
Информационное значение расчетных гематологических индексов в прогнозе развития перетренированности у профессиональных спортсменов

УДК: 612.017:796

С. М. Футорный, О. И. Осадчая, Е. А. Шматова, Е. В. Маслова

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

Резюме. В работе проанализированы результаты обследования 60 легкоатлетов. *Цель* – оценка информативности гематологических расчетных индексов в определении риска перетренированности у профессиональных спортсменов. *Методы:* анализ специализированной научно-методической литературы, клинико-лабораторные методы и методы математической статистики. *Результаты.* Выявлено, что наиболее информативными и диагностически специфическими в прогнозировании перетренированности спортсменов являются индекс анаболизма, коэффициент де Ритиса, индекс соотношения креатинина и мочевины, показатели ферментативной функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов периферической крови, значения скорости оседания эритроцитов как маркера воспалительной реакции. *Выводы.* Полученные результаты обосновывают использование качественных показателей в диагностике развития у спортсменов патологических процессов и состояний, связанных с выполнением физических нагрузок, превышающих функциональные возможности их организма.

Ключевые слова: перетренированность, индексы перетренированности, информативность, диагностическая специфичность.

Резюме. У роботі проаналізовано результати обстеження 60 легкоатлетів. *Мета* – оцінка інформативності гематологічних розрахункових індексів у визначенні ризику перетренованості у професійних спортсменів. *Методи:* аналіз спеціалізованої науково-методичної літератури, клініко-лабораторні методи та методи математичної статистики. *Результати.* Виявлено, що найбільш інформативними і діагностично специфічними в прогнозуванні перетренованості спортсменів є індекс анаболізму, коефіцієнт де Рітиса, індекс співвідношення креатиніну і сечовини, показники ферментативної функціональної активності нейтрофілів периферичної крові, значення швидкості осідання еритроцитів як маркера запальної реакції. *Висновки.* Отримані результати обґрунтовують використання якісних показників у діагностиці розвитку у спортсменів патологічних процесів і станів, пов'язаних із виконанням фізичних навантажень, що перевищують функціональні можливості їх організму.

Ключові слова: перетренованість, індекси перетренованості, інформативність, діагностична специфічність.

Abstract. The results of examining 60 track and field athletes have been analyzed. *Objective* – evaluating informativity of hematologic calculation indices to define the risk of overtraining in professional athletes. *Methods:* analysis of specialized literature, clinical and laboratory methods and those of mathematical statistics. *Results.* It has been revealed that the most informative and diagnostically specific for predicting athletes' overtraining are: metabolic index, AST/ALT ratio, index of creatinine to urea ratio, indices of enzymatic functional activity of peripheral blood neutrophils, speed of erythrocytes deposition as a marker of inflammatory response. *Conclusions.* Obtained results substantiate the usage of qualitative indices for diagnostics of pathologic processes and states development in athletes that are related to physical loads exceeding functional abilities of their body.

Keywords: overtraining, overtraining indices, informativity, diagnostic specificity.

Постановка проблемы. Современная система подготовки спортсменов со свойственными ей огромными физическими и психоэмоциональными

нагрузками приводит к развитию перенапряжения и связанных с ним патологических и предпатологических состояний органов и систем организма.

Заболевания и травмы спортсменов являются главным препятствием на пути к полноценному выполнению планов подготовки и достижению высоких спортивных результатов, чему часто предшествует проявление состояния перетренированности.

Проблема перетренированности всегда была актуальна для теории и практики спортивной медицины, поскольку объединила в себе такие важные вопросы: дозирование тренировочной нагрузки с учетом состояния здоровья спортсмена, его возрастных и половых особенностей, уровня подготовленности; применение рациональных средств восстановления организма спортсмена; фармакологическое обеспечение тренировочного процесса и соревновательной деятельности и т. д.

Перетренированность — это патологическое состояние у спортсменов, клиническую картину которого определяют функциональные нарушения в центральной нервной системе [2].

Перетренированность развивается в результате суммирования повторно возникающего переутомления. В основе ее лежит перенапряжение возбудительного и тормозного процессов в коре больших полушарий головного мозга. Это позволяет считать патогенез перетренированности аналогичным патогенезу неврозов.

В процессе развития перетренированности в ответ на стрессовые реакции центральная нервная система включает и регулирует изменения функции эндокринных желез (увеличение глюкокортикоидной функции передней доли гипофиза, истощение коры надпочечников) [1, 2, 7].

Причиной развития перетренированности является хроническое физическое перенапряжение, которое возникает, когда спортсмен пытается повысить свои достижения в избранном виде спорта путем неэкономного увеличения напряжения в ходе тренировочного занятия, например, форсируя тренировочное занятие, используя упражнения из других видов спорта, изменяя внешние условия тренировочной деятельности (среднегорье, высокогорье, вода, пересеченная местность и т. п.). Нарушение режима работы, отдыха, сна, питания, физическая и психическая травма, интоксикация организма из очагов хронической инфекции, активная двигательная деятельность в болезненном состоянии, перегревание на солнце, пониженная толерантность организма к физическим и эмоциональным нагрузкам также могут обусловить развитие хронического физического перенапряжения.

В настоящее время особую озабоченность вызывает состояние здоровья спортсменов высокой

квалификации. Регулярные интенсивные физические нагрузки приводят к ряду изменений в их организме, затрагивающих большинство органов, систем и фундаментальные биологические процессы.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования, проведенные в последние десятилетия, показывают, что нарушение здоровья спортсменов и снижение спортивных результатов связано с дефектами в нейро-эндокринно-иммунной регуляции гомеостаза спортсмена, а именно с декомпенсацией функций ферментативных, гормональных регуляторов, с дисфункцией эффекторных звеньев природного и адаптационного иммунитета [1, 4, 7, 9].

Чрезмерные тренировочные и соревновательные нагрузки у спортсменов могут формировать иммунодефицитные состояния. Длительно действующие раздражители, превосходящие пороги реагирования организма, приводят к преморбидным состояниям, разного рода нарушениям, истощениям [6, 7, 9].

Снижение иммунитета является ранним симптомом нарушения адаптации организма спортсмена и сопровождается ослаблением противомикробной защиты, снижением фагоцитоза, миграции лейкоцитов, уменьшением количества эозинофилов и лимфоцитов в крови [1, 4, 8].

Иммуносупрессия в период интенсивных тренировок носит мультифакторный характер. Значительные перегрузки у спортсменов сопровождаются изменениями в гормональном статусе и биохимическими сдвигами, которые могут влиять на функционирование иммунной системы [4, 6, 8, 9].

Известно, что при остром утомлении отмечается общая слабость и снижение работоспособности, а при перенапряжении, наряду с этим, — нарушение функции разных органов и систем и, прежде всего, сердечно-сосудистой системы. При перетренированности имеют место вегетативные сдвиги, нарушения функций центральной нервной и эндокринной систем, в силу которых спортивные результаты становятся неустойчивыми. В большинстве случаев о переутомлении, перенапряжении и перетренированности судят на основании довольно субъективных показателей. Единого мнения о том, какие показатели считать надежными маркерами перетренированности, до сих пор нет [4, 6, 8, 9].

Связь работы с научными планами, темами. Проведенные нами исследования в данной области выполнены по темам Сводного плана НИР в сфере физической культуры и спорта на 2016—2020 гг. Министерства образования и

науки України, разработанного и утвержденного в Национальном университете физического воспитания и спорта Украины.

Формулировка цели и задач исследования. Исходя из всего вышеизложенного, целью нашей работы является оценка информативности гематологических расчетных индексов в определении риска перетренированности у профессиональных спортсменов.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 60 спортсменов, специализирующиеся в беге на средние дистанции, возраст которых на момент проведения эксперимента составил 18–20 лет.

Материалом для исследования служила периферическая кровь. Забор крови осуществляли общепринятым методом, натощак в утренние часы. Кровь стабилизировали 3 % раствором Трилона В по общепринятой методике.

У всех обследованных были изучены такие показатели: содержание тестостерона, кортизола (иммуноферментным методом с помощью анализатора и реактивов фирмы «Boehringer Mannheim») с расчетом анаболического индекса (ИА) [3], количество лейкоцитов (ЛК), лимфоцитов (ЛФ), нейтрофильных гранулоцитов (НГ) и тромбоцитов (ТР) периферической крови, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) [11].

Активность АСТ (аспартатаминотрансферазы) и АЛТ (аланинаминотрансферазы) устанавливали спектрофотометрическим методом с помощью диагностических наборов фирмы «Bioscop» и рассчитывали их соотношение, т. е. определяли коэффициент де Ритиса [11].

Уровень креатинина (К) определяли кинетическим методом с помощью диагностических наборов фирмы «Vital diagnostics», а уровень мочевины (М) — с помощью биохимического автоматического анализатора «Technicon AXON System». Отдельно производился расчет коэффициента соотношения креатинина и мочевины (М/К) [9].

Ферментативную активность нейтрофильных гранулоцитов изучали в тесте восстановления нитросинего тетразолия — производили спектрофотометрическим методом (НСТ-тест) в двух модификациях: спонтанном и индуцированном липополисахаридом с определением индекса функциональной ферментативной стимуляции [5].

Референтную группу составили 25 практически здоровых лиц в возрасте от 18 до 21 года, допущенных к плановому донорству.

Результаты исследований и их обсуждение. Для получения объективной информации об активности адаптационных процессов организма

спортсменов в ответ на значительные физические нагрузки нами был проведен расчет индекса анаболизма, который определялся по соотношению тестостерона и кортизола (табл. 1).

Все обследованные спортсмены были разделены на две группы. Первую группу составили спортсмены с показателями ИА от 3 % и менее (преобладание катаболических процессов), что было определено как перетренированность. Общее количество исследуемых составило 35 спортсменов.

Во второй группе, состоявшей из 25 спортсменов, определялся ИА выше 3 %, что свидетельствовало о преобладании анаболических процессов.

При этом отношение гормонов катаболизма и анаболизма представляет собой потенциальный гормональный маркер неполного восстановления и синдрома перетренированности [3].

Снижение концентрации тестостерона, повышение уровня кортизола и уменьшение отношения тестостерон/кортизол — показатели катаболической направленности обменных процессов, которые характеризуют способность организма спортсмена к восстановлению, синтезу белка и сохранению мышечной массы [3].

В условиях значительных физических нагрузок при усиленном распаде тканевых белков, избыточном поступлении в организм аминокислот в печени в процессе связывания токсического для организма человека аммиака синтезируется нетоксическое азотсодержащее вещество — мочевина. Из печени мочевина поступает в кровь и выводится с мочой. Концентрация мочевины в норме в крови каждого взрослого человека индивидуальна. Она может увеличиваться при значительном поступлении белков с пищей, при нарушении выделительной функции почек, а также после выполнения длительной физической работы за счет усиления катаболизма белков [3].

В практике спорта этот показатель широко используется при оценке переносимости спортсменом тренировочных и соревновательных физических нагрузок, хода тренировочных занятий и процессов восстановления организма. При этом, по нашему мнению, данные изменения показателей мочевины следует изучать в сочетании со значениями креатинина периферической крови. Креатинин — это вещество, образующееся в мышцах в процессе распада креатинфосфата. Суточное выделение его относительно постоянно для данного человека и зависит от мышечной массы тела (табл. 2).

Нами установлено, что у спортсменов первой основной группы определяется повышение

ТАБЛИЦА 1 – Показатели индекса анаболизма у профессиональных спортсменов (n = 60)

Группа	Исследуемый показатель		
	тестостерон (нмоль·л ⁻¹)	кортизол (нмоль·л ⁻¹)	ИА
Основная:			
первая (n = 35)	11,7 ± 0,56	307,0 ± 20,0	3,0
вторая (n = 25)	7,9 ± 0,45	190,0 ± 17,0	4,0

содержания креатинина и мочевины (М/К) периферической крови относительно референтных значений в 1,25 раза (p < 0,05) и 1,45 раза (p < 0,05) соответственно. При этом повышение этих показателей приводило к увеличению индекса М/К до 13,7 усл. ед.

Исследование индекса соотношения мочевины и креатинина периферической крови у спортсменов как маркера рисков повреждения миокарда, дегидратации, катаболических состояний, а также уменьшения мышечной массы обуславливает прогнозирование перетренированности.

У обследованных спортсменов второй основной группы индекс М/К определялся в пределах значений референтной группы и составил 12,0 усл. ед. при норме 11,8 усл. ед.

Для обеспечения мышечной деятельности необходима энергия. Процесс глюконеогенеза основан на интенсивном использовании глюкогенных аминокислот и требует активации трансаминазных (АСТ и АЛТ) путей белкового обмена [3].

У спортсменов первой основной группы установлено повышение показателей АЛТ и АСТ относительно референтной группы в 3,92 раза (p < 0,05) и 2,63 раза (p < 0,05) соответственно (табл. 3). При этом коэффициент де Ритиса составил 1,06.

У спортсменов второй группы наблюдалось повышение уровней АЛТ и АСТ относительно референтных значений в 3,32 раза (p < 0,05) и 1,81 раза (p < 0,05) соответственно при коэффициенте де Ритиса 1,33.

Физическая нагрузка различной интенсивности сопровождается повышением активности цитолитических ферментов – АСТ и АЛТ. Факт повышения активности АЛТ в крови можно расценивать двойственно: во-первых, это формальный признак дисфункции печени; во-вторых, с метаболической точки зрения, это признак активации

глюкозоаланинового шунта. Его активация служит для компенсации возможной гипогликемии [3].

Для дифференциальной диагностики повреждений печени или сердца используют коэффициент де Ритиса, т. е. соотношение активности АСТ/АЛТ. Его увеличение характерно для повреждения миокарда, а уменьшение определяется при снижении функциональной активности печени. В условиях интенсивной физической нагрузки печеночный коэффициент де Ритиса является индикатором активации глюконеогенеза через глюкозоаланиновый шунт с использованием АЛТ, который необходим для поддержания адекватного уровня глюкозы в крови и развития гипогликемии, что приводит к росту активности трансаминаз [3].

Об интенсификации глюконеогенеза свидетельствует не только низкий коэффициент де Ритиса, но и высокая активность АЛТ.

При изучении показателей периферической крови было выявлено повышение содержания общего количества лейкоцитов у спортсменов первой основной группы по отношению к референтным значениям (p < 0,05).

Отмечено повышение содержания ЛФ в 1,40 раза (p < 0,05) у обследуемых первой группы с перетренированностью и повышение значений ТР в

ТАБЛИЦА 2 – Показатели соотношения мочевины и креатинина у спортсменов (n = 85)

Группа	Характеристика групп	Исследуемый показатель		
		мочевина (ммоль·л ⁻¹)	креатинин (ммоль·л ⁻¹)	индекс соотношения М/К
Основная:				
первая (n = 35)	ИА более 3 %	6,92 ± 0,19*	95,04 ± 1,07*	13,7
вторая (n = 25)	ИА менее 3 %	5,74 ± 0,15	68,88 ± 0,97	12,0
Референтная (n = 25)		5,52 ± 0,23	65,24 ± 1,04	11,8

Примечание: * достоверность различия по отношению к референтным показателям (p < 0,05).

ТАБЛИЦА 3 – Показатели соотношения АЛТ и АСТ у спортсменов (n = 85)

Группа	Характеристика групп	Исследуемый показатель		
		АСТ (ммоль·л ⁻¹ ·ч ⁻¹)	АЛТ (ммоль·л ⁻¹ ·ч ⁻¹)	Коэффициент де Ритиса
Основная:				
первая (n = 35)	ИА более 3 %	0,93 ± 0,05*	0,87 ± 0,04*	1,06
вторая (n = 25)	ИА менее 3 %	0,83 ± 0,05*	0,60 ± 0,07*	1,33
Референтная (n = 25)		0,25 ± 0,03	0,33 ± 0,02	1,27

Примечание: * достоверность различия по отношению к референтным показателям (p < 0,05).

ТАБЛИЦА 4 – Изменения некоторых показателей периферической крови у спортсменов (n = 85)

Группа	Характеристика групп	Исследуемый показатель				
		ЛК (10 ⁹ ·л ⁻¹)	ЛФ (%)	ТР (10 ⁹ ·л ⁻¹)	НГ (%)	СОЭ (мм·ч ⁻¹)
Основная: первая (n = 35) вторая (n = 25)	ИА более 3 %	9,22 ± 1,19*	31,17 ± 1,45*	380,0 ± 11,7*	50,22 ± 2,14	15,91 ± 1,7*
	ИА менее 3 %	7,43 ± 1,10*	25,07 ± 1,12	290,0 ± 8,12	65,15 ± 1,67	9,12 ± 1,06
Референтная (n = 25)		5,71 ± 1,22	22,21 ± 1,07	280,0 ± 5,89	68,45 ± 1,12	7,79 ± 2,14

Примечание: * достоверность различия по отношению к референтным показателям (p < 0,05).

ТАБЛИЦА 5 – Показатели ферментативной функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов у спортсменов (n = 85)

Группа	Характеристика групп	Исследуемый показатель		
		спонтанный НСТ-тест (%)	индуцированный НСТ-тест (%)	индекс стимуляции (усл. ед.)
Основная: первая (n = 35) вторая (n = 25)	ИА более 3 %	27,07 ± 0,57*	8,67 ± 0,27*	0,32
	ИА менее 3 %	22,15 ± 0,72*	19,56 ± 0,69*	0,88
Референтная (n = 25)		11,45 ± 0,15	15,67 ± 0,67	1,36

Примечание: * достоверность различия по отношению к референтным показателям (p < 0,05).

1,35 раза (p < 0,05) и СОЭ в 2,04 раза (p < 0,05) по отношению к значениям референтной группы. При этом у спортсменов данной группы определяется снижение показателей содержания НГ периферической крови относительно референтных значений в 1,36 раза (p < 0,05) (табл. 4).

В то же время у спортсменов второй основной группы при легкой степени утомления, которое наблюдается после выполнения оптимальной физической нагрузки, установлено умеренное повышение ЛК относительно референтных значений в 1,30 раза (p < 0,05). При этом показатели ЛФ и ТР повышались незначительно. Кроме того, определена тенденция к повышению СОЭ. Однако эти показатели незначительно превышали значения референтной группы. Содержание НГ находилось в пределах значений референтной группы.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у спортсменов с перетренированностью определяется развитие стрессорной реакции периферической крови с тенденциями декомпенсации. При этом изменения исследуемых показателей при умеренных адекватных физических нагрузках у спортсменов второй основной группы соответствовали критериям адаптационной реакции уровня тренировки.

Физические нагрузки способствуют повышению функциональной активности фагоцитирующих клеток периферической крови. Поскольку данные клеточные структуры являются одним из основных эффекторных звеньев неспецифического иммунитета, изучение их функциональной

ферментативной адаптации к значительным физическим нагрузкам является важным моментом в определении уровня перетренированности у спортсменов.

При определении функциональной активности НГ в тесте восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-тесте) установлено повышение активности исследуемых клеток в спонтанном тесте по отношению к референтным значениям у обследованных обеих групп в 2,35 раза (p < 0,05) и 1,93 раза (p < 0,05) соответственно (табл. 5).

При этом установлено, что дополнительная стимуляция ферментативной активности НГ липополисахаридом приводила к резкому угнетению функции исследуемых клеток у спортсменов первой основной группы по отношению к значениям референтной группы в 1,80 раза (p < 0,05). Данные тенденции характеризовались значительным снижением индекса стимуляции у обследованных первой группы.

В то же время у спортсменов второй основной группы нами установлена тенденция к снижению ферментативной активности НГ в ответ на стимуляцию. Однако данные значения находились в пределах референтных. Отмечено повышение индекса стимуляции относительно значений первой основной группы.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у спортсменов, у которых имела место перетренированность, отмечается значительное снижение ферментативной активности НГ. При этом на фоне уменьшения общего количества НГ

ТАБЛИЦА 6 – Диагностические индексы и коэффициенты прогнозирования и оценки уровня перетренированности у спортсменов

Характеристика	ИА	К / М	Коэффициент де Ритиса	Индекс стимуляции НГ	ЛФ	СОЭ	ТР
Информативность	+	+	+	+	+	+	+
Диагностическая чувствительность	+	+	+	–	–	–	–
Диагностическая специфичность	+	+	+	+	–	+	–

в периферической крови снижение их резервных ферментативных возможностей является неблагоприятным признаком в оценке адаптационных возможностей организма спортсмена в условиях перетренированности.

Полученные результаты исследования функциональной активности НГ у обследованных второй основной группы свидетельствуют о высокой резервной активности лейкоцитов у спортсменов при применении адекватного уровня нагрузки. Можно полагать, что повышение резервной активности клеток является компенсаторной реакцией, ответом на снижение количества фагоцитирующих клеток.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами установлено, что у спортсменов высокой квалификации значительные физические нагрузки приводят к формированию синдрома перетренированности, что вызывает снижение работоспособности и результативности. Перенапряжение и физические нагрузки обуславливают диспропорции гормональной сферы спортсмена, изменения функционирования органов и систем, снижение функциональной ферментативной активности эффекторных клеток неспецифической резистентности.

Нами был проведен анализ специфичности, диагностической чувствительности и диагностической специфичности различных индексов перетренированности спортсменов с целью разработать критерии раннего прогнозирования нарушений гомеостаза в условиях значительных физических и психоэмоциональных нагрузок у профессиональных спортсменов (табл. 6).

Литература

1. Афанасьева И. А. Роль кортизола и синдрома перетренированности в иммунной дисфункции у спортсменов / И. А. Афанасьева. – СПб : Изд-во «Олимп–СПб», 2010. – 156 с.
2. Афанасьева И. А. Показатели гомеостаза спортсменов при физических нагрузках разной интенсивности / И. А. Афанасьева. – СПб : Изд-во «Олимп–СПб», 2011. – 100 с.
3. Грязных А. В. Индекс тестостерон/кортизол как эндокринный маркер процессов восстановления висцер-

В результате комплексного анализа роли различных индексов в прогнозировании перетренированности нами установлено, что наибольшую диагностическую ценность имеют: индекс анаболизма, соотношение креатинина и мочевины, коэффициент де Ритиса, индекс стимуляции НГ, показатели СОЭ.

Выводы и перспектива дальнейших исследований. Наиболее важным вопросом в современном спорте высших достижений является совершенствование структуры тренировочного процесса в микроциклах, мезоциклах, макроциклах, периодах и этапах подготовки.

Современное построение тренировочного процесса базируется на изучении механизмов долговременной стабильной адаптации. С ростом способности к адаптации организма наступают специфические изменения, позволяющие раскрыть оптимальные резервы в деятельности спортсмена и добиться снижения напряжения в условиях физиологического покоя. Причем для каждого спортсмена имеется свой предельный пороговый уровень интенсивности физических нагрузок.

Поэтому необходимы принципиально новые информационные подходы к современным технологиям прогрессивной тренировки, разработка современных способов контроля состояния спортсменов на всех этапах тренировочного цикла для выявления предпатологических, а возможно и патологических состояний с целью своевременной коррекции обнаруженных нарушений и поддержания высоких функциональных возможностей спортсмена.

References

1. Afanaseva I. A. (2010) Rol kortizola i sindroma peretrenirovannosti v immunnoy disfunktsii u sportmenov [Role of cortisol and overtraining syndrome in immune dysfunction of athletes]. SPb: Izd-vo «Olimp–SPb». (in Russian)
2. Afanaseva I. A. (2011) Pokazateli gomeostaza sportmenov pri fizicheskikh nagruzkah raznoy intensivnosti [Homeostasis indices of athletes under physical loads of similar intensities]. SPb: Izd-vo «Olimp–SPb». (in Russian)
3. Gryaznyih A. V. (2015) Indeks testesteron/kortizol kak endokrinniy marker protsessov vosstanovleniya vistseralnyih

ральных систем после мышечного напряжения / А. В. Грязных // Вест. ЮУрГУ. – 2015. – № 20 (237). – С. 207–211.

4. Ермолаева Е. Н. Индикаторы повреждения при физических нагрузках различной интенсивности / Е. Н. Ермолаева, Л. В. Кривохижина // Фундамент. исследования. – 2015. – № 1–9. – С. 1815–1821.

5. Иммунология: Практикум / под ред. Е. У. Пастер. – К.: Выща шк.: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1989. – 304 с.

6. Коробейников О. С. Вплив перетренованості на показники гормонального статусу організму спортсменів / О. С. Коробейников, І. О. Іванюра, Н. С. Шестопалова, Т. С. Єрмакова // Вісн. Луган. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Біологічні науки. – 2013. – № 19 (278).

7. Макарова Г. А. Методологические принципы анализа и оценки физиологических и клинико-лабораторных параметров у спортсменов / Г. А. Макарова, С. А. Локтев // ЛФК и массаж. – 2016. – № 2. – С. 4–12.

8. Макарова Г. А. Гематологические показатели у спортсменов с позиции индивидуального и внутригруппового анализа: сходство и различия / Г. А. Макарова, И. Б. Барановская, Ю. А. Хоялько // Физкультура и спорт. – 2016. – № 1. – С. 4–12.

9. Таймазов В. А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета / В. А. Таймазов, Н. А. Афанасьева // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – № 12 (82). – 2011. – С. 24–30.

10. Христовая Т. Е. Влияние физических нагрузок на обмен веществ и гормональный статус людей с разным соматотипом / Т. Е. Христовая // Физ. воспитание студентов. – 2012. – № 6. – С. 132–136.

11. Чиркин А. А. Клинический анализ лабораторных данных / А. А. Чиркин. – М.: Мед. лит. – 2005. – С. 340–341.

sistem после myshechnogo napryazheniya [Testosterone/cortisol index as an endocrine marker of visceral system recovery after muscle activity]. Vestnik YuUrGU, no 20 (237), pp. 207–211. (in Russian)

4. Ermolaeva E. N., Krivohizhina L. V. (2015) Indikatory povrezhdeniya pri fizicheskikh nagruzkah razlichnoy intensivnosti [Indicators of damage during various intensity loads]. Fundamentalnyie issledovaniya, no 1–9, pp. 1815–1821. (in Russian)

5. Paster E. U. (1989) Immunologiya: Praktikum [Immunology: Case study]. Vyischa shk.: Izd-vo Kievskogo Gosudarstvennogo universiteta. (in Russian)

6. Korobeynikov O. S., Ivanyura I. O., Shestopalova N. S., Ermakova T. S. (2013) Vpliv peretrenovanosti na pokazniki gormonalnogo statusu organizmu sportsmeniv [Overtraining impact on the indices of athletes' hormonal status]. Visn. Lugansk. natsion. un-tu imeni Tarasa Shevchenka. Biologichni nauki, no 19 (278). (in Ukrainian)

7. Makarova G. A., Loktev S. A. (2016) Metodologicheskie printsipy analiza i otsenki fiziologicheskikh i kliniko-laboratornykh parametrov u sportsmenov [Methodological principles of analysis and assessment of physiological, clinical and laboratory parameters in athletes]. LFK i massazh, no 2, pp. 4–12. (in Russian)

8. Makarova G. A., Baranovskaya I. B., Hoyalko Yu. A. (2016) Gematologicheskie pokazateli u sportsmenov s pozitsii individualnogo i vnutrigruppovogo analiza: shodstvo i razlichiya [Hematological indices in athletes from the angle of individual and intragroup analysis: differences and similarities]. Fizkultura i sport, no 1, pp. 4–12. (in Russian)

9. Taymazov V. A., Afanaseva N. A. (2011) Sindrom peretrenirovannosti u sportsmenov: endogennaya intoksikatsiya i faktoryi vrozhdennogo immuniteta [Overtraining syndrome in athletes: endogenic intoxication and factors of innate immunity]. Uchenyie zapiski un-ta im. P. F. Lesgafta, no 12 (82), pp. 24–30. (in Russian)

10. Hristovaya T. E. (2012) Vliyanie fizicheskikh nagruzok na obmen veschestv i gormonalnyiy status lyudey s raznyim somatotipom [Physical load influence on metabolism and hormonal status of persons with different somatotypes]. Fizicheskoe vospitanie studentov, no 6, pp. 132–136. (in Russian)

11. Chirkin A. A. (2005) Klinicheskiy analiz laboratornykh danykh [Clinical analysis of laboratory data]. M.: Med. lit., pp. 340–341 (in Russian)