

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕКА

Гриневич А.А.

Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный
исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований
Российской академии наук». Пушкино, Россия, ул. Институтская, д. 3.

Фундаментальная особенность сердечно-сосудистой системы человека (ССС) заключается в выраженном колебательном характере ее параметров. Источники низкочастотных колебаний (ниже частоты дыхания) мало изучены и интересны с точки зрения понимания регуляторных механизмов функционирования ССС. Особенно интересны колебания с частотой 0.1 Гц. Они присутствуют в вариабельности сердечного ритма и в микроциркуляторном кровотоке. В аспекте ритмогенеза важно понимать связь между динамическими и функциональными свойствами ССС. Используя методы математического моделирования, мы исследовали механизмы формирования низкочастотных колебаний в ССС и роль динамических факторов в ее функциональной регуляции.

Показано, что резонансно-подобный отклик респираторной синусовой аритмии на дыхательные движения в условиях контролируемого дыхания, связан с обратной степенной зависимостью изменения активности вегетативного контроля от амплитуды респираторного водителя ритма [1]. Обнаружена связь между низкочастотными колебаниями кровотока в периферическом микроциркуляторном русле и функционированием сердца при стохастических воздействиях в условиях отсутствия контроля со стороны вегетативной нервной системы, что говорит о возможности центрального регулирования низкочастотных ритмов микрогемодинамики [2]. Влияние модулированного шума на сердце выявило формирование низкочастотных колебаний микроциркуляторного кровотока с пиками на частотах модуляции, что свидетельствует о наличии в ССС нелинейного и фильтрующего компонентов [3].

Полученные результаты позволили выявить новые механизмы формирования низкочастотных колебаний в ССС на частоте 0.1 Гц, где гидродинамические параметры сосудистого русла и внешние воздействия играют ключевую роль.

Литература.

1. Гриневич А.А., Танканаг А.В., Чемерис Н.К. Исследование зависимости спектров сердечного ритма человека от контролируемой частоты дыхания // Математическая биология и биоинформатика. – 2013. – Т.8. – №2. – С.537–552.
2. Гриневич А.А., Танканаг А.В., Чемерис Н.К. Влияние стохастических воздействий на гидродинамическую связь активности желудочков сердца и низкочастотных колебаний кровотока в микроциркуляторном русле человека // Биофизика. 2019. — Т. 64, — № 1. — С. 140–152
3. Grinevich A.A., Tankanag A.V., Chemeris N.K., Mathematical modeling of low-frequency oscillations induced by modulated noise in human microvasculature // Proc. SPIE. 2020; 114590S.