

1. Andriyanova, E.Yu. Funktsional'naya plastichnost' spinal'nykh tsepey na fone dolgovremennoy sportivnoy deyatel'nosti (Functional plasticity of spinal nerve circuits in the background of long-term sports activity) / E.Yu. Andriyanova, Lanskaya O.V. // Fiziologiya cheloveka. – 2014. – № 3. – P. 73.
2. Bezmylov, N.N. Obosnovanie kompleksa informativnykh pokazateley i opredeleniye ikh prioritnoy znachimosti dlya otbora kvalifitsirovannykh basketbolistov v komandu (Justification of set informative indicators and determination of their priority significance for qualification of skilled basketball players in the team) / N.N. Bezmylov // Fizicheskoe vospitanie studentov. – 2010. – № 2. – P. 18–23.
3. Bulgakova, N.Zh. Srochny trenirovochny effekt i sistematzatsiya spetsial'nykh trenirovochnykh uprazhneniy v zavisimosti ot urovnya razvitiya aerobnykh i anaerobnykh vozmozhnostey (Urgent training effect and systematization of special training exercises, depending on the level of aerobic and anaerobic capacities) / N.Zh. Bulgakova, V.R. Solomatina // Teoriya i praktika fiz. kul'tury. – 1996. – № 1. – P. 37–39.
4. Voronitskiy, N.E. Issledovanie vliyaniya dozirovannoy vibratsionnoy stimulyatsii na pokazateli EMG u sportmenov (Investigation of effect of dosed vibration stimulation on EMG indices of athletes) / N.E. Voronitskiy, A.A. Mikheev // Vestnik sportivnoy nauki. – 2006. – № 1. – P. 32–36.
5. Komantsev, V.N. Metodicheskie osnovy klinicheskoye lektroneyromiografii (Methodical foundations of clinical electromyography) / V.N. Komantsev, V.A. Zabolotnykh. – St. Petersburg 2001. – 350 P.
6. Kotz, J.M. Sportivnaya fiziologiya (Sport Physiology) / J.M. Kotz – Moscow: Fizkul'tura i sport, 1986. – 135 P.
7. Nikolaev, D.V. Bioimpedansny analiz sostava tela cheloveka (Bioimpedance analysis of human body composition) / D.V. Nikolaev et al. – Moscow: Nauka, 2009. – 392 P.
8. Nikolaev, S.G. Elektromiograficheskoe issledovanie v klinicheskoy praktike: (Metodiki, analiz, primeneniye) (Electromyographic study in clinical practice (techniques, analysis, application) / S.G. Nikolaev, I.B. Bannikova. – Ivanovo, 1998. – 120 P.
9. Sysoev, V.I. Sravnitel'naya kharakteristika funktsional'nogo sostoyaniya basketbolistok razlichnykh vozrastnykh grupp (Comparative characteristics of functional state of basketball players of different age groups) / V.I. Sysoev, I.E. Popova // Teoriya i praktika fiz. kul'tury. – 2009. – № 12. – P. 27–31.
10. Shchurov, V.A. Vzaimosvyaz' sokratitel'noy sposobnosti myshts i sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy (Relationship of contractility of muscles and state of cardiovascular system) / V.A. Shchurov et al. // Aktual'nye voprosy ortopedii, travmatologii i neyrofiziologii: mater. itogovoy nauch.-prakt. konf. NIUT «VTO» (Actual problems of orthopedics, traumatology and neurophysiology: proc. of the final theor.-practical. conf. NIUT "VTO"). – V. XVII. – Kazan, 2001. – P. 28–30.
11. Yakimov, A.M. Nauchno-metodicheskie aspekty trenirovki begunov na srednie i dlinnie distantsii (Theoretical and methodological aspects of training of middle and long distance runners) / A.M. Yakimov // Teoriya i praktika fiz. kul'tury. – 1996. – № 4. – P. 21–25.