

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Вера Митрофановна Коденцова – д-р биол. наук, проф., зав. лаб. витаминов и минеральных веществ; 109240 Москва, Устьинский пр., 2/14, тел.: (495) 698-53-30, e-mail: spirichev@ion.ru

ИНФОРМАЦИЯ О СОАВТОРАХ:

Владимир Борисович Спиричев – д-р биол. наук, проф., Заслуженный деятель науки РФ, ст. науч. сотр. лаб. витаминов и минеральных веществ, тел.: (495) 698-53-39; *Оксана Александровна Вржесинская* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. витаминов и минеральных веществ, тел.: (495) 698-53-30; *Нина Алексеевна Бекетова* – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. лаб. витаминов и минеральных веществ, тел.: (495) 698-53-30; *Ольга Георгиевна Переверзева* – науч. сотр. лаб. витаминов и минеральных веществ, тел.: (495) 698-53-30; *Ольга Васильевна Кошелева* – науч. сотр. лаб. витаминов и минеральных веществ, тел.: (495) 698-53-30; *Галина Александровна Михеева* – мл. науч. сотр. лаб. техно-

логии новых специализированных продуктов профилактического действия, тел.: (495) 698-53-89; *Людмила Николаевна Шатнюк* – д-р тех. наук, проф., ст. науч. сотр. лаб. технологии новых специализированных продуктов профилактического действия, тел.: (495) 698-53-89; *Татьяна Эдуардовна Боровик* – д-р мед. наук, проф., зав. отд. питания здорового и больного ребенка; 119991 Москва, Ломоносовский проспект, 2/62, тел.: (499) 132-26-00; *Сергей Дмитриевич Поляков* – д-р мед. наук, проф., рук-ль отд. лечебной физкультуры и спортивной медицины НИИ профилактической педиатрии и восстановительного лечения, тел.: (499) 132-28-79; *Ирина Тимофеевна Корнеева* – д-р мед. наук, рук-ль отд. спортивной медицины НИИ профилактической педиатрии и восстановительного лечения, тел.: (499) 132-28-79; *Светлана Геннадьевна Макарова* – д-р мед. наук, ведущий науч. сотр. отд. питания здорового и больного ребенка, тел.: (499) 132-26-00; *Тамара Робертовна Чумбадзе* – канд. мед. наук, врач отд. питания здорового и больного ребенка, тел.: (499) 132-26-00

СУТОЧНАЯ РИТМИЧНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМ ВЕГЕТАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

© Ю.П. Салова

УДК 612.766.1/.2.57.034]:796.92

С 16

Ю.П. Салова, Ю.В. Корягина

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, кафедра анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены (Омск)

РЕЗЮМЕ

В статье представлена хронобиологическая характеристика показателей дыхательной системы, периферического кровообращения, компонентного состава тела спортсменов-лыжников. Выявлены особенности суточной ритмичности вегетативных систем организма спортсменов-лыжников с разным хронотипом и разным типом высшей нервной деятельности.

Ключевые слова: хронобиология, биоритмы, физиология спорта, дыхательная система, сердечно-сосудистая система, лыжники, спорт.

CIRCADIAN RHYTHMICITY OF RACING SKIERS VEGETATIVE SYSTEM INDEXES

Yu. Salova, Yu. Koryagina

Siberian State University of Sports and Physical Culture
Anatomy, physiology, sports medicine and hygiene professorship (Omsk city)**SUMMARY**

Article contains chronobiological characteristics of the breathing system indexes, peripheral circulation and body component structure of skiing professionals.

Character of circadian rhythmicity of vegetative system of a skier's body with different chronotypes and higher nervous activity types has been educed.

Key words: chronobiology, physiology of sports, breathing system, CVS (cardio-vascular system), skiers, sports.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из важнейших задач в подготовке спортсмена является оценка его функционального состояния. Современный спорт стремится к достижению высоких спортивных результатов и предъявляет высокие требования к физиологическим резервам спортсменов, к формированию устойчивой долговременной адаптации к физическим нагрузкам [1, 8].

Успешная адаптация организма к постоянно меняющимся условиям внешней среды может осуществляться при наличии достаточного диапазона изменений функций различных органов и систем. Чтобы справиться с этой задачей, организм должен обладать широким диапазоном варьирования функций и быстро реализовывать эти варианты в тех масштабах, которые соответствуют предъявляемым требованиям [1]. Адаптация к закономерно наступающим и неожиданно возникающим изменениям осуществляется в значительной степени благодаря биологическим ритмам [1, 3, 11, 13]. В то же время занятия спортом оказывают значительное влияние на временную организацию человека [6, 10, 14-16].

Органы дыхания при занятиях лыжными гонками подвергаются специфическому воздействию внешней среды и физических нагрузок. Периферическое кровообращение является замыкающим звеном в работе сердечно-сосудистой системы, оказывая влияние на мышечный аппарат, снабжая его кислородом и питательными веществами. Любые изменения тренировочного режима предъявляют требования к функционированию органов дыхания и кровообращения. Поэтому ритмическая организация показателей системы внешнего дыхания, периферической гемодинамики является значимым критерием оценки функционального состояния и адаптоспособности спортсменов.

Однако в настоящее время практически отсутствуют данные об особенностях циркадианной ритмической организации систем организма, лимитирующих спортивную работоспособность в различных видах спорта. Выявление ритмичности функционирования систем дыхания и кровообращения лыжников-гонщиков позволит, во-первых, раскрыть хронобиологические механизмы адаптации систем организма спортсменов к нагрузкам в лыжных гонках, во-вторых, определить основные направления и способы повышения адаптивных возможностей организма с целью оптимизации тренировочного процесса.

Цель исследования: выявить особенности циркадианной ритмической организации показателей системы вегетативного обеспечения функций организма лыжников-гонщиков в возрасте 18-21 год.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в межкафедральной лаборатории «Медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений» СибГУФК. Было обследовано 37 лыжников 1-го спортивного разряда. Возраст спортсменов — 18-21 год.

При изучении циркадианной (суточных) ритмов регистрация параметров физиологических и психологических показателей функций организма проводилась пять раз в сутки в 7, 11, 15, 19, 23 часа \pm 30 мин, трое суток подряд [3, 9]. На период хронобиологического исследования уклад жизни обследованного спортсмена не менялся, сохранялся обычный двигательный режим. В дни обследования не было больших физических и психологических нагрузок.

Хронобиологическое исследование включало:

- оценку кровотока нижних конечностей с помощью реографического комплекса «Рео-Спектр-3» в положении лежа. Реовазограмма записывалась одновременно с двух смежных сегментов конечностей, расположенных симметрично (отведение бедро — голень). Регистрировались следующие параметры: скорость кровотока по артериям крупного калибра (V_{max}), скорость кровотока по артериям среднего и малого калибра (V_{cp}), время распространения пульсовой волны от сердца (Q_x), пульсовое кровенаполнение (ПИ), тонус и эластичность сосудов (ДИА), периферическое сопротивление (ДИК);

- оценку показателей дыхательной системы, проводимую с помощью аппаратно-программного комплекса «Спиро-Спектр-100». Регистрировались следующие показатели: дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (РОвд), резервный объем выдоха (Ровыд), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция легких (МВЛ), частота дыхания (ЧД). Каждый из показателей определялся не менее трех раз до получения максимальных значений. Время регистрации МВЛ во избежание гипокании не превышало 15 с;

- изучение компонентного состава тела, проводимое с помощью биоимпедансного анализатора японской фирмы TANITA. Данный прибор вычисляет

процент жировой массы в теле, жировую массу, массу тканей без жира и оценочную мышечную массу методом анализа биоэлектрического сопротивления (BIA);

— самооценку психологического состояния спортсменов, осуществляющуюся с изучением самочувствия, активности и настроения с использованием семибалльной шкалы [7];

— определение индивидуальных особенностей временной организации (циркадианный ритм работоспособности), проводимое с помощью анкеты, основанной на субъективных оценках человеком своего состояния в разное время суток [18]. В зависимости от ритма работоспособности испытуемые были разделены на три группы: аритмики, жаворонки, совы;

— определение типа нервной деятельности по величине индивидуальной единицы времени [12]. Индивидуальная единица времени (ИЕВ) определялась с помощью компьютерной программы «Определитель индивидуальной единицы времени» [4]. В зависимости от длительности ИЕВ все исследуемые были разделены на группы: 0,70-0,80 с — холероидный тип, 0,81-0,90 с — сангвиноидный тип, 0,91-1,00 с — меланхолидоидный тип, 1,01-1,10 с — флегматоидный тип.

Для обработки хронобиологических данных применялся Косинор-анализ [2, 9, 17].

Расчетные данные Косинор-анализа получали с помощью компьютерной программы «Cosinor-Analysis 2.4 for Excel 2000/XP». Графическое представление данных Косинор-анализа с построением доверительных интервалов осуществлялось с помощью компьютерной программы «Cosinor Ellipse 2006» [5]. Статистическая обработка производилась на компьютере с помощью пакетов программ Microsoft Excel 2003 и Statistica V.6. Использованы статистические методы: критерий Стьюдента, корреляция Спирмена, факторный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали наличие у обследованных лыжников статистически значимых циркадианных ритмов показателей дыхательной системы (табл. 1). Ритмическая организация показателей системы внешнего дыхания лыжников представлена ритмами с периодом 24 ч, 30 ч, 14 ч. Суточные ритмы с периодом 24 ч синхронизированы между собой, акрофазы полученных ритмов пришлись на период 16 ч 30 мин – 16 ч 51 мин. Наибольшей амплитудой представлен ритм МВЛ, наименьшая амплитуда выявлена у РОвд. Для показателей ЖЕЛ и МВЛ выявлены также инфрадианный 30 ч и ультрадианный 14 ч ритмы.

Корреляционный анализ показал, что суточный ритм максимальной вентиляции легких связан с ритмом частоты дыхания ($r = -0,95$). Суточный ритм жизненной емкости легких коррелирует с ритмом максимальной вентиляции легких ($r = 0,91$), ритм резервного объема вдоха — с ритмом жизненной емкости легких ($r = 0,95$). Таким образом, наиболее выраженную суточную ритмичность имеют показатели внешнего дыхания РОвд, ДО, ЧД.

В результате исследования гемодинамики нижних конечностей в отведении «бедро — голень» выявлена четкая ритмическая организация всех изучаемых показателей (табл. 2). Гемодинамика нижних конечностей лыжников представлена четко выраженной суточной организацией, циркадианные ритмы хорошо синхронизированы между собой, акрофазы всех ритмов пришлись на раннее утро. Наибольшая амплитуда ритма отмечена у показателя периферическое сосудистое сопротивление (ДИК), наименьшая амплитуда ритма — у показателя время распространения пульсовой волны от сердца (Q_x).

Исследование хронотипологических особенностей спортсменов-лыжников показало, что 55% обследуемых

Таблица 1

Ритмическая организация показателей внешнего дыхания лыжников

Показатели	Период, ч	Мезор ± ошибка	Амплитуда	Акрофаза, ч, мин
Резервный объем вдоха (л)	24	1,17±0,12	0,18 (0,07–0,45)	16,51 (13,36–0,59)
Дыхательный объем (л)	24	0,97±0,20	0,14 (0,04–0,25)	16,05 (13,38–19,50)
Жизненная емкость легких (л)	24	4,8±0,23	1,38 (0,40±1,52)	16,30 (15,18–0,40)
	30	2,9±0,20	1,12 (0,45–2,25)	17,50 (13,40–18,50)
Частота дыхания (кол-во раз)	24	18,7±1,17	2,56 (0,57–9,18)	4,02 (1,00–11,16)
Максимальная вентиляция легких (л)	24	172,61±7,18	16,59 (6,67–26,95)	16,47 (13,95–20,00)
	14	166,16±7,37	17,52 (3,27–32,38)	19,09 (13,03–21,10)

Таблица 2

Ритмическая организация показателей кровообращения нижних конечностей лыжников

Показатели	Период, ч	Мезор ± ошибка	Амплитуда	Акрофаза, ч, мин
Пульсовое кровенаполнение левая голень (РИ, усл. ед.)	24	2,07±0,12	0,59 (0,16–1,12)	4,33 (1,40–9,36)
Пульсовое кровенаполнение правая голень (РИ, усл. ед.)	24	1,69±0,14	0,34 (0,06–0,71)	4,36 (1,29–12,06)
Время распространения пульсовой волны (Q_x , с)	24	0,26±0,01	0,01 (0,00±0,04)	5,33 (0,35–10,53)
Региональное сосудистое периферическое сопротивление (ДИК, %)	24	46,36±1,59	3,19 (0,71–5,93)	6,00 (2,06–10,48)
Скорость кровотока по артериям среднего и малого калибра левой голени ($V_{ср}$, Ом/с)	24	0,97±0,11	0,23 (0,04–0,45)	5,43 (1,33–10,46)
Скорость кровотока по артериям среднего и малого калибра правой голени ($V_{ср}$, Ом/с)	24	0,81±0,08	0,14 (0,03–0,29)	7,09 (2,16–11,28)

спортсменов по хронотипу относятся к аритмикам, 15% — к умеренным совам и 30% — к умеренным жаворонкам. Результаты исследования спортсменов, принадлежащих к различным хронотипам, показали, что представители аритмичного хронотипа имеют более четкую организацию. Выявлены статистически достоверные 24 ч ритмы показателей ЖЕЛ, МВЛ, ДО, РО выдоха. Ультранианый 14 ч ритм был выявлен для показателя ЧД. Акрофазы представленных ритмов пришлись на вторую половину суток, что совпадало с периодом проведения тренировочных занятий. У представителей других хронотипов ритмическая организация была менее выражена. По-видимому, представители аритмичного хронотипа более адаптированы к влиянию внешних сбивающих факторов.

Нами были изучены особенности ритмической организации лыжников с различными типами высшей нервной деятельности (ВНД). При определении типа ВНД среди обследуемых спортсменов выявлены группы сангвиноидного, холероидного, меланхолидного типов ВНД. Среди спортсменов представители флегматоидного типа ВНД не выявлены.

Исследования показали, что наиболее выраженную ритмичность показателей дыхательной системы имеют лица с холероидным типом. Суточные ритмы у

холериков были выявлены для показателей ЖЕЛ, РО вдоха, РО выдоха. Для показателя ЖЕЛ выявлен еще инфрадианный 30 ч ритм. Акрофазы суточных ритмов показателей ЖЕЛ, РО вдоха приходились на 19 ч и 22 ч, для показателя РО выдоха — на 15 ч. Акрофаза инфрадианного 30 ч ритма пришлась на 20 ч.

При исследовании циркадианной ритмичности компонентного состава тела спортсменов (BMI, FAT%, FAT mass, FFM) достоверных результатов не выявлено.

Согласно литературным данным специальная работоспособность лыжников-гонщиков зависит от функционального состояния систем вегетативного обеспечения (сердечно-сосудистая и дыхательная), состава тела, психофизиологических особенностей. Однако в настоящий момент нет ясности в вопросе о том, какие конкретно функциональные показатели играют ведущую роль и лимитируют деятельность лыжника. На этом основании все изученные показатели функционирования организма лыжников-гонщиков были подвергнуты нами факторному анализу, который позволил объединить некоторые из переменных и выделить наиболее значимые факторы для всех испытуемых, обозначенных следующим образом: фактор периферического кровоснабжения нижних конечностей, фактор системной гемодинамики, фактор внешнего дыхания,

Таблица 3

Факторный анализ показателей морфофункционального состояния спортсменов-лыжников

Фактор	Показатели	Значение фактора (доля общей дисперсии)
1	Периферический кровоток нижних конечностей (V_{max} , РИ, ДИА, ДИК)	8,1 (42%)
2	Компонентный состав тела (BMI, FAT%, FAT mass, FFM)	4,6 (19%)
3	Эмоциональное состояние (активность)	4,3 (8%)

фактор компонентного состава тела, фактор эмоционального состояния.

Факторный анализ показал (табл. 3), что наиболее значимыми были следующие факторы: кровоснабжение мышц нижних конечностей (42%), компонентный состав тела (19%), психологическое состояние (8%). Несмотря на то, что показатели дыхательной системы не выявлены как наиболее значимые в функциональном состоянии спортсмена, они имеют четкую циркадианную ритмичность.

Для установления корреляционной связи между исследуемыми показателями и спортивной результативностью лыжников была использована корреляция Спирмена (рис. 1). Наиболее сильные взаимосвязи выявлены между показателями соревновательного результата и гемодинамики: пульсовым кровенаполнением сегментов нижних конечностей (РИ) $r = 0,7$; временем распространения пульсовой волны от сердца (Qx) $r = 0,6$; скоростью кровотока по артериям среднего и малого калибра (Vcp) $r = 0,8$. Установлена также взаимосвязь соревновательного результата с показателями дыхательной системы (POвд $r = 0,6$; ЧД $r = 0,7$).

ВЫВОДЫ

1. Спортивная деятельность лыжников-гонщиков оказывает влияние на организацию суточной ритмичности процессов гемодинамики, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Циркадианная ритмичность показателей сердечно-сосудистой, дыхательной систем, гемодинамики лыжников-гонщиков представлена суточными 24-часовыми, ультрадианными 14-часовыми и инфрадианными 30-часовыми ритмами. Акрофазы большинства выявленных ритмов приходились на вторую половину суток.

2. Тип темперамента спортсмена отражается на характеристиках циркадианной ритмической организации показателей дыхательной системы. Более четкой организации ритма способствует холероидный тип высшей нервной деятельности спортсмена.

3. Наиболее значимыми факторами морфофункционального состояния юношей-лыжников являются кровотоки нижних конечностей, компонентный состав тела, эмоциональное состояние. Изученные ритмы имеют сильную корреляционную связь со спортивным результатом лыжников.

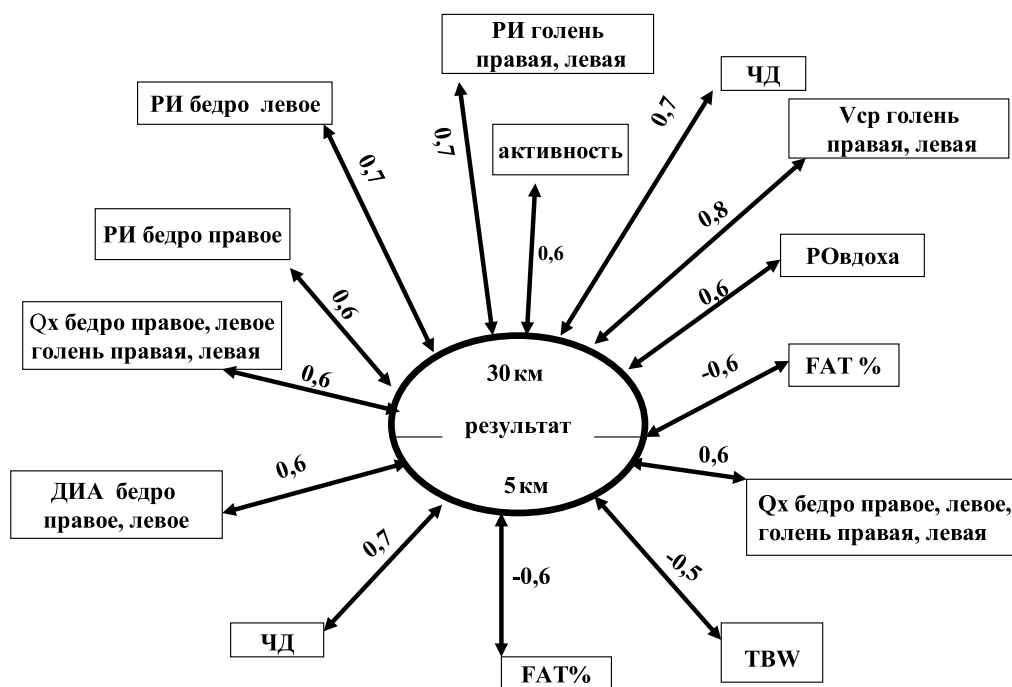


Рис. 1. Корреляционные взаимосвязи между показателями морфофункционального состояния лыжников и спортивным результатом

Примечание: ЧД — частота дыхания; ДИА — тонус артериальных сосудов; Qx — время распространения пульсовой волны от сердца; РИ — пульсовое кровенаполнение; Vcp — скорость кровотока по артериям среднего и малого калибра; PO вдоха — резервный объем вдоха; PO выдоха — резервный объем выдоха; FAT% — отношение жира к общей массе тела; TBW — количество воды в организме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных данных можно рекомендовать использование хронобиологических характеристик вегетативных систем лыжников при построении тренировочного процесса, что будет способствовать оптимизации функциональной системы адаптации. Рекомендуем использовать циркадианную ритмичность показателей вегетативных систем спортсмена для оценки функционального состояния и при составлении текущих и перспективных планов.

Критериями оптимального функционального состояния и наилучшей адаптоспособности спортсменов является большее число статистически значимых суточных ритмов показателей внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, их синхронизация между собой и большая амплитуда ритмов. Признаками дизадаптации являются малое количество статистически значимых ритмов, появление ультрадианных и инфрадианных составляющих, отсутствие синхронизации ритмов, низкая амплитуда.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. М.: Медицина, 1997. 236 с.
2. Карп В.П. Математические методы исследования биоритмов / В.П. Карп, Г.С. Катинас // Хронобиология и хрономедицина. М.: Медицина, 1989. С. 29–45.
3. Комаров Ф.И. Хронобиологические аспекты природы и характера воздействия магнитных бурь на функциональное состояние организма / Ф.И. Комаров, С.И. Рапопорт // Хронобиология и хрономедицина. М., 2000. С. 299–316.
4. Корягина Ю.В. Определитель индивидуальной единицы времени № 2005611543 / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ... (офиц. бюл.). – 2005. – № 3. – С. 184.
5. Корягина Ю.В. Cosinor Ellipse 2006 № 2006611345 / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ... (офиц. бюл.). – 2006. – № 3(56). – С. 42.
6. Корягина Ю.В. Хронобиологические основы спортивной деятельности / Ю.В. Корягина. Омск: Издательство СибГУФК, 2008. 264 с.
7. Моисеева Н.И. Восприятие времени человеком и его роль в спортивной деятельности / Н.И. Моисеева, Н.И. Караулова, С.В. Панюшкина, А.Н. Петров. Ташкент: Медицина,

1985. 158 с.

8. Мьякинченко Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мьякинченко, В.Н. Селуянов. М.: Дивизион, 2005. 338 с.
9. Оранский И.Е. Биологические ритмы. Основные характеристики, методы анализа и обработки // Основы хронобальнеофизиотерапии. Свердловск: Изд-во Урал-ун-та, 1989. С.13-20.
10. Романов Ю.А. Пространственно-временная организация биологических систем // Владикавказский медико-биологический вестник. – 2001. – № 2. – С. 4–12.
11. Шапошникова В.И. Хронобиология и спорт: Монография / В.И. Шапошникова, В.А. Таймазов. М.: Советский спорт, 2005. 180 с.
12. Цуканов Б.И. Время в психике человека. Одесса: Астро-Принт, 2000. 218 с.
13. Федосеев Г.Б., Агаджанян Н.А. Хронобиология легких / Г.Б. Федосеев, Н.А. Агаджанян и др. Л.: Наука, 1987. 104 с.
14. Atkinson G. Circadian variations in sports performance // Sports Med. – 1996. – Vol. 21, N 4. – P. 292–312.
15. Atkinson G. Exercise as a synchroniser of human circadian rhythms: an update and discussion of the methodological problems / G. Atkinson, B. Edwards, T. Reilly // Waterhouse Jim European journal of applied physiology. – 2007. – Vol. 99(4). – P. 331–341.
16. Jones H. Effects of time of day on post-exercise blood pressure: circadian or sleep-related influences? / H. Jones, K. George, B. Edwards et al. // Chronobiology international. – 2008. – Vol. 25(6). – P. 987–998.
17. Halberg F. Some aspects of biological data analysis and transverse profiles of rhythms // Circadian clocks. – Amsterdam etc., 1965. – P. 675–725.
18. Ostberg O. Circadian Rhythms of Food Intake and Oral Temperature in "Morning" and "Evening" Groups of Individuals // Ergonomics. – 1973. – Vol. 16, N 2. – P. 203–209.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ КОНТАКТА:

Юлия Павловна Салова – зам. декана фак-та циклических, сложнокоординационных видов спорта и единоборств, e-mail: gtxbotdf@mail.ru; Юлия Владиславовна Корягина – д-р биол. наук, доцент, проф. каф. анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, рук-ль межкафедральной науч.-иссл. лаб. "Медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений", тел. (факс): 8 (3812) 36-51-34, e-mail: koru@yandex.ru.