

stress testing / D. Arab [et al.] // The American Journal of Cardiology. – 2000. – Vol. 85. – P. 764–766.

## EFFECT OF ACUTE NORMOBARIC HYPOXIA ON CONDITION OF HEART

O.V. Troshenkina<sup>1</sup>, M.V. Menzorov<sup>1</sup>, D.V. Serova<sup>1</sup>, A.M. Shutov<sup>1</sup>,  
E.D. Pupyreva<sup>1</sup>, N.V. Larionova<sup>2</sup>, M.V. Balykin<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Ulyanovsk State University

<sup>2</sup>Central City Clinical Hospital

The purpose of this study was to examine the impact of acute 10-min normobaric hypoxia on myocardial electrical stability, systolic and diastolic cardiac functions in 10 young healthy men. Hypoxia induced a decrease of ejection fraction and left ventricular early peak filling velocity. The QTc interval was prolonged during normobaric hypoxia without QT dispersion increase. Electrocardiographic investigation with assessment of QT-interval must be mandatory before normobaric hypoxic therapy is started. Prolonged QT interval is contraindication to normobaric hypoxic therapy.

**Keywords:** normobaric hypoxia, myocardial electrical stability, QT interval, QT dispersion, left ventricular diastolic function, left ventricular systolic function.

УДК 57.042:616-092.12

## ДЕСИНХРОНОЗ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ СМЕННОЙ РАБОТЕ

В.Н. Симонов, М.В. Бочкарев, О.Н. Рагозин

*Ханты-Мансийская государственная медицинская академия*

В работе рассмотрено влияние сменной работы на временную организацию биологических ритмов гемодинамических параметров человека. На основании авторского метода дана математическая оценка степени десинхроноза при различной продолжительности рабочих смен.

**Ключевые слова:** биологические ритмы, сменная работа, десинхроноз, частота сердечных сокращений, артериальное давление.

**Введение.** Общей закономерностью биоритмологических изменений физиологических функций является то, что происходящие в них в обычных условиях процессы имеют колебательный характер. Колебания осуществляются всегда в пределах средних величин (норм реакций), что обуславливает состояние равновесия с внешней средой [2; 10; 12]. Вопросы хронобиологии, гомеостаза, адаптации и десинхроноза так взаимосвязаны, что их

всесторонний анализ возможен только в комплексе. С помощью биоритмологического «ключа» и биоритмологических тестов можно судить о срыве адаптационных механизмов в биосистеме и трансформации физиологических процессов в патологические [1; 3; 7]. Изменяются все три показателя ритмической организации: уровень средних значений, величина разброса, временная структура суточной кривой [5; 6; 13; 15].

Биоритмическая адаптация – это, прежде всего, временное согласование состояния организма и требований среды [11; 12]. При нарушении синхронизации ритмов организма и датчиков времени (внешний десинхроноз) организм вступает в стадию тревоги (внутренний десинхроноз). Сущность внутреннего десинхроноза заключается в рассогласовании по фазе суточных ритмов организма [3]. Организм человека практически постоянно находится в состоянии внешнего десинхроноза, то есть некоторого рассогласования по фазе собственных суточных ритмов и ритмов физических датчиков времени. Десинхроноз за-регистрирован не только в случае патологии, но и при сильном утомлении, сменной работе, эмоциональном стрессе [10]. Существуют различные классификации десинхронозов. Явный десинхроноз отличается присутствием упадка сил, быстрой утомляемостью, учащением пульса, дыхания, повышением артериального давления. Скрытый десинхроноз приводит к дискомфорту, нарушениям сна и аппетита. Иногда имеет место тотальный десинхроноз. При этом происходят общие изменения всех систем органов. Соответственно бывает и частичный десинхроноз: в этом случае имеют место сбои отдельных органов и их функций. Хронический десинхроноз происходит из-за частого отступления от привычного режима жизни. Острый – возникает из-за сильного, грубого нарушения режима труда и отдыха, сна, питания. Некоторые авторы [4] предлагают классификацию десинхроноза по причинному фактору и механизмам развития: трансмеридианный (центральный); возрастной (комплексный); индуцированный (периферический); патологический (периферический).

Несмотря на большое количество определений и классификаций в подавляющем большинстве случаев диагностика десинхроноза носит описательный характер. В связи с чем является актуальной выработка математического подхода к оценке индивидуальных биоритмов человека в условиях десинхроноза, обусловленного

действием экзогенных факторов. В применении к нашему исследованию стрессорным фактором является сменная работа в условиях измененного фотопериодизма Ханты-Мансийского автономного округа.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовало 103 человека (средний возраст – 38,4±3,3 года, мужчин – 62 (средний возраст 43,4±2,6 года), женщин – 41 (средний возраст 32,2±1,8 года). Все обследуемые работают на станции скорой медицинской помощи в разных режимах: аperiodические ночные и дневные двенадцатичасовые смены с суточным перерывом и двадцатичетырехчасовая смена с последующим двухсуточным перерывом. Мониторинг систолического (САД), диастолического (ДАД) артериального давления и частоты сердечных сокращений (ЧСС) с кратностью 30 мин производилось в течение суток. Общегрупповые параметры ритмов (период, мезор, амплитуда, акрофаза) определялись с помощью Косинор-анализа [14; 16].

Для объективной оценки степени десинхроноза применялся авторский метод оценки биологических ритмов, который основывается на наличии связей между основными составляющими ритма. Степень десинхроноза оценивалась по формуле:

$$\ddot{A} = \left( \frac{\dot{A} \dot{Q}_1 + \dot{A} \dot{Q}_2 + \dots + \dot{A} \dot{Q}_n}{(\dot{E}_1 + \dot{E}_2 + \dots + \dot{E}_n)} \Delta t \right) \cdot 100$$

где Д – степень десинхроноза;

УИ – ультрадианный индекс, определяемый как отношение единицы к количеству достоверно вычисленных ритмов.

*Пример:* циркадианный ритм (24 ч); УИ=1/1=1,0.

Спектр ритмов (24 ч; 18 ч; 14 ч; 12 ч; 9 ч) – всего 5 ритмических составляющих; УИ= 1/5= 0,2;

АТ – амплитудно-периодный коэффициент, определяемый как отношение амплитуды ритма к его периоду.

*Пример:* низкоамплитудный

циркадианный ритм (24 ч), амплитуда – 7,5;  $AT = 7,5/24 = 0,31$ .

Высокоамплитудный ультрадианный ритм (12 ч), амплитуда – 18,6;  $AT=18,6/12=1,55$ ;

$K=d+\Delta Ak$  – градиент смещения акрофазы ритма, где

$d$  – доверительный интервал акрофазы;

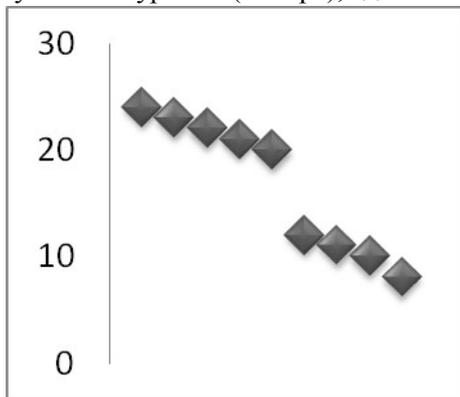
$\Delta Ak = f(x) - f(x + \Delta x)$ , где

$x$  – исходное (или нормативное) значение акрофазы;

$\Delta x$  – зарегистрированное после воздействия стресс-фактора;

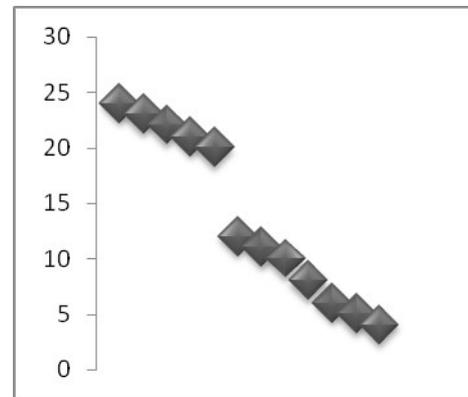
$\Delta M = (y + \Delta y) -$  величина изменения среднесуточного уровня (мезора), где

часы



А

часы



Б

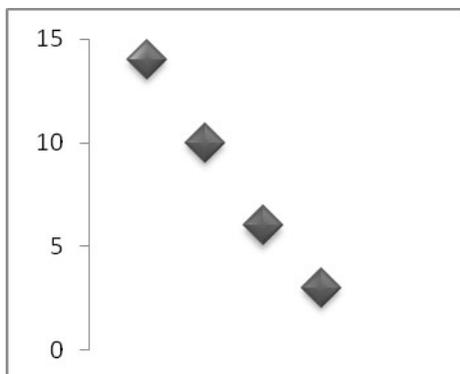
Рис. 1. Циркадианные и ультрадианные ритмы ЧСС:

А – 12-часовая смена; Б – 24-часовая смена

При анализе количества и качества обнаруженных ритмов САД и ДАД обнаруживается отсутствие циркадианной структуры у лиц, работающих в 12-часовом

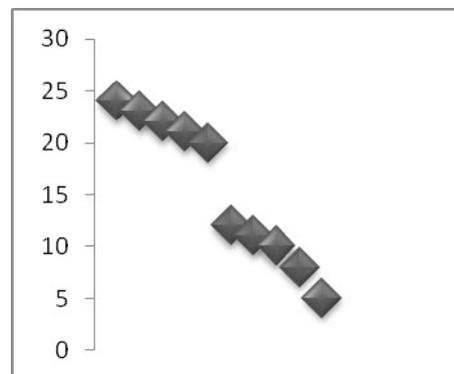
режиме, при наличии небольшого количества ультрадианных ритмов (рис. 2), тогда как у людей, работающих в течение суток, циркадианная структура сохраняется (рис. 3).

часы



А

часы



Б

Рис. 2. Циркадианные и ультрадианные ритмы САД:

А – 12-часовая смена; Б – 24-часовая смена

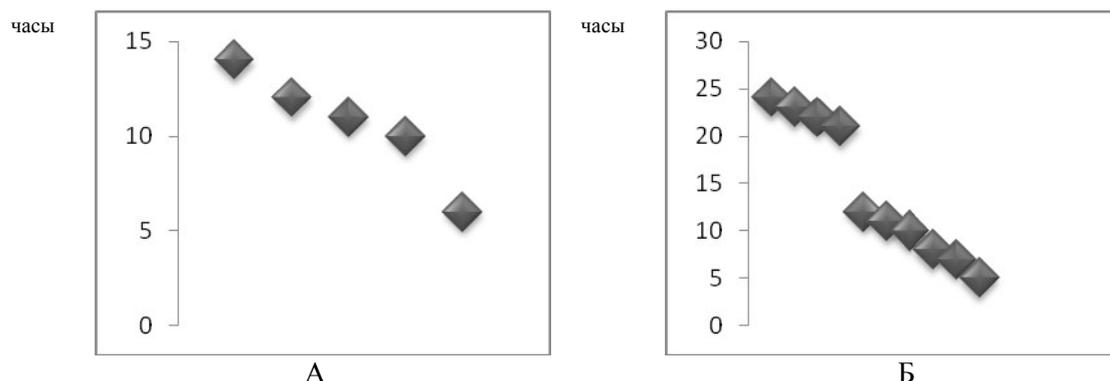


Рис. 3. Циркадианные и ультрадианные ритмы ДАД:  
А – 12-часовая смена; Б – 24-часовая смена

Величина среднесуточного уровня (мезор) изучаемых параметров не выходит за пределы нормативных величин и не имеет достоверных различий в группах с различной продолжительностью рабочей смены

(табл. 1). Учитывая отсутствие значимых отклонений мезора изучаемых параметров при расчете десинхроноза, этот модуль формулы не использовался.

Таблица 1

**Среднесуточный уровень параметров гемодинамики при различных вариантах сменной работы**

Параметры		Продолжительность смены (часы)	
		24	12
ЧСС, уд./мин		75,0±7,7	68,6±4,1
САД, мм рт. ст.		133,4±10,2	131,3±4,47
ДАД, мм рт. ст.		82,8±8,7	84,1±4,1
ЧСС, уд./мин	12-часовая смена	----○----    ----○---- 0 _____ 6 _____ 12 _____ 18 _____ 24 часы	
	24-часовая смена	_____ 6 _____ 12 _____ 18 _____ 24 часы ----○----    ----○----	
САД, мм рт. ст.	12-часовая смена	--○--    --○-- 0 _____ 6 _____ 12 _____ 18 _____ 24 часы	
	24-часовая смена	_____ 6 _____ 12 _____ 18 _____ 24 часы ----○----    ----○----	
ДАД, мм рт. ст.	12-часовая смена	--○--    --○-- 0 _____ 6 _____ 12 _____ 18 _____ 24 часы	
	24-часовая смена	_____ 6 _____ 12 _____ 18 _____ 24 часы ----○----    --○--	

**Рис. 4.** Распределение акрофаз высокоамплитудных ритмов параметров гемодинамики при различной продолжительности рабочей смены

При анализе максимальных значений параметров при распределении их по временной оси (рис. 4) можно отметить, что максимум значений акрофаз при 24-часовом режиме работы приходится на послеобеденное время. Это соответствует нормативным данным у здоровых людей, тогда как у обследуемых, работающих в режиме 12-часовых смен, максимум значений

основных ритмов приходится на ночные и ранние утренние часы.

Полученные данные о степени десинхроноза (табл. 2) свидетельствуют о значительно большем превалировании дезорганизации временной структуры при ночной работе и дневной работе продолжительностью 12 часов.

Таблица 2

**Величины ультрадианного индекса (УИ), амплитудно-периодного коэффициента (АТ), градиента смещения акрофазы (К) и степени десинхроноза (Д) у людей при различной продолжительности рабочей смены (12 и 24 часа)**

Параметры	УИ		АТ		К		Д	
	12	24	12	24	12	24	12	24
ЧСС, уд./мин	0,11	0,08	0,45	0,29	11,38	7,86	<b>0,43</b>	<b>0,24</b>
САД, мм рт. ст.	0,25	0,07	0,63	0,31	12,97	6,36	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>
ДАД, мм рт. ст.	0,2	0,1	0,54	0,26	14,84	8,23	<b>0,72</b>	<b>0,31</b>

Можно предположить, что аperiodически предьявляемые дневные и ночные 12-часовые смены индуцируют выраженный патологический десинхроноз, проявляющийся де-организацией циркадианной структуры изучаемых показателей и инвертированным ультрадианным низкоамплитудным ритмом. Регулярно предьявляемые 24-часовые смены с 48-часовым перерывом, возможно, моделируют своеобразный трехсуточный инфрадианный социально-биологический ритм, который не проявляется внешним десинхронозом.

**Заключение.** Разработанный математический подход позволяет оценить нарушения временной структуры физиологических параметров в условиях формирования десинхроноза при воздействии экзо- и эндогенных факторов, может применяться как для профилактики, диагностики, так и для оцен-

ки степени коррекции биоритмологического статуса.

1. *Алякринский, Б.С.* Проблемы космической биологии. Т. 46 / Б.С. Алякринский. – М. : Наука, 1983. – 246 с.

2. *Афромеев, В.И.* Биофизика полей и излучений и биоинформатика. Ч. 3. Основы физико-биологической и технической реализации управляющих воздействий высокочастотными электромагнитными полями в медицине / В.И. Афромеев, А.А. Хадарцев, А.А. Яшин ; под ред. А.А. Яшина. – Тула : ТулГУ, НИИ НМТ, 1999. – 508 с.

3. *Бишоп, Б.* Колебания / Б. Бишоп ; пер. с англ. – М. : Наука, 1986. – 192 с.

4. *Губин, Г.Д.* Классификация десинхронозов по причинному фактору и механизмам развития. Два принципа хронотерапии десинхроноза / Г.Д. Губин, Д.Г. Губин // *Фундаментальные исследования.* – 2004. – №1 – С. 50–55.

5. *Доскин, В.А.* Обзорная информация / В.А. Доскин, Н.А. Лаврентьева // *Медицина и*

здравоохранение. – М. : Медицина. – 1985. – Вып. 2. – 81 с.

6. Катинас, Г.С. Уровни организации живых систем и биологические ритмы. Фактор вре-

мени в функциональной организации живых систем / Г.С. Катинас. – М. : Наука, 1980. – С. 82–85.

7. Катинас, Г.С. Биологические ритмы и их адаптационная динамика / Г.С. Катинас, Н.И. Моисеева // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям. – Л. : Наука, Ленингр. отделение, 1980. – С. 468–528.

8. Моисеева, Н.И. Временная среда и биологические ритмы / Н.И. Моисеева, В.М. Сысуев. – Л. : Наука, Ленингр. отделение, 1981. – 126 с.

9. Мур-Ид, М. Внутренняя временная упорядоченность / М. Мур-Ид, Ф. Салмен // Биологические ритмы. Т. 1 / под ред. Ю. Ашоффа. – М. : Мир, 1984. – С. 240–274.

10. Зидермане, А.А. Некоторые вопросы хронобиологии и хрономедицины: обзор лит / А.А. Зидермане. – Рига : Зинатне, 1998. – 212 с.

11. Оранский, И.Е. Основы хронобальнео- и хронофизиотерапии / И.Е. Оранский, Т.В. Крупина, И.А. Балабанов ; под ред. Л.П. Ларионова. – Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1989. – 139 с.

12. Хроноархитектоника биоритмов и среда обитания / Н.А. Агаджаня [и др.]. – Тюмень : Изд-во ТГУ, 1998. – 166 с.

13. Хронобиология и хрономедицина / под ред. Ф.И. Комарова. – М. : Медицина, 1989. – 400 с.

14. Bingham, C. Inferential statistical methods for estimating and comparing cosinor parameters / C. Bingham, B. Arbogast, G. Cornelissen // Chronobiologia. – 1982. – V. 9 (4). – P. 397–439.

15. Lavie, P. Ultradian circa 1S hour rhythms: a multioscillatory system / P. Lavie, D.F. Kripke // Life Sci., 1981. – V. 29. – №29. – P. 2445–2450.

16. Nelson, W. Methods for cosinorhythmometry / W. Nelson, Y.L. Tong, J.K. Lee // Chronobiologia. – 1979. – V. 6 (4). – P. 305–323.

## DESYNCHRONOSIS HEMODYNAMIC PARAMETERS OF SHIFT WORK

V.N. Simonov, M.V. Bochkarev, O.N. Ragozin

*Khanty-Mansiysk state medical academy*

We research effect of shift work on temporal organization of the human biological rhythms hemodynamic parameters. We evaluate desynchronization level at different shift works with the author's mathematical method.

**Keywords:** Biological rhythms, shift work, desynchronization, heart rate, blood pressure.