

ДЛИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ПУЛЬСА: ДЛИННОПЕРИОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ ПОКАЗАНИЙ МОНИТОРИНГА

Олеся Исайкина¹, Юрий Кукса², Игорь Шибяев³

¹ГНЦПМ (Государственный научный центр профилактической медицины), Москва, Россия

²ЦГЭМИ ИФЗ РАН, Троицк, Россия

³ИЗМИРАН, Троицк, Россия

e-mail: ishib@izmiran.ru

Ключевые слова: Систолическое и диастолическое артериальные давления (САД, ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), корреляция, частотный спектр

MONITORING OF ARTERIAL PRESSURE AND PULSE: LONG-PERIOD COMPONENTS OF THE CORRELATION RELATIONS OF INDICATIONS OF MONITORING

Olesia Isajkina¹, Yuriy Kuksa², Igor Shibaev³

¹SRCPM (the State research centre of preventive medicine), Moscow, Russia

²GEMRC IPE RAS, Troitsk, Russia

³IZMIRAN, Troitsk, Russia

e-mail: ishib@izmiran.ru

Keywords: Systolic arterial pressure (SAP), diastolic arterial pressure (DAP), pulse, correlation, frequency spectrum

Abstract: Work bases on given long monitoring Systolic arterial pressure (SAP), Diastolic arterial pressure (DAP) and frequency of intimate reductions (HPM). Measurements was carried out since March, 25, 1997 on present time twice per day: in the morning, after dream, and in the evening. In the previous publications [1,2] the general estimation of these indications more than for 13 years is given and comparison of indications of monitoring to the data of atmospheric pressure and magnetic variations for 2000 (the Centre of forecasts of space weather, IZMIRAN) is carried out. For comparison and the analysis numbers reflecting in time dynamics of factors of correlation which are received at simultaneous scanning researched medical characteristics are used. The given work analyzes time dynamics) longperiod a component of these numbers on all interval of supervision. Comparison to results of works [1,2] will be carried out, communication with Wolf's numbers is discussed.

Введение

Работа опирается на длительные наблюдения, мониторинг, следующих показаний -- систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Измерения проводятся с 25 марта 1997 г. по настоящее время дважды в сутки : утром, после сна, и вечером. В предыдущей публикации [1] дана общая оценка этих показаний более чем за 13 лет. Напомним, что дневник самоконтроля пациента (мужчина, 1940 г. рождения) с гипертонической болезнью II стадии 2-й степени ведется на фоне приёма гипотензивных препаратов. Гипотензивный препарат принимается один раз в сутки утром после снятия показаний. Такой самоконтроль позволяет врачу точнее оценивать истинный уровень артериального давления и подбирать антигипертензивный препарат при длительном лечении, обеспечивая нормальную жизнедеятельность пациентов.

Сопоставление показаний мониторинга с атмосферным давлением и магнитными вариациями за 2000 год представлено в работе [2]. Привлекаются данные Центра прогнозов космической погоды ИЗМИРАН. Для сравнения и анализа использовались ряды, отражающие во времени

динамику коэффициентов корреляции, которые получены при одновременном сканировании исследуемых медицинских характеристик. Хотя отсутствие четкой функциональной связи между артериальным давлением и пульсом соответствует общему представлению, но такой подход позволил выделить ряд ситуаций, когда корреляцию ЧСС с АД можно сопоставить с внешними условиями. Также отмечено, что утреннее состояние организма более чувствительно к фоновому воздействию.

В настоящей работе развивается этот подход и анализируются длиннопериодные компоненты характеристик, связанных с данными мониторинга, на всем интервале наблюдений (более 17 лет). Информативна динамика пульсового давления для утреннего и вечернего состояний, видны возрастные изменения показаний и их относительная устойчивость.

Также привлекаются корреляционные отношения между утренними и вечерними данными. Проводится сопоставление с результатами работ [1,2], обсуждается связь с числами Вольфа.

Возрастная динамика пульсового давления и его устойчивость

Динамику состояния организма, при самоконтроле артериального давления, в нашем случае демонстрирует Рис. 1. На рисунке приведены среднемесячные значения пульсового артериального давления нормированного на соответствующую полусумму верхнего и нижнего давлений ($2 \times \{[САД] - [ДАД]\} / \{[САД] + [ДАД]\}$) для утренних и вечерних показаний.

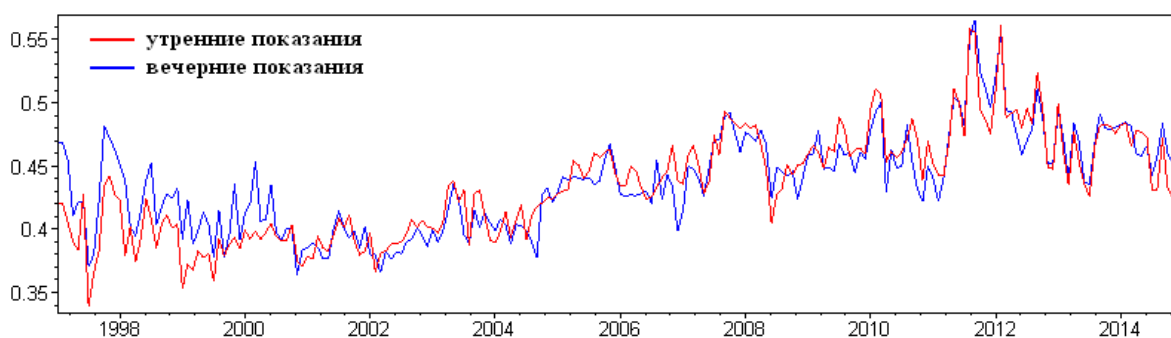


Рис. 1. Среднемесячные значения нормированного пульсового давления, ОХ -- календарная дата

Видно, что утренние показания (красная кривая) с 1999 года достаточно упорядочены. Вечерние данные близки к утренним показаниям и имеют устойчивый тренд со второй половины 2000 года. С этого момента, т.е. с 60 летнего возраста пациента, можно говорить о сбалансированном состоянии его организма. Приведем оценочную таблицу изменения с возрастом средних величин кровяного давления [3].

Возраст (в годах)	Артериальное давление (в мм рт.ст.)	
	систолическое	диастолическое
16—20	100—120	70—80
20—40	120—130	70—80
40—60	До 140	До 90
Старше 60	150	90

Тогда возрасту 40—60 лет соответствует показание 0.43 нормированного пульсового давления, а старше 60 лет соответствует 0.5. В нашем случае четко прослеживается возрастная динамика давления, а «асимптотика», равная 0.5, достигается только к 72 годам пациента, что подтверждает эффективность самоконтроля.

Длиннопериодные характеристики утренних и вечерних корреляционных рядов

Вычисляя коэффициент линейной корреляции соответствующих фрагментов длины dT для рядов А и В и сканируя этот интервал dT по всей временной оси мы получим временную зависимость коэффициента корреляции — $\text{Corr}(A \& B / dT; t)$. Отобразив, таким образом, всё разнообразие состояний на диапазон значений $[-1; +1]$ можем оценивать состояние организма по степени гладкости и синхронности изменения коэффициентов корреляции.

Далее анализируются корреляционные ряды полученные при интервале сканирования 5 дней : $K1(t) = \text{Corr}(\text{ЧСС} \& \text{САД} / 5 \text{дн.}; t)$ – динамика коэффициента корреляции между ЧСС и САД ; $K2(t) = \text{Corr}(\text{ЧСС} \& \text{ДАД} / 5 \text{дн.}; t)$ – корреляции между ЧСС и ДАД ; $K3(t)$ – между САД и ДАД. Динамика полугодовых (усредненных за полгода) значений коэффициентов корреляции на всем

интервале наблюдений представлена на Рис. 2. Четко выделяется период порядка 3 лет на вечерних корреляционных связях пульса с артериальным давлением. Это согласуется с результатом работы [1], где явно выраженная семидневная компонента в вечерних показаниях ЧСС также модулируется периодом ~ 3 года (в спектрах утренних данных САД, ДАД и ЧСС недельная компонента фактически отсутствует).

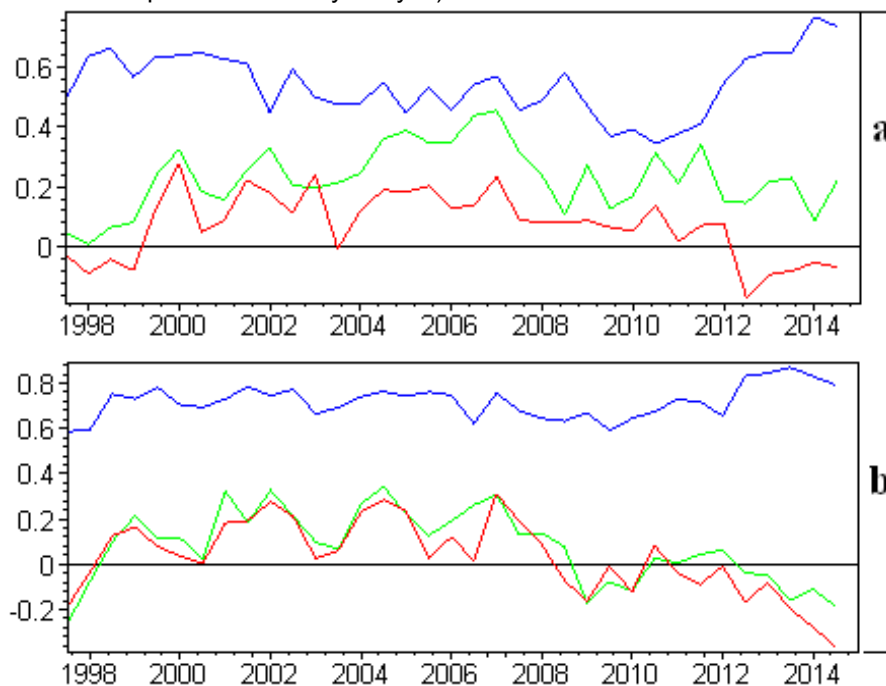


Рис. 2. Полугодовые значения коэффициентов корреляции : а) утро , б) вечер.
 --- K1(t) ; --- K2(t) ; --- K3(t). Ось OX -- календарная дата

Корреляционные отношения утро–вечер

Для анализа связи утреннего и вечернего состояний пациента используется этот же подход, но сканируются утренний и вечерний ряды одного и того же функционального показателя мониторинга :

$K_{чсс}(t)$ – динамика коэффициента корреляции между утренними и вечерними показаниями ЧСС;
 $K_{сад}(t)$ – динамика коэффициента корреляции между утренними и вечерними показаниями САД;
 $K_{дад}(t)$ – корреляции утро-вечер показаний ДАД. Динамика полугодовых значений коэффициентов корреляции утро--вечер представлена на верхней части Рис. 3.

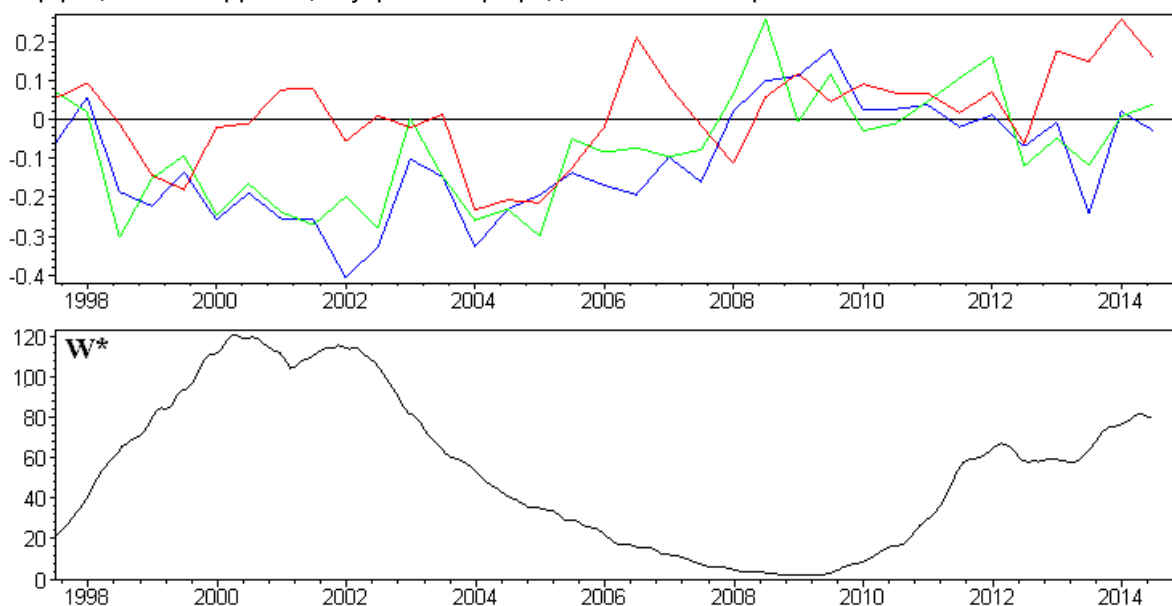


Рис. 3. Сопоставление временной динамика коэффициентов корреляции утро-вечер данных мониторинга (верхний рисунок) с ежемесячными числами Вольфа (нижний рисунок).
 --- Kчсс(t) ; --- Kсад(t) ; --- Kдад(t) . Ось OX -- календарная дата

Рассмотрим взаимосвязь утренних и вечерних показаний ЧСС (красная кривая на Рис. 3). Отрицательная корреляция до 2001 года согласуется с периодом «неустойчивого состояния» по показаниям среднемесячных значений нормированного пульсового давления (Рис 1). Далее, в работе [1] отмечалось, что наименьшие утренние значения пульса в 2004 и 2005 годах связаны с приемом препарата беталок, который имеет свойство накапливаться в организме и понижать пульс. Это может объяснить «провал» $K_{чсс}(t)$ в этот период на Рис. 3. С учетом этих замечаний, можно говорить о «независимости» утренних и вечерних показаний ЧСС вплоть до 2013 года.

Проведем сопоставление корреляционных связей утро-вечер для САД и ДАД (зеленый и синий цвета на Рис. 3) с числами Вольфа W^* (нижняя часть Рис. 3.). Кривые $K_{сад}$ и $K_{дад}$ достаточно близки, но выделяется скачок их показаний в 2003 году, хотя гладкость кривой $K_{чсс}(t)$ при этом не нарушается. Это, скорее всего, отражает индивидуальное поведение пациента, а не реакцию на внешнее воздействие. Привлечем, для уточнения, среднемесячные данные показаний мониторинга за 2002–2005 годы Их динамика представлена на Рис. 4. и подтверждает вышесказанное. Сопоставляя уточненные кривые $K_{сад}$ и $K_{дад}$ с W^* видим, что они меняются в противофазе с числами Вольфа.

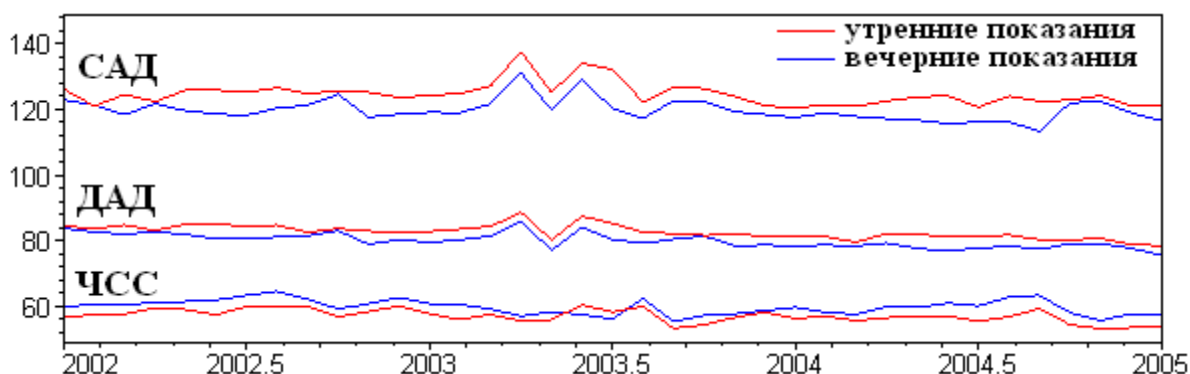


Рис. 4. Обзор среднемесячных данных показаний мониторинга. Ось ОХ -- календарная дата

Заключение

В данной работе, развивающей подход предложенный в публикации [2], показана эффективность анализа таких функций, как корреляционные отношения и нормированная разность, т.е. функций от двух регистрируемых параметров состояния. Далее, простым усреднением, выделяются длиннопериодные компоненты исследуемых связей на всей временной оси. Это позволило получить следующие результаты :

- в вечерних показаниях выделена модуляция с периодом около трех лет ;
- продемонстрирована возрастная динамика данных мониторинга ;
- корреляционные связи утро-вечер для САД и ДАД меняются в противофазе с числами Вольфа.

В публикации [4] анализируются **длительные** наблюдения ряда физиологических параметров (включая пульс с артериальным давлением) восьми испытуемых и подчеркнута важность проведения подобных исследований, несмотря на единичные случаи. Мы разделяем эту точку зрения и вносим свой посильный вклад.

Литература:

1. Isaikina, O., Yu. Kuxsa, I. Shibaev. Analyses of Characteristics of Long-Term Monitoring of Arterial Pressure and Pulse. Journal of Environmental Science and Engineering, V. 1, № 9 (B), p.1064 -- 1073, 2012.
2. Ис ай кина, О., Ю. Ку кса, И. Ш и ба ев. Оценка устойчивости артериального давления и пульса при изменениях геомагнитной активности и атмосферного давления. Proceedings of Ninth Scientific Conference with International Participation SES 2013, Sofia, Bulgaria, 20 – 22 November 2013, p. 36 – 42, 2014.
3. Кровяное давление. Большая Советская Энциклопедия, Москва, «Советская энциклопедия», с. 471—472, 1973.
4. Халберг, Ф., Ж. Корнелиссен, К. Отсука, И. Ватанабе, Л. Бити, Л. Гумарова, М. Ревилла, О. Шварцкопф, Я. Сигелова, Р.Б. Сингх. Мониторинг хроноосферы для познания человеком себя и окружающей среды. Геофиз. процессы и биосфера. Т. 12, № 4, с. 5 – 35, 2013.