

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ РИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕКА И ИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ 2 ТИПА

Гриневич А.А., Тихонова И.В., Гусева И.Е.¹, Танканаг А.В., Чемерис Н.К.

Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный
исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований
Российской академии наук», Россия, 142290, Пушкино, ул. Институтская, д. 3. Тел./факс:
(4967) 33-05-09. E-mail: grin_aa@mail.ru.

¹Больница Пушкинского научного центра Российской академии наук, Россия, 142290,
Пушкино, ул. Институтская, д. 1.

Ритмичность процессов в сердечно-сосудистой системе (ССС) человека отражает работу механизмов динамической регуляции кровотока. Взаимосвязи между механизмами координируют нормальное функционирование и адаптацию ССС к изменяющимся условиям. Нарушения регуляции приводят к патологическим состояниям, вызванным, например, сахарным диабетом 2 типа (СД2Т). Математические методы анализа и моделирования ритмических процессов в ССС важны для понимания работы регуляторных механизмов и используются для ранней диагностики сосудистых нарушений.

У здоровых добровольцев и больных СД2Т измерялись и анализировались следующие физиологические сигналы: электрокардиограмма, фотоплетизмограмма, скорость кожного кровотока, пневмограмма. Вычислялись: вариабельность сердечного ритма, время прохождения пульсовой волны, динамика кровенаполнения мягких тканей конечностей, фазовые взаимосвязи между сигналами и корреляционные взаимосвязи между спектральными компонентами, а также дискриминационная мощность оцениваемых параметров. Использовались такие математические методы как: вейвлет-анализ, преобразования Гильберта и Гильберта-Хуанга, метод фазовой вейвлет-когерентности, корреляционный анализ, ROC-анализ, математическое моделирование.

Были показаны: нарушение респираторной регуляции периферического кровотока нижних конечностей у больных в ответ на локальный нагрев; высокая дискриминационная мощность параметров корреляционных взаимосвязей; особенности когерентной широкополосной модуляции кардиоритма в динамике пульсового кровенаполнения мягких тканей конечностей; спектральные особенности вариабельности времени прохождения пульсовой волны; динамическая связь между низкочастотными колебаниями периферического кровотока и работой сердца и демодулирующие свойства ССС. Используемые методы анализа и моделирования колебательных процессов позволяют расширить понимание работы регуляторных механизмов в ССС в норме и при патологии и ее функциональных ответов на различные воздействия.

Часть исследований выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-15-00215).