

НЕЛИНЕЙНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СЛАБЫХ ВНЕШНИХ ПОЛЕЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА

В.В.Пипин, М.В.Рагульская

ИСФЗ Иркутск, ИЗМИРАН Москва, ramary2000@yahoo.com

В докладе рассматриваются особенности устойчивости и режимов адаптации сердца, как нелинейной динамической системы, при воздействии слабых внешних полей. Численная реконструкция ЭКГ [1-2], полученных в разноширотном телекоммуникационном мониторинге «Гелиомед» в 2006-2008 гг (база данных более 20 000 измерений), показал, что без внешней нагрузки в соотношении 8:2 в фазовом пространстве наблюдается суперпозиция 2-х топологически различных фазовых состояний – основного, более упорядоченного, и возбужденного, более хаотического. Внешняя нагрузка изменяет удельный вес состояний.

Для выявления степени общности этого физиологического явления проведено аналитическое моделирование нелинейной динамики режимов функционирования и адаптации работы сердца при слабом периодическом и шумовом внешнем воздействии. Исследование модели выявило, что:

1. Существует нижний и верхний порог параметрической генерации. Устойчивая генерация колебаний возможна только при перекачке энергии между тороидальной и поляроидальной составляющей и в фиксированном интервале управляющих параметров.

2. При увеличении коэффициентов диффузии в фазовом пространстве наблюдается последовательная смена режимов генерации в сторону увеличения степени хаотичности системы. Основной тип фазового аттрактора реализуется при высоких значениях диффузии. При уменьшении общей степени связанности системы выявляется хаотический тип генерации, характерный для низкой диффузии. Фазовые портреты найденных аналитически режимов генерации топологически совпадают с фазовыми портретами кардиоциклов, экспериментально наблюдаемыми в мониторинге.

3. Исследование устойчивости модели выявило, что малые возмущения динамической системы имеют собственные моды с наибольшими показателями роста в окрестностях особых точек динамической системы, две из которых находятся в интервале T и Q – зубцов. Таким образом, качественное поведение системы и ее вариабельность при внешнем воздействии может сильно зависеть от эволюционных свойств ST -интервалов [2].

4. Введение стохастического внутреннего шума приводит к стабилизации и линеаризации системы.

5. При введении в уравнения периодической внешней силы наблюдается модуляция амплитуды генерации R-R интервалов при сохранении частоты генерации. Модуляция при частоте внешней силы 1/3 от частоты смены внутренней фазы более эффективна, чем при утроенной частоте. На основании этого можно предположить, что для сердца с основным периодом около 1 Гц область биоэффективных частот внешних полей лежит в интервале 0,1 – 0,8 Гц.

THE SPACE WEATHER FACTORS AND PHASE PORTRAIT DYNAMIC OF THE HUMAN ECG

V.V.Pipin¹, M.V.Ragulskaya

IZMIRAN, Moscow, Russia, ¹ISTP, Irkutsk, Russia, ramary2000@yahoo.com

The report introduces some results of the distributed tele-communicational helio-medical monitoring electrocardiogram “Heliomed” (<http://geliomed.immsp.kiev.ua>) 2006-2008 a..(20 000 measurements.) The experiment is conducted simultaneously in Moscow, Yakutsk, Kiev and Simferopol [1]. The aim of the project is exploration the influence of the external environmental parameters on the functional states of the human organism. The general properties of the individual ECG beat can be summarized as follows. Firstly, the positions of the stationary points of the typical attractor of ECG are found in vicinities of Q and T waves [2]. Secondly, the stiffness of the beat, perhaps is important for stability of ECG. Moreover, for one person there are only a few types of beat among in the whole sample sequence with length 20-25 beats. These few types of beat can be identified with the separate states of the ECG system. Taking the experimental data we show that an external perturbation generally leads to the change in the number of states. This can be attributed to the change in the relative disorder of the ECG system in response to perturbation.

References

1. Ragulskaya M., Vishnevskiy V., Samsonov S.. Spatially-temporal regularities of influence of sun-earth factors on healthy people // Material of ISROSES, Varna, September 2006, p. 86
2. Pipin V.V., Ragulskaya M.V. Heliophysical impact on variations of basic ECG properties in light of nonlinear dynamical model - Workshop on the Heliophysical Year 2007 and Basic Space Science "First Results of IHY, June 2008, Sozopol, Bulgaria