

Необходимо отметить, что хотя в обеих группах статистическая значимость различий составила $p > 0,05$, в опытной группе она на порядок ближе к 1. Это говорит о компьютерном моделировании как о более объективном методе прогнозирования по сравнению со стандартным.

Таким образом, по результатам клинического исследования видно, что разработанная методика компьютерного моделирования позволяет улучшить эстетические результаты операций данного типа путем объективного индивидуального планирования хирургической коррекции контуров тела.

Разработанная методика компьютерного моделирования хирургической коррекции контуров тела осуществляется с использованием созданной нами компьютерной программы «Эстетический эксперт», в которую были заложены формулы и числовые данные, индивидуальные показатели (пол, возраст, биомеханические характеристики кожи и др.), позволяющие объективизировать хирургическую коррекцию контуров тела в каждом конкретном случае.

Выводы

1. Объективный выбор варианта хирургической коррекции локальных жировых отложений в области живота зависит от индивидуальных особенностей биомеханических свойств кожи и основан на сравнении необходимой и возможной послеоперационной ретракции кожных покровов.

2. Разработанный алгоритм компьютерного моделирования хирургической коррекции контуров женского тела положен в основу программы «Эстетический эксперт», которая позволяет индивидуализировать методику предлагаемой операции.

3. Индивидуальный выбор «эталоны» фигуры с учетом конституциональных особенностей пациента позволяет достичь более совершенных эстетических результатов операции.

4. В результате проведенного исследования внедрена в практику и доказана клиническая эффективность методики хирургической коррекции контуров женского тела с использованием компьютерного моделирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белоусов, А. Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия / А. Е. Белоусов. — СПб: Гиппократ, 1998. — 744 с.
2. Atiyeh, B. S. Numeric Expression of Aesthetics and Beauty / B. S. Atiyeh, S. N. Hayek // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2008. — Vol. 32, № 2. — P. 209–216.
3. Bozola, A. R. Abdominoplasty: Same Classification and a New Treatment Concept 20 Years Later / A. R. Bozola // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2010. — Vol. 34, № 2. — P. 181–192.
4. Liposuction: Review of the Techniques, Innovations and Applications / O. Heymans [et al.] // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2006. — Vol. 106, № 6. — P. 647–653.
5. Liposuction: Principles and Practice / eds.: M. A. Shiffman, A. Di Giuseppe. — Berlin Heidelberg New York: Springer, 2006. — 568 p.
6. Secondary abdominal contour surgery: a review of early and late reoperative surgery. / A. Matarasso [et al.] // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2005. — Vol. 115, № 2. — P. 627–632.
7. Matarasso, A. When does your liposuction patient require an abdominoplasty? / A. Matarasso, S. L. Matarasso // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 1997. — Vol. 23, № 12. — P. 1151–1160.
8. Classification for indications of lipoabdominoplasty and its variations / W.N.J. Matos [et al.] // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2006. — Vol. 26, № 4. — P. 417–431.
9. Nahas, F. X. A pragmatic way to treat abdominal deformities based on skin and subcutaneous excess / F. X. Nahas // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2001. — Vol. 25, № 5. — P. 365–337.
10. Pollak, S. V. Liposuction of the Abdomen: The Basics / S. V. Pollak // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 1999. — Vol. 17, № 4. — P. 823–834.
11. Decision Making in Abdominoplasty / S. O. Sozer [et al.] // *Aesthetic Plastic Surgery*. — 2007. — Vol. 31, № 2. — P. 117–127.
12. Textbook of Liposuction / eds: C. W. Hanke, G. Sattler, B. Sommer. — London: Informa Healthcare, 2007. — 240 p.
13. Гнойная хирургическая инфекция [мультимедийное руководство] / Под ред. В. Д. Федорова, А. М. Светухина; Институт хирургии им. А. В. Вишневского РАМН // Электронная книга (297 Мб). — М.: Виртуальная хирургия, 2001. — 1 CD-ROM.

Поступила 24.09.2010

УДК 616.12–008.318:001.8

ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

А. С. Бань¹, Г. М. Загородный²

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск

²НИИ физической культуры и спорта, г. Минск

В статье обсуждаются факторы, влияющие на значения показателей variability ритма сердца. Их учет позволит предотвратить ошибки при анализе variability ритма сердца. Приводятся результаты собственных наблюдений и данные литературы.

Ключевые слова: variability ритма сердца, анализ.

POSSIBLE MISTAKES IN THE ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY

A. S. Ban¹, G. M. Zagorodny²

¹Belarusian Medical Academy of Post-graduate Education, Minsk

²Scientific-Research Institute of Physical Training and Sport, Minsk

In the article are being discussed the factors, influencing to the variables of the heart rate variability records. The knowledge of them allows to prevent mistakes of the heart rate variability analysis. The results of own study and literature data are given.

Key words: heart rate variability, analysis.

Введение

Оценка текущего функционального состояния имеет важнейшее значение, особенно для лиц, подверженных высоким физическим и психоэмоциональным нагрузкам [1]. Между тем она достаточно сложна и требует всестороннего исследования всех органов и систем. В практической деятельности такое комплексное обследование далеко не всегда может быть проведено, поэтому актуальным является определение наиболее информативных показателей, которые позволят адекватно оценивать функциональное состояние организма [2].

Следует отметить, что одной из наиболее важных систем жизнеобеспечения организма и индикатором адаптационных возможностей организма является сердечно-сосудистая система, поэтому уровень ее функционирования рассматривается как ведущий показатель, отражающий состояние целостного организма и его равновесие со средой [1, 2].

В последние годы все более популярным для оценки функционального состояния спортсменов становится анализ variability ритма сердца (ВРС), который является методом оценки вегетативной регуляции сердечной деятельности [3].

ВРС является интегральным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом [4, 5]. Результаты многочисленных исследований убедительно доказывают, что снижение ВРС тесно связано с возникновением опасных осложнений, а также с тяжестью течения многих заболеваний [6, 7]. Снижение показателей ВРС предшествует гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и является наиболее ранним прогностическим признаком неблагоприятного исхода [1,4]. Поэтому понятен неугасающий интерес исследователей к разработке и внедрению этого метода в практическую медицину.

Между тем, следует помнить, что при анализе ВРС исследователь может столкнуться с рядом факторов, которые могут изменить значения показателей ВРС и привести к их неверной интерпретации.

Целью настоящей работы являлось выявление и анализ факторов, влияющих на значения показателей 5-минутных записей ВРС. Их учет позволит предотвратить ошибки при анализе ВРС.

Материалы и методы

Был проведен анализ показателей ВРС 50 5-минутных фрагментов ЭКГ спортсменов (от 17 до 35 лет), проходивших обследование в НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь в 2010 г., с использованием программно-аппаратного комплекса «Поли-Спектр».

Анализировались показатели временного анализа: $RRNN$, $мс$, $SDNN$, $мс$, $RMSSD$, $мс$,

$pNN50$, %, CV , %; показатели спектрального анализа: TP , $мс^2$, HF , $мс^2$, LF , $мс^2$, VLF , $мс^2$, $HFnorm$, %, $LFnorm$, %; LF/HF ; показатели кардиоинтервалографии (КИГ) по Р. М. Баевскому: $СК$, $с^2$, $Мо$, $с$, $АМо$, %, *вариационный размах (ВР)*, $с$, *индекс вегетативного равновесия (ИВР)*, *у.е.*; *показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР)*, *у.е.*; *вегетативный показатель ритма (ВПР)*, *у.е.*; *индекс напряжения регуляторных систем (ИН)*, *у.е.* Статистическая обработка осуществлялась с помощью программы «Statistica», 6,0.

Результаты и обсуждение

При анализе ВРС различают длинные (холтеровское мониторирование) и короткие записи. Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки. Например, преимуществом коротких записей является возможность достижения стационарности процесса, преимуществом холтеровского мониторирования — возможность анализа ВРС за сутки. Далее речь пойдет о коротких записях ВРС.

Необходимо отметить, что сравнивать значения показателей ВРС записей различной длины не корректно [8, 4]. В соответствии с международным стандартом [9] продолжительность короткой записи должна составлять 5 минут.

Как известно, на значения показателей ВРС могут влиять экстрасистолы и артефакты. Поэтому, согласно рекомендациям [9], перед анализом их необходимо удалить (вручную или с помощью функции фильтрации), без этого записи ВРС анализировать некорректно. Между тем важно знать, все ли показатели и в какой степени изменяются при наличии экстрасистол и артефактов и какие показатели являются наиболее устойчивыми, на значения которых можно было бы ориентироваться при невозможности произвести коррекцию ритмограммы. Для ответа на этот вопрос было проведено изучение 50 5-минутных кардиоритмограмм с наличием 1–2 артефактов или экстрасистол. Сравнивались показатели ВРС до коррекции записи и после удаления экстрасистол и артефактов вручную.

Результаты исследования показали, что при наличии случайных явлений и отсутствии коррекции записи изменялись значения всех показателей ВРС, особенно значительно показателей спектрального анализа и КИГ по Р. М. Баевскому (в последнем случае преимущественно за счет увеличения ВР) (рисунок 1, таблица 1).

Относительно стабильными оставались $ЧСС$ (и, соответственно, $RRNN$), $pNN50$, $Мо$ и $Ме$, изменения которых, как правило, не превышали 2 %, а также $АМо$ (которая менялась в среднем не более, чем на 6 %).

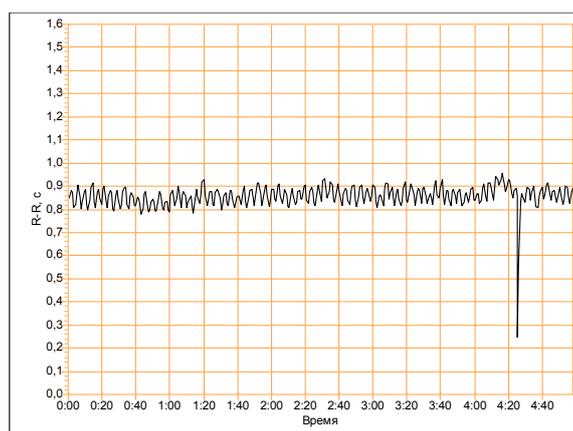


Рисунок 1 — Ритмограмма пациента Б. с 1 артефактом

Таблица 1 — Значения показателей ВРС пациента Б. до и после коррекции записи (удаление артефакта)

Показатель	Значение до коррекции	Значение после коррекции	Процент изменения значения
Временной анализ			
RRNN, мс	857	859	0,23%
SDNN, мс	50	34	47%
RMSSD, мс	55	38	45%
pNN50, %	22,4	21,7	3%
CV, %	5,85	4,02	45%
Спектральный анализ			
TP, мс ²	2746	1349	104%
VLF, мс ²	371	264	41%
LF, мс ²	730	155	371%
HF, мс ²	1645	930	77%
LFnorm, н.у.	30,8	14,3	115%
HFnorm, н.у.	69,2	85,7	19%
LF/HF	0,444	0,166	168%
%VLF	13,5	19,6	31%
%LF	26,6	11,5	131%
%HF	59,9	68,9	13%
КИГ			
ЧСС, уд./мин	71	70	1,4%
Mo, с	0,871	0,855	1,9%
AMo, %	46	48	4,2%
Me, с	0,854	0,85	0,47%
BP, с	0,709	0,174	308%
ИВР, у.е.	64,9	276	76%
ПАПР, у.е.	52,8	56,1	5,9%
ВПР, у.е.	1,62	6,72	76%
ИН, у.е.	37,3	161	77%

Таким образом, при наличии в 5-минутной записи ЭКГ артефактов или экстрасистол и отсутствии возможности ее коррекции мы можем ориентироваться на значения ЧСС, RRNN, pNN50, Mo, Me и AMo, оценка других показателей временной и частотной области, показателей КИГ в этом случае часто не имеет смысла.

Следует отметить, что некоторые методы анализа ВРС не чувствительны к наличию артефактов и экстрасистол. К ним относят корреляционную ритмографию, показатели TINN и *триангулярный индекс*, WN1, WN5, WAM5,

WAM10. Выпадающие интервалы RR также позволяет исключить метод, предложенный Л. Н. Лютиковой (1995) [10]. В данном методе определяется WN1 и WN5 — ширина основного купола гистограммы на уровне 1 и 5 % от общего количества интервалов RR, а также WAM5 и WAM10 — 5 и 10 % от амплитуды моды.

Наряду с экстрасистолами и артефактами к искажению показателей ВРС могут привести другие случайные явления: глубокие вздохи, глотание, смех, непроизвольные задержки дыхания, открывание глаз, чихание и др. Поэтому

участки измененной ритмограммы перед анализом необходимо удалять. Некоторые исследователи даже рекомендуют увеличивать запись до 10 минут, поскольку исключение из записи всех случайных событий, артефактов и помех может существенно уменьшить объем выборки кардиоинтервалов для статистической обработки [11].

Следует учитывать, что для адекватной оценки 5-минутных записей ВРС необходимо выполнять требования протокола проведения исследования. К обследованию приступают не ранее чем через 1,5–2 часа после еды, в тихой комнате, в которой поддерживается постоянная температура 20–22 °С. Перед исследованием обязательна отмена физиотерапевтических процедур и медикаментозного лечения (либо эти факторы должны учитываться при оценке результатов исследования). Перед началом исследования необходим период адаптации к окружающим условиям в течение 5–10 минут [3].

Запись ВРС проводится в положении лежа на спине, при спокойном дыхании. Обстановка во время обследования должна быть спокойной. Необходимо устранить все помехи, приводящие к эмоциональному возбуждению, не разговаривать с исследуемым и посторонними, исключить телефонные звонки и появление в кабинете других лиц, включая медработников. В период исследования ВРС пациент должен дышать, не делая глубоких вдохов, не кашлять, не сглатывать слюну [3]. Нарушения указанных требований проведения 5-минутной записи ВРС ведут к искажению значений ее показателей [4, 11].

Следует отметить, что использование ВРС для оценки состояния вегетативной регуляции основано на анализе изменений активности синусового узла как водителя ритма сердца во времени. Эти изменения активности происходят под влиянием изменений тонуса парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы и отражаются в колебаниях длительности межсистолических интервалов [11]. Поэтому результаты анализа вегетативной регуляции могут быть корректны-

ми при условии, когда временной отрезок содержит комплексы только синусового происхождения [4,5,11]. Поэтому для оценки ВРС в стандартах [12] вводится параметр NN-интервал (normal-to-normal), который характеризует интервалы между последовательными комплексами QRS, являющиеся результатом деполяризации клеток синусового узла. При фибрилляции предсердий, большом количестве экстрасистол или при пароксизмальных расстройствах сердечного ритма проведение анализа вегетативной регуляции на основе ВРС невозможно и недопустимо [11].

Из анализа должны исключаться периоды миграции ритма и нарушения синоатриальной проводимости [11, 12]. Наши наблюдения также показывают, что эпизоды или постоянная миграция ритма по предсердиям, эпизоды нарушения синоатриальной проводимости увеличивают показатели вариабельности ритма сердца, нередко значительно. Следует отметить, что миграция ритма сердца особенно часто встречается у лиц молодого возраста (до 30 %) [11]. Из этого следует, что при анализе вегетативной регуляции по данным ВРС часто можно получить ошибочные данные.

При интерпретации показателей КИГ по Р. М. Баевскому необходимо учитывать следующие моменты. Важными показателями КИГ для оценки вегетативных влияний являются *BP* и *AMo*. При этом считается, что чем больше *BP* и меньше *AMo*, тем сильнее влияние парасимпатического звена вегетативной нервной системы. Однако в некоторых случаях увеличение *BP* и уменьшение *AMo* и, соответственно, индексов, рассчитываемых на их основе, происходит не за счет увеличения дыхательных (*HF*) волн, характеризующих активность парасимпатического звена вегетативной нервной системы, а за счет недыхательного (*LF* и *VLF*) компонента, что, наоборот, свидетельствует об активации симпатического звена вегетативной нервной системы и других механизмов регуляции (рисунок 2).

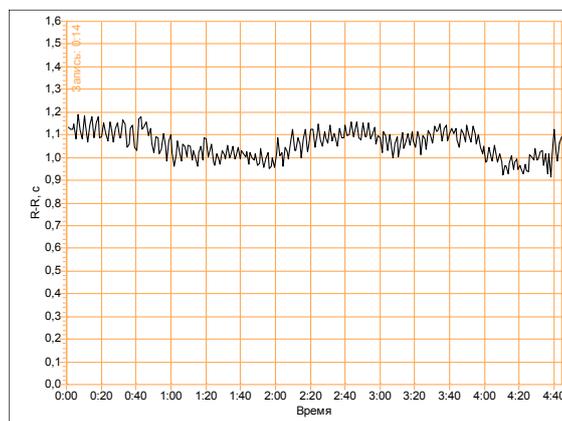


Рисунок 2 — Ритмограмма пациента М. (*BP* увеличен за счет недыхательного компонента)

Увеличение *BP* происходит также в случаях нестационарного процесса, когда ЧСС постепенно уменьшается (например, при недостаточном отдыхе перед исследованием) или возрастает (например, при повышении психической активности обследуемого). Участки нестационарных процессов должны исключаться из анализа, они искажают значения практически всех показателей ВРС.

При анализе ВРС также очень важно учитывать частоту дыхания пациента в мин. Некоторые пациенты имеют редкое (9 и менее в минуту) дыхание. В таких случаях компьютерная программа расценивает дыхательные (*HF*) волны как *LF*-компонент, при этом увеличивается мощность *LF*-волн, а также значения % *LF* и *LF/HF*, что

ошибочно можно расценить как увеличение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (рисунок 3, таблица 2).

Выводы

На значения показателей ВРС могут оказывать влияние, нередко значительное, многочисленные факторы: длина записи, несоблюдение правил протокола проведения исследования, нестационарность процесса во время записи, частота дыхания, случайные явления, периоды миграции ритма сердца, нарушение синоатриальной проводимости, наличие экстрасистол, артефактов и др. Учет этих факторов необходим для правильной интерпретации ВРС и адекватной оценки функционального состояния обследуемых.

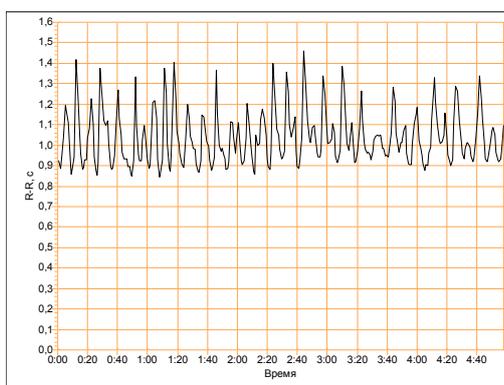


Рисунок 3 — Ритмограмма пациента А.

Таблица 2 — Значения показателей спектрального анализа пациента А. (увеличение мощности *LF*-волн и показателя *LF/HF* связано с редким дыханием)

Показатель	Значение
TP, мс ²	8311
VLF, мс ²	1389
LF, мс ²	5869
HF, мс ²	1053
LF norm, n.u.	84,8
HF norm, n.u.	15,2
LF/HF	5,57
Структура спектра	
%VLF	16,7
%LF	70,6
%HF	12,7

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. — М.: Медицина. 1997. — 265 с.
2. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение // Тез. докл. IV всерос. симп. / Отв. ред. Н. И. Шлык, Р. М. Баевский. — УдГУ. Ижевск, 2008. — 344 с.
3. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации / Р. М. Баевский [и др.]. — М., 2002. — 53 с.
4. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. — Иваново, 2002. — 290 с.
5. Рябыкина, Г. В. Вариабельность ритма сердца / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев. — М.: Оверлей, 2001. — 200 с.
6. Roulledge, H. C. Heart rate variability — a therapeutic target? / H. C. Roulledge, S. Chowdhary, J. N. Townend // J Clin Pharm Ther. — 2002. — Vol. 27. — P. 85–92.
7. Reed, M. J. Heart rate variability measurements and the prediction of ventricular arrhythmias / M. J. Reed, C. E. Robertson, P. S. Addison // QJM. — 2005. — Vol. 98. — P. 87–95.
8. Макаров, Л. М. Холтеровское мониторирование / Л. М. Макаров. — М.: Медпрактика-М., 2008. — 456 с.
9. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standarts of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // Circulation. — 1996. — Vol. 93. — P. 1043–1065.
10. Лютикова, Л. Н. Методика анализа суточной вариабельности сердечного ритма / Л. Н. Лютикова, М. М. Салтыкова, Г. В. Рябыкина // Кардиология. — 1995. — № 1. — С. 45–50.
11. Функциональная диагностика состояния вегетативной нервной системы / Э. В. Земцовский [и др.]. — С-Пб.: ИНКАРТ, 2004. — 80 с.
12. Бабунец, И. В. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма / И. В. Бабунец, Э. М. Мириджанян, Ю. А. Машаех. — Компакт-диск, 2002.

Поступила 01.10.2010