

БЯЛОВСКИЙ Ю.Ю., СУЧКОВА Ж.В., БУЛАТЕЦКИЙ СВ., ШУСТОВА С.А.

РязГМУ им. академика И.П. Павлова, Рязань, Россия

lv12@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

В последнее время получают развитие новые технологии выявления состояний, предшествующих развитию болезни. В основе этих технологий лежит анализ биологических ритмов организма человека, выделяемых из электрокардиосигналов. Среди аппаратно-программных комплексов (АПК), рекомендованных Минздравом России в качестве стандартных средств для исследования variability сердечного ритма в клинической практике и прикладной физиологии следует назвать «Варикард-1.41» и «Динамика-100».

Цель: проведение сравнительных испытаний информационных возможностей аппаратно-программных комплексов «Динамика-100» и «Варикард-1.41» в части математического анализа variability сердечного ритма.

Объект: 74 практически здоровых испытуемых обоего пола в возрасте от 18 до 25 лет.

Методы: с помощью АПК «Динамика-100» и «Варикард-1.41» проводилась параллельная (в реальном масштабе времени) регистрация ритма сердца с последующим сопоставлением информационных возможностей в части математического анализа variability сердечного ритма.

АПК «Варикард 1.41» создан Институтом Внедрения Новых Медицинских Технологий «РАМЕНА» (г. Рязань) в содружестве с Институтом Медико-Биологических Проблем (г. Москва) и Московской Медицинской Академией, а также с рядом других научно-исследовательских учреждений. Данный аппаратно-программный комплекс рекомендован Минздравом России в качестве стандартного средства для исследования variability сердечного ритма в клинической практике и прикладной физиологии. АПК «Варикард-1.41» обеспечивает:

- вывод на экран монитора в режиме **реального** времени одновременно двух графиков - электрокардиограммы (ЭКГ) и кардиоинтервалограммы (КИГ);
- автоматическое распознавание R зубцов, артефактов, экстрасистол и аритмий;
- автоматизированную корректировку ошибок автоматического распознавания в графическом интерактивном режиме, аппроксимацию артефактов и экстрасистолических элементов ЭКГ;
- автоматическое формирование динамических (временных) рядов RR кардиоинтервалов по распознанным элементам;
- автоматический анализ временных рядов RR кардиоинтервалов статистическими, автокорреляционными и спектральными методами. Расчет показателей спектрального анализа проводится в четырех частотных диапазонах: высокочастотные колебания (HF) в диапазоне 0,5+0,15 Гц (2+7 сек); низкочастотные колебания (LF) в диапазоне 0,15+0,05 Гц (7+20 сек); сверхнизкочастотные колебания (VLF) в диапазоне 0,05+0,015 Гц (20+70 сек); ультранизкочастотные колебания (ULF) в диапазоне 0,015+0,001 Гц (70+1000 сек);
- сохранение результатов анализа variability сердечного ритма, а также исходных данных (сигналов ЭКГ и динамических рядов кардиоинтервалов) в банке данных с возможностью обращения к ним для более подробного анализа или сравнительной оценки;
- использование для обработки и анализа данных различных видов программных средств и возможность их развития и дополнения.

Цифровой анализатор биоритмов «Динамика-100» разработан Центром биомедицинских исследований «ДИНАМИКА» (г. Санкт-Петербург) и представляет собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для анализа биологических ритмов организма человека, выделяемых из электрокардиосигнала в широкой полосе частот. В основу метода положена новая информационная технология анализа биоритмологических процессов - «фрактальная нейродинамика». АПК «Динамика-100» одобрен Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ и ГВМУ МО. Система прошла клиническую апробацию в ведущих медицинских учреждениях и научно-исследовательских институтах Минздрава и Министерства Обороны Российской Федерации. При создании данной системы использованы последние достижения биологии, физиологии, генетики и клинической медицины, на основе которых разработаны новые высокоинформативные показатели для оценки функционального состояния организма.

АПК «Динамика-100» позволяет:

- в режима скрининга определять уровень и резервы сердечно-сосудистой, вегетативной и центральной регуляции, а также оценивать отклонения этих показателей от нормы:

- оценивать уровень скомпенсированное™ и энергетические ресурсы организма на различных уровнях регуляции;
- в режиме биологической обратной связи определять возможности саморегуляции, оценивать и прогнозировать психофизическое состояние человека;
- в режиме динамического наблюдения контролировать функциональное состояние пациента и оценивать эффективность различных методов терапии при проведении лечебно-профилактических мероприятий;
- по результатам компьютерного анализа формировать комплексное медицинское заключение и выдавать необходимые рекомендации.

Результаты: Оба исследуемых АПК имеют возможность проведения записи кардиосигналов с объемом выборки - 3-5 минут (Short-term Recordings). При этом реализуется анализ variability сердечного ритма в системе оценок, рекомендуемых стандартами Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии.

Как следует из таблицы 1, сравниваемые АПК реализуют анализ variability сердечного ритма в системе оценок, рекомендуемых стандартами Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии.

Вместе с тем, число экспертных оценок, осуществляемых АПК «Варикард-1.41» значительно превышает таковые у «Динамика-100», особенно в части спектрального анализа сердечного ритма. Так, если «Варикард-1.41» ведет оценку 10 показателей спектрального анализа, то «Динамика-100» - только 7.

Основные показатели variability сердечного ритма, реализуемые аппаратно-программными комплексами «Динамика-100» и АПК «Варикард-1.41»

	ПОКАЗАТЕЛИ	НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	АПК «Варикард-1.41»	АПК «Динамика-100»
Расчет основных параметров variability				
1	HR	Частота пульса	+	+
2	SDNN	Стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов	+	+
3	CV	Коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов	+	+
Оценка показателей порядковой статистики				
4	MxDMn (TINK*)	Разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов	+	+
5	Mo	Мода	+	+
6	AMo	Амплитуда моды	+	+
Расчет основных кардиоинтервалометрических характеристик				
7	Narr	Число аритмичных сокращений	+	-
8	MxRMn	Отношение максимального по длительности кардиоинтервала к минимальному	+	-
9	RMSSD	Среднеквадратичная разностная характеристика	+	+
10	SDSD	Стандартное отклонение значений разностных характеристик	+	+
11	NN50 count	Число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс.	+	+
12	pNN50	Число разностных характеристик, значения которых более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве	+	+
13	SI	Стресс индекс (индекс напряжения регуляторных систем)	+	-
Автокорреляционный анализ: оценка полной структуры и анализ периодических компонентов				
14	CC1	Значение первого коэффициента автокорреляционной функции	+	X
15	CC0	Число сдвигов автокорреляционной функции до получения значения коэффициента корреляции меньше нуля	+	+
Оценка показателей спектрального анализа				
16	HF, (%)	Мощность спектра высокочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	+	+
17	LF, (%)	Мощность спектра низкочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	+	+
18	VLF, (%)	Мощность спектра сверхнизкочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	+	+
19	TP	Суммарная мощность спектра ВСР	+	
20	HFmx	Максимум мощности спектра высокочастотного компонента ВСР в мс ²		+
21	LFmx	Максимум мощности спектра низкочастотного компонента ВСР в мс ²	+	+
22	VLFmx	Максимум мощности спектра сверхнизкочастотного компонента ВСР в мс ²	+	+

Таблица

23	Hfav	Среднее значение мощности спектра высокочастотного компонента ВСП в мс ²	+	-
24	Lfav	Среднее значение мощности спектра низкочастотного компонента ВСП в мс ²	+	-
25	VLFav	Среднее значение мощности спектра сверхнизкочастотного компонента ВСП в мс ²	+	-
26	HFt	Доминирующий период высокочастотного компонента спектра ВСП	+	-
27	LFt	Доминирующий период низкочастотного компонента спектра ВСП	+	-
28	VLFt	Доминирующий период сверхнизкочастотного компонента спектра ВСП	+	-
29	Hfnorm	Нормированное значение мощности спектра высокочастотного компонента ВСП в мс ²		-
30	Lfnorm	Нормированное значение мощности спектра низкочастотного компонента ВСП в мс ²	+	-
31	VLFnorm	Нормированное значение мощности спектра сверхнизкочастотного компонента ВСП в мс ²	+	-
32	ULF %	Мощность спектра ультранизкочастотного компонента ВСП в % от суммарной мощности колебаний	+	-
33	ULFmx	Максимум мощности спектра ультранизкочастотного компонента variability в мс ²	+	-
34	ULFav	Среднее значение мощности спектра сверхнизкочастотного компонента variability в мс ²	+	-
35	ULFt	Доминирующий период сверхнизкочастотного компонента спектра variability сердечного ритма	+	-
36	ULFnorm	Нормированное значение мощности спектра ультранизкочастотного компонента variability в мс ²		-
Общая оценка		состояния регуляторных систем		
37	(LF/HF) _y	Отношение средних значений низкочастотного и высокочастотного компонента ВСП	+	+
38	IC	Индекс централизации	+	+
39	SNCA	Индекс активности подкорковых нервных центров	+	+
40	IARS	Показатель (индекс) активности регуляторных систем - ПАРС	+	-4-

На основании **анализа** variability сердечного ритма, оба АПК реализуют медико-физиологические заключения о состоянии системы вегетативной регуляции кровообращения и оценкой стрессорного эффекта воздействия на организм факторов окружающей среды (табл. 2).

Таблица2

Медико-физиологические заключения о состоянии системы вегетативной регуляции кровообращения и оценки стрессорного эффекта воздействия на организм факторов окружающей среды

Медико-физиологические заключения о состоянии системы вегетативной регуляции кровообращения и оценки стрессорного эффекта воздействия на организм факторов окружающей среды Характеристики систем вегетативной регуляции кровообращения и виды диагностических заключений	АПК «Варикард-1.41»	АПК «Динамика-100»
А. Суммарный эффект регуляции		
Выраженная тахикардия	+	+
Умеренная тахикардия	+	+
Нормокардия	+	+
Умеренная брадикардия	+	+
Выраженная брадикардия	+	+
Б. Функции автоматизма		
Стабильный ритм	+	-
Умеренная стабильность сердечного ритма	+	-
Нарушений ритма не выявлено	+	-
Умеренная аритмия	-	-
Выраженная аритмия	+	-
В. Вегетативный гомеостаз		

Выраженное преобладание симпатической нервной системы	+	+
Умеренное преобладание симпатической нервной системы	+	+
Разновесие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы		+
Умеренное преобладание парасимпатической нервной системы	+	+
Выраженное преобладание парасимпатической нервной системы	+	+
Г. Устойчивость регуляции		
Наблюдаемая нестабильность ритма сердца связана с переходными процессами	+	-
Д. Активность подкорковых нервных центров		
Д1. Вазомоторный (сосудистый) центр		
Выраженное усиление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус	+	-
Умеренное усиление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус	+	-
Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра	+	-
Умеренное ослабление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус	+	-
Выраженное ослабление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус	+	-
Д2. Симпатический сердечно-сосудистый подкорковый нервный центр		
Выраженное усиление активности симпатического сердечно-сосудистого центра	+	+
Умеренное усиление активности симпатического сердечно-сосудистого центра	+	+
Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра	+	+
Умеренное ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра	+	+
Выраженное ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра	+	+

При анализе дополнительных возможностей сравниваемых АПК следует отметить, что «Динамика-100» позволяет осуществлять нейрофрактальный анализ биологических ритмов. Сопоставление характеристик этого анализа необходимо осуществлять с аппаратными средствами для исследования биоритмов (например, с электроэнцефалографическими регистраторами).

Заключение:

Оба исследуемых АПК имеют возможность проведения записи кардиосигналов с объемом выборки - 3-5 минут (Short-term Recordings). При этом реализуется анализ variability сердечного ритма в системе оценок, рекомендуемых стандартами Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии.

При оценке результатов анализ variability сердечного ритма, значимых расхождений сравниваемых аппаратных средств не выявлено ($p > 0.05$). Вместе с тем, отмечено существенно меньшее количество экспертных оценок по variability сердечного ритма и медико-физиологического заключения о состоянии системы вегетативной регуляции кровообращения и оценки стрессорного эффекта воздействия на организм факторов окружающей среды у АПК «Динамика-100» по сравнению с «Варикард-1.41».

Нами выявлена большая помехоустойчивость у АПК «Варикард-1.41» по сравнению с АПК «Динамика-100». В связи с существованием инфракрасной развязки блока ввода кардиосигналов, АПК «Динамика-100» весьма чувствителен к тепловым помехам и расстоянию между передатчиком сигнала и приемником. В АПК «Варикард-1.41» имеется, во-первых, возможность выбора временного интервала записи кардиоритма и, во-вторых, возможность математического анализа любого выделенного участка кардиоинтервалограммы. В АПК «Динамика-100» осуществляется запись и обработка кардиоинтервалограммы длительностью только в 100 или 300 RR интервалов. Кроме того, к пользовательским недостаткам данного АПК следует отнести сложность в осуществлении экспортно-импортных операций с базой данных, отсутствие в выходных данных соотношения (динамики) исследуемых показателей при функциональных пробах, а также определенные неудобства при ручном редактировании кардиосигналов. Так же желательно использование для обработки и анализ данных различных видов программных средств и возможность их развития и дополнения.

К преимуществам АПК «Динамика-100» следует отнести мониторинг и динамическое наблюдение за изменениями показателей функционального состояния в реальном времени, оценку энергетического баланса организма и возможность суточного прогноза психофизиологической активности в режиме «биологические часы».