

УДК 615.47:681.2

Индекс эффективности коррекции функционального состояния организма

Г.М. Алдонин, С.П. Желудько*

Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79¹

Received 16.09.2009, received in revised form 06.10.2009, accepted 20.10.2009

Достоверные оценки эффективности коррекции функционального состояния организма (ФСО) в лекарственной терапии, психотерапии, бальнеологии и физиотерапии, при физической нагрузке и т.п. должны обеспечить оперативный контроль и качественную дозировку воздействий и своевременно исключить возможные неблагоприятные последствия.

Ключевые слова: спектральный анализ, регуляторные циклы, гомеостаз, индексы ФСО, ВСР-диагностика.

Метрологическое качество оценок ФСО при длительном мониторинге требует более корректного использования существующих структурных показателей и разработки новых. В медицинской практике недостаточно корректных количественных оценок ФСО при различных лекарственных, бальнеологических и других воздействиях.

Спектральный анализ широко используется в современных средствах мониторинга, в частности при анализе вариабельности сердечного ритма. Изучение данных спектрального анализа помогает количественно оценивать уровень пара- и симпатических влияний у обследуемого человека.

В спектре кардиоритма различают три главных спектральных компонента: инфранизкочастотного – *ULF* (ОНЧ), низкочастотного – *LF* (НЧ) и высокочастотного – *HF* (ВЧ). Распределение мощности и центральная частота каждого компонента не фиксированы, а могут варьировать в связи с изменениями автономных модуляций сердечного ритма [1]. Это можно объяснить реакцией регуляторных систем организма на воздействие каких-либо процедур.

Спектральный анализ может использоваться и для анализа последовательности *RR*-интервалов за весь 24-часовой период; в этом случае наряду с ОНЧ, НЧ и ВЧ компонентами будет получен и ультранизкочастотный (УНЧ) компонент спектра.

На рис. 1 приведены результаты исследований с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК), разработанного на кафедре «Приборостроение и телекоммуникации» в составе полифункционального рекордера МКМ-08 и ППП «КСRG» и «Диагностика» как пример изучения динамики изменения частотных параметров сигнала на временном интервале.

* Corresponding author E-mail address: zheludko@trk7.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

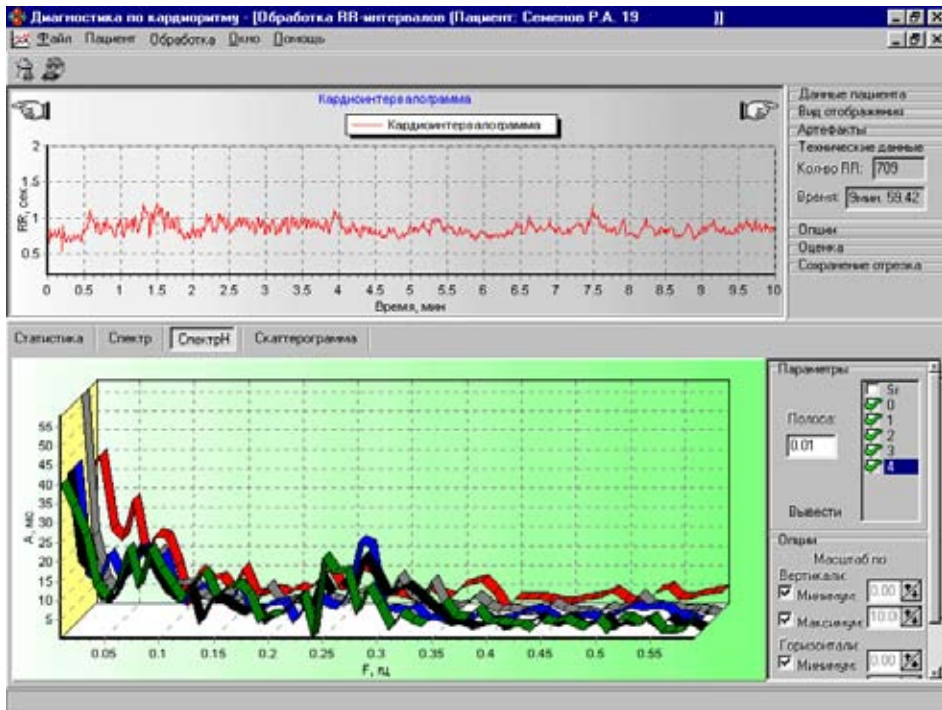


Рис. 1. Кардиоинтервалограмма и динамика спектральной плотности мощности

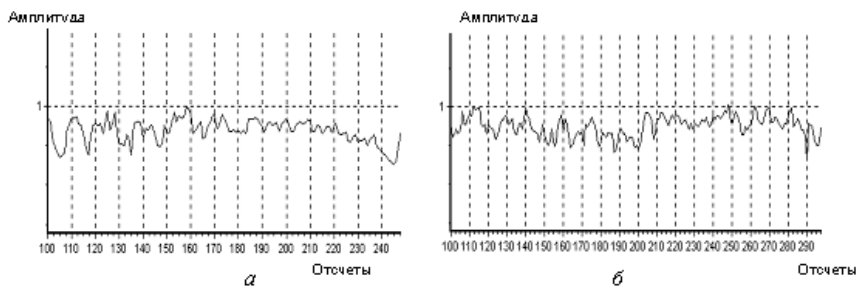


Рис. 2. КИГ до (а) и во время психоэмоциональной коррекции (б)

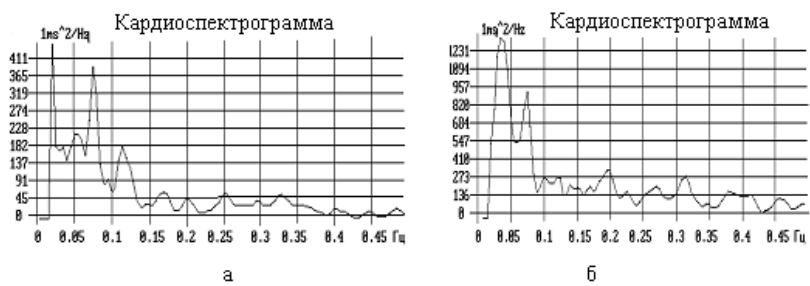


Рис. 3. Кардиоспектрограмма до (а) и во время психоэмоциональной коррекции (б)

Таблица 1. Экспериментальные данные по психоэмоциональной коррекции

Номер моды	До коррекции		Во время коррекции	
	Матрица мод	СПМ	Матрица мод	СПМ
1	2	3	4	5
1	0,05	145	0,05	1270
2	0,08	172	0,09	421
3	0,12	306	0,13	434
4	0,14	83	0,15	345
5	0,16	147	0,17	318
6	0,17	33	0,18	334
7	0,19	57	0,20	490
8	0,21	42	0,21	282
9	0,23	53	0,25	341
10	0,25	30	0,27	442
Сумма		1068		4677
ИЭ			4.37	

Соотношение спектральных плотностей мощности (СПМ) КИГ по этим диапазонам используется в диагностике по вариабельности сердечного ритма (ВСР) как индикатор нормы и патологии [1]. В медицинской практике используются количественные оценки функционального состояния в виде так называемых индексов – индекс напряженности функциональных систем Р. М. Баевского (ИН), индекс лабильности Введенского (ИЛ) и т.д. В данной работе аналогично предлагается индекс эффективности (ИЭ) как достоверная количественная оценка реакции регуляторных систем организма на воздействие каких-либо процедур, например, для своевременного контроля и дозировки бальнео-, физио- и других терапевтических воздействий.

Достоверные оценки эффективности коррекции функционального состояния организма в лекарственной терапии, психотерапии, бальнеологии и физиотерапии, при физической нагрузке и т.п. должны обеспечить оперативный контроль и качественную дозировку воздействий и своевременно исключить возможные неблагоприятные последствия.

Предлагаемая процедура оценки реакции организма на какие-либо воздействия заключается в следующем: на определенных временных интервалах снятия кардиоинтервалограммы (КИГ) – до воздействия, во время воздействия и после воздействия снимается спектр КИГ. При этом разность спектральных плотностей мощности (СПМ) КИГ отражает силу воздействия на организм, а отношение спектральных плотностей мощности соответствующих интервалов КИГ может служить индексом эффективности (ИЭ) воздействия на перестройку функциональных систем [2].

ИЭ может определяться дифференцированно в заданных полосах спектра, соответствующих определенным регуляторным циклам, в частности как для стандартных диапазонов (инфранизкочастотного – ULF , низкочастотного – LF и высокочастотного – HF), так и для отдельных физиологических циклов.

Интегральное отношение спектральных плотностей мощности $S_1(f)$ и $S_2(f)$ соответствующих интервалов КИГ как индекс эффективности (ИЭ) (рис. 3) обеспечивает корректную ко-

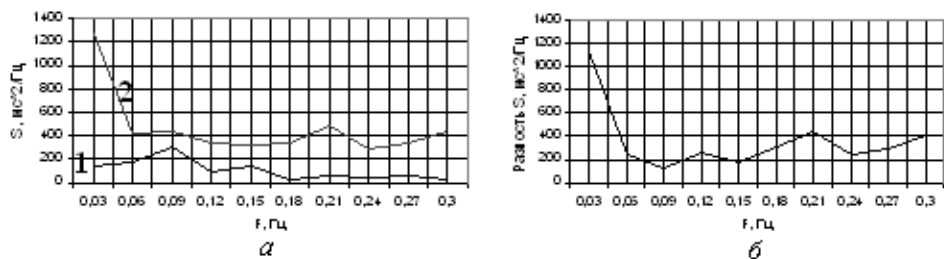


Рис. 4. СПМ (а) до (1) и во время (2) психоэмоциональной коррекции. Спектральный эффект коррекции (б)

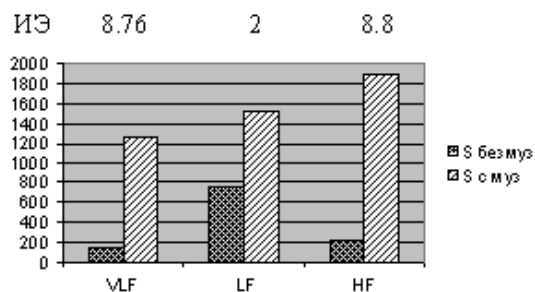


Рис. 5. ИЭ и сравнительная оценка СПМ в VLF, LF и HF диапазонах при психоэмоциональной коррекции

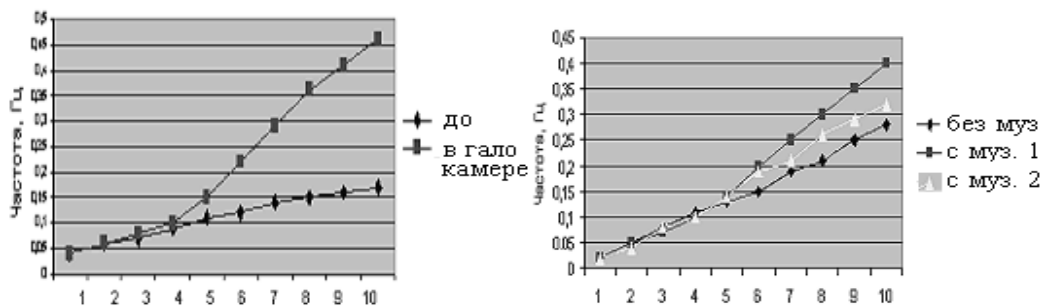


Рис. 6. Эффект систематической перестройки модспектра кардиоритма под влиянием психоэмоциональной и бальнеологической коррекции

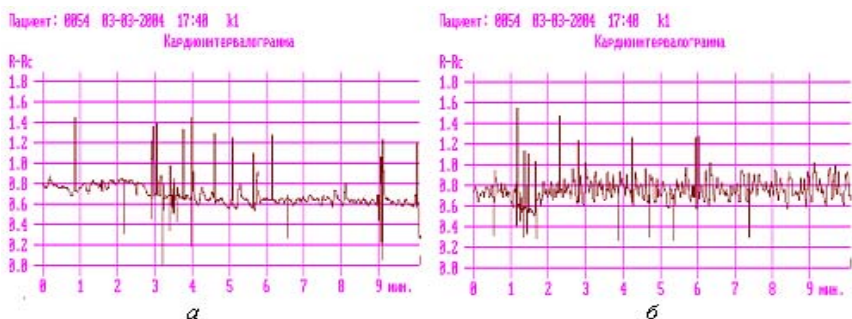


Рис. 7. Кардиоинтервалограмма до сеанса (а) и после сеанса (б) в галокамере

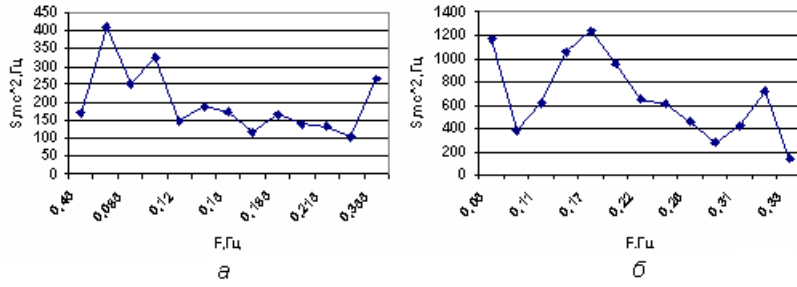


Рис. 8. СПМ до сеанса (а) и после (б) в галокамере

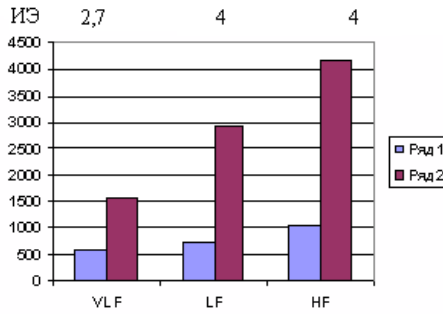


Рис. 9. ИЭ и сравнительная оценка СПМ в VLF, LF и HF диапазонах

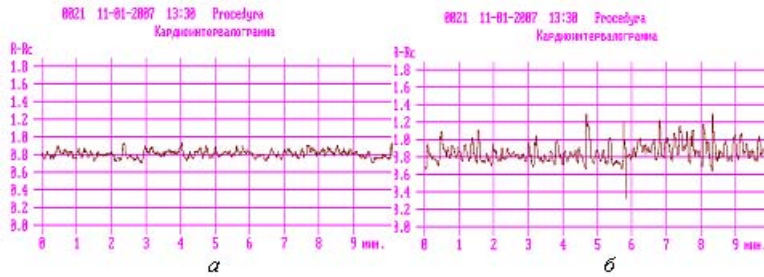


Рис. 10. Кардиоинтервалограмма до сеанса (а) и после сеанса (б)

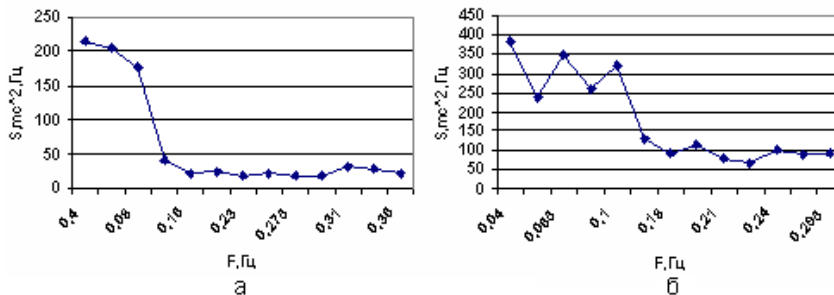


Рис. 11. СПМ до сеанса (а) и после (б)



Рис. 12. ИЭ и сравнительная оценка СПМ в VLF, LF и HF диапазонах при психоэмоциональной коррекции

личественную оценку эффективности воздействия терапии на перестройку функциональных систем:

$$\text{ИЭ} = S_1(f) / S_2(f).$$

Под влиянием различных факторов «стационарно-равновесное» состояние организма нарушается, и его дальнейшее состояние зависит от результата взаимодействия условий окружающей среды и внутренних резервов организма.

В ходе экспериментов обнаруживается нетривиальный эффект согласованной перестройки мод спектра кардиоритма под влиянием психоэмоциональной и бальнеологической коррекций (например, при процедурах в галокамере с музыкальным сопровождением) (рис. 6).

Можно предположить, что это объясняется процессами самоорганизации гомеостаза при активизации регуляторных систем организма под воздействием процедур, что в данных случаях выявляет согласованный положительный эффект коррекции на вегетативные и гуморальные регуляторы при участии центральной нервной системы.

Достоверные оценки эффективности коррекции функционального состояния организма в лекарственной терапии, психотерапии, бальнеологии и физиотерапии, при физической нагрузке и т.п. должны обеспечить оперативный контроль и качественную дозировку воздействий и своевременно исключить возможные неблагоприятные последствия.

Поскольку центральная нервная система более оперативна, то в спектре кардиоритма она отражается в высокочастотном диапазоне (*HF*). Гуморальная регуляция осуществляется за счет транспорта кровотоком продуктов деятельности секреторных систем, что определяет более длительные циклы регуляции, что отражается в низкочастотном спектре кардиоритма (*LF*). И еще более длительные циклы (*ULF*) определяются влиянием экосферы (солнечная активность земли, магнитное поле, атмосферное давление).

Выводы

Важными инженерно-техническими задачами являются автоматизация рутинных процедур, расширение функциональных возможностей диагностики, разработки средств корректной количественной оценки состояния ФСО. Для оценки эффективности воздействия на организм сформулирован индекс эффективности (ИЭ) – отношение спектральных плотностей мощности на определенных временных интервалах кардиоинтервалограммы (КИГ) – до воздействия, во время воздействия и после воздействия.

Список литературы

1. Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии. – СПб.: Институт кардиологической техники, 1977. – 64 с.
2. Алдонин Г.М. Робастность в природе и технике / Г.М. Алдонин. – М.: Радио и связь, 2003.

Module Evaluation of the Effectiveness of Correcting the Functional State of the Organism

Gennady M. Aldonin and Sergey P. Zheludko
*Siberian Federal University,
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

Reliable evaluation of the effectiveness of correcting the functional state of the organism in drug therapy, psychotherapy, physiotherapy and balneology, physical stress, etc. have to ensure operational control and quality of dose effects and to avoid possible adverse effects.

Keywords: Spectral analysis, regulatory loops, homeostasis, HRV, HRV-diagnostics.
