

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЫ НА ЦИРКАДНЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ СТУДЕНТОВ СПЕЛЕОЛОГОВ

Т.С. Пронина¹, Е.А. Павлов,
Федеральное государственное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии»
Российской академии образования, Москва,
РГУФКСуТ, Москва

Задачей исследования было выявить влияние экстремальных факторов подземной среды на циркадный ритм температуры (ЦРТ) кожи, определяемой с помощью метода «Термохрон iButton» с 10 минутным интервалом. ЦРТ оценивали по величинам мезора и амплитуды. В первые двое суток пребывания в пещере происходило снижение мезора ЦРТ, на третьи сутки наблюдалось его увеличение с последующим снижением к шестому дню. При выходе спортсменов на поверхность мезор ритма достоверно возрастал. Амплитуда ЦРТ в первый день пребывания в пещере имела максимальное значение; в последующие дни величина амплитуды достоверно снижалась и резко возрастала после выхода спелеологов на поверхность. Выявленные различия динамики мезора и амплитуды ЦРТ отражают особенности адаптационных процессов организма к воздействию многодневных экстремальных факторов пещеры.

Ключевые слова: спортсмены спелеологи, циркадный ритм, температура кожи.

Influence of extreme factors of underground environment on skin temperature circadian rhythm in Speleology students. The aim of the study was to reveal the influence of extreme underground environment on skin temperature circadian rhythm (STCR). "Thermochrone iButton" with 10-minute interval was used. STCR was estimated according to mesor and amplitude indices. During the first two days students demonstrated decrease in STCR mesor, which rose on the third day with the following fall on the sixth day. When going out on the surface the rhythm mesor was rising reliably. STCR amplitude reached its maximum on the first day; the following days the amplitude decreased reliably and rose sharply after going out on the surface. The revealed differences in STCR mesor and amplitude dynamics demonstrate the peculiarities of adaptive processes to many-day extreme influence of cave factors.

Key words: sportsmen-speleologists, circadian rhythm, skin temperature.

Хронобиологическое исследование разных функций организма человека является необходимым условием для оценки влияния тех или иных факторов среды на его организм. Современные авторы вполне обоснованно называют совокупность и согласованность ритмов организма временной организацией, подчеркивая ее особую роль в процессах взаимодействия организма с окружающей средой. Наиболее показательным индикатором адаптационных возможностей организма являются циркадные ритмы [1, 2, 4].

Контакты: ¹ Т.С.Пронина, E-mail: <pronina.ts@mail.ru>

Температура тела является одним из интегративных показателей общего состояния организма. Центральным звеном, ответственным за терморегуляцию, является гипоталамус. Регуляция температуры кожи осуществляется через гормоны гипоталамуса путем сжатия кровеносных сосудов, расположенных на поверхности кожи (снижение температуры), либо путем увеличения потоотделения и расширения сосудов (повышение температуры). Гипоталамическим центром терморегуляции является преоптическая область, нейроны которой контролируют все виды терморегуляторных реакций [8, 9, 12, 16, 17].

Хронобиологические параметры температуры достаточно хорошо изучены в норме у людей разного пола и возраста, при патологиях, трансмеридианных перемещениях, в условиях отсутствия влияния внешних временных датчиков [3, 6, 11, 13, 15, 18].

Мезор и амплитуда ЦРТ являются показателем адаптационных механизмов многих функциональных систем организма, как периферийных (капиллярная система кожи, подкожная жировая прослойка), так и центральных, (гипоталамус и эпифиз).

Целью настоящего эксперимента было исследовать особенности адаптационного процесса у молодых людей к влиянию многодневных экстремальных факторов подземной среды, используя хронобиологические параметры температуры кожи (мезора и амплитуды).

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кафедрой Методики комплексных форм физической культуры РГУФКСиТ был проведён эксперимент по определению влияния экстремальных факторов подземной среды на функциональное состояние спортсменов-спелеологов. Эксперимент проводился непрерывно в течение 6 дней в искусственной пещере «Мещеринская» Домодедовского района Московской области. Условия пещеры характеризовались наличием ряда экстремальных факторов: замкнутое пространство, повышенное содержание CO₂, постоянная низкая температура воздуха (4-6° С), высокая влажность (80-100%), сенсорная депривация.

В эксперименте приняло участие 7 человек (5 юношей и 2 девушки). Средний возраст участников составил двадцать два года. Жизнь испытуемых в подземных условиях проходила без временных ориентиров.

Мониторинг температуры проводили в течение 6 дней с 10 минутным интервалом с помощью термометра «Термохрон iButton» [5], который крепился лейкопластырем на плечо спортсменов. Считывание полученных результатов с термометра-таблетки осуществляли через специальное крепежное приспособление к компьютеру и с применением специальной программы для «Термохрона». Такой мониторинг позволил построить индивидуальные графики, рассчитать средний уровень, амплитуду (разница между максимальным и минимальным значениями) суточных колебаний температуры (Т) кожи.

Контрольные измерения проводили в течение одних суток до спуска в пещеру и двух суток после выхода спортсменов на поверхность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Экстремальные факторы среды существенно влияли на динамику T кожи в период пребывания в пещере. У всех спортсменов в первые 15 часов нахождения в пещере динамика T характеризуется хорошо выраженной синхронностью. В последние 15 часов нахождения в пещере (перед выходом спелеологов на поверхность) наблюдался выраженный межличностный десинхроноз T . На рисунке № 1 в качестве примера представлена динамика T кожи в первые и последние 15 часов нахождения спортсменов в пещере.

Таким образом, исследование параметров ЦРТ в каждый день пребывания в подземной среде отражает сложный адаптационный процесс, происходящий в организме спортсменов на протяжении шести дней эксперимента.

Исследование мезора ЦРТ спортсменов (рисунок № 2) показало, что в первые двое суток их пребывания в пещере среднесуточный уровень ниже, чем до спуска в пещеру ($p < 0,01$). На третий день нахождения спелеологов в пещере наблюдалось достоверное увеличение мезора ($p < 0,01$); на шестой день вновь имело место снижение T ($p < 0,02$). После выхода на поверхность (в первые сутки) величина мезора резко возрастала ($p < 0,01$) и оставалась на этом же уровне на вторые сутки.

Динамика амплитуды ЦРТ на протяжении всего эксперимента менялась иначе, чем динамика мезора (рисунок № 2). В первый день пребывания в пещере имела место наибольшая величина амплитуды, в последующие дни этот хронопоказатель снижался ($p < 0,001$) вплоть до шестого дня пребывания в экстремальных условиях. В первый день после выхода на поверхность амплитуда суточного ритма температуры резко возрастала ($p < 0,001$) и снижалась ко второму дню ($p < 0,01$).

Известно, что мезор отражает так называемую центральную линию, вокруг которой происходят колебания физиологической функции на протяжении суток. Изменение мезора связано с количественными изменениями процесса теплоотдачи организма в каждый день пребывания в пещере. Амплитуда ЦРТ является наиболее пластичным показателем и позволяет характеризовать качественные возможности адаптационного процесса.

Полученные результаты позволяют обсудить возможные хронобиологические механизмы адаптации молодых спортсменов к экстремальным факторам пещеры.

Важным показателем, свидетельствующим о неблагоприятном воздействии факторов пещеры, является выраженный межиндивидуальный десинхроноз. Этот факт может указывать на индивидуальную реакцию временной организации терморегуляторной системы организма спортсменов.

Отличие динамики мезора и амплитуды ЦРТ в период шестидневного пребывания в пещере и двух дней после выхода на поверхность является показателем различных механизмов адаптации организма к экстремальным факторам подземной среды.

Изменение мезора связано с количественными изменениями процесса теплоотдачи организма в разные дни пребывания спортсменов в пещере. Динамика мезора свидетельствует о двухфазности процесса адаптации, каждая из которых характеризуется значительным снижением среднесуточного уровня T .

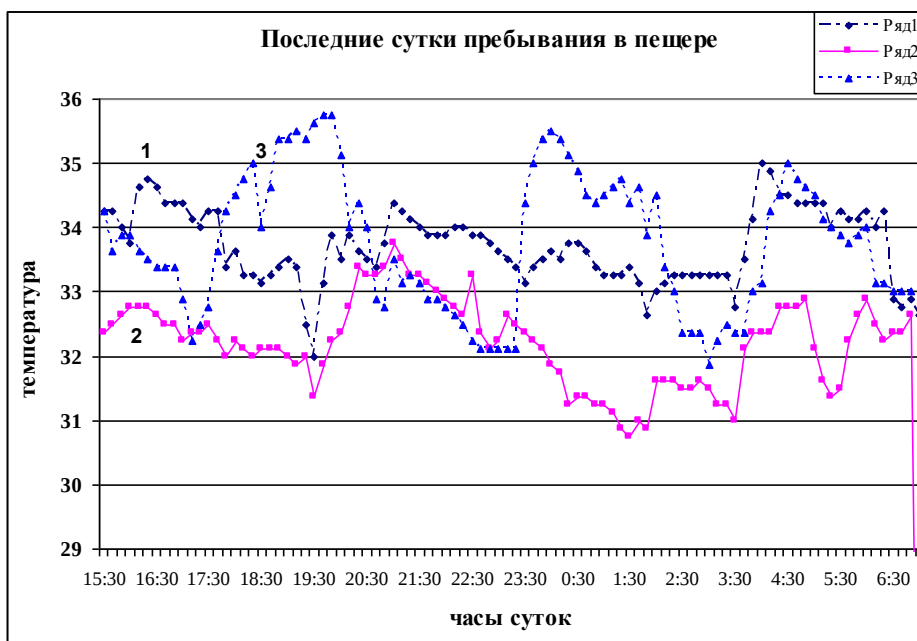
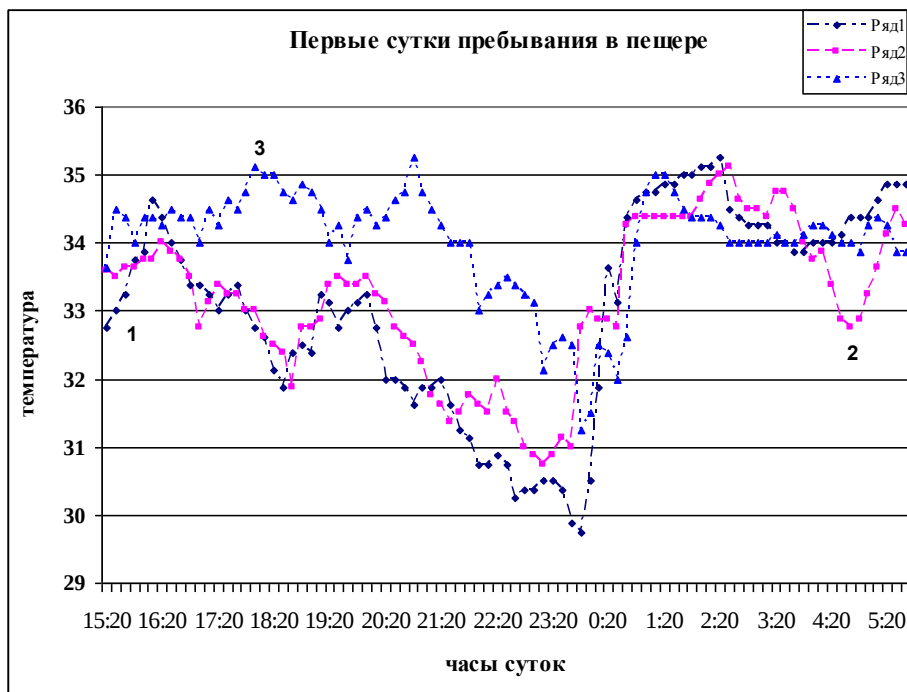


Рис. 1. Динамика температуры кожи на протяжении 15 часов в первые (верхний рис.) и в последние (нижний рис.) сутки пребывания в пещере у трех испытуемых (№ 1, 2, 3)

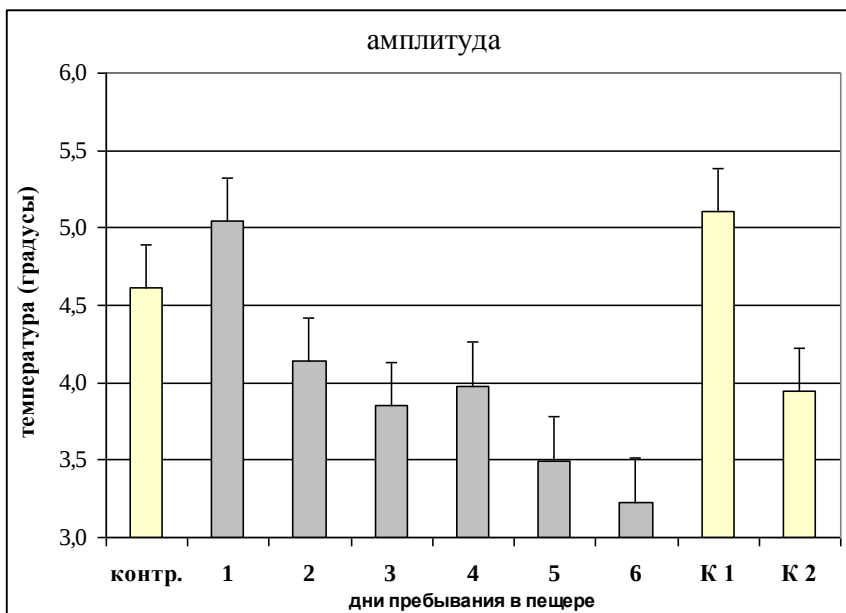
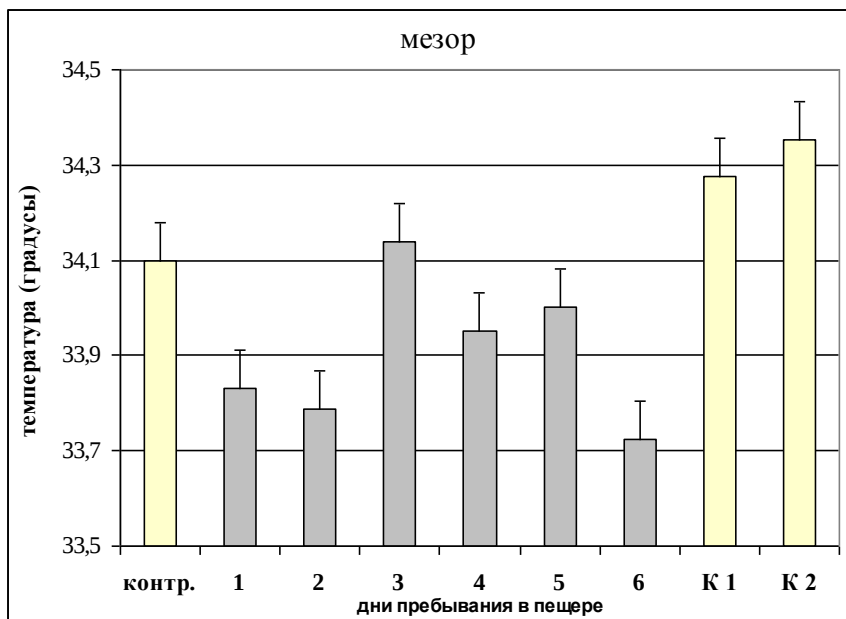


Рис. 2. Динамика мезора (верхний рис.) и амплитуды (нижний рис.) ЦРТ у спелеологов в разные дни пребывания в пещере и на поверхности.
 мезор – достоверность различия (контр. – 1 день, 1 – 3 день, 3 – 6 день, 6 – К1)
 амплитуда – достоверность различия (1 – 2 день, 2 – 6 день, 6 – К1, К1 – К2)

Первая фаза приходится на первые два дня, вторая фаза – на шестой день пребывания в пещере.

Динамика амплитуды ЦРТ носит иной характер: амплитуда снижается от первого до последнего дня пребывания спортсменов под землей (на 80% от первого до шестого дня). В настоящее время в литературе имеется много противоречивых сведений о связи изменений величины амплитуды суточных ритмов с процессами быстрой или медленной адаптации к внешним условиям. Сужение или расширение коридора (хронодезма) суточных колебаний является временным показателем процесса адаптации [4, 10, 14, 18].

Результаты настоящей работы свидетельствуют, что динамика амплитуды ЦРТ отражает высокую подвижность и однонаправленный характер адаптационного процесса организма (сужение хронодезма ЦРТ) в течение всего шестидневного воздействия фактора среды, в первую очередь, реакцию периферической части терморегуляторной системы ответ на низкую температуру пещеры.

После выхода на поверхность величины мезора и амплитуды ЦРТ резко увеличиваются, что свидетельствует о прекращении экстремального воздействия. Но процесс адаптации еще не заканчивается, на что указывает падение величины амплитуды ЦРТ на второй день выхода на поверхность.

Таким образом, результаты настоящей работы являются доказательством того, что экстремальные факторы подземной среды в течение 6 дней оказывают существенное влияние на архитектуру и параметры ЦРТ спелеологов. Отличия динамики мезора и амплитуды ЦРТ в период пребывания в пещере и двух дней после выхода на поверхность являются показателем различных механизмов термоадаптации организма человека к экстремальным факторам подземной среды.

ВЫВОДЫ

1. Экстремальные факторы подземной среды в течение 6 дней оказывают существенное влияние на архитектуру и параметры циркадного ритма температуры кожи спортсменов. Динамика мезора и амплитуды ЦРТ имеет разный характер, что свидетельствует о наличии различных механизмов адаптации к экстремальным факторам среды.

2. Мезор циркадного ритма температуры кожи снижается в первые два дня пребывания в пещере, на третий день возвращается к норме и вновь снижается к шестому дню, после выхода на поверхность величина мезора достоверно возрастает.

3. Амплитуда циркадного ритма температуры кожи возрастает в первый день пребывания в пещере, в последующие дни величина амплитуды снижается, и резко возрастает в первый день выхода на поверхность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин Г.Д. Температура тела человека как проблема хронобиологии. Теоретические и практические аспекты. Циклы. / Г.Д. Губин, Д.Г. Губин, С.В. Куликова // Материалы третьей международной конференции. – Ставрополь: СевКав-ГТУ, 2001.– С. 95-116.

2. Деряпа Р.Р. Проблемы медицинской биоритмологии. / Р.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Постный, Н.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Постный // М.: Медицина, 1985. – 208 с.
3. Доскин В.А. Биологические ритмы растущего организма / В.А. Доскин, Н.Н. Куинджи. – М.: Медицина, 1989. – 224 с.
4. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы / Моисеева Н.И. В.М. Сысуев. – Л.: Наука, 1981. – 128 с.
5. Программа Thermo Chron Revisor, [Электронный ресурс] – URL <http://www.elin.ru/> (дата обращения 10.01.2005).
6. Пронина Т.С. Возрастные изменения параметров циркадного ритма температуры тела у детей 8-13 лет / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Новые исследования. – 2010. – № 1 – С. 75-84.
7. Пронина Т.С. Особенности циркадного ритма температуры кожи у детей 8-9 лет и молодых людей / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Физиология человека. – 2011. – т. 37, № 4. – С. 98-104.
8. Путилов А.А. «Совы», «Жаворонки» и другие. О наших внутренних часах и их влиянии на здоровье и характер / А.А. Путилов // Новосибирский университет: – М.: Совершенство, 1997. – 264 с.
9. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Изд. Дом «Либроком», 2011. – 368 с.
10. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации / С.И. Степанова. – М.: Наука, 1986. – 244 с.
11. Almirall H. Ultradian and circadian body temperature and activity rhythms in chronic MPTP treated monkeys / H. Almirall // Neurophysiology. Clin. – 2001. – V. 31, N 3. – С. 161-70.
12. Dijk D.J. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by symphony oscillators / D.J. Dijk, M. von Schantz // J. Biol. Rhythms. – 2005. – V. 20, N 4. – P. 279-290.
13. Harper D.G. Disturbance of endogenous circadian rhythm in aging and Alzheimer Disease / D.G. Harper, E.G. Stopa, A.C. McKee, A. Satlin, P.C. Harlan, R. Goldstein, Volicer L. // Arch Gen Psychiatry. – 2001 – V. 58, № 4 – P. 353-60.
14. Hildebrandt G. The time structure of adaptation / G. Hildebrandt // Int. J. Chronobiol. – 1981 – V.7, N 4. – P. 254.
15. Kripke D.F. Circadian phase in adults of contrasting ages / D.F. Kripke // Chronobiol. Int. – 2005. – V.4, N 22. – P. 695-709.
16. Redfern P. Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and chronobiotics: an overview / P. Redfern, D. Minors // Chronobiol. Intern. – 1994. – № 11. – P. 253-256.
17. Refinetti R. The circadian rhythm of body temperature / R. Refinetti, M. Menaker // Physiol. Behav. – 1992. – N 51. – P. 613-637.
18. Waterhouse J. Some comments on the measurement of circadian rhythms after time-zone transitions and during night work / J. Waterhouse, D. Minors, P. Redfern // Chronobiol. Int. – 1997. – N 14. – P. 125-132.