

точки. После легкой компрессии ТТ подушечкой большого пальца выполняют растягивание ПЛМ с помощью пассивных движений или ПИР. Методика следующая: больной поворачивает голову в сторону ограничения подвижности, а специалист отклоняет ее кзади до ощущения легкой болезненности болезненности (рис. 2).

Далее выполняется изометрическое сокращение мышцы. Больной на вдохе, прилагая усилие (40% от максимального), старается повернуть голову в исходное положение, а массажист оказывает ему сопротивление в течение 5–7 с. Затем в момент выдоха и расслабления больного массажист слегка усиливает амплитуду движения головы и шеи, растягивая пораженную мышцу. Повторение проводится из прежнего исходного положения, но с учетом достигнутого увеличения амплитуды движения (3–4 раза).

*(Продолжение следует.)*

#### ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ КОНТАКТА

*Владимир Андреевич Савченко* — проф., канд. пед. наук; *Анатолий Андреевич Бирюков* — проф. каф. леч. физ. культуры, массажа и реабилитации, д-р пед. наук,

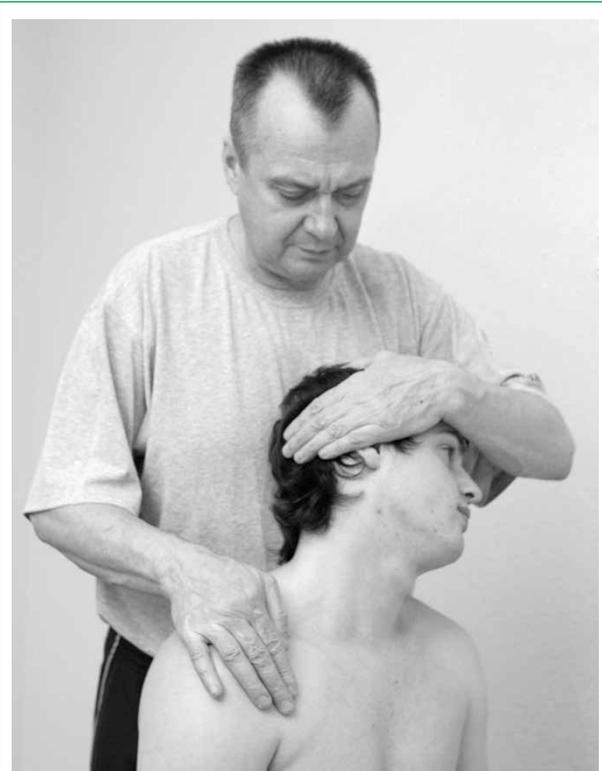


Рис. 2. ПИР передней лестничной мышцы

тел.: 8 (499)166-53-94, адрес: 105122, Москва, Сиреневый бульвар, дом 4, e-mail: lfk2006@rambler.ru.

## СПОРТИВНАЯ ХРОНОБИОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© Ю.В. Корягина  
УДК 612.766.1+612.825.8  
К 70

Ю.В. Корягина  
Сибирский государственный университет физической культуры и спорта  
(Омск, Россия)

#### РЕЗЮМЕ

Целью данной работы явился анализ исследований, проведенных за последнее десятилетие в области спортивной хронобиологии, а также определение основных направлений и перспектив ее развития. Результаты показывают смещение акцента направления хронобиологических исследований с изучения динамики функций организма и работоспособности в разное время суток на изучение ритмов систем организма как индикаторов функционального состояния и адаптационных процессов. Показана роль физической активности как пейсмекера, синхронизирующего и десинхронизирующего циркадианные ритмы человека. Развиваются методы хронокоррекции и оптимизации функционального состояния человека. Данные исследования перспективны в плане дальнейшего развития спортивной хронобиологии как прикладной отрасли науки.

**Ключевые слова:** хронобиология, биоритмы, спорт, адаптация.

## SPORTS CHRONOBIOLOGY: PROBLEMS AND PROSPECTS

Y.V. Koryagina  
The Siberian State University of Physical Education and Sports  
(Omsk, Russia)

#### SUMMARY

The aim of this work was the analysis of studies conducted over the past decade in the field of sports chro-

nobiology, and to identify key trends and prospects of its development. The results show a shift of the focus of chronobiological studies from investigation of dynamics of body functions and performance during different periods of the day on the research of the systems of the body rhythms as indicators of functional status and adaptation processes. The role of physical activity as a pacemaker, synchronizing and unsynchronizing human circadian rhythms is shown by different researchers. The methods of chronocorrection of the functional state of a person are developed and optimized. These studies are promising for further development of sports chronobiology as an applied science.

**Key words:** *chronobiology, biorhythms, sports, adaptation.*

## ВВЕДЕНИЕ

Хронобиология — это отрасль науки о колебательных процессах в живых фрактальных открытых системах [4]. Спортивная хронобиология изучает закономерности осуществления физиологических процессов во времени при занятиях физической культурой и спортом [7].

Современный спорт, стремящийся к достижению высоких результатов, предъявляет высокие требования к физиологическим резервам спортсменов, к формированию устойчивой долговременной адаптации к физическим нагрузкам [3, 5, 6]. Адаптация организма к условиям среды и мышечной деятельности требует широкого диапазона функциональных возможностей и быстрого переключения важнейших физиологических систем на новый уровень жизнедеятельности [1, 2, 13]. Занятия спортом не являются исключением, наряду с морфофункциональной адаптацией к мышечной деятельности происходит и хронобиологическая адаптация систем организма спортсмена [1–9, 24, 35, 36, 38].

Однако несмотря на большое количество работ, касающихся временной организации функций организма, в настоящее время в спортивной хронобиологии остается еще много нерешенных проблем.

**Целью** данной работы явился анализ исследований, проведенных за последнее десятилетие в области спортивной хронобиологии, а также определение основных направлений и перспектив развития данной отрасли науки.

## МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Осуществлялись поиск и сбор источников информации (статьи, материалы конференций, тезисы докладов, журналы).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время различными авторами было установлено, что время суток влияет на выполнение

двигательных задач разной сложности [23, 28, 32]. Выявлены циркадианные колебания мышечной силы, выносливости, скоростных способностей в различных видах спорта [21, 31]. Как и в предыдущие годы, продолжают исследования по определению влияния трансмеридианных перемещений на спортивную работоспособность и профилактику, возникающих в связи с этим десинхронозов [29]. Анализ работ в области спортивной хронобиологии за последнее десятилетие позволил определить основные направления, по которым ведется исследовательская работа в настоящее время.

Немаловажную роль в повышении результатов высококвалифицированных спортсменов ученые отводят использованию и учету биологических ритмов. В. Пугачева с учеными из университетов Словакии и Чехии провели анализ взаимосвязи между биоритмами и физической работоспособностью биатлонистов [30]. Оптимальным временем для развития скоростных способностей авторы определили 6 часов вечера, для силовых способностей — 9 часов утра и для тренировочных стрельб — вторую половину дня и вечернее время.

Сотрудниками лаборатории физиологии упражнений университета Сан-Паулу [17] было выявлено существенное различие между ЧСС покоя в период от 15:00 до 24:00 ч ( $67,2 \pm 6,9$  и  $60,4$  ударов в минуту) и ЧСС максимальным в период от 12:00 до 24:00 ( $197,4 \pm 7,9$  и  $191,3 \pm 5,8$  ударов в минуту). Не было выявлено различий по величине воспринятого напряжения и времени предельной работы. Ритмичность была найдена в показателях ЧСС покоя, ЧСС максимального и времени предельной работы. Таким образом, тренировка в позднее время, хоть и приводит к большему напряжению сердечно-сосудистой системы, но не сопровождается снижением аэробной производительности и не воспринимается как более тяжелая.

Исследователи кафедры физического воспитания и спорта Исламского университета Азад (Иран) не выявили различий в уровне аэробной и анаэробной мощности у молодых людей в утренние и вечерние часы [27]. В то же время ученые университета Кан (Франция) сообщили об улучшении максимальной аэробной мощности и двигательной эффективности (паттернов двигательной активности, мощности и кинематики) в вечернее время (18:00) по сравнению с утренним (6:00) [21].

Наиболее активно изучением спортивной хронобиологии занимаются в научно-исследовательском институте спорта Ливерпульского университета, в котором К. Бардис и Г. Аткинсон провели сравнение реакций организма спортсменов на непрерывные тренировки утром и вечером в жаркой среде (35 °С) [20]. Были определены показатели: температура тела, аэробные возможности, выходная мощность и время работы в ступенчатом тесте на велоэргометре. Наблюдения проводились в 08:00 и в 17:00. Авторы выявили, что в вечернее время, по сравнению с утренним, увеличилась средняя выходная мощность на 9 ватт и время работы на 2,8%.

В то же время в исследованиях С. Рекинас [33] показано, что в условиях высоких температур окружающей среды повышение температуры тела днем может привести к снижению толерантности к физической нагрузке. Кроме того, параллельно с циркадианными изменениями сократительной способности мышц и температуры ядра тела толерантность к физической нагрузке в горячей среде может также зависеть от суточных вариаций концентрации мелатонина, порога периферической вазодилатации и потоотделения.

Выявление ритмичности основных функциональных систем и процессов организма человека при мышечной деятельности позволяет расширить современные представления о механизмах адаптации к мышечным нагрузкам и определить основные направления и способы повышения резервных возможностей систем организма с целью улучшения функционального состояния и работоспособности. Ученые кафедры акушерства и гинекологии отдела репродуктивной эндокринологии университета Патры (Греция) [25] выявили, что у элитных спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, сглажен суточный ритм кортизола слюны, возможно,

из-за напряженных тренировок и соревнований. Гимнастки имеют более высокий уровень кортизола слюны утром, чем нетренированные женщины.

Сотрудники кафедры физического воспитания и спортивной науки Университета подготовки учителей Тегерана (Иран) изучили влияние максимальных аэробных упражнений утром и во второй половине дня на некоторые гематологические факторы спортсменов [35]. Ученые не выявили существенной разницы в реакции крови на нагрузку, т.е. между уровнями гемоглобина, тромбоцитов, эритроцитов и лейкоцитов до и после физических упражнений в утренние и дневные часы.

Специалисты школы спорта, биомедицинских и медицинских наук университета Джоондалуп (Западная Австралия) и Новозеландской академии спорта поставили под сомнение возможность влияния суточных колебаний гормонального профиля на нервно-мышечную производительность [36]. Они считают, что небольшие дневные различия между пиком и спадом анаболических и катаболических гормонов не оказывают существенного влияния на нервно-мышечную систему. Скорее всего, сами физические нагрузки приводят к общему повышению анаболических гормонов в течение дня, не изменяя суточный ритм нервно-мышечной производительности.

В настоящее время в хронобиологических исследованиях происходит смещение акцента изучения динамики функций организма и работоспособности в разное время суток на изучение ритмов систем организма как индикаторов функционального состояния и адаптационных процессов. В ряде работ доказана роль физической активности как пейсмейкера синхронизирующего и десинхронизирующего циркадианные ритмы человека.

Ученые отдела физиологии высшей школы медицины университета Хоккайдо (Япония) показали, что пейсмейкером для биологических часов у млекопитающих, включая человека, является не только яркий свет, но и физическая активность [38]. Они выявили фазосдвигающие эффекты физических упражнений. Выполнение физических упражнений в периоде бодрствования способствовало увеличению мелатонина в плазме и преобладанию циркадианных ритмов, что, по мнению авторов, связано с острой фазой задержки сдвига сна/бодрствования и свето-

темнового цикла. Эти результаты свидетельствуют о том, что физические упражнения полезны для регулирования циркадианного ритма. Аналогичные данные были продемонстрированы в наших исследованиях, в которых показано, что двигательная активность способствует проявлению большей ритмичности физиологических и психологических показателей у умственно отсталых школьников [10].

На кафедре психобиологии Федерального университета Сан-Паулу (Бразилия) и в научно-исследовательском институте спорта Ливерпульского университета Джона Мура впервые в условиях стандартизированного протокола тестирования было проведено изучение циркадного ритма во всех мышечных группах при разных скоростях движения [19]. При тестировании отмечался выраженный суточный ритм при медленных и быстрых движениях разгибателей и сгибателей колена.

В проведенных нами исследованиях ритмической организации психофизиологических показателей спортсменов различных специализаций [7, 8] установлено, что суточная динамика психофизиологических процессов у спортсменов имеет преимущественно 24-часовую ритмическую структуру. Помимо суточных ритмов, выявлены 14- и 30-часовые, что связано с характером спортивной деятельности: у спортсменов циклических динамических видов установлены ультрадианные 14-часовые ритмы, у спортсменов ситуационных видов — инфрадианные 30-часовые, а у спортсменов силовых видов встречаются как ультрадианные (14 ч), так и инфрадианные (30 ч) составляющие.

В другой нашей работе [9] была проанализирована ритмичность и определены хронобиологические особенности основных систем, лимитирующих работоспособность лыжников. Показано, что ритмическая организация дыхательной системы спортсменов представлена ультрадианными (14 ч, 16 ч), суточными (24 ч), инфрадианными (30 ч) ритмами. Циркадианная ритмичность сердечно-сосудистой системы лыжников представлена суточными (24 ч) и ультрадианными (14 ч) ритмами показателей центральной гемодинамики и суточными (24 ч) ритмами показателей периферической гемодинамики.

Российскими учеными В.И. Шапошниковой и В.А. Таймазовым проведена большая работа по изучению

циркануальных ритмов человека [14]. Они установили неизвестную ранее закономерность временной генетической программы эндогенного годового цикла индивидуального развития человека. Эта программа начинает действовать от месяца зачатия и состоит из четырех трехмесячных периодов утробного периода и одного триместра после рождения. Структура первого эндогенного годового цикла квантуется в процессе онтогенеза, причем в каждом триместре чередуются периоды преимущественного интенсификации процессов метаболизма и преобладания повышенной двигательной активности.

Развиваются методы хронокоррекции и оптимизации функционального состояния человека. Учеными из института биомедицинских исследований ВНЦ РАН и Северо-Осетинской медицинской академии предложены и успешно апробированы новые методы хронокоррекции состояния спортсменов [15, 16]. Установлено, что низкоинтенсивное магнитолазерное воздействие в режиме биоуправления в комплексе с приемом адаптогенов обеспечивает успешную коррекцию патологических десинхронозов, повышает уровень здоровья, общую физическую работоспособность, переносимость нагрузок.

«Настройка биологических часов» для оптимальной работоспособности спортсменов возможна также с помощью таких факторов, как сон [22, 26] и рациональное пищевое поведение [11, 12]. Сотрудники Университета Калифорнии в своем обзоре сообщают, что циркадные часы регулируют несколько метаболических путей, а метаболиты и пищевое поведение, в свою очередь, оказывают влияние на циркадные часы [34]. Частичное лишение сна влияет на суточный ход когнитивных функций за счет увеличения времени реакции и сокращения внимания в послеполуденные часы [26].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время не вызывают сомнений взаимосвязь и взаимообусловленность адаптации и биологических ритмов, однако их взаимодействие применительно к мышечной деятельности остается до конца нераскрытым в следующих аспектах:

- хронобиологическая адаптация систем организма спортсмена к разной по направленности мышечной деятельности;

- адаптация биоритмов организма спортсмена к разным по величине и объему мышечным нагрузкам;  
 - индивидуально-типологические особенности организма и хронобиологическая адаптация к мышечной деятельности;

- хронобиологическая адаптация к мышечной деятельности при различных влияниях внешней среды, в том числе геофизических факторов.

Таким образом, анализ проведенных исследований показывает смещение акцента изучения динамики функций организма и работоспособности в разное время суток на изучение и поиск ритмов систем организма как индикаторов функционального состояния и адаптационных процессов. В ряде научных трудов показана роль физической активности как пейсмейкера, синхронизирующего и десинхронизирующего циркадианные ритмы человека. Развиваются методы хронокоррекции и оптимизации функционального состояния человека. Дальнейшие исследования в хронобиологии, на наш взгляд, будут связаны с развитием данных направлений. Наиболее перспективными из них являются использование хронобиологических параметров для диагностики и прогноза функционального состояния; применение педагогических и медико-биологических средств хронокоррекции.

Углубленное понимание взаимной регуляции циркадных ритмов, клеточного метаболизма, факторов сна, питания, двигательной активности и тренировочного режима может дать новый толчок к развитию спортивной хронобиологии для оптимизации функционального состояния, повышения спортивной работоспособности и сохранения здоровья спортсменов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А. Влияние природно-климатических факторов Кисловодска на систему крови в различные сезоны года / Н.А. Агаджанян, Л.И. Игнатъев, И.В. Радыш // Хронобиология и хрономедицина: Руководство. М.: ООО Медицинское информационное агентство, 2012. С. 191–205.
2. Агаджанян Н.А. Биоритмы, среда обитания, здоровье / Н.А. Агаджанян, И.В. Радыш. М.: РУДН, 2013. 362 с.
3. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. М.: Медицина, 1997. 236 с.

4. Катинас Г.С. Хронобиология на современном этапе / Г.С. Катинас, С.М. Чибисов // Вестник РУДН. — 2012. — № 7. — С. 123–124.
5. Кирьянова М.А. Реографические показатели спортсменов циклических видов спорта / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина, Л.Г. Харитоновна // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. — 2010. — № 24 (200). — С. 125–128.
6. Кирьянова М.А. Особенности центральной гемодинамики у спортсменов-пловцов с учетом характера мышечной деятельности / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. — 2011. — № 6. — С. 15–21.
7. Корягина Ю.В. Хронобиологические особенности адаптации к занятиям различными видами спорта // Теория и практика физической культуры. — 2010. — № 7. — С. 24–28.
8. Корягина Ю.В. Хронобиологические основы спортивной деятельности // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. — 2004. — Т. 90, № 8. — С. 199.
9. Корягина Ю.В. Биологические ритмы и адаптация к мышечной деятельности лыжников / Ю.В. Корягина, Ю.П. Салова. Омск: Издательство СибГУФК, 2013. 148 с.
10. Кудря Н.С. Влияние психофизиологических особенностей на суточные ритмы школьников 12–16 лет с нарушениями интеллектуального развития / Н.С. Кудря, Ю.В. Корягина, Н.Л. Литош // Адаптивная физическая культура. — 2012. — Т. 50, № 2. — С. 32–34.
11. Любошенко Т.М. Роль пищевых и биологически активных добавок в системе подготовки спортсменов / Т.М. Любошенко, В.А. Ляпин. Омск: СибГУФК, 2011. 160 с.
12. Ляпин В.А. Особенности пищевого рациона у представителей разных видов спорта: Учеб. пособие / В.А. Ляпин, Е.В. Коваленко. Омск: СибГУФК, 2011. 156 с.
13. Солодков А.С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы // Физиология человека. — 2000. — Т. 26, № 6. — С. 87–93.
14. Шапошникова В.И. Хронобиологические закономерности и их значение для сохранения здоровья спортсменов и долголетия в спортивной деятельности / Хронобиология и хрономедицина: Руководство. М.: Медицинское информационное агентство, 2012. С. 412–438.
15. Хетагурова Л.Г. Стресс (хрономедицинские аспекты): Монография. Владикавказ: Изд-во «Проект-Пресс», 2010. 192 с.
16. Хетагурова Л.Г. Возможности коррекции десинхронозов

- средствами и методами активной хроноадаптации / Л.Г. Хетагурова, И.П. Тагаева, Л.А. Мерденова, С.Г. Пашаян // Вестник РУДН. Серия Медицина. — 2012. — №7. — С. 220.
17. Afonso L. Maximal heart rate on treadmill at different times / L. Afonso [et al.] // *Rev Bras Med Esporte*. — 2006. — V. 12, N 6.
  18. Ali G. Loads of Training Geared to the Pattern of Daily Bio-Rhythm on Some Vital Functions and Development of 800-meter Runners / Gamal Imam El-Sayed Ali // *World Journal of Sport Sciences* 3 (S). — 2010. — P. 1250–1254.
  19. Araujo L.G. Twenty-four-hour rhythms of muscle strength with a consideration of some methodological problems / L. Araujo, J. Waterhouse, B. Edwards [et al.] // *Biological Rhythm Research*. — 2011. — V. 42, N 6. — P. 473–490.
  20. Bardis K. Effects of time of day on power output and thermoregulation responses during cycling / K. Bardis, G. Atkinson // *Biology of exercise*. — 2008. — V. 4. — P. 17–28.
  21. Bessot N. The influence of circadian rhythm on muscle activity and efficient force production during cycling at different pedal rates / N. Bessot, S. Moussay, J.P. Clarys, A. Gauthier, B. Sesboué, D. Davenne // *J. Electromyogr. Kinesiol.* — 2007. — V. 17. — P. 176–183.
  22. Calogiuri G. Effects of Sleep Loss on the Rest-Activity Circadian Rhythm of Helpers Participating in Continuous Dogsled Races / G. Calogiuri, A. Weydahl, F. Carandente // *Biol. Res. Nurs.* April 1. — 2014. — V. 16. — P. 123–133.
  23. Chaâri N. Time-of-day and warm-up durations effects on thermoregulation and anaerobic performance in moderate conditions / N. Chaâri, M. Frikha, N. Mezghanni // *Biological Rhythm Research*. — 2013. — N. 10.
  24. Drust B. Circadian rhythms in sports performance — an update / B. Drust, J. Waterhouse, G. Atkinson, B. Edwards and T. Reilly // *Chronobiology International*. — 2005. — N 22(1). — P. 21–44.
  25. Georgopoulou N. A. Abolished circadian rhythm of salivary cortisol in elite artistic gymnasts / N. A. Georgopoulou [et al.] // *Steroids*. — 2011. — V. 76, N 10. — P. 353–357.
  26. Jarraya M. The Impact of Partial Sleep Deprivation on the Diurnal Variations of Cognitive Performance in Trained Subjects / M. Jarraya, S. Jarraya, H. Chtourou // *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. — 2013, 3 July. — V. 82. — P. 392–396.
  27. Jourkesh M. The Effects of time of day on Physical fitness Performance in college-aged men / M. Jourkesh [et al.] // *Annals of Biological Research*. — 2011. — N 2 (2). — P. 435–440.
  28. Kline C.E. Circadian variation in swim performance / C.E. Kline, J.L. Durstine, J.M. Davis [et al.] // *J. Appl. Physiol.* — 2007. — V. 102. — P. 641–649.
  29. Leatherwood W.E. Effect of airline travel on performance: a review of the literature / W.E. Leatherwood, J.L. Drago // *Br. J. Sports Med.* — 2013. — V. 47. — P. 561–567.
  30. Paugšchová B. Biorythmic changes in the development of velocity and power abilities in biathlon / B. Paugšchová, J. Gereková, J. Ondráček // *Studia sportiva*. — 2010. — N 4. — P. 25–34.
  31. Pereira R. Variation of explosive force at different times of day / R. Pereira, M. Machado, W. Ribeiro // *Biol. Sport*. — 2011. — V. 28. — P. 3–9.
  32. Omji G. Sports chronobiology: circadian rhythms in psychological, physiological and physical performances / G. Omji, P. Hrishikesh, P. AK, V. Reeta // *The Asian Man — An International Journal*. — 2011. — V. 5, N 1. — P. 40–44.
  33. Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. — 2010. — V. 20, N 3. — P. 80–89.
  34. Sahar S. Regulation of Metabolism: The Circadian Clock dictates the Time / S. Sahar, P. Sassone-Corsi // *Trends Endocrinol Metab.* — 2012, Jan. — V. 23(1). — P. 1–8.
  35. Shahidi F. The Effect of a maximal aerobic exercise session in the morning and afternoon on certain hematological factors in young athletes / F. Shahidi, S. Alhosseini, Y.M. Kandi // *Annals of Biological Research*. — 2012. — N 3(6). — P. 2703–2707.
  36. Teo W. Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation / W. Teo, M.J. Newton, M.R. McGuigan // *Journal of Sports Science and Medicine*. — 2011. — V. 10. — P. 600–606.
  37. Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and shift work, with particular reference to athletes / J. Waterhouse, B. Edwards, S. Carvalhobos et al. // *European Journal of Sport Science*. — 2002. — Vol. 2, is. 6. — P. 1–10.
  38. Yamanaka Y. Effects of physical exercise on human circadian rhythms / Y. Yamanaka [et al.] // *Citation Sleep and Biological Rhythms*. — 2006. — V. 4(3).

#### ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ КОНТАКТА

Юлия Владиславовна Корягина — зам. директора по НР НИИ Деятельности в экстремальных условиях, д-р биол. наук, профессор, тел.: 8-913-612-56-06, e-mail: koru@yandex.ru.