УДК 569.32

РИТМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС

Замощина Т.А. [1,2,3], Гостюхина А.А. [1], Зайцев К.В. [1],
Жукова О.Б. [1], Дорошенко О.С. [1,3], Прокопова А.В. [1,3]

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирский федеральный научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства», г. Северск, Россия.

[2] Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск, Россия

[3] Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Россия

Ключевые слова: хронобиология, биологические ритмы, десинхроноз, физическая работоспособность.

Аннотация. Целью данной работы было изучить ритмическую организацию сезонной динамики работоспособности лабораторных крыс «Wistar» в условиях светового десинхроноза. Результаты исследований показывают, что ритмическая структура сезонной динамики работоспособности животных, перенесших световой десинхроноз, свидетельствует о напряжении адаптивно-компенсаторных возможностей организма лабораторных крыс.

RHYTMICAL ORGANIZATION OF SEASONAL DYNAMICS OF PERFORMANCE OF LABORATORY RATS

Zamoshchina T.A. [1,2,3], Gostyukhina A.A. [1], Zaitsev K.V. [1],
Zhukova O.B. [1], Doroshenko O.S. [1,3], Prokopova A.V. [1,3]

[1] Federal State Budgetary Institution "Siberian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency", Seversk, Russia

[2] State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Siberian State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tomsk, Russia

[3] Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University", Tomsk, Russia

Keywords: chronobiology, biological rhythms, desynchronosis, physical performance.

Annotation. The purpose of this study was to examine rhythmical organization of seasonal dynamics of performance of "Wistar" laboratory rats under conditions of light desynchronosis. Results of the research show that the rhythmic structure of the seasonal dynamics of the performance of animals that have undergone light desynchronosis indicates a strain on the adaptive-compensatory capabilities of the body of laboratory rats.

Введение. Современный спорт характеризуется увеличением объема и интенсивности соревновательных и тренировочных нагрузок. Активное воздействие на процессы восстановления после физических нагрузок путем их стимулирования – важный источник для достижения спортсменами высоких результатов при сохранении их здоровья [2].

В настоящее время существуют представления о сезонных ритмах, которые являются одной из форм адаптивных реакций организма к циклическим изменениям окружающей среды [1]. Вместе с тем, в хронобиологических исследованиях отсутствуют сведения о ритмической организации сезонных изменений работоспособности. Такие исследования расширяют теоретические представления об адаптивных реакциях организма на различные воздействия и в дальнейшем могут явиться основой для разработки физиотерапевтических, фармакологических и других методов повышения адаптивных возможностей организма человека при повышенных физических нагрузках, в сложных условиях труда и экологической ситуации.

Цель исследования: изучить ритмическую организацию сезонной динамики работоспособности лабораторных крыс «Wistar» в условиях светового десинхроноза.

Методы и организация исследования. Исследование выполнено на 50 половозрелых крысах-самцах линии «Wistar» массой 220-250 г, которых содержали в стандартных условиях вивария Филиала ТНИИКиФ СибФНКЦ ФМБА России при естественном световом режиме и на стандартном рационе со свободным доступом к пище и воде. Эксперименты проводили в весенний период (конец марта – начало апреля), летом (конец июня – начало июля), осенью (конец сентября – начало октября) и зимой (конец декабря – начало января). Все процедуры с животными выполняли в соответствии с международными правилами и нормами обращения с лабораторными животными [7]. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУН ТНИИКиФ ФМБА России (протокол №3 от 22.03.2012 г.).

Животные случайным образом были разделены на 3 группы по 10-20

особей:

1) контрольная группа – крысы, которым моделировали физическое переутомление в естественных условиях освещения (10 особей);

2) опыт №1 – крысы, которым моделировали физическое переутомление после формирования у них экспериментального десинхроноза в виде круглосуточного освещения (20 особей);

3) опыт №2 – крысы, которым моделировали физическое переутомление после формирования у них экспериментального десинхроноза в виде круглосуточной темноты (20 особей).

Для индукции экспериментального десинхроноза крысы опытных групп в течение 10 суток круглосуточно находились при искусственном ярком освещении 150 лк либо полном затемнении 2-3 лк [6].

В качестве модели для изучения сезонной динамики работоспособности крыс использована методика принудительного плавания до полного утомления [3] в модификации [4]. Тестирование проводили на всех группах животных параллельно в одно и то же время суток (с 10.00 до 11.00 ч) в течение 5 дней подряд сразу после помещения животных из депривированных условий освещения на естественный режим свет-темнота. Плавательный тест проводили в аквариуме прямоугольной формы с размерами 100см×100см×20см с утяжеляющим грузом равным по весу 10 % от массы тела конкретной особи при температуре воды 26º-28º С до полного утомления, критерием которого служили три безуспешные попытки всплыть на поверхность, либо отказ от таких попыток с опусканием на дно, после чего животное извлекали из аквариума. Используемый в эксперименте груз 10% от массы тела был выбран в связи с тем, что нагрузка менее 5% считается моделью аэробной работы, а плавание с грузом более 10% от массы тела - примером анаэробной работы.

Статистическая обработка полученных результатов по годовой динамике работоспособности обрабатывали с помощью спектрального и косинор-анализов [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Проведен спектральный и косинор-анализы сезонной динамики работоспособности. Результаты показали, что у контрольной группы животных в спектре ритмов работоспособности в первый день предъявления плавательного теста присутствовали доминирующая годовая гармоника (12 мес.) с акрофазой, приходящейся на начало мая, и субдоминантная 7 мес. составляющая.

Во второй, четвертый и пятый дни плавания в спектре ритмов работоспособности этой группы также присутствовали доминантные годовые (12 мес.) ритмы с акрофазами, приходящиеся на конец апреля - начало мая и

субдоминантные 7, 8, 8,5 мес. гармоники с размытыми акрофазами. Однако на третий день тестирования в спектре присутствовала только годовая гармоника с акрофазой на апрель месяц (таблица 1). При этом, мезор ритмов во все дни плавания оставался практически без изменений, а амплитуда понижалась, но не значительно.

При сочетанной нагрузке (темновая депривация и физическое утомление) в спектре ритма работоспособности в первый день тестирования наблюдали только годовой ритм (12 мес.) с акрофазой на апрель месяц. В последующие дни тестирования (2-5 дни) в спектрах ритмов работоспособности отмечали как доминантные годовые (3, 4, 5 дни) и окологодовые 11 мес. (2 день) гармоники с очень размытыми акрофазами, распределяющимися с ноября по январь месяц, так и субдоминантные 7,5 и 8 ч составляющие. При этом мезор ритмов во все дни эксперимента существенно не изменялся и не отличался от аналогичного показателя в контрольной группе. Следует отметить, что амплитуда годового ритма работоспособности значительно понижалась к третьему дню плавания, а последующие дни постепенно нарастала, но не достигала значения данного показателя в первый день тестирования (см. диаграммы).

Биоритмологический анализ работоспособности после световой депривации показал, что в первые два дня плавания отсутствовала какая-либо ритмика. С третьего дня тестирования отмечали как доминантные годовые (12 мес.) составляющие с акрофазой с ноября по январь, так и субдоминантные 8, 8,5 мес. гармоники. Мезор и амплитуда выявленных гармоник во все изучаемые сроки была без особых отличий.

Заключение. Таким образом, наблюдаемая картина в ритмической структуре сезонной динамики работоспособности животных, перенесших световой десинхроноз, свидетельствует о напряжении адаптивно-компенсаторных возможностей организма лабораторных крыс.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология: проблема адаптации и стратегия выживания / Н.А. Агаджанян // Материалы X Междунар. симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». - М.: Изд-во РУДН. - 2001. - С.5-12.

2. Бирюкова Е.А. К вопросу оптимизации процессов восстановления в спорте / Е.А. Бирюкова, И.А. Котешева // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2011. - №11(95). - С.57-62.

3. Волчегорский И.А. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма / И.А. Волчегорский,

И.И. Долгушин, О.Л. Колесников, В.Э. Цейликман // Изд-во ЧГПУ. - 2000. - 167 с.

4. Способ моделирования физического переутомления у крыс в условиях десинхронозов / А.А. Гостюхина, К.В. Зайцев, Т.А. Замощина, М.В. Светлик, О.Б. Жукова, Н.Г. Абдулкина, А.А. Зайцев, В.А. Воробьев // Пат. № 2617206 Российской Федерации МПК G09B 23/28 (2006/01); заяв. 11.08.2015; опубл. 21.04.2017, Бюл. № 12. - 7 с.

5. Ерошенко В.М. Пакет прикладных программ косинор-анализ и методические указания по его использованию. Алгоритмы и программы. / В.М. Ерошенко, А.А. Сорокин // Информатизационный бюллетень ГФАП - СССР. - 1980. - №70(1). - С.5-9.

6. Замощина Т.А. Лития оксибутират и ритмическая структура активно-поискового поведения и температуры тела крыс в условиях постоянного освещения / Т.А. Замощина // Экспер. и клин. фармакол. - 2000. - №63(2). - С.12-15.

7. ГОСТ Р 53434-2009. Принципы надлежащей лабораторной практики. - Введ. 01.03.2010 - М.: Стандартинформ, 2010. - 25 с.

References

1. Agadzhanyan N.A. Ecological physiology: the problem of adaptation and survival strategy / N.A. Agadzhanyan // Materials of the X International Symposium "Ecological and physiological problems of adaptation", Moscow: RUDN Publishing House. - 2001 - P.5-12.

2. Biryukova E.A. Towards the optimization of rehabilitation in sports / E.A. Biryukova, I.A. Kotesheva // Therapeutic physical culture and sports medicine. - 2011. - №11(95). - P.57-62.

3. Volchegorsky I.A. Experimental modeling and laboratory evaluation of adaptive reactions of the organism / I.A. Volchegorsky, I.I. Dolgushin, O.L. Kolesnikov, V.E. Tseilikman // Publishing house of Chelyabinsk State Pedagogical University. - 2000. - 167 p.

4. Gostyukhina A.A. A method for modeling physical fatigue in rats under conditions of desynchronosis / A.A. Gostyukhina, K.V. Zaitsev, T.A. Zamoshchina, M.V. Svetlik, O.B. Zhukova, N.G. Abdulkina, A.A. Zaitsev, V.A. Vorobyov // Patent No. 2617206 of the Russian Federation IPC G09B 23/28 (2006/01); sugg. 11.08.2015; publ. 21.04.2017. - Bul. №12. - 7 p.

5. Eroshenko V.M. Kosinor-analysis application software package and methodological guidelines for its use. Algorithms and programs / V.M. Eroshenko, A.A. Sorokin // Information technologies Bulletin of the State Fund of Algorithms and Programs - USSR. - 1980. - №70(1). - P.5-9.

6. Zamoshchina T.A. Lithium oxybate and the rhythmic structure of active search behavior and body temperature in rats under constant lighting conditions / T.A. Zamoshchina // Expert and clinical pharmacology. - 2000. - №63(2). - P.12-15.

7. GOST R 53434-2009. Principles of good laboratory practice. - Enter. 01.03.2010. - Moscow: Standartinform, 2010. - 25 p.

Сведения об авторах: Замощина Татьяна Алексеевна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник экспериментальной лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» (г. Северск), профессор кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Томск), профессор кафедры физиологии человека и животных Национального исследовательского Томского государственного университета (г. Томск), e-mail: exper@med.tomsk.ru; **Гостюхина Алена Анатольевна** – научный сотрудник экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Северск, e-mail: exper@med.tomsk.ru; **Зайцев Константин Васильевич** – кандидат медицинских наук, руководитель экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», e-mail: exper@med.tomsk.ru; **Жукова Оксана Борисовна** – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Северск, e-mail: exper@med.tomsk.ru; **Дорошенко Ольга Сергеевна** – младший научный сотрудник экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» (г. Северск), аспирант 1 года обучения кафедры физиологии человека и животных Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск, e-mail: exper@med.tomsk.ru; **Прокопова Алена Викторовна** – младший научный

сотрудник экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Северск, аспирант 1 года обучения кафедры физиологии человека и животных Национального исследовательского Томского государственного университета, e-mail: exper@med.tomsk.ru.

Information about the authors: Zamoshchina Tatyana Alekseevna – doctor of Biological Sciences, senior researcher of experimental laboratory of biomedical technologies of the Federal State Budgetary Institution “Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” (Seversk), professor of the Department of pharmaceutical technology and biotechnology of the State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Siberian State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Tomsk), professor of the Department of human and animal physiology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University" (Tomsk). E-mail: exper@med.tomsk.ru; **Gostyukhina Alena Anatolevna** – researcher of experimental laboratory of biomedical technologies of the Federal State Budgetary Institution “Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” (Seversk). E-mail: exper@med.tomsk.ru; **Zaitsev Konstantin Vasilevich** – candidate of Medical Sciences, head of experimental laboratory of biomedical technologies of the Federal State Budgetary Institution “Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” (Seversk). E-mail: exper@med.tomsk.ru; **Zhukova Oksana Borisovna** – doctor of Medical Sciences, leading researcher of experimental laboratory of biomedical technologies of the Federal State Budgetary Institution “Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” (Seversk). E-mail: exper@med.tomsk.ru; **Doroshenko Olga Sergeevna** – junior researcher of experimental laboratory of biomedical technologies of the Federal State Budgetary Institution “Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” (Seversk), PG student of 1 year of study of the of the chair of human and animal physiology of the National Research Tomsk State University (Tomsk). E-mail: exper@med.tomsk.ru; **Prokopova Alena Viktorovna** – junior researcher of experimental laboratory of biomedical technologies of the Federal State Budgetary Institution “Siberian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” (Seversk), post graduate student of first year of study of the Department of human and animal physiology of the National Research Tomsk State University (Tomsk). E-mail: exper@med.tomsk.ru.