

ИЗМЕНЕНИЕ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ПРИ ОПЕРАЦИОННОМ СТРЕССЕ

© О. З. Фоменко¹, С. В. Вагин¹, С. И. Забашный²

¹Дніпропетровська державна медична академія

²Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. Мечникова

Досліджувалися зміни спектральних параметрів варіабельності ритму серця при епідуральній анестезії у хворих на ІХС у ході урологічних операцій з метою вивчення можливості використання цього методу для оцінки ступеня операційного стресу й адекватності анестезії. Визначалася загальна спектральна потужність, а також спектральна потужність у діапазонах VLF, LF, HF та їхні відношення. При спектральному аналізі ритму серця у хворих, оперованих на тлі багатокomпонентної епідуральної анестезії, отримано закономірне пригнічення симпатичної і парасимпатичної регуляції ритму серця. У хворих контрольної групи з аналогічними операціями, проведеними під класичною епідуральною анестезією, інтраопераційно реєструвалося підвищення активності симпатичного відділу ВНС, хоча зовнішніх клінічних проявів відзначено не було.

1. ВВЕДЕНИЕ

Метод вариационной пульсометрии, разработанный в 60—70-х гг. XX столетия в Институте космической медицины коллективом авторов под руководством Р. Ф. Баевского [1], является одним из наиболее эффективных методов оценки состояния регуляторных систем человека, в частности их реакции на стрессовые воздействия. В 1970-х гг. появились первые работы, в которых для оценки состояния больного во время операции с помощью специализированных систем проводился автоматизированный анализ ритма сердца (РС) по методу вариационной пульсометрии [2—6]. Исследования проводились в ходе операций с применением в качестве основного анестетика эфира, фторотана и нейролептанальгезии. Авторы проводили сравнительное исследование показателей РС на различных стадиях операции. Наиболее информативным, по мнению авторов, является индекс напряжения регуляторных систем I_s , значения которого, лежащие в диапазоне 100—900, свидетельствуют о слабом или умеренно выраженном операционном стрессе.

После работы [7] началось широкое использование спектральных параметров РС для оценки тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС), в том числе и при проведении анестезии [8—11]. Особую роль в широком распространении анализа РС сыграл выход стандартов измерения, физиологической интерпретации и клинического использования пара-

метров вариабельности ритма сердца (ВРС) [12].

В нашей работе исследовались изменения спектральных параметров ВРС при эпидуральной анестезии у больных с ИБС в ходе урологических операций с целью изучения возможности использования этого метода для оценки степени операционного стресса и адекватности анестезиологического пособия.

2. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве исходного материала для получения параметров ВРС использовались холтеровские ЭКГ-записи пациентов, полученные с помощью комплекса холтеровского мониторинга «Лента-МТ» производства ПО «Комета» (Москва, Россия) либо с помощью комплекса многосуточного кардиомониторирования «PiCard» производства НПО «Славянский Мост» (Днепропетровск, Украина). В состав комплекса входит рабочая станция кардиолога на базе персонального компьютера и несколько портативных носимых кардиомониторов, позволяющих непрерывно регистрировать и непрерывно (либо эпизодически) записывать ЭКГ пациента в электронную энергонезависимую память кардиомонитора. Программное обеспечение комплекса (Windows'98) позволяет формировать стандартный холтер-протокол (шаблонный морфологический анализ QRS-комплексов, анализ аритмий, анализ вариабельности сердечного ритма во временной и частотной областях, построение графиков смеще-

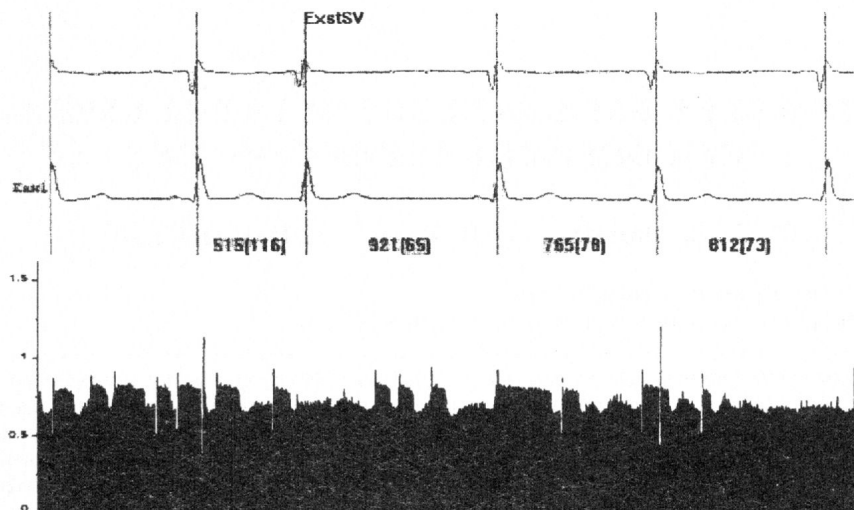


Рис. 1. Ритмограмма пациента в гравматичный момент операции. RR-интервалы, соответствующие экстрасистолическим сокращениям, заменялись линейно интерполированными значениями

ния ST-сегмента, ЧСС, аритмий различных типов за все время обследования). Результаты анализа ЭКГ представляются в виде графиков и таблиц, причем данные могут быть в дальнейшем экспортированы в стандартные табличные процессоры, например MS Excel, для последующего более детального анализа.

В данной работе ЭКГ пациента записывалась непрерывно в течение 1-2 часов за сутки до операции, во время оперативного лечения и в течение нескольких часов после операции. Дальнейший анализ полученной электрокардиограммы производился с помощью аппаратно-программных комплексов «CardioSpectrum — Лента-МТ», либо «PiCard» на основе персонального компьютера с целью получения ритмограммы за все время обследования и анализа динамики активности отделов ВНС.

Для проведения анализа ритмограмма разбивалась на перекрывающиеся сегменты длительностью 3 — 10 мин (перекрытие 0 — 50 %), для каждого сегмента проводился спектральный анализ с вычислением следующих параметров:

VLF — плотность мощности низкочастотной (0.005—0.04 Гц) составляющей спектра — индикатор активности подкорковых нервных центров и процессов гуморальной регуляции;

LF — плотность мощности в диапазоне средних частот (0.04—0.15 Гц) — индикатор активности симпатического отдела ВНС;

HF — плотность мощности высокочастотной (0.15—0.4 Гц) составляющей спектра — индикатор

активности парасимпатического отдела ВНС;

SUM — полная плотность мощности спектра;

LF/HF — симпато-вагусный баланс.

Полученные табличные данные спектрального анализа ВРС экспортировались в MS Excel для построения графических зависимостей. Помимо этого, согласно рекомендациям объединенной комиссии Американского и Европейского кардиологических обществ по анализу ВРС [12], проводилось вычисление мощностей плотности спектра различных спектральных диапазонов нормированных на общую спектральную мощность и строились соответствующие графики.

Одной из задач настоящего исследования являлось сопоставление динамики изменения параметров ВРС изменениям состояния пациента в ходе оперативного лечения. Учитывая, что при операции пациент подвергается достаточно сильным стрессовым воздействиям, можно ожидать, что его ритмограмма в эти моменты будет существенно нестационарна (рис. 1). В этой связи для целей нашей работы представлялся целесообразным выбор как можно более короткого сегмента ритмограммы для анализа параметров ВРС, не приводящий, тем не менее, к искажениям спектра в VLF-диапазоне.

При выборе сегмента для проведения спектрального анализа рассматривались результаты, полученные при анализе ритмограммы с применением сегментов длительностью 3, 4, 5 и 10 минут. По результатам анализа строились графики зависимости спектральных параметров от времени. При

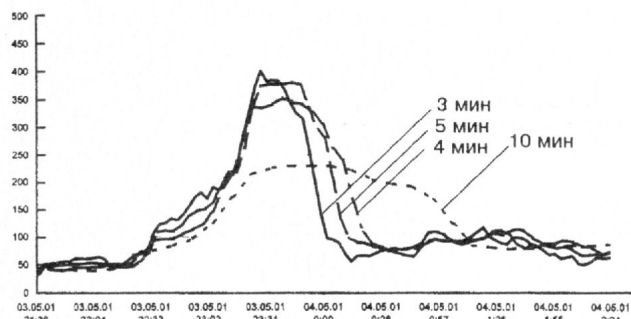


Рис. 2. Графики зависимости спектральной мощности LF-диапазона для различных длительностей сегмента: 3, 4, 5, 10-мин

сравнении полученных зависимостей критерием выбора служило соответствие определенных моментов оперативного лечения моментам изменения спектральных параметров ВРС, полученных при различных длительностях сегментов ритмограммы. Из рис. 2 видно, что наиболее достоверно отражает действительную картину анализ, проведенный с помощью 3-минутного интервала.

Полученные результаты отображались на экране компьютера в графическом виде и сохранялись в компьютерной базе данных в единицах, входящих в международную систему единиц СИ.

Исследования по описанной методике проводились на двух группах пациентов. 1-я (контрольная) группа ($n = 17$) включала больных, которым произведены оперативные вмешательства на почках с применением традиционной ЭА лидокаином. 2-я

(исследуемая) группа ($n = 18$) включала больных, подвергшихся аналогичным операциям, но на фоне многокомпонентной ЭА. Исследования проводились в урологическом центре Днепропетровской областной клинической больницы им. И. И. Мечникова.

На рис. 3 и 4 представлены графики изменения спектральных параметров ВРС, типичные для контрольной и исследуемой групп соответственно. Базовый уровень состояния ВНС у пациентов обеих групп оценивался за сутки до операции. Отмечается относительно высокий уровень общей спектральной мощности и значительные вариации всех спектральных показателей от пациента к пациенту для обеих групп. После премедикации приблизительно через 15—25 мин наблюдается умеренное снижение абсолютной величины спектральных характеристик.

Момент анестезии у пациентов обеих групп в большинстве случаев приводил к кратковременному повышению уровня ВРС (болевая реакция), за которым следовало резкое снижение мощности всех компонентов спектра РС, свидетельствующее об угнетении активности обоих отделов ВНС вследствие начала развития анестезии. Начало оперативного вмешательства у пациентов второй группы не приводило к повышению спектральной мощности ВРС, тогда как у больных контрольной группы наблюдалось ее незначительное увеличение во всех спектральных диапазонах.

В наиболее травматичный момент операции спектральный анализ ВРС выявил у пациентов контрольной группы значительное увеличение ак-

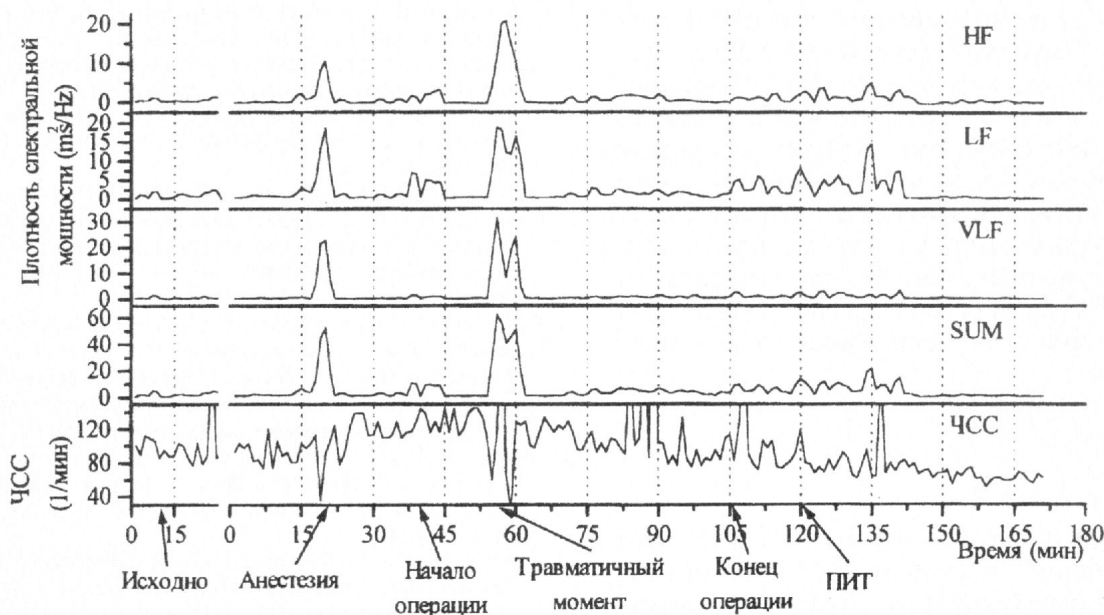


Рис. 3. Графики изменения ЧСС и спектральных характеристик при традиционной анестезии

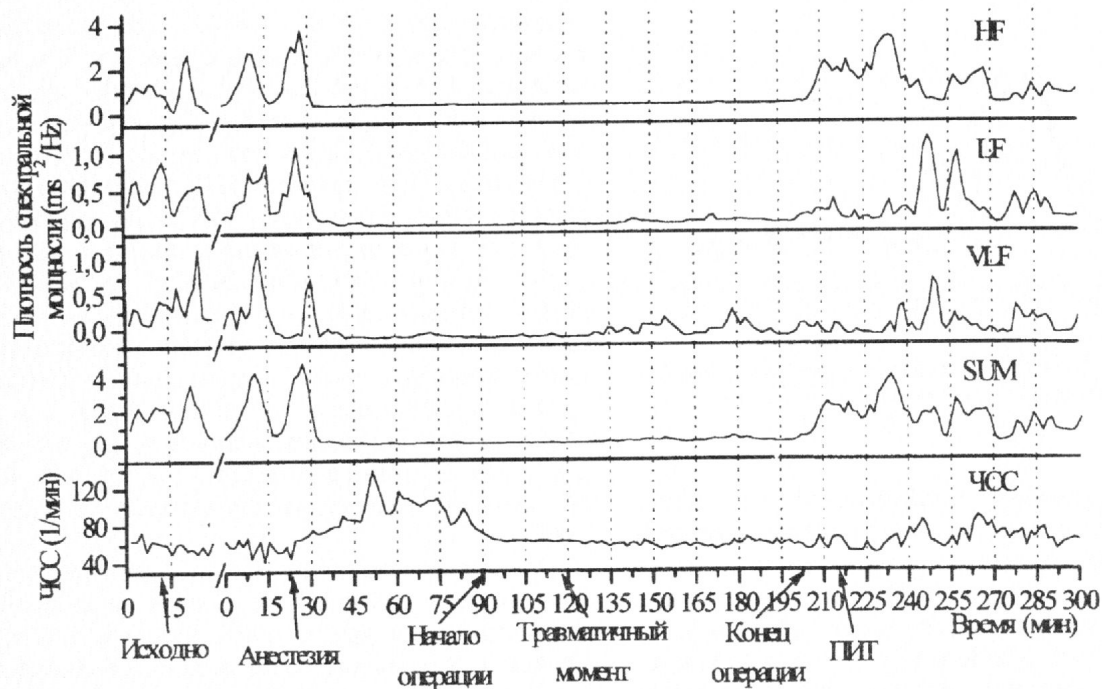


Рис. 4. Графики изменения ЧСС и спектральных параметров при многокомпонентной анестезии

тивности обоих отделов ВНС, в ряде случаев сопровождавшееся клиническими симптомами болезненного раздражения, что требовало потенцирования обезболивания. После углубления уровня анестезии показатели активности обоих отделов ВНС приближались к значениям при начале операции, клиническая картина гемодинамических изменений нормализовалась. У больных исследуемой группы графики спектральных параметров ВРС позволяют заключить, что показатели активности симпатического и парасимпатического отделов сохраняли чрезвычайно низкие значения в течение всего операционного периода. Клинические данные свидетельствовали об адекватности проведенной анестезии. В обеих группах восстановление спектральных показателей ВРС до исходного уровня происходило через 60–120 мин после окончания оперативного вмешательства.

4. ВЫВОДЫ

Метод спектрального анализа variability ритма сердца позволяет оценивать состояние отделов вегетативной нервной системы в ходе оперативного лечения.

Оптимальной длительностью сегмента ритмог-

раммы для определения спектральных параметров variability ритма сердца при оперативных вмешательствах является 3 мин.

1. Баевский Р. М., Волков Ю. Н., Нидеккер И. Г. Статистический, корреляционный и спектральный анализ пульса в физиологии и клинике // Математические методы анализа сердечного ритма. — М.: Наука, 1968.—С. 51—61.
2. Клецкин С. З. Опыт автоматического контроля сердечного ритма во время оперативных вмешательств // Материалы Всероссийской конференции хирургов, посвященный 100 летию со дня рождения В. И. Ленина. — Казань, 1970.—С. 155—156.
3. Островский В. Ю., Клецкин С. З., Тер-Каспарова Н. Я., Покровская Е. Л. Метод автоматического анализа ритма сердца как показатель адекватной анестезии // Проблемы анестезиологии и реаниматологии. — М., 1972.—С. 263—264.
4. Островский В. Ю., Клецкин С. З., Тер-Каспарова Н. Я. и др. Вариационная пульсоксиметрия — новый метод оценки функционального состояния больного во время оперативного вмешательства // Актуальные вопросы обезболивания в онкологии: Тез. всесоюз. симп. — М., 1976.—С. 130—131.
5. Клецкин С. З. Новый метод контроля за адекватностью анестезии // Материалы Второго Всесоюзного съезда анестезиологов и реаниматологов. — Ташкент, 1977.—С. 440—442.
6. Островский В. Ю., Клецкин С. З., Тер-Каспарова Н. Я. и др. Математический анализ ритма сердца — новый метод оценки функционального состояния больного во время оперативного вмешательства // Осложнения анестезии и реанимации, их профилактика и терапия. — Ижевск, 1977.—

- C. 176—178.
7. Akselrod S., Gordon D., Ubel F. A., et al. Power spectral analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control // *Science*—1981.—213.—P. 220—222.
 8. Kawamoto M., Tanaka N., Takasaki M. Power spectral analysis of heart rate variability after spinal anaesthesia // *Br. J. Anaesth.*—1993.—71.—P. 523—527.
 9. Galletly D. C., Westenberg A. M., Robinson B. J., Corfiatis T. Effect of halothane, isoflurane and fentanyl on spectral components of heart rate variability // *Br. J. Anaesth.*—1994.—72.—P. 177—180.
 10. Kimura T., Komatsu T., Hirabayashi A., et al. Autonomic imbalance of the heart during total spinal anesthesia evaluated by spectral analysis of heart rate variability // *Anesthesiology*.—1994.—80.—P. 694—698.
 11. Backlund M., Toivonen L., Tuominen M., et al. Changes in heart rate variability in elderly patients undergoing major noncardiac surgery under spinal or general anesthesia // *Reg. Anesth. Pain. Med.*—1999.—24.—P. 386—392.
 12. 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 // *European Heart Journal*.—1996.—17.—P. 354—381.

HEART RATE VARIABILITY CHANGES DURING SURGERY STRESS

O. Z. Fomenko, S. V. Wagin, S. I. Zabashnyi

In the present paper the changes of spectral parameters of heart rate variability were investigated in patients with IHD during urological operations under epidural anaesthesia. We aimed to analyze a possibility to use this method for estimation of an operational stress degree and anaesthesia adequacy. The general spectral power, and also spectral power VLF, LF, HF frequency ranges, as well as their relation were determined. By means of spectral analysis of heart rate in patients undergoing urological surgery under multicomponent epidural anaesthesia we found marked depression both of sympathetic and parasympathetic regulation of the heart rate. For patients with similar surgery under a classic epidural anaesthesia an enhancement of sympathetic activity was registered during the surgery, though without marked clinical signs.

УДК 154.4+331.015

ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

© А. В. Шевяков, Щу Гао Хан

Дніпропетровський національний університет

Розглянуто питання ергономічної модернізації людино-машинних систем з урахуванням ринкових економічних умов. Висвітлено ергономічні фактори, що детермінують психічну напруженість діяльності операторів. Обґрунтовано необхідність модернізації у межах корективного підходу до ергономічного забезпечення та проектування операторської діяльності.

Авиакосмическая промышленность является традиционной областью внедрения новейших достижений науки и техники, управляемой, обслуживаемой, осваиваемой и используемой человеком. Современное техническое перевооружение этой отрасли вызвано объективными причинами: значимостью в народном хозяйстве стран, оказавшихся в новых для себя (рыночных) условиях; масштабом производства; высоким устойчивым спросом выпускаемой продукции и капитальных затрат на создание и эксплуатацию агрегатов и производств; напряженными условиями труда специалистов. Интенсификация высокоавтоматизированных технологических процессов приводит к необходимости широкого применения и внедрения системы эргономического обеспечения разработки, эксплуатации и модернизации человеко-машинных систем, под ко-

торой понимается совокупность научно-исследовательских, проектно-конструкторских работ и организационных мероприятий, направленных на достижение максимального реализуемого уровня эффективности (эргономичности).

Несмотря на внедрение средств автоматизации, компьютерной техники в производство, роль человека-оператора является ведущей в обеспечении устойчивости функционирования человеко-машинных систем. При этом значительно возрастает общая психическая нагрузка операторов, связанная с ответственностью за результаты осуществляемых действий. Новые условия деятельности операторов требуют соответствующего подхода к модернизации всей системы. Этот подход требует учета психологических особенностей операторской деятельности, привлечения психологических методов исследова-