

Выявления десинхроноза функционирования сердечно-сосудистой системы организма человека

Е.В. Высоцкая, А.П. Порван, Е.В. Кулиш

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

Исследование биоритмов является важным методическим приемом в решении вопросов физиологии труда, выявлении патологического процесса, адаптации человека к измененным геофизическим и социальным синхронизаторам, подбора космонавтов (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2010.-Т.8,№2.-С.228-231).

Ключевые слова: акрофаза, десинхроноз, хронограмма

О.В. Висоцька, А.П. Порван, Е.В. Куліш

ВИЯВЛЕННЯ ДЕСИНХРОНОЗУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Дослідження біоритмів є важливим методичним прийомом у вирішенні питань фізіології праці, виявленні патологічного процесу, адаптації людини до змінених геофізичних і соціальних синхронізаторів, добору космонавтів (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2010.-Т.8,№2.-С.228-231).

Ключові слова: акрофаза, десинхроноз, хронограма

Е. В. Vysotskaya, А. P. Porvan, Е. V. Kulish

DETERMINATION OF THE FUNCTIONS' DESYNCHRONOUS AT THE HUMAN HEART AND VESSEL SYSTEM

Kharkiv National Radioelectronics University, Kharkiv, Ukraine

This article is describe study for determination of the functions' desynchronous at the human heart and vessel system (Ukr. z. telemed. med. telemat.-2010.-V.8,№2.-P.228-231).

Key words: acrophase, desynchronous, chronogram

Целью работы является определение десинхроноза функционирования сердечно-сосудистой системы организма человека с использованием косинор-анализа, позволяющее улучшить адаптивные возможности с учетом временного фактора.

Все живые существа на Земле - от растений до высших млекопитающих - подчиняются суточным ритмам. У человека в зависимости от времени суток циклически меняются физиологическое состояние, интеллектуальные возможности и даже настроение. Все эти процессы изучает такая наука, как биоритмология. Одной из центральных проблем современной биоритмологии является проблема синхронизации и десинхронизации биоритмов. Десинхронизация биологических ритмов, наблюдаемая при адаптивных и патологических процессах, позволила установить, что исследование биоритмов является важным методическим приемом в решении вопросов физио-

логии труда, выявлении патологического процесса, адаптации человека к измененным геофизическим и социальным синхронизаторам, подбора космонавтов [1,2].

На данном этапе развития человечества изучение влияния циркадных ритмов на состояние живого организма очень актуально. Оно открывает новые перспективы в понимании взаимодействия биоритмов, формирующих сложные последовательности и межсистемные пространственные организации, открывает также пути в исследовании индивидуальной структуры ритмов, точнее отражающих ход адапционных процессов, физиологический резерв и реактивность организма.

Впервые начал говорить о ритмических процессах В.М.Бехтерев, умозрительно утверждая, что все явления протекают колебательно. Такой подход не мог определить существование ритма, а лишь наличие флуктуаций. В настоящее время разработан матема-

тический аппарат для анализа случайных процессов, позволяющий однозначно доказать, является ли этот процесс только шумом или шумом плюс ритмический сигнал. Для этого применяют методы спектрального анализа: а) разложение в ряд Фурье, когда исходный процесс непосредственно подвергают Фурье-преобразованию; б) автокорреляционно-спектральный анализ. В последнем случае сначала из исходного случайного процесса получают автокоррелограмму, которую затем разлагают в ряд Фурье, что улучшает соотношение выделяемого ритмического сигнала к шуму. К этому же классу методов можно отнести и анализ максимума энтропии, по существу являющийся разновидностью авто- и кросс-корреляционного анализа. Недостатком спектральных методов является то, что для них требуется длительная регистрация, ибо согласно теореме Котельникова-Шеннона для выявления периодичности требуется, чтобы временной ряд был не менее чем в два раза больше длины выявляемого периода, и кроме того изучаемый процесс должен быть замерен через равноотстоящие интервалы времени. Ограниченностью этих методов является также предположение синусоидального характера сигнала. Однако известно, что биоритмологическая структура функций представляет собой сложный периодический процесс, зачастую далекий от синусоидальности, состоящий из множества компонентов сложным образом распределенных во времени и взаимном отношении друг к другу. При использовании метода нелинейной динамики в изучении сложных колебательных процессов возникают вопросы, связанные с отсутствием стандартов в показателях, что не позволяет достаточно строго судить о компонентном составе био-

ритмов не только в пределах циркадной и ультрадневной ритмики, но и других ее видов [2-3].

Один из способов аппроксимации неравноотстоящих наблюдений основан на описании ряда косинусоидами по методу наименьших квадратов, получивший название косинор-анализа. Иногда возникает необходимость оценить состояние ритмики группы индивидуумов по известным параметрам каждого из них. В этом случае применяют групповой косинор-анализ [4].

Для определения десинхронизации функционирования ССС была исследована группа из 62 студентов, у которых измерялась частота сердечных сокращений (ЧСС) на протяжении суток ($t = 6, 8, 14, 17, 20$ и 22 ч.). Данные измерения являлись входной информацией для построения набора хронограмм и проведения анализа циркадного ритма.

Были сформированы множества дискретных измерений $U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_m$ в моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_m$ (система измерений). Полученные дискретные измерения аппроксимировали косинусоидой, используя метод наименьших квадратов:

$$U(t) = A \cos(\omega_0 t - \varphi) + h = x \cos(\omega_0 t) + y \sin(\omega_0 t) + h, \quad (1)$$

где $x = A \cos \varphi$; $y = A \sin \varphi$.

Здесь угловая частота ω_0 предполагается заданной, а амплитуда A , акрофаза φ и уровень h подлежат определению.

Измерения пульса у каждого обследуемого представляются в виде хронограммы. В качестве примера на рисунке 1 изображены хронограмма пульса одного студента и суточная синусоида (по оси абсцисс – время в часах (t), по оси ординат – ЧСС).

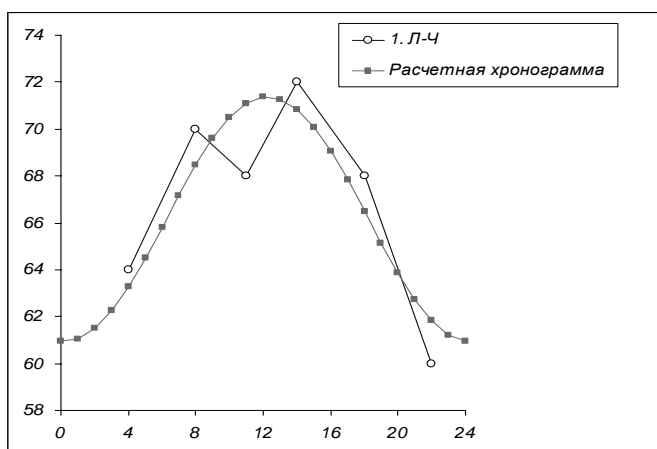


Рисунок 1. Индивидуальная хронограмма первого студента и ее расчетная 24-часовая синусоида

Далее строили эллипс равных вероятностей для точек $(x_1, y_1), \dots, (x_j, y_j), \dots, (x_n, y_n)$, уравнение которого имеет вид:

$$\frac{1}{1-r^2} \left[\left(\frac{x-x_c}{S_x} \right)^2 - 2r \left(\frac{x-x_c}{S_x} \right) \left(\frac{y-y_c}{S_y} \right) + \left(\frac{y-y_c}{S_y} \right)^2 \right] = \lambda^2, \quad (2)$$

где $\lambda^2 = \frac{2(n-1)}{n-2} F_p(2, n-2)$;

$F_p(2, n-2)$ - квантиль F -распределения, соответствующий вероятности P , со степенями свободы 2 и $n-2$. P - это вероятность того, что точка (x_j, y_j) лежит внутри эллипса.

Для того чтобы изобразить эллипс графически, определили следующие величины: средние x_c и y_c (центр эллипса), полуоси эллипса a и b , угол наклона θ эллипса к основной системе координат [2].

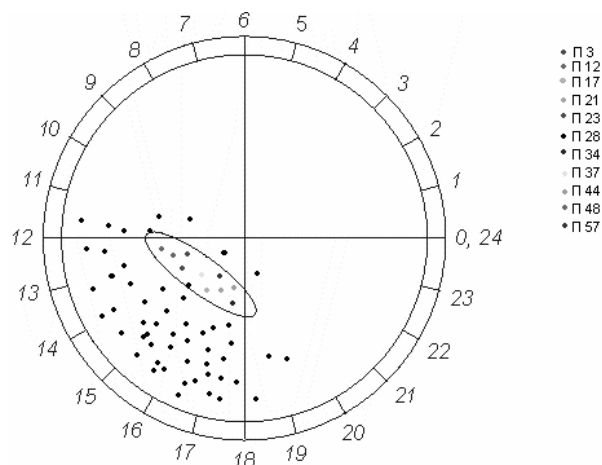


Рисунок 2. Эллипс ошибок среднего значения координат (x, y) для 62 обследуемых

Анализируя данные эллипса ошибок среднего значения координат (x, y) , можно сделать вывод о наличии десинхроноза активации суточного ритма ССС у 11 обследуемых.

Затем определили положение эллипса на 24-часовом циферблате.

В суточной синусоиде в дальнейшем рассматривали два параметра: амплитуда и акрофаза, которые можно изобразить в полярных координатах на плоскости в виде одной точки (рис. 2).

В зависимости от положения эллипса и от расстояния каждой точки на 24-часовом циферблате от центра этого эллипса можно сделать вывод о нарушении активизации суточного ритма в несвойственный ему диапазон времени. Чем ближе данная точка расположена к центру эллипса, тем больше нарушение активизации данного ритма.

На рисунке 2 изображены параметры синусоид всех 62 обследуемых в виде 62 точек.

Для проведения анализа структуры суточного ритма ЧСС был разработан программный модуль Desinchronos.

Выводы

Изучение циркадного ритма человека на всех уровнях регуляции вегетативных функций дает возможность исследовать как синхронизацию ритма между отдельными системами организма, так и внутреннее рассогласование ритмов физиологических систем организма, когда одна функция сохраняет нормальную ритмику, а другая показывает отклонение от нее. Использование метода статистического анализа циркадных ритмов позволяет адекватно оценить состояние ССС организма человека и выявить ритмические структуры работы сердца и сосудов, которые могут являться тестом, определяющим тактику врача в хронодиагностике и

хронотерапии сердечно-сосудистой патологии. Одним из признаков десинхроноза сердечно-сосудистой системы может являться изменение амплитуды и периода биологических ритмов сократительной силы сердца. Точечная оценка таких параметров, как фаза и амплитуда усредненного колебания измерений, выполняемых для группы испытуемых, позволила доказать существование усредненного ритмического процесса, характерного для всей группы обследуемых, указать на различия параметров усредненных ритмических процессов, характерных для каждого объекта группы.

Литература и вебблиография

1. *Ф.И. Комаров, С.И. Раппопорт.* Хронобиология и хрономедицина. – М.: Триада Х, 2000. – 488 с.
2. *Ю.А. Кукушкин, А.В. Богомолов.* Методика количественного оценивания функциональных состояний человека. // Биомедицинская радиоэлектроника. РГРТУ, 2003. № 2. – С. 30-39.
3. *А.А. Кузнецов.* Проверка возможности применения функциональных уравнений для оценки состава и распределения ритма сердца. // Биомедицинская радиоэлектроника. РГРТУ, 2008. № 3 – С. 16-19.
4. *И.П. Емельянов.* Структура биологических ритмов человека в процессе адаптации. Статистический анализ и моделирование. – Новосибирск: Наука, 1986. – 185 с.
5. *Е.В. Кулиш, Е.В. Высоцкая, А.П. Порван, А.И. Печерская.* Исследование ритмической организации показателей работы сердца при различной нагрузке. // Сборник докладов XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы (Биомедсистемы – 2008)». – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2008. – С. 155-158.

Надійшла до редакції: 12.02.2010.

© О.В. Высоцкая, А.П. Порван, Е.В. Кулиш

Кореспонденція: *Висоцька О.В.,
Пр-т 50 років ВЛКСМ, 51-б/80, 61000, Харків, Україна
E-mail: diagnost@kture.kharkov.ua*