

РЕЦЕНЗИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКЕ

Сердечный ритм как полигон нелинейной динамики

На сегодняшний день, ввиду чрезвычайной сложности процессов, протекающих в организме человека, и несмотря на бурное развитие прикладных наук (математики, физики, биологии, химии, компьютерных методов и др.), отсутствует сколь угодно адекватная модель кардиодинамических процессов, способная в какой-либо степени помочь в постановке диагноза и/или дать прогноз развития болезни. Именно поэтому большинство клинических исследований в этой области основаны на анализе электрокардиограмм (ЭКГ) и изучении ряда других регистрируемых сигналов. К числу несомненных преимуществ такого подхода можно отнести относительную простоту, доступность, неинвазивность и высокую информативность.

Изучение нарушений работы нормального сердечного ритма, основанные на анализе ЭКГ, ведутся уже не один десяток лет. Но, к сожалению, до сих пор в обычной клинической практике ограничиваются лишь самыми элементарными методами. В то же время имеется целый ряд методик, которые могут помочь при исследовании состояния пациента, основанного на анализе его кардиодинамики. Были получены новые результаты, в основном, в области, называемой теорией динамических систем, которая относится к математике. Однако успехи этой теории в прикладном аспекте позволяют надеяться, что полученные здесь результаты будут очень полезны как в прогностическом плане, так и при постановке первичного диагноза.

Существует большое число функционально важных систем, участвующих в регуляции кардиодинамики, для которых пока отсутствуют адекватные модели, но в то же время необходим анализ и прогноз их состояний. Это привело исследователей к разработке большого числа разнообразных подходов. Исходя из цели идентификации состояний пациентов с различными патологическими процессами, в монографии А.Н. Флейшмана описаны новые методы исследования вариабельности ритма сердца (ВРС).

Международные рекомендации, посвященные анализу ВРС (см., например, *Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. – 1996*), основаны преимущественно на простых статистических исследованиях и поэтому они дают ограниченную информацию о функциональном состоянии человека и не отвечают на многие вопросы практической работы. С другой стороны, медицина и физиология нуждаются в новых общеметодических подходах для решения фундаментальных проблем регуляции необычайно сложного функционирования организма, его взаимоотношения с окружающей средой. Такие принципиально новые подходы сегодня содержатся в современных теориях сложных систем нелинейной динамики, синергетики, проблемах хаоса и порядка.

Рецензируемая книга посвящена феноменам нелинейной динамики ВРС и ее практическим приложениям. По существу, это одна из немногих в нашей стране книг подобного рода, где большинство нелинейных феноменов представлено не только в виде математических формул, но также в форме конкретных приложений, имеющих медицинское и физиологическое содержание.

В основе книги – результаты многолетних исследований руководимого автором междисциплинарного коллектива, где наряду с врачами, физиологами работают программисты, физики, математики.

Книга состоит из Введения, 13 глав и Заключения, написана преимущественно на материале собственных исследований, которые включают более 5 тыс. наблюдений. При этом почти каждая глава содержит новые данные. В методике анализа сложных физиологических процессов ВРС автор использует как традиционные, рекомендованные ранее показатели (временные, частотно-спектральные показатели, Фурье анализ), а также современные нелинейные инструменты анализа: фазовые портреты ВРС, детрентно-флуктуационный анализ, энтропия, непрерывный вейвлет-анализ, а также нелинейные физиологические модели поведения ВРС – энергетические, нейрогенные, онтогенетические и другие. Заслуживает внимания новая комбинативная классификация ВРС, сочетающая классификации изменений энергетики колебательных процессов, спектрального профиля и фазовых портретов. Также впервые описана классификация клинико-медленноволновых синдромов.

Большое значение в монографии придается изменениям энергетики колебательных процессов. Был выделен экспериментально нормированный «коридор» изменений мощности околominутных ритмов колебаний ВРС при спокойном бодрствующем состоянии и нагрузок малой интенсивности (углубленное дыхание, счет в уме) в который стремятся возвратиться колебания ВРС после нагрузочных тестов. Колебания ВРС ниже нормированного энергетического «коридора» и выше было подчинено нелинейным закономерностям. Нарушение медленноволнового гомеостаза ВРС влекло за собой усиление взаимоотношений между макроколебаниями ВРС и процессами, протекающими на клеточном уровне (обменными, дыхательными и т.д.). Положенная в основу анализа функционального состояния человека нелинейная энергетическая классификация ВРС и ее взаимоотношение с обменными и иммунными процессами привела к развитию понимания энергодефицитных состояний и их коррекции. Разработанная классификация ВРС нашла хорошее клиническое применение и успешно используется в течение многих лет. Классификация стала обязательным первым этапом последовательных шагов анализа ВРС в клинике.

В I главе рассматриваются основные задачи и цели изучения нелинейных процессов в клинике. Дается сравнительная оценка детерминистских и вероятностных подходов. Эта глава вводит в курс динамических аспектов ВРС. Популярно рассмотрены некоторые показатели, используемые в нелинейной динамике, а также их особенности. Сравняются традиционные детерминистические подходы к анализу ВРС и современные представления об особенностях нелинейных динамических регуляций волновых процессов. Описывается, что дают дополнительные характеристики ВРС для клинической практики.

Во II главе даны определения медленных колебаний гемодинамики и ВРС, обсуждается природа медленных колебаний ВРС: энергетические процессы, нейровегетативная регуляция и процессы самоорганизации, актуальность ВРС в клинических исследованиях, недостатки международных стандартов и рекомендации ранее опубликованных рекомендаций.

В III главе представлены методы регистрации и алгоритмы анализа ВРС. Здесь описываются методические аспекты анализа ВРС и реоэнцефалограмм. Подчеркиваются достоинства анализа фазовых портретов ВРС, теория детрентного флуктуационного анализа и аппроксимированной энтропии. Представлены протоколы исследования, алгоритмы анализа и математические методы получения первичных характеристик ВРС.

В IV главе подробно излагаются физиологические основы анализа ВРС, многофакторный вклад в регуляцию ВРС различных систем организма, описываются энергетические аспекты ВРС, с том числе показатель Херста (Hurst). Кроме того, дается определение медленно волнового гомеостаза и физиологическая интерпретация частотных характеристик. Описана также сложная двухкомпонентная структура очень медленных колебаний (VLF) и схема фрактальной повторяемости свойств колебательных процессов в организме.

V глава посвящена важнейшей проблеме комплексной классификации ВРС – описанию различных типов энергоизмененных состояний, вегетативного профиля и фазовых портретов.

В VI главе представлены результаты исследований медленно волновых кардиодинамических синдромов и дана их классификация. Подчеркивается, что это интегральные понятия, на основе которых базируется патогенетическая терапия и прогноз в клинических исследованиях. Выделено 7 синдромов: энергодефицитные, гиперадаптивные, барорецепторные, синдром устойчивой парасимпатикотонии, нелинейные, циклические, нормативные. Протоколы исследования включают графическое представление информации со сводной таблицей показателей в цифровом виде как линейных, так и нелинейных, а также график динамики изменений трехкомпонентного спектра ВРС в 5 этапах исследования.

В VII главе подробно излагаются генетические аспекты ВРС, которые получены на основе литературных данных зарубежных и отечественных исследований, а также собственных наблюдений.

В VIII главе описываются медицинские аспекты нелинейной динамики ВРС. Феномены нелинейной динамики сведены в таблицу и подробно проиллюстрированы на собственном материале. Дается понятие сложности фазового портрета, исследуются процессы самоорганизации, феномены перемежаемости, типы предельных циклов и модели их формирования.

IX глава представляет собой сжатое описание вейвлет-анализа ВРС и модели кардио-респираторной синхронизации.

X глава посвящена проблемам устойчивости ВРС с точки зрения физиологической и медицинской интерпретации.

В XI главе излагаются профилактические аспекты использования анализа ВРС, в частности в области физиологии труда, процессах утомления, а также репродуктивного здоровья.

XII глава посвящена новым медленно волновым аспектам фармакологии и выбору медикаментозной терапии.

В главе XIII приведены результаты исследования значений анализа ВРС в диагностике и патогенетической терапии. Подводятся итоги основных достижений нелинейно-динамических подходов. Предлагаются алгоритмы диагностики и тактики врачебной деятельности на основе ранее найденных нелинейных закономерностей и классификации ВРС. Обсуждаются актуальные синдромологические подходы в диагностике и лечении. Предлагается схема рассмотрения основных клинко-медленноволновых синдромов в трех направлениях:

1. Описание признаков ВРС совместно с клиническими проявлениями болезни и физиологической их интерпретацией.
2. Выявление источников и причин этих изменений.

3. Планирование или стратегия патогенетической терапии на основе комплексного клинко-физиологического обследования.

В Заключении рассматриваются перспективы дальнейшего совершенствования методов анализа ВРС, в том числе влияния шума и психологических факторов на вегетативную регуляцию и особенности поведения ВРС при положительных и отрицательных эмоциях. Приводятся классификации нарушений вегетативной нервной системы, при которых анализ ВРС может быть эффективно использован.

В конце пособия представлен список литературы, содержащий 245 источников, и дан словарь определений и терминов нелинейной динамики, используемых в руководстве.

Монография хорошо иллюстрирована (67 рисунков, 10 таблиц) и написана вполне доступным для врача языком. Она окажется полезной специалистам, интересующимся данной проблемой, студентам и аспирантам медицинских вузов. Кроме того, книга является хорошим пособием для дальнейшего углубления знаний в области прикладной нелинейной динамики и поэтому может быть рекомендована для издания в качестве методического руководства по современному анализу ВРС в клинической практике.

А.Ю. Лоскутов, профессор МГУ

...Нелинейная динамика продолжает завоевывать позиции научного направления, формирующего базу для важнейших приложений. Изучение живых систем, решение задач физиологии, медицинской диагностики, экономики, климатологии в настоящее время проводится с использованием методов, многие десятилетия развиваемых математиками, радиофизиками, исследователями течений. Ярким примером тому является книга «Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики (нелинейные феномены в клинической практике)» доктора медицинских наук А.Н. Флейшмана, в сферу научных интересов которого входят неврология, клиническая патофизиология, функциональная диагностика психосоматических нарушений, заболеваний и повреждений нервной системы...

Книга должна вызвать интерес широкого круга читателей нашего журнала примерами специфического использования многих известных им методов представления информации и обработки сложных сигналов – от построения фазовых портретов и анализа бифуркаций до вейвлет-анализа записей временных рядов. В структуре книги проявился и богатый педагогический опыт автора – в ней несколько информативных приложений, словарь определений, богатая библиография.

Б.П. Безручко, профессор СГУ