

УДК: 615.216.5+612.17+796.071.2

## О.Б. Маметова, Г.А. Мороз ВЛИЯНИЕ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ НА РЕГУЛЯЦИЮ РАБОТЫ СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ

Государственное учреждение «Крымский государственный медицинский университет имени С.П. Георгиевского»

**Маметова О.Б., Мороз Г.А.** Влияние паравертебральной миорелаксации в водной среде на регуляцию работы сердца у спортсменов // Украинський морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 4. – С. 39-43.

Изучено влияние паравертебральной миорелаксации в водной среде на механизмы регуляции работы сердца у спортсменов, занимающихся футболом (n=30), тяжелой атлетикой (n=30), греко-римской борьбой (n=30). Показано, что тракция шейно-грудного отдела позвоночника в условиях водной среды влияет на изменение спектральных мощностей вариабельности сердечного ритма по-разному, в зависимости от направленности тренировочного процесса. Несмотря на неоднозначность изменений всего спектра показателей вариабельности сердечного ритма, характерным является благоприятные изменения в функциональном состоянии регуляторных систем организма всех спортсменов, которые связаны с нормализацией вегетативного баланса и снижением функционирования регуляторных систем организма.

**Ключевые слова:** тонус мышц, паравертебральная миорелаксация, вариабельность сердечного ритма.

**Маметова О.Б., Мороз Г.О.** Вплив паравертебральної міорелаксації у водному середовищі на регуляцію роботи серця у спортсменів // Український морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 4. – С. 39-43.

Вивчено вплив паравертебральної міорелаксації у водному середовищі на механізми регуляції роботи серця у спортсменів, які займаються футболом (n=30), важкою атлетикою (n=30), греко-римською боротьбою (n=30). Показано, що тракція шийно-грудного відділу хребта в умовах водного середовища впливає на зміну спектральних потужностей вариабельності серцевого ритму по-різному, залежно від спрямованості процесу тренування. Незважаючи на неоднозначність змін усього спектру показників вариабельності серцевого ритму, характерними є сприятливі зміни у функціональному стані регуляторних систем організму всіх спортсменів, що пов'язані з нормалізацією вегетативного балансу й зниження функціонування регуляторних систем організму.

**Ключові слова:** тонус м'язів, паравертебральна міорелаксація, вариабельність серцевого ритму.

**Mametova O.B., Moroz G.A.** The Effect of Paravertebral Myorelaxation in Water Medium on Regulation of Heart Work in Sportsmen // Український морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 4. – С. 39-43.

The effect of paravertebral muscle myorelaxation in water medium on regulation mechanisms of heart work in sportsmen who play football (n=30), go weightlifting (n=30), go Greco-Roman wrestling (n=30) has been studied. It has been shown that traction of cervicothoracic part of the spinal column in the water medium affects the power spectrum change of cardiac rhythm variability in different ways, depending on the orientation of the training process. In spite of the fact that changes of the whole spectrum of variability of cardiac rhythm indexes are not definite, the favourable changes in the functional state of the regulatory systems of organism in all sportsmen are characteristic which are related to normalization of vegetative balance and decrease of functioning of the organism regulatory systems.

**Key words:** muscle tone, paravertebral myorelaxation, cardiac rhythm variability.

Повышение уровня физической работоспособности спортсменов является одной из ключевых проблем спортивной медицины и спортивной физиологии, поскольку пути ее решения являются базовыми для теории и практики спорта высших достижений. В ряде видов спорта специфические тренировочные и соревновательные нагрузки предъявляют высокие требования к опорно-двигательному аппарату спортсменов, которые зачастую превышают резервные возможности организма.

Результатом этого является ряд травматических изменений опорно-двигательного аппарата, проявляющихся в нарушениях двигательных стереотипов, нарушении координации и биомеханики движений и позных реакций, гипермобильности позвоночных сегментов и т.д. Компенсаторно развивающиеся при этом гипертонусы паравертебральных и корпусных мышц,

формирующиеся в зонах дестабилизации и нарушений, моторных паттернов опорно-двигательного аппарата, приводят к снижению аэробного потенциала мышц и периартикулярных тканей, что в значительной мере снижает как специфическую, так и общую работоспособность спортсменов [9]. С этих позиций, перспективным для оптимизации уровня функциональной подготовленности спортсменов представляется устранение локальных мышечных гипертонусов и распространенных мышечных гипертонусов в рецептивных проекционных зонах, восстановление оптимальной кортикопеталярной афферентации от мышц для нормализации центрального контроля над вегетативными компонентами мио-висцеральных рефлексив.

Как известно, существует ряд методов, направленных на нормализацию миотонуса, усиление тканевого кровотока, увеличение количе-

ства функционирующих трофических капилляров, ведущее к повышению оксигенации подлежащих и проекционных тканей и улучшению координационных способностей мышц. В настоящее время, одним из наиболее эффективных методов, непосредственно воздействующих на мишень АМГ, являются тракционные техники [2]. Показано, что тракция мезодермальных образований зон  $C_3-T_{18}$ , осуществляемая разными методами, приводит к снижению симпатических влияний на показатели работы сердца, повышению содержанию кислорода в тканях конечностей, улучшению показателей работы респираторной системы. Следует отметить, что до настоящего времени неизученным остается вопрос о влиянии тракционной паравертебральной миорелаксации в условиях водной среды сегментов  $C_3-T_{18}$  на функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем у спортсменов с учётом кинематической и энергетической направленностью тренировочного процесса.

**Цель исследования** – определить эффективность влияния паравертебральной миорелаксации на механизмы регуляции ритма сердца у спортсменов занимающихся различными видами спорта.

**Задачи исследования:**

1. Изучение общих тенденций влияния паравертебральной миорелаксации на механизмы регуляции ритма сердца у спортсменов.
2. Определение особенностей влияния паравертебральной миорелаксации на механизмы регуляции ритма сердца у спортсменов занимающихся тяжёлой атлетикой.
3. Определение особенностей влияния паравертебральной миорелаксации на механизмы регуляции ритма сердца у спортсменов занимающихся вольной борьбой.
4. Определение особенностей влияния паравертебральной миорелаксации на механизмы регуляции ритма сердца у спортсменов занимающихся футболом.

**Материал и методы исследования.** В исследовании принимали участие 90 спортсменов в возрасте 18-25 лет, имеющие квалификацию от 1 разряда до мастера спорта. Из них 30 спортсменов, занимающиеся борьбой, так как для характера этой деятельности специфична высокая степень механического внешнего воздействия на паравертебральные мышцы и мышцы шейного отдела позвоночника (группа-1), 30 спортсменов, занимающиеся тяжелой атлетикой, как модель оптимальной адаптации к нагрузкам алактатного режима энергообеспечения (группа-2), 30 спортсменов, занимающиеся футболом, как модель оптимальной адаптации к нагрузкам аэробно-анаэробного режима энергообеспечения (группа-3). Выбор методов исследования основывался на том, что определение и оценка эффективности паравертебральной миорелаксации возможна на основании биологических закономерностей и получения физиологических характеристик каждой модели ис-

следования. Для изучения эффективности методов паравертебральной миорелаксации необходимо применение способов оценки общей и специальной физической работоспособности.

В целях оптимизации функционального состояния кардио-респираторной системы спортсменами нами была использована методика оптимизации функционального состояния респираторной системы спортсменов (свидетельство о регистрации авторского права). При разработке метода основывались на том, что физические упражнения с использованием тракционных воздействий направлены на устранение состояний гипертонуса мышц.

В основе способа оптимизации функционального состояния респираторной системы содержится комплекс упражнений направленных на улучшение функций системы дыхания. В этот комплекс входили плавательные упражнения с нудлом, который представляет собой легкий, гибкий валик из поролона, используемый для повышения плавучести и дополнительной опоры при занятиях аквааэробикой. Комплекс направлен на растягивание групп мышц в области рефлекторных проекций респираторной системы, которые патологично спазмированы. В свою очередь, в практике плавательных упражнений существует аналогичный метод использования средств (в виде различных предметов) для дозировки физических нагрузок при обучении плаванию, занятиях аквааэробикой. Однако, несмотря на простоту конструкции нудла и широкий спектр возможностей его применения, он не используется в практике спорта. Способ оптимизации респираторной системы включал тракционную миорелаксацию локальных мышечных гипертонусов. Сначала пальпаторно и миотонометрично определяют локализацию патологических гипертонусов паравертебральных мышц в зонах  $C_3-T_{18}$ , потом в бассейне, при помощи нудла, формировали определённые плавательные позиции, которые растягивают патологично спазмированные мышцы шеи и туловища в области рефлекторного представительства респираторной системы. Этот способ нами был использован для оптимизации функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов занимающихся тяжелой атлетикой и футболом, так как характер и направленность механических нагрузок на паравертебральные мышцы, часто приводят к спазмам и к гипертонусу, что подтверждается миотонометрической оценкой состояния этих мышц. Причинно-следственная связь к применению этого способа на разных контингентах связана с тем, что при использовании нудла повышается плавучесть отдельных сегментов тела. При этом избирательно растягивается локально мышечные гипертонизированные мышцы в зонах  $C_3-T_{18}$ , в условиях выполнения ритмичного симметричного аэробного плавания.

В исследовании применялся метод вариационной пульсометрии и автоматизированной электрокардиографии. По мнению ряда авторов [2-5], существует высокая степень корреляции

получаемых сведений о ритме сердца с функциональным состоянием организма человека. По некоторым из показателей ритма считается возможным оценивать работоспособность, прогнозировать состояние организма в экстремальных ситуациях и даже спортивный результат.

В нашем исследовании мы применили диагностический комплекс «Cardio». До и после паравертебральной миорелаксации регистрировали показатели вариационной пульсометрии, рассчитываемые автоматически по данным тахограмм и стандартизированной интервалограммы. Длительность наблюдения при регистрации показателей составляла 5 мин при каждом измерении.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате исследований было обнаружено, что у спортсменов занимающихся греко-римской борьбой максимальная частота сердечных сокращений ( $f_{max}$ ) после паравертебральной миорелаксации снижалась. У спортсменов занимающихся тяжелой атлетикой максимальная частота сердечных сокращений также снижалась и в 3-й группе (футболистов) не изменялась после паравертебральной миорелаксации.

Интересно отметить тот факт, что минимальная частота сердечных сокращений у представителей всех групп существенно не изменялась, что, вероятно, связано с ограничивающим действием пейсмекеров, обеспечивающих автоматию сердца, или активностью баррорецепторов, улавливающих изменения артериального давления [6].

Максимальная длительность сердечного цикла ( $RR_{max}$ ) практически также не изменялась, за исключением незначительной тенденции к увеличению этого показателя у испытуемых 1-й группы.

Минимальная длительность сердечного цикла ( $RR_{min}$ ) существенно уменьшалась у испытуемых 1-й группы и увеличивалась в 3-й группе, а у спортсменов 2-й группы не изменялась. Это, вероятно, связано с преобладанием влияния блуждающего нерва (вагуса) на минимальную длительность сердечного цикла при его увеличении, а при уменьшении – влияние симпатического нерва. Однако интересно отметить, что данное воздействие не всегда обнаруживается при анализе среднестатистической длительности сердечного цикла ( $RR_x$ ), так как этот показатель уменьшался в 1-й группе и практически не изменялся в других группах.

Этот феномен можно объяснить тем, что отделы вегетативной нервной системы на работу сердца первоначально влияют на минимальные и максимальные значения длительности сердечного цикла, однако это не сказывается на средней величине из-за сохранения автоматии сердца в силу умеренности вышеуказанного влияния. В этом заключается прогностическая ценность показателей вариационной пульсометрии, которые способны определить даже незначительные нейрогуморальные влияния на автоматию сердца [7].

При анализе индекса напряжения (ИН) сердца обнаружено, что он увеличивается в 1-й и во 2-й

группах и снижается в 3-й группе. Известно, что увеличение ИН в определенной мере отражает степень напряжения регуляторных механизмов, так как установлена связь вариабельности ритма сердца с нейрогуморальной регуляцией и адаптивными реакциями человека на стресс [1]. Таким образом, увеличение ИН указывает на «напряженные адаптации», а его снижение свидетельствует об устойчивой адаптации к воздействиям различных факторов внешней среды, в нашем случае к последствию паравертебральной миорелаксации. Однако величины ИН во всех трех группах находились в пределах физиологической нормы [3]. Индекс напряжения первоначально предназначался Р.М. Баевским [1] для оценки «напряжения регуляторных механизмов», которые тем больше, чем выше «активность симпатического канала регуляции», и тем меньше, чем выше «активность гуморального и парасимпатического каналов». Тогда логично предположить, что у спортсменов 1-й и 2-й групп увеличение ИН свидетельствует об усилении активности симпатического канала регуляции, а у спортсменов 3-й группы снижение ИН свидетельствует об увеличении активности гуморального и парасимпатического каналов.

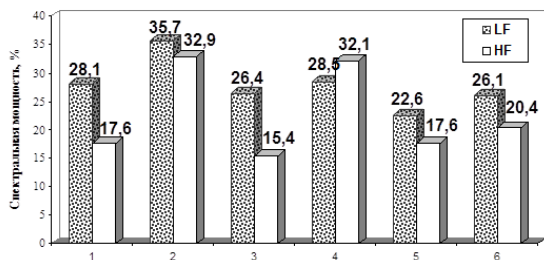
Для уточнения данного предположения необходимо анализ процентного соотношения различного диапазона спектральной мощности вариабельности пульса, так анализ соотношения даёт представление о доли участия отделов вегетативной нервной системы в регуляции ритма сердца. Результаты анализа позволили обнаружить, что изучаемые спектральные мощности находились в пределах нормы для пятиминутной регистрации RR-интервалов (рис. 1).

Мощность LF-компоненты – от  $22,6 \pm 3,2\%$  до  $28,1 \pm 1,9\%$  (норма около 21%) и мощность HF-компоненты колебалась в пределах от  $15,4 \pm 3,2\%$  до  $17,6 \pm 3,2\%$  (норма около 11%).

После паравертебральной миорелаксации у всех спортсменов происходит модификация всей картины спектра. Характерно для всех, в разной степени, увеличение мощности LF, что связано с активацией симпатических механизмов регуляции.

У исследуемых лиц занимающихся борьбой после курса паравертебральной миорелаксации мощность LF-компоненты увеличивалась с  $28,1 \pm 1,9$  до  $35,7 \pm 5,1$ , что свидетельствует лишь о тенденции повышения тонуса симпатического канала регуляции, тогда как вагусное влияние на работу сердца значительно усилилось, так как достоверно увеличилась после паравертебральной миорелаксации мощность HF с  $17,6 \pm 2,0$  до  $32,9 \pm 4,8$  ( $p \leq 0,05$ ). Соотношение LF/HF свидетельствовало о преобладании симпатического канала регуляции до и его снижение после паравертебральной миорелаксации.

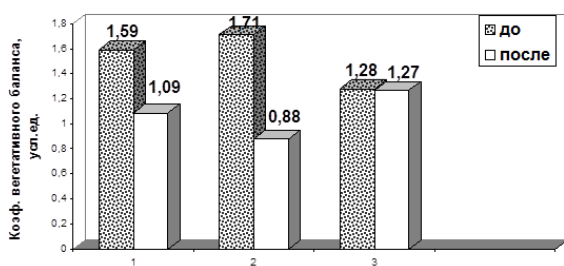
Таким образом, после паравертебральной миорелаксации получены изменения в регуляции сердечного ритма характерные для всех спортсменов, связанные с активизации как вагусного, так и симпатического канала регуляции.



**Рис. 1.** Показатели спектральной мощности variability сердечного ритма (LF и HF) у спортсменов до и после паравертебральной миорелаксации. 1 – До (борцы); 2 – После паравертебральной миорелаксации (борцы); 3 – До (тяжелоатлеты); 4 – После паравертебральной миорелаксации (тяжелоатлеты); 5 – До (футболисты); 6 – После паравертебральной миорелаксации (футболисты)

Изменение спектральных мощностей variability сердечного ритма после паравертебральной миорелаксации привело к изменению вегетативного баланса у спортсменов, вне зависимости от характера спортивной деятельности.

У спортсменов занимающихся тяжелой атлетикой показатели спектральной мощности пульса отличались после паравертебральной миорелаксации. Мощность HF-компоненты достоверно увеличилась. Мощность LF-компоненты имела тенденцию к увеличению. Эти показатели свидетельствуют о том, что после паравертебральной миорелаксации у этих спортсменов преобладает влияние вагуса в вегетативных механизмах регуляции сердечного ритма. Это подтверждает соотношение LF/HF, которое снизилось с  $1,71 \pm 0,1$  до  $0,88 \pm 0,1$  (рис. 2).



**Рис. 2.** Изменение вегетативного баланса (LF/HF) после паравертебральной миорелаксации у спортсменов. 1 – борцы; 2 – тяжелоатлеты; 3 – футболисты

У спортсменов занимающихся футболом показатели спектральной мощности variability пульса отличались характером изменений в сравнении с другими испытуемыми, после паравертебральной миорелаксации.

Мощность LF-компоненты достоверно увеличивалась. Эти показатели свидетельствуют о том, что после паравертебральной миорелаксации у этих спортсменов не происходит изменений в вегетативных механизмах регуляции сердечного ритма. Это подтверждает соотношение LF/HF, которое составляло до  $1,28 \pm 0,1$  и после  $1,27 \pm 0,1$ . Достоверно повысились показатели низкочас-

тотного спектра и повысились показатели очень низкочастотного спектра variability пульса. Известно, что зона VLF связана с деятельностью гуморальных систем, и это указывает на тот факт, что, несмотря на стабильность целого ряда параметров, у спортсменов в организме происходят определенные сдвиги под влиянием паравертебральной миорелаксации.

Таким образом, обнаружено, что показатели вариационной пульсометрии изменяются после паравертебральной миорелаксации по-разному в зависимости от функциональной подготовленности спортсмена. Однако интерпретация механизмов полученных результатов является неоднозначной, так как нами были выявлены и общие и частные закономерности, раскрывающие особенности влияния паравертебральной миорелаксации на variability сердечного ритма у спортсменов, в зависимости от характера спортивной деятельности. К общим тенденциям можно отнести увеличение LF-компоненты в разной степени у всех спортсменов, что в принципе вообще характерно для миорелаксационных воздействий, и это связывают с чувствительностью проприоцептивного анализатора [8]. К частным особенностям можно отнести то, что увеличение мощности HF-компоненты происходило только у спортсменов занимающихся борьбой и тяжелой атлетикой.

Это увеличение обычно связывают с изменением тонуса ядер блуждающего нерва при возбуждении дыхательного центра. Представления о вагусной природе дыхательных волн синусового ритма довольно широко распространены в научной литературе. Эти представления положены в основу широко известных математических моделей функционирования синусового узла. Появление дыхательных волн в сердечном ритме некоторые авторы связывают с изменением кровенаполнения сердца в различные фазы дыхательного цикла. Существует мнение, что дыхательные волны в сердечном ритме связаны с наличием серво-механизмов (рефлексы с барорецепторов каротидного синуса). Также имеет право на существование «теодинамическая концепция» появления дыхательных волн вследствие дыхательных экскурсий, приводящих к колебаниям венозного притока. Несомненно, увеличение мощности HF-компоненты у спортсменов первых двух групп свидетельствует об увеличении вагусных влияний на сердце. Однако возможно и участие других механизмов в увеличении HF-компоненты. Наибольшее увеличение этого компонента наблюдалось у спортсменов занимающихся борьбой, что связано с усилением вагусных влияний при паравертебральной миорелаксации. Представляет интерес изучение показателей отклонений, размаха и вариативности ритма сердца спортсменов до и после паравертебральной миорелаксации, так как последние, в полной мере определяют функциональное состояние регуляторных систем организма (табл. 1). Так показатель  $AM_0$  после паравертебральной миорелаксации достоверно снизился у

всех спортсменов, что свидетельствует о снижении центрального контура регуляции, церебраль-

ных эрготропных влияний и симпатического отдела вегетативной нервной системы.

**Таблица 1.** Показатели отклонений, размаха и вариативности ритма сердца спортсменов до и после паравертебральной миорелаксации

Показатели, ед. изм.	1-я группа (n = 37) – греко-римская борьба				2-я группа (n = 25) – тяжелотласты				3-я группа (n = 25) – футболисты			
	– до		– после		– до		– после		– до		– после	
	X	Sx	X	Sx	X	Sx	X	Sx	X	Sx	X	Sx
RRNN, мс	791	15,1	988	17,3*	798	16,8	1001	17,7*	758	15,3	996	14,7*
SDNN, мс	25,5	5,4	34,5	4,5*	24,3	4,1	33,8	3,6*	26,2	6,4	34,9	5,3*
Mo, мс	756	23,1	960	22,7*	746	17,8	987	15,6*	754	15,9	975	17,6*
AMo, %	62,2	2,3	51,8	2,1*	64,1	3,2	52,2	2,8*	60,8	3,4	52,1	2,9*

**Примечание.** Различие до и после паравертебральной миорелаксации \* –  $p \leq 0,05$ ; достоверность отличий определялась с помощью непараметрического критерия Уилкоксона.

В то же время у всех спортсменов после паравертебральной миорелаксации достоверно увеличились параметры показателя SDNN, что свидетельствует об усилении активности вагусных влияний. Особый интерес представляет увеличение показателей RRNN и  $M_0$  после паравертебральной миорелаксации у всех спортсменов, так как отражает оптимизацию функционирования синусового узла.

#### Выводы:

1. После паравертебральной миорелаксации получены изменения в регуляции сердечного ритма у всех спортсменов, связанные с активизации как вагусного, так и симпатического канала регуляции. Изменение спектральных мощностей variability сердечного ритма после паравертебральной миорелаксации привело к изменению вегетативного баланса у спортсменов, вне зависимости от характера спортивной деятельности. У всех спортсменов после паравертебральной миорелаксации достоверно увеличились параметры показателя SDNN, что свидетельствует об усилении активности вагусных влияний.

2. У спортсменов занимающихся тяжелой атлетикой показатели спектральной мощности пульса отличались после паравертебральной миорелаксации. После паравертебральной миорелаксации у этих спортсменов преобладает влияние вагуса в вегетативных механизмах регуляции сердечного ритма.

3. У исследуемых лиц занимающихся борьбой после курса паравертебральной миорелаксации мощность LF-компоненты увеличивалась с  $28,1 \pm 1,9$  до  $35,7 \pm 5,1$ , что свидетельствует лишь о тенденции повышения тонуса симпатического канала регуляции, тогда как вагусное влияние на работу сердца значительно усилилось, так как достоверно увеличилась после паравертебральной миорелаксации мощность.

4. У спортсменов занимающихся футболом показатели спектральной мощности variability пульса отличались характером изменений в сравнении с другими испытуемыми, после паравертебральной миорелаксации. После паравертебральной миорелаксации у этих спортсменов не происходит изменений в вегетативных механизмах регуляции сердечного ритма.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // Физиология человека. - 2002. - Т. 28, № 2. - С. 70-82.
2. Виноградов В.Е. Чувствительность реакций кардиореспираторной системы квалифицированных спортсменов при утомлении и возможности её коррекции внутренировочными средствами: автореф. дис. на соискании уч. степени. к.пед. наук: спец. 24.00.01. «Олимпийский и профессиональный спорт» / В.Е. Виноградов. - Киев, 2001. - 24 с.
3. Дембо А.Г. Спортивная кардиология: [Руководство для врачей] / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. - Л.: Медицина, 1989. - 464 с.
4. Коваленко С.О. Індивідуальні особливості хвильової структури серцевого ритму при дозованому фізичному навантаженні / С. О. Коваленко // Спортивна медицина. - 2006. - № 1. - С. 3-9.
5. Михайлов В.М. Variability ритма сердца / В.М. Михайлов // Опыт практического применения метода. - Иваново, 2000. - 200 с.
6. Сышко Д.В. Показатели вариационной пульсометрии у спортсменов с различным вестибуло-вегетативным типом реакции / Д.В. Сышко // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. - Т. 16(55). № 4. - Симферополь, 2003. - С. 96-99.
7. Цыганова Т.Г. Оценка функционального состояния организма спортсменов методом математического анализа сердечного ритма / Т.Г. Цыганова, А.Г. Ковтун // Теор. и практ. физич. культ. - 2006. - № 12. - С. 61-64.
8. Javorka M. On- and off- responses of heart rate to exercise - relation to heart rate variability / [M. Javorka, I. Zila, T. Balharek, K. Javorka] // Clin. Physiol. and Funct. Imag. - 2003. - Vol. 23, N 1. - P. 1-8.
9. Neuromechanical basic Kinesiology / Roger M. Enoka // Second Edition, Human Kinetics. USA, 1994. - 466 p.

Надійшла 20.09.2013 р.

Рецензент: доц. Г.В. Лук'янцева