

СВЯЗЬ ПОКАЗАНИЙ ПУЛЬСА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ И АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Шибает И.Г.¹, Шибает А.И.²

¹ИЗМИРАН, Москва, Россия

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

RELATIONSHIP BETWEEN PULSE AND BLOOD PRESSURE WITH CHANGES IN GEOMAGNETIC ACTIVITY AND ATMOSPHERIC PRESSURE

Shibaev I.G.¹, Shibaev A.I.²

¹IZMIRAN, Moscow, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Offered work is based on the data long, daily (in the morning and in the evening) monitoring of arterial pressure and pulse. These data are in detail analyzed together with magnetic field variation and the data of atmospheric pressure (Troitsk, 2000). Series are constructed reflecting dynamics of factors of correlation in the time and at simultaneous scanning researched characteristics. It is to note difference in reaction to change of geomagnetic data of morning and evening monitoring. The estimation of this influence is given.

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2024-355-358>

1. Введение

Работа опирается на длительные, регулярные наблюдения пульса – частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД). Значения этих показаний взяты из дневника самоконтроля пациента – мужчины 1940 года рождения. Обследование пациента, проведенное в начале 1997 года, диагностировало артериальную гипертонию (АГ) II стадии 2 ступени. С апреля 1997 г. после проведенного амбулаторного лечения осуществлялся ежедневный (утром и вечером) контроль за АД в домашних условиях под наблюдением врача. Такой самоконтроль позволяет врачу точнее оценивать истинный уровень артериального давления, подбирать антигипертензивный препарат при длительном лечении, что обеспечивает нормальную жизнедеятельность пациентов.

При общей оценке этих рядов за 13 лет [1, 2] были отмечены естественные отличия статистических характеристик утренних/вечерних показаний и их сезонный характер. Спектральная оценка рядов выявила присутствие «лунного» периода 27.35 дней только в утренних показаниях и четкое проявление «недельной» компоненты в вечерних данных, которая у пульса модулируется периодом ~3 года.

Важно подчеркнуть, что анализируются достаточно однородные ряды, так как и время, и условия снятия ежедневных показаний были подобны,

что в сочетании с длительным и эффективным контролем за состоянием пациента позволяет исследовать влияние внешних факторов на организм.

В работе рассмотрено влияния геомагнитной активности и атмосферного давления на взаимосвязь показаний мониторинга. Выбран 2000 год, как содержащий подробные комментарии активности пациента – экспедиции, командировки, праздники и т.д. Ниже приведены среднегодовые значения АД и ЧСС с их дисперсией за этот период.

	ЧСС утро / вечер	САД утро / вечер	ДАД утро / вечер
Mean	58.2 / 61.3	122.3 / 119.6	82.2 / 79.1
$\sigma^{1/2}$	4.2 / 5.7	6.9 / 9.5	3.8 / 5.4

2. Согласованность рядов самоконтроля и фоновые параметры

Привлекаются шестичасовые данные атмосферного давления [3], соответствующие срезы которого в 0, 6, 12 и 18 часов за 2000 год отражает рис. 1а. Показания атмосферного давления (в мм. рт. столба) приведены к соизмеримому масштабу, т. е. после вычитания среднегодового значения $\text{Mean} = 743.4$ нормировались на квадратный корень из дисперсии $\sigma^{1/2} = 7.3$. Изменение нормированной характеристики на единицу эквивалентно её изменению на соответствующее $\sigma^{1/2}$. Интересна оценка АД и ЧСС в моменты отклонения атмосферного давления от среднегодового более чем на 2 единицы (в размерных единицах $|dP| \geq 15$ мм. рт. ст.). Их средние значения (в соизмеримом масштабе) даны ниже.

Показатели	Число дней утро / вечер	ЧСС утро / вечер	САД утро / вечер	ДАД утро / вечер
mean ($dP \geq +2$)	11 / 10	0.38 / -0.14	0.40 / 0.47	0.30 / 0.91
mean ($dP \leq -2$)	13 / 10	<u>-0.27</u> / -0.14	<u>-0.24</u> / 0.20	<u>-0.22</u> / 0.00

Видно, что знак возмущения утренних показаний совпадает со знаком возмущения атмосферного давления (выделено курсивом для «+» и подчеркиванием для «-»). Далее, в атмосферном давлении можно выделить несколько периодов, отражающих характер его поведения. Период Т1 с 20 дня по 90 день – рост Р от очень низкого до высокого с отдельными перепадами. Далее до 240 дня период Т2 – давление колеблется вокруг среднегодового значения. Период Т3 с 240 дня по 290 день – Р возрастает до очень высокого. С 335 дня и до конца года давление от очень большого опускается до низкого – период Т4. Также привлекаются минутные данные Н, D, Z вариаций магнитного поля за 2000 год [4]. Для сопоставления магнитного поля с суточными данными мониторинга разумно опираться на суточные гармоники вариаций магнитного поля. Выделяя их и применяя пре-

образование Гильберта [5], мы получаем амплитуды (огигающие) суточных гармоник, как функции времени. Годовая динамика этих амплитуд для компонент H, D, Z отражена на рис. 1b, где по оси OX отложены сутки года, а значения амплитуд даны в нТл.

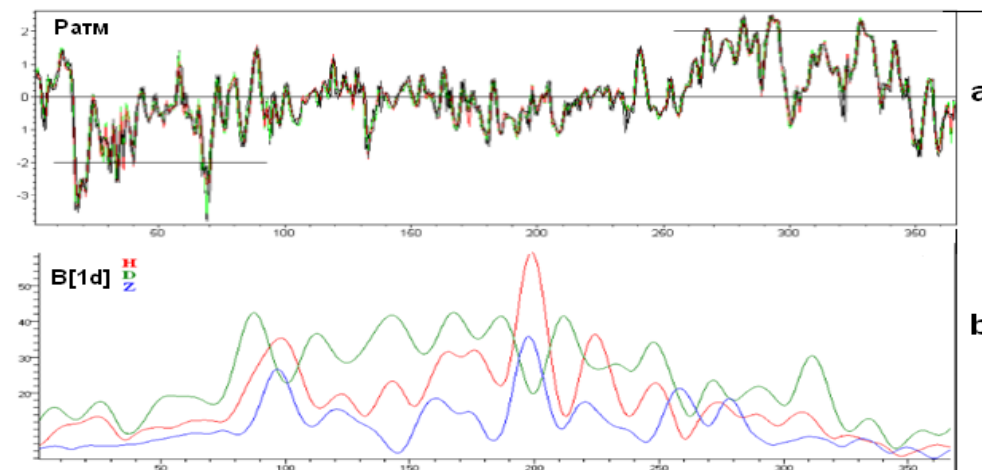


Рис. 1. Годовая динамика атмосферного давления (а) и амплитуд суточных гармоник H, D, Z – компонент магнитного поля (б); г. Троицк, 2000 г. Ось OX – сутки года.

Так как значения АД и ЧСС весьма изменчивы и четкой функциональной связи между их величинами нет, то разумно оценивать состояние пациента через коэффициенты линейной корреляции r этих параметров. На временном интервале dT , для соответствующих фрагментов рядов A и B, вычисляется этот коэффициент $r = \text{Corr}(A \& B/dT)$. Сканируя интервал dT по временной оси и находя коэффициент корреляции в каждый момент времени, мы получим его временную динамику $r(t) = \text{Corr}(A \& B/dT; t)$.

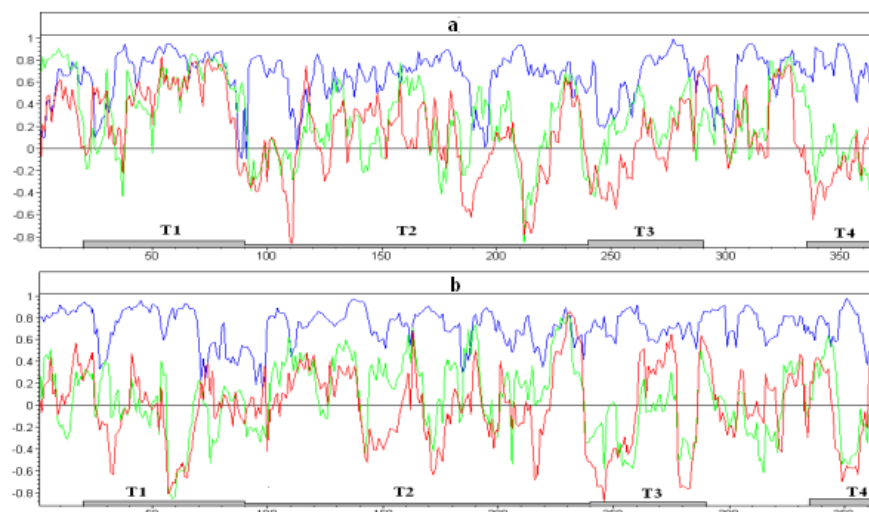


Рис. 2. Временная динамика коэффициентов корреляции данных мониторинга:
а) утро, б) вечер.

----- K1(t); ----- K2(t); ----- K3(t). Ось OX – сутки года.

Тогда всё разнообразие ситуаций отразится на интервал $[-1; +1]$ и даст оценочный характер состояния организма. От рядов ЧСС, САД и ДАД мы переходим к корреляционным рядам $K1 \div K3$ для утренних и вечерних показаний, где: $K1(t) = \text{Corr}(\text{ЧСС} \& \text{САД} / dT; t)$ – динамика коэффициента корреляции между ЧСС и САД; $K2(t) = \text{Corr}(\text{ЧСС} \& \text{ДАД} / dT; t)$ – корреляции между ЧСС и ДАД; $K3(t)$ – между САД и ДАД. Временная динамика коэффициентов корреляции данных мониторинга за 2000 год представлена на рис. 2.

Рассмотрим подробнее взаимосвязь пульса с артериальным давлением утренних корреляционных рядов (рис. 2а). Серой маркировкой внизу нанесены интервалы $T1 \div T4$, отражающие поведение атмосферного давления. Периоды $T1$, $T3$ и $T4$ хорошо легли на области $K1(t)$ и $K2(t)$ с явно выраженными трендами. На интервале $T2$, когда атмосферное давление меняется вокруг среднегодового значения, также нет монотонности в связях ЧСС с САД и ДАД. Далее привлекают внимание локальные отрицательные минимумы слева и справа от 100 дня и 200 дня, когда пульс меняется в противофазе с артериальным давлением. Сопоставляя с амплитудами суточных гармоник магнитного поля видим, что эти моменты выделяются также и там (рис. 1б). Динамика вечерних корреляционных рядов (рис. 2б) имеет совсем иной характер из-за ритмических нагрузок в течение дня.

3. Заключение

Результаты анализа позволяют выделить ряд ситуаций, когда связь ЧСС с АД можно сопоставить с внешними условиями:

- при низком или высоком $R_{\text{атм}}$ вариации утренних значений ЧСС и АД совпадает со знаком вариаций атмосферного давления;
- временные периоды $R_{\text{атм}}$, отражающие характер его поведения, и области с явно выраженными трендами у рядов, характеризующих взаимосвязь утренних показаний ЧСС с АД, хорошо согласуются;
- максимумы (в 100 и 200 дни) суточных амплитуд H , D , Z компонент и их фронты наложились на периоды, когда утренние показания ЧСС и АД менялись в противофазе наиболее явно;

Можно заключить, что утреннее состояние организма более подвержено внешнему влиянию и отметить стабилизирующую роль ритмических нагрузок.

Литература

1. Isaikina O., Yu. Kuksa, I. Shibaev. Analyses of Characteristics of Long-Term Monitoring of Arterial Pressure and Pulse // Journal of Environmental Science and Engineering, 2012, V. 1, № 9 (B), p.1064–1073.
2. Исайкина О.А., Кукса Ю.И., Шибеев И.Г. Оценка характеристик длительного мониторинга артериального давления и пульса / Труды международной конференции «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле» ИКИ РАН, 4-8 июня 2012 г. 2013, С. 695–707.
3. <http://cr0.izmiran.ru/mosc/main.htm>
4. <ftp://ftp.iki.rssi.ru/magbase/database/>
5. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989. 540 с.