

МОДЕЛИРОВАНИЕ «РАЗЛАДКИ» ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ КОМОРБИДНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ В КАРДИОЛОГИИ

Бурмистрова Валентина Геннадьевна

канд. физ.-мат. наук, доцент, Ульяновский Госуниверситет, РФ, г. Ульяновск

Мазурова Ольга Васильевна

ассистент, Ульяновский Госуниверситет, РФ, г. Ульяновск

Сапожников Александр Нилович

доцент, канд. мед. наук, Ульяновский Госуниверситет, РФ, г. Ульяновск

Серякова Анна Михайловна

студент, Ульяновский Госуниверситет, РФ, г. Ульяновск

E-mail: iceirle@rambler.ru

Арутюнян Нишан Овикович

студент, Ульяновский Госуниверситет, РФ, г. Ульяновск

SIMULATION "DISORDER" AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN COMORBID LESIONS IN CARDIOLOGY

Burmistrova Valentina

candidate of Mathematical Science, Ulsu, associate professor, Russia, Ulyanovsk

Mazurova Olga

assistant Ulsu, Russia, Ulyanovsk

Sapozhnikov Alexandr

candidate of Medical Science, Ulsu, associate professor, Russia, Ulyanovsk

Serjakova Anna

student medical faculty, Ulsu, Russia, Ulyanovsk

Arutjunjan Nshan

student medical faculty, Ulsu, Russia, Ulyanovsk.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (НИР, проводимые в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ на 2013 г., 2014 г.) и РФФИ 13-01-9704213_поволжье.

АННОТАЦИЯ

Изучена проблема возникновения гастродуоденопатии больных с острой коронарной недостаточностью, как «разладки» парасимпатической нервной системы. Построена математическая модель на основе случайных процессов. В результате имитационного моделирования определено, что оптимальный момент компенсации наступает сразу после разладки.

ABSTRACT

The problem of the emergence gastroduodenopatii patients with acute coronary insufficiency, as a "disorder" of the parasympathetic nervous system. A mathematical model based on stochastic processes. As a result of the simulation is determined that the optimum time compensation begins immediately after the change.

Ключевые слова: модель; разладка; коморбидность; вегетативная нервная система.

Keywords: model; a disorder; comorbidity; the autonomic nervous system.

На современном этапе развития медицина накопила достаточный опыт для того, чтобы рассматривать состояние сочетанного течения ИБС и той или иной патологии пищеварительной системы как единый процесс. Снижение показателей variability ритма сердца (BPC) считается индикатором более тяжелого течения ИБС и фактором неблагоприятного прогноза [1, с. 32—34; 7, с. 20]. Возникновение у больных с инфарктом миокарда/ нестабильной стенокардией эрозивно-язвенных поражений желудка/12-перстной кишки наблюдается более чем у половины пациентов [2, с. 74—78; 4, с. 1135; 6, с. 273]. Гастроуденопатии (ГДП) могут привести к желудочно-кишечному кровотечению и даже смерти больного. Ранее нами установлено, что у больных с сочетанной патологией (острая коронарная недостаточность и ГДП) имеется снижение как временных, так и спектральных параметров BPC [2, с. 57—59]. По мнению Линник С.А. и соавт., определяющим фактором возникновения коморбидных поражений является понижение вагусной активности [1, с. 34]. Наиболее точно парасимпатическое влияние отражает спектральный анализ волновой изменчивости в диапазоне высоких частот — HF (0,15—0,40 Гц) [3, с. 18]. Цель исследования решение проблемы коморбидности с помощью построения математической модели гастроуденопатии как адаптивной реакции у больных с острой коронарной недостаточностью на основе случайных процессов.

Материалы и методы

Всем пациентам проводились обследование и лечение согласно стандартам оказания медицинской помощи при остром инфаркте миокарда/нестабильной стенокардии. Исследования слизистой желудка и 12-перстной кишки производились эндоскопическим методом на цифровом цветном видеопроцессоре «Pentax EPK-1000, Япония» на 7 ± 1 день пребывания больного в стационаре. Исследования variability сердечного ритма проводились на аппарате холтеровского мониторирования «Кардиотехника — 04-8(М)», «Инкарт», Россия на 3 ± 1 день. В исследование включили 52 больных 41 мужчин, 11 женщин (средний возраст составил $55,8\pm 7,9$ лет) с острым инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией, у которых при эндоскопическом обследовании обнаружены язвенно-эрозивные поражения желудка и/или 12-пк кишки — группа «ГДП+». Группу сравнения «ГДП-» составили 40 мужчин и 10 женщин (средний возраст $55,9\pm 9,8$ лет) с острым инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией, у которых при эндоскопическом обследовании острой гастродуоденальной патологии не выявлено. Статистическая обработка материала проведена с помощью русифицированного пакета «Статистика 6.0». Для непрерывных величин рассчитывали рассчитывались средние величины (M), стандартные отклонения (SD). Статистически значимыми считали различия $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

На основании собственных и литературных данных [5, с. 57—59; 3, с. 18] построены графики изменения у здорового человека среднего значения показателя HF в течение жизни дневного и ночного.

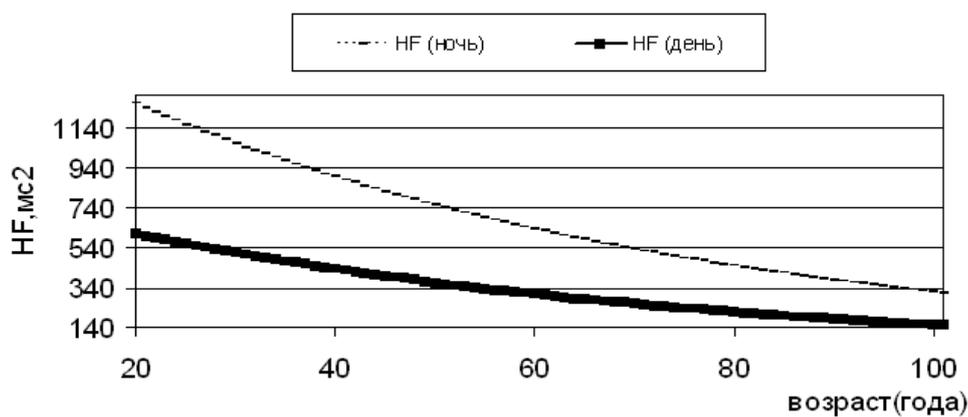


Рисунок 1. Изменение показателя HF у здорового человека на протяжении жизни

Предполагается, что в показатель HF меняется с периодичностью год, а в течении года каждые сутки не меняется, поэтому в модели рассматривается процесс изменение среднего показателя HF в течении суток каждый год. На рис. 2 для лучшей демонстрации приведены 5 лет (с 30 до 35).

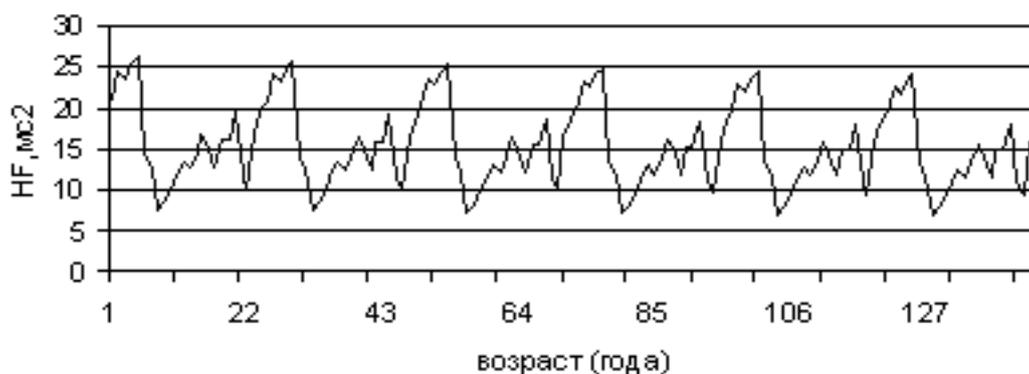


Рисунок 2. Изменения показателя HF (среднего) в течение жизни, относительно суток

В случае наступления острых патологических процессов происходит изменение показателей HF, обозначаемое как «разладка». В таблице 1. представлены показатели HF у больных с инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией в зависимости от появления эрозивно-язвенных поражений желудка/12-перстной кишки. Определено достоверное снижение вагусной активности в группе «ГДП+» во все время суток.

Таблица 1.

Волновая изменчивость сердечного ритма в диапазоне высоких частот больных с инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией в зависимости от появления гастродуоденопатий по данным 24-часовой регистрации ЭКГ; (M±SD).

Показатель, время	«ГДП+», n=52	«ГДП-», n=50	p
HF, мс ² , 24 часа	129±120	285±244	0,00003
HF, мс ² , дневное	106±98	225±210	0,00015
HF, мс ² , ночное	169±151	397±385	0,0001

Момент изменения показателей HF в математической модели принимается за момент «разладки», а восстановление показателя компенсацией. Рассмотрим более подробно математическую модель, разработанную на основе случайных процессов.

Математическая и имитационная модели.

Пусть на стохастическом базисе с обычными условиями Деллашери [1] $(\Omega, F, \mathbf{F} = (F_t)_{t \geq 0}, \mathbf{P})$ задан некоторый непрерывный процесс $X = (X_t)_{t \geq 0}$ с разладками для винеровского процесса, который описывает изменение показателя HF со временем. В первом приближении процесс $\tilde{O} = (\tilde{O}_t)_{t \geq 0}$ записывается в виде:

$$\tilde{O}_t = -(\alpha_1 + \alpha_2 \cdot I(t \geq \theta))X_t dt + \sigma X_t dW_t, \quad (1)$$

где переменные α_1 , α_2 и σ являются константами из множества вещественных чисел, заранее известными и характеризуют угол наклона разладки и размах случайности процесса. Переменная θ — момент разладки, имеет экспоненциальное распределение с параметром λ , $W = (W_t)_{t \geq 0}$ — стандартный винеровский процесс. Предполагается, что величины θ и W независимы.

Наблюдаемым процессом модели является процесс $Y = (Y_t)_{t \geq 0}$, который определяется как:

$$Y_t = X_t - \beta \cdot \int_0^t I(s \geq \tau) ds, \quad Y_0 = 0, \quad (2)$$

где β — уровень компенсации ($\beta \in (0; \alpha]$).

Момент τ — является моментом компенсации и определяется как:

$$\tau = \inf(t : \pi_t > a),$$

где $a \in (0; 1)$. Процесс $\pi_t = P\{\theta \leq t | F_t^x\}$ определяется диффузионным уравнением:

$$d\pi_t = \lambda(1 - \pi_t)dt + \frac{\alpha}{\sigma^2} \cdot \pi_t(1 - \pi_t)(dX_t - \alpha\pi_t dt), \quad (3)$$

с $\pi_0 = 0$ (в соответствии с решением Ширяева А.Н. задачи о разладке).

Предполагается, что существует «плата» за «уровень» Y_t и «плата» за разладку:

$$\Phi(a) = EY_T + \gamma E \int_0^T I(s \geq \tau) ds. \quad (4)$$

В данной работе рассматривается задача оптимизации:

$$E\hat{O}(a) \rightarrow \max_{a \in (0; 1)} \quad (5)$$

Решение задач оптимизации осуществляется имитационным способом и позволяет принять решение о моменте компенсации, т. е. принять действия, которые позволят нормализовать уровень HF. Момент T является константой и предполагается равным либо 10000, либо моментом остановки процесса.

Заключение

В результате имитационного моделирования, получили, что оптимальный момент компенсации наступает сразу после разладки. С учетом того обстоятельства, что изучаемая нами «разладка» — это острые эрозивно-язвенные поражения желудка/12-перстной кишки — наилучший результат от профилактической антисекреторной терапии может быть получен при немедленном начале ее использования. Неоправданно длительное «ожидание результатов эндоскопического исследования» может привести к тому состоянию, когда «разладка» станет необратимой, что в данном случае будет означать острое кровотечение.

Список литературы:

1. Линник С.А., Наурбиева Е.Н, Пономарева Е.П. Вариабельность сердечного ритма у пациентов с ишемической болезнью сердца, сочетанной с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки // Клиническая медицина. — 2006. — № 1. — С. 31—34.
2. Мазурова О.В., Сапожников А.Н., Разин В.А. Поражение сосудов сердца и эрозивно-язвенные поражения желудка у больных с сахарным диабетом при остром коронарном синдроме // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 9. — С. 74—78.
3. Майстаров А.И. Методы спектрального анализа квазипериодических низкочастотных неэквидистантно квантованных сигналов: Автореф. дис. канд. тех. наук. М., 2010. — 18 с.
4. Сапожников А.Н., Бурмистрова В.Г., Галявич А.С. Факторы риска, определяющие развитие эрозивно-язвенных гастропатий, у больных с

- острым коронарным синдромом // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 9. — С. 1134—1138.
5. Сапожников А.Н., Бурмистрова В.Г., Мазурова О.В. Модель появления гастродуоденопатий у больных с острым коронарным синдромом по результатам временных и спектральных показателей ритмокардиограммы // *Материалы международной межвузовской конференции*. Самара. 2014. — С. 54—59.
6. Сапожников А.Н., Бурмистрова В.Г., Разин В.А. Феномен паракоагуляции и поражения желудка у больных с острым коронарным синдромом // *Саратовский научно-медицинский журнал*. — 2014. — № 2. — С. 271—276.
7. Явелов И.С. Вариабельность ритма сердца при сердечно-сосудистых заболеваниях: взгляд клинициста // *Сердце*. — 2006. — № 1. — С. 18—24.