

МАРТЫНЕНКО А.В.

ХНУ им.В.Н.Каразина, Харьков, Украина

may@tuniver.kharkov.ua

НЕЛИНЕЙНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Цель: Стандартизированные методы анализа variability сердечного ритма (ВСР) базируются на предположении линейности регистрируемого сигнала, что не позволяет в действительности проанализировать динамическую структуру наблюдаемого феномена. Нелинейные феномены, как одна из причин ВСР, обусловлены комплексными взаимодействиями гемодинамических и электрофизиологических факторов, находящихся под управлением систем нейрогуморальной регуляции. Многообразные влияния на ВСР, включая нейрогуморальные механизмы высших вегетативных центров, обуславливают нелинейный характер изменений сердечного ритма, для описания которого требуется использование специальных методов.

Объект: Современные математические методы анализа временных рядов, расширяющие возможности нелинейного анализа ВСР.

Методы: Спектральный метод анализа независимых компонент и его сочетание с методами хаотического анализа применительно к ВСР.

Результаты: Для описания нелинейных свойств ВСР используют масштабирование спектра Фурье на $1/f$, H масштабирование экспоненты, кластерный спектральный анализ (CGSA), $D2$ корреляционные размерности, экспонента Ляпунова, энтропия Колмогорова, др.. Результаты представляются с использованием сечения Пуанкаре, графиков аттрактора на малом числе измерений, сингулярного разложения и аттракторных траекторий и др.. В настоящее время нелинейные методы анализа, несмотря на их перспективность и потенциально многообещающие возможности для использования, представляют лишь исследовательский интерес и их практическое применение ограничено. Последнее, во многом, определяется:

- их большей сложностью (по сравнению с линейными методами) как с точки зрения структурного анализа, так и с точки зрения вычислительных алгоритмов;
- неприменимостью коротких протоколов и необходимостью использования только длинных записей для анализа;
- отсутствием накопленной физиологической базы интерпретации результатов нелинейного анализа.

Спектральный метод анализа независимых компонент относится к нелинейным методам статистического анализа, позволяющим выделить независимые компоненты, формирующие регистрируемый сигнал ВСР. Объединяет достоинства линейных и нелинейных методов анализа:

- позволяет использовать хорошо проверенную диагностическую технику методов частотной области, но с неформальным разделением частотных диапазонов VLF_i, LF_i и HF_i;
- преобразования исходной ритмограммы спектральным методом анализа независимых компонент оставляют линейной связь между независимыми компонентами и исходным сигналом при достижении их максимальной независимости, т.е. TP и TP_i совпадают;
- существенно сокращается количество необходимых RR-интервалов для использования нелинейных методов анализа (до O^2-1O^3), что делает возможным их применение с короткими записями.

Выводы: Таким образом, использование спектрального метода анализа независимых компонент позволяет существенно расширить возможность применения известных методов хаотического анализа в ВСР. Вместе с тем, спектральный метод анализа независимых компонент улучшает использование стандартизированных показателей методов частотной области, т.к. они вычисляются для выделенных независимых компонент, а не распространенным способом формального деления на спектральные домены.