

Рубрика: клиническая электрофизиология

© И.В. ХМЕЛЬНИЦКИЙ, В.И. ГОРБАЧЕВ, 2016

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2016

УДК 616.12-008.318-073.96

DOI: 10.15275/annaritmol.2016.2.5

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ***Тип статьи: обзорная статья***И.В. Хмельницкий, В.И. Горбачев**ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования»
Минздрава России, м/р Юбилейный, 100, Иркутск, 664049, Российская Федерация

Хмельницкий Игорь Викторович, канд. мед. наук, E-mail: igor220675@yandex.ru

Горбачев Владимир Ильич, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой

Исследование проведено на основе 10-летнего опыта использования различных методик анализа вариабельности сердечного ритма в качестве индикатора прямой и обратной связи симпатoadрeнaлoвoй системы в предоперационной диагностике и анестезиологическом контроле. Анализируется возможность прогнозирования глубины анестезии, так как в зависимости от значительного количества внешних и внутренних условий уровень анестезии заметно изменяется. В связи с этим влияние лекарственных препаратов и технологических средств воздействия на состояние всех жизнеобеспечивающих систем, в частности вегетативной нервной системы, до, во время и после анестезии вызывает большой практический интерес. Исследуются соблюдение баланса фармакологической защиты, вегетативного баланса в условиях хирургической агрессии, а также использование анализа вариабельности сердечного ритма как неспецифического метода по отношению к нозологическим формам патологии при внутренних и внешних воздействиях. Обзор ряда источников подтверждает, что изучение сердечного ритма — практически единственный высокоскоростной способ определения симпатовагусной регуляции, поскольку это наиболее доступный соматический параметр для оценки работы сердечно-сосудистой системы в анестезиологии. Вариабельность ритма сердца служит своеобразным индикатором функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы. Предлагается проводить непрерывный мониторинг вегетативных показателей ритма сердца, который позволяет своевременно регистрировать симпатовагусный дисбаланс. Динамический контроль, своевременная интерпретация вариабельности ритма сердца постоянно находятся в центре внимания, однако подход и методология у отечественных и зарубежных авторов отчетливо разнятся по следующим пунктам: ритмография сердца как визуальный способ оценки информации о динамике медленноволновых процессов, спектральный анализ синусового ритма сердца как передовой метод анализа крупно- и мелковолновой активности, тесты функциональной диагностики для последующей оценки напряжения различных отделов вегетативной нервной системы при исходной регистрации вариабельности сердечного ритма, сопоставительное изучение вариабельности сердечного ритма в отдельности либо совместно с дополнительными не менее информативными инструментальными методами во время оперативного или диагностического вмешательства, прогнозирование исхода определенного вида вмешательства при определенном виде анестезиологического пособия в зависимости от симпатoadрeнaлoвoгo ответа, изучение симпатoadрeнaлoвoгo ответа при комбинировании различных типов анестезии и групп анестетиков, сравнение глубины анестезии при различных ее видах.

Ключевые слова: спектральный анализ; вариабельность сердечного ритма; автономная (вегетативная) нервная система; компьютерный анализ; анестезиологическое пособие.

THE HEART RATE VARIABILITY WHEN CONDUCTING ANESTHESIA**I.V. Khmel'nitskiy, V.I. Gorbachev**

Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, mikrorayon Yubileynyy, 100, Irkutsk, 664049, Russian Federation.

Khmel'nitskiy Igor' Viktorovich, MD, PhD, E-mail: igor220675@yandex.ru
Gorbachev Vladimir Il'ich, MD, PhD, DSc, Professor, Chief of Chair

The study was performed on the base of 10 years of using different methods of analysis of heart rate variability as an indicator of direct and reverse connection of the sympatho-adrenal system in the preoperative diagnosis and anesthetic monitoring. The possibility of predicting the depth of anaesthesia was analyzed, for depending on significant amounts of external and internal conditions, the level of anesthesia changes significantly. In this regard the influence of drugs and technological means of influencing the condition of all life-supporting systems, and the autonomic nervous system in particular, before, during and after anesthesia is of great practical interest. The balance of the pharmacological protection of the vegetative balance in the surgical aggression is studied, as well as the use of heart rate variability as a non-specific method in relation to nosological forms of pathology, both under internal and external influences. A review of a number of sources confirms that heart rate is virtually the only high-speed method to present the sympatho-vagal regulation, the most accessible somatic parameter for estimation of the cardiovascular system functioning in anesthesiology. The heart rate variability serves as an indicator of functional condition of autonomous (vegetative) nervous system. It is proposed to perform the continuous monitoring of the autonomic indices of the heart rhythm, which allows to register sympatho-vagal imbalance. Dynamic monitoring, timely interpretation of heart rate variability are constantly in the spotlight, but the approach and methodology of the domestic and foreign authors distinctly differ on the following points: heart rhythmography as a visual method of assessing information about the dynamics of slow-wave processes, spectral analysis of the heart sinus rhythm as the best method of analysis of large and small wave activity, tests of functional diagnostics for subsequent measurement of the autonomic nervous system various divisions voltage with the original registration of heart rate variability, comparative study of heart rate variability separately, or in conjunction with additional and not less informative instrumental methods during surgical or diagnostic intervention, predicting the outcome of a particular intervention at a particular form of anesthesia depending on the sympatho-adrenal response, studying sympatho-adrenal response when combining different types of anesthesia and anesthetics groups, comparing the depth of anesthesia during its different types.

Key words: spectral analysis; heart rate variability; autonomous (vegetative) nervous system; computer aided analysis; anesthesiology.

Традиционно для оценки эффективности анестезии используется большое количество методов оценки функции сердечно-сосудистой системы. Многое зависит не только от действия лекарственного вещества и его концентрации, но и от афферентной импульсации и индивидуальных особенностей работы сердечно-сосудистой системы больного, которые порой ведут себя как крайне нестабильные величины. Соматические факторы могут усложнять оценку и прогнозирование глубины анестезии, так как зависимы от значительного количества внешних и внутренних условий. В связи с этим влияние используемых для наркоза лекарственных препаратов и технологических (аппаратных) средств — например, проведение искусственной вентиляции легких при интубационном наркозе — на состояние всех жизнеобеспечивающих систем, в первую очередь сердечно-сосудистой и регулирующей ее вегетативной нервной системы (ВНС), до, во время и после анестезии вызывает большой практический интерес [1, 2].

Нейровегетативный гомеостаз во время хирургической травмы чрезвычайно уязвим, что заставляет задуматься о степени влияния операционного стресса на ВНС. Поэтому соблюдение баланса фармакологической защиты и вегетативного баланса в условиях хирургической агрессии становится крайне важным [3–6].

Гемодинамическая стабильность является приоритетом для анестезиологического пособия, но даже при наличии целого арсенала средств мониторинга иногда трудно определить причину системных реакций организма, которые выявляются при проведении анестезии: проявление болевой реакции, явления восстановления сознания или пробуждение пациента в результате запредельной ноцицептивной импульсации в центральной нервной системе. Определение сути этих реакций возможно при изучении показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) как индикатора прямой и обратной связи симпатoadренальной системы — методе предоперационной диагностики и естественного анестезиологического контроля [7, 8].

Анализ ВСР является неспецифичным методом по отношению к нозологическим формам патологии, крайне чувствительным к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям [9]. Метод основан на распознавании и измерении временных параметров между интервалами R–R электрокардиограммы и построении динамических рядов кардиоинтервалов (кардиоинтервалограммы). Современный анализ ВСР производится с использованием специально разработанных компьютерных программ [10, 11]. Изучение сердечного ритма — практически единственный высокоскоростной способ определения

симпатовагусной регуляции, поскольку это наиболее доступный (кроме общепринятых) соматический параметр для оценки работы сердечно-сосудистой системы в анестезиологии. ВРС служит своеобразным индикатором функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы [12–15].

Благодаря непрерывному мониторингу вегетативных показателей ритма сердца достигается своевременная регистрация симпатовагусного дисбаланса и осуществляется индивидуальный подбор компенсирующей тактики анестезии с учетом конкретной клинической ситуации [16–18]. В руках анестезиолога в виде данных по ВРС находится информация об изменении активности отделов ВНС, которая корректирует взаимосвязи между всеми системами. Существующие спектральные методы анализа ВРС у пациентов, подвергающихся общей анестезии, в большинстве случаев показывают взаимосвязь прямого и обратного регулирования ВНС сердечного ритма и сердечного барорефлекса.

Известно, что такой препарат для анестезии, как пропофол, вызывает снижение артериального давления из-за его сосудорасширяющего действия, в то время как частота сердечных сокращений остается без изменений по отношению к исходным значениям до индукции анестезии. Двумерная модель G. Dorantes-Mendez (2012 г.) показала, что обратная связь сердечного барорефлекса может быть подорвана пропофолиндукционной анестезией и прямая связь может быть не подвержена наркотизации [19].

Динамический контроль при анестезии, своевременная интерпретация ВРС постоянно находятся в центре внимания. Самым распространенным методом изучения ВРС можно считать графическое представление его параметров во время проведения различных видов анестезиологического пособия [20].

Визуальный способ оценки информации о динамике медленноволновых процессов ВРС позволяет врачу понять характер индивидуальных, адаптационных процессов гемодинамики больного и произвести коррекцию тактики обезболивания и выбора препаратов для анестезии. Посредством спектрального анализа ВРС и измерения гемодинамических параметров может оцениваться уровень анестезиологической защиты с позиции реализации адаптационных процессов при использовании различных методов обезболивания [21].

Использование методики регистрации ВРС во время регионарной анестезии продемонстрировало стабильность параметров ВНС и благоприятное течение послеоперационного периода. При операциях, проведенных в условиях нейролептаналгезии, характерна резкая активация симпатического звена и центрального контура управления сердечным ритмом как на этапах операции, так и в послеоперационном периоде, что создает угрозу развития тромбоэмболических осложнений [22, 23].

Чрезвычайно актуально выглядит выявление нарушений вегетативного статуса, связанных с неадекватностью анестезии во время нейроаксиальных блокад у детей, позволяющее своевременно предпринять компенсационные меры [24].

Воздействие старения на активность ВНС при комбинированной внутривенной анестезии под контролем ВРС позволило выявить угнетение деятельности сердечно-сосудистого компонента. Компенсаторное повышение симпатической активности выявлено у пациентов молодого возраста, а противоположный эффект — в старшей возрастной группе [25].

Многими авторами доказано, что спектральный анализ синусового ритма сердца позволяет объективно оценивать состояние вегетативной регуляции в процессе кратковременных анестезиологических вмешательств и может применяться для мониторинга адекватности анестезиологического пособия¹ [26, 27].

Стоит рассматривать совокупно влияние как общей, так и регионарной анестезии на сердечно-сосудистую систему и вегетативную регуляцию сердечной деятельности, так как ВНС как главная система адаптации на сегментарном уровне в первую очередь реагирует на любое стрессовое воздействие, будь то операция либо анестезиологическое пособие [28]. Это особенно важно для пациентов с сопутствующей ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией, у которых имеется исходное нарушение вегетативной регуляции сердечной деятельности [29].

Достаточно часто в научной литературе встречаются ссылки на использование разнообразных тестов функциональной диагностики для исходной оценки напряжения различных отделов ВНС,

¹ Горбачев В.И., Хмельницкий И.В., Русанов Д.Н. Способ определения типа вегетативного тонуса. Патент РФ на изобретение № 2373839 от 09.07.2008. Хмельницкий И.В. Способ определения типа вегетативного тонуса в режиме реального времени. Разрешение на применение новой медицинской технологии №2010/054.

которые помогают выявить гемодинамические расстройства во время анестезии. Так, больные с сопутствующей ишемической болезнью сердца, у которых в предоперационном обследовании при нагрузочной чреспищеводной электрокардиостимуляции отмечено повышение среднего артериального давления более чем на 15% и индекса напряжения при нагрузке объемом более чем на 50%, представляют собой группу повышенного риска интраоперационной гемодинамической нестабильности. Оптимальным видом анестезии у этих пациентов, по мнению С.И. Ситкина (2008 г.), является сочетанная анестезия на основе грудной эпидуральной анестезии, севофлурана (1,1–1,3 МАК) и искусственной вентиляции легких закисно-кислородной смесью в соотношении 1:1 [30]. У пациентов с высоким риском развития интраоперационной гемодинамической нестабильности нежелательно применение спинальной анестезии, так как она приводит к выраженной артериальной гипотонии, а у больных с повышенными значениями скорректированного времени восстановления функции синусового узла (по данным электрофизиологического исследования сердца) более чем на 40% – использование грудной эпидуральной блокады, поскольку она вызывает дисфункцию синусового узла с развитием выраженной брадикардии [30].

Исследование состояния адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы при нормальной доношенной беременности на поздних сроках гестации с помощью анализа ВРС и проведения активной ортостатической пробы позволяет оценить вегетативный гомеостаз и риск развития интраоперационной артериальной гипертензии на фоне синусовой аритмии, что выражается в преобладании активности симпатического отдела ВНС, повышении частоты сердечных сокращений в покое, наличии постуральной ортостатической гипотонии или тахикардии [31].

Проведены исследования по оценке адекватности и глубины наркоза во время различных хирургических вмешательств при сопоставительном изучении ВРС в отдельности либо совместно с дополнительными не менее информативными инструментальными методами. Большой интерес вызывает оценка эффективности обезболивания на основе измерения вегетативного тонуса методами статистического, спектрального анализа, расчета индекса Кердо, модифицированного волнового или вейвлет-преобразования (wavelet transformation) в интраоперационном периоде [32, 33].

Интересно мнение ряда авторов по усовершенствованию существующей методики анализа ВРС при помощи дополнительных расчетов, которые позволяют создать новые индексы. Так называемый многомерный индекс ноцицепции на уровне ноцицепции (multidimensional index of nociception, the nociception level) позволяет нивелировать гемодинамические эффекты ремифентанила и является надежным показателем умеренной и интенсивной ноцицептивной стимуляции [34].

Существует концепция системного аппаратного мониторинга жизненно важных функций организма, основанная на физиологии и патофизиологии, которая реализована в операционных действиях на серийно выпускаемом отечественном аппаратно-программном комплексе – системе интегрального мониторинга «Симона 111». В его рамках представлены одновременно параметры гемодинамики, электрокардиограмма, фотоплетизмограмма, реокардиограмма, электроэнцефалограмма, гистограмма кардиоинтервалов, кардиоинтервалограмма, корреляционная ритмограмма, параметры транспорта и потребления кислорода, дыхания, метаболизма и активности центральной нервной системы. «Симона 111» помогает выявить и разделить патологические и компенсаторно-приспособительные реакции при различной хирургической и терапевтической патологии, а также во время анестезии [35].

Мониторинг вегетативной регуляции ритма сердца при использовании различных препаратов внутривенного обезболивания является качественным методом наблюдения за больными во время операции. Например, тиопентал натрия обеспечивает меньшую вегетативную стабильность во время анестезии, что проявляется более выраженным снижением высокочастотных колебаний кардиоритма (HF) на втором этапе, снижением низкочастотных колебаний (LF) на травматичных этапах операции, то есть происходит более значимое увеличение симпатического тонуса на травматичном этапе операции. При седации пропофолом сохраняются механизмы вегетативной реактивности. Это подтверждают менее выраженное снижение HF на втором этапе, а также более высокая стабильность индекса вегетативного стресса на всех этапах [36].

Интересно использование методики анализа ВРС для сравнения глубины анестезии не по виду, а по типу, то есть при внутривенной либо ингаляционной анестезии. Оценка сердечного ритма в динамике при использовании пропофола и севофлурана выявила более глубокий

гипнотический эффект на хирургическом уровне обезболивания при анестезии пропофолом [37].

При сравнении пациентов, прооперированных под общей анестезией, с больными, прооперированными под комбинированным эпидуральным обезболиванием, по данным ВРС можно определить недостаточную защиту от хирургической агрессии в первой группе [38].

Крайне интересным представляется исследование по оценке стратегии анестезии в ходе нейрохирургических процедур линейного и нелинейного анализа двух сосудистых сигналов. Авторам удалось выделить различия между симпатической составляющей и блуждающим нервом в комбинации с модуляцией анестетиков, а параллельное измерение спектрального анализа ВРС (линейный способ) подчеркнуло различия в балансе между исследуемыми нейронными системами управления [39].

Также на фоне одинаковой по степени операционной травмы показатели соматотропного и тиреотропного гормонов, пролактина и кортизола в условиях анестезии сочетанием препаратов для нейролептаналгезии с записью азота были достоверно выше по сравнению с показателями гормонов в условиях спинальной анестезии [40, 41].

Применение спектрального анализа ВРС при оценке адекватности анестезиологического пособия помогает отличать интраоперационную артериальную гипертензию в результате операционного стресса от стойкой артериальной гипертензии как компонента гипертонической болезни [42].

Прогнозирование результата определенного вида вмешательства при конкретном виде анестезиологического пособия в зависимости от симпатoadреналового ответа позволяет нивелировать возможные интраоперационные анестезиологические осложнения.

Использование оценки неспецифических механизмов адаптации с помощью анализа ВРС может выявить исходное снижение адаптационных возможностей, что позволяет эффективно прогнозировать течение послеоперационного периода и делать выводы о нарастании степени напряжения регуляторных систем по мере увеличения возраста пациентов и по мере распространенности онкологического процесса. У больных со сниженной ВРС наблюдалось более частое появление послеоперационных осложнений [43–46].

При интраоперационном анализе симпатовагусного баланса, равного отношению мощностей LF и HF, отражающих активность симпатического и парасимпатического отделов соответ-

ственно, выявлено, что выраженными антистрессорными свойствами обладают пропофол и севофлуран и значительно им уступает тиопентал натрия [47]. С помощью нейропсихологических тестов Бурдона и Равена установлено, что состояние когнитивных функций в послеоперационном периоде зависит от качества антистрессорной защиты во время операции [48].

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список

1. Горбачев В.И., Емельянов В.Е., Стариков А.С. и др. Применение вариационной кардиоинтервалографии для оптимизации анестезиологического пособия в хирургии одного дня. *Анестезиология и реаниматология*. 2003; 5: 41–4.
2. Вегетативная нервная система. В кн.: Большая медицинская энциклопедия. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия; 1976: 68–79.
3. Гологорский В.А. Динамика внутрисуточного ритма частоты сердечных сокращений и дыхания в непосредственном посленаркозном и послеоперационном периодах. *Анестезиология и реаниматология*. 1981; 6: 25–9.
4. Камышов Я.М. Внутривенная общая анестезия в амбулаторно-поликлинической практике. М.: Meditsina; 1987.
5. Китишвили И.З. Компоненты и методы общей анестезии при малых хирургических операциях и травматических манипуляциях. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 1997.
6. Neukirchen M., Kienbaum P. Sympathetic nervous system: evaluation and importance for clinical general anesthesia. *Anesthesiology*. 2008; 109 (6): 1113–31.
7. Калакутский Л.И. Аппаратура и методы клинического мониторинга: учебное пособие. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет; 1999.
8. Никитина Е.В. Реакция крови и гипоталамо-надпочечниковой системы в предоперационном периоде в зависимости от функционального состояния вегетативной нервной системы. В кн: Материалы XI съезда Всероссийского конгресса анестезиологов-реаниматологов. СПб; 2008.
9. Баевский Р.М. Математический анализ ритма сердца. М.: Наука; 1979.
10. Горбачев В.И., Хмельницкий И.В., Добрынина Ю.В., Горбачев С.В. Определение типа вегетативного тонуса в режиме on-line. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2009; 3: 60–6.
11. Лапкин М.М. Программно-аппаратный комплекс для оценки неспецифических адаптационных возможностей человека. *Вестник новых медицинских технологий*. 1995; 2 (3): 122–6.
12. Furgala A., Madroszkiewicz D., Madroszkiewicz E., Gościński I., Kolasnińska-Kloch W., Moskała M., Thor P.J. Autonomic system disturbances in patients with increased intracranial pressure caused by brain tumors evaluated by heart rate variability. *Folia Med. Cracov*. 2007; 48 (1–4): 35–44.
13. Кузнецов П.С. Особенности вегетативных дисфункций у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, их диагностика, коррекция методами рефлексотерапии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Рязань; 2003.
14. Селивоненко С.В. Спектральный анализ сердечного ритма как показатель вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы. *Терапевтический архив*. 2002; 1: 59–61.
15. Tekin G., Tekin A., Kiliçarslan E.B., Haydardedeoğlu B., Katircibaşı T., Koçum T. et al. Altered autonomic neural control of the cardiovascular system in patients with polycystic ovary syndrome. *Int. J. Cardiol*. 2008; 130 (1): 49–55.
16. 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 (2): 177–80.
17. Howell S.J., Wanigasekera V., Young J.D., Gavaghan D., Sear J.W., Garrard C.S. Effect of propofol and thiopentone, and

- benzodiazepine premedication on heart rate variability measured by spectral analysis. *Br. J. Anaesth.* 1995; 74 (2): 168–73.
18. Клекин С.З. Проблемы контроля и оценки операционного стресса (на основе анализа ритма сердца с помощью ЭВМ). Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 1980.
 19. Dorantes-Mendez G., Aletti F., Toschi N., Guerrisi M., Coniglione F., Dauri M. et al. Effects of propofol anesthesia induction on the relationship between arterial blood pressure and heart rate. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* 2012; 2012: 2835–8.
 20. Маньков А.В., Горбачев В.И. Изменения вегетативного гомеостаза и гемодинамики в условиях спинальной анестезии. *Сибирский медицинский журнал.* 2010; 97 (6): 145–8.
 21. Астахов А.А. Адаптационные процессы гемодинамики при различных вариантах анестезии и интенсивной терапии у пациентов отделений реанимации. Дис. ... д-ра мед. наук. Екатеринбург; 2012.
 22. Антонов А.А., Буров Н.Е. Системный аппаратный мониторинг (физиологические аспекты). *Вестник интенсивной терапии.* 2010; 3: 8–12.
 23. Михайлова Э.Ф. Кардиоинтервалографическая оценка состояния вегетативной нервной системы во время операций с применением регионарной и общей анестезии. *Казанский медицинский журнал.* 2011; 92 (3): 353–6.
 24. Кулев А.Г. Анализ variability ритма сердца в оценке эффективности и безопасности нейроаксиальных блокад у детей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2006.
 25. Beheiry H.E., Mak P. Effects of aing and propofol on the cardiovascular component of the autonomic nervous system. *J. Clin. Anesth.* 2013; 25 (8): 637–43.
 26. Evaluation of anaesthesia adequacy by means of pulse variability analysis method. 1st International Baltic Congress of Anaesthesiology and Intensive Care. Latvia; 2005.
 27. Горбачев В.И., Емельянов В.Е., Хмельницкий И.В. Кардиоинтервалография в оптимизации анестезиологического обеспечения краткосрочных хирургических вмешательств. *Вестник интенсивной терапии.* 2006; 5: 95–8.
 28. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма с помощью комплекса «Варикард» и проблема распознавания функциональных состояний. В кн.: Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебной экспертизы. М.: 2000.
 29. Овечкин А.М. Профилактика послеоперационного болевого синдрома. Патогенетические основы и клиническое применение. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2000.
 30. Ситкин С.И. Анестезиологическое обеспечение операций на брюшной аорте и артериях нижних конечностей. Дис. ... д-ра мед. наук. Москва; 2008.
 31. Денисова Н.Ю. Разработка методов прогнозирования и профилактики артериальной гипотонии, вызванной спинальной анестезией при кесаревом сечении. Дис. ... канд. мед. наук. Воронеж; 2006.
 32. Черный В.И., Смирнова Н.Н. Опыт применения эбрантила с целью интраоперационной коррекции артериальной гипертензии. *Вестник неотложной и восстановительной медицины.* 2012; 13 (3): 333–4.
 33. Горбачев В.И., Хмельницкий И.В., Добрынина Ю.В. Оценка вегетативного тонуса с помощью комплексного исследования непрерывного вейвлет-преобразования и кардиоинтервалометрии. *Вестник новых медицинских технологий.* 2011; 18 (3): 154–7.
 34. Martini C.H., Boon M., Broens S.J., Hekkelman E.F., Oudhoff L.A., Buddeke A.W., Dahan A. Ability of the nociception level, a multiparameter composite of autonomic signals, to detect noxious stimuli during propofol-remifentanyl anesthesia. *Anesthesiology.* 2015; 123 (3): 524–34.
 35. Бунатян А.А., Мизиков В.М., Вабишевич А.В. Анестезиологическое обеспечение в эндоскопической хирургии. *Анналы ВНИЦ РАМН.* 1997; 6: 67–88.
 36. Зноскова И.А. Динамика показателей variability ритма сердца в периоперационном периоде отомикрохирургических вмешательств при различных вариантах седации. *Український журнал екстремальної медицини імені Г.О. Можасєва.* 2009; 10 (1): 77–81.
 37. Mäenpää M., Penttilä J., Laitio T., Kaistia K., Kuusela T., Hinkka S., Scheinin H. The effects of surgical levels of sevoflurane and propofol anaesthesia on heart rate variability. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2007; 24 (7): 626–33.
 38. Хамидов Д.Д., Мурадов А.М., Шарипов М.М. Нейровергетивная регуляция сердечного ритма в процессе анестезиологического пособия у больных осложненным эхинококкозом печени. *Научно-практический журнал ТИППМК.* 2014; 1: 43–6.
 39. Guzzetti S., Bassani T., Latini R., Masson S., Barlera S., Citerio G., Porta A. Autonomic cardiovascular modulation with three different anesthetic strategies during neurosurgical procedures. *Minerva Anesthesiol.* 2015; 81 (1): 3–11.
 40. Емельянов В.Е. Применение кардиоинтервалографии в оптимизации анестезиологического обеспечения при миниинвазивных хирургических вмешательствах Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2005.
 41. Сергеев Н.И., Юрченко С.А. Показатели гормонов гипофиза и коры надпочечников в зависимости от функционального состояния вегетативной нервной системы в условиях общей и спинальной анестезии. *Новости хирургии.* 2011; 19 (4): 100–6.
 42. Черный В.И., Смирнова Н.Н. Интраоперационный мониторинг variability сердечного ритма как метод оценки функционального состояния стресс-систем организма. *Вестник неотложной и восстановительной медицины.* 2012; 13 (4): 525–8.
 43. Головкин Е.Ю. Зависимость показателей variability сердечного ритма от клинических характеристик опухолевого процесса. *Актуальные вопросы патологии.* Рязань: РязГМУ; 2005.
 44. Куликов Е.П., Лапкин М.М., Головкин Е.Ю. Роль исследования variability сердечного ритма в прогнозировании непосредственных исходов хирургического лечения больных раком желудка. *Онкохирургия.* 2010; 2 (1): 26–9.
 45. Лапкин М.М., Куликов Е.П., Головкин Е.Ю. Физиологический подход к прогнозированию исходов оперативного лечения больных раком желудка. *Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова.* 2007; 1: 7–12.
 46. Семионкин Е.И., Куликов Е.П., Трушин С.Н., Бубликов И.Д. Оценка адаптации в хирургической и онкологической практике методом математического анализа сердечного ритма. *Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова.* 2012; 2: 244–7.
 47. Бояркин М.В., Вахрушев А.У., Марусанов В.Е. Оценка адекватности анестезиологического пособия с помощью спектрального анализа синусового ритма сердца. *Анестезиология и реаниматология.* 2003; 4: 7–10.
 48. Скороплет О.И. Послеоперационная когнитивная дисфункция и variability сердечного ритма у больных молодого возраста, прооперированных по поводу челюстно-лицевой патологии. *Український журнал екстремальної медицини імені Г.О. Можасєва.* 2013; 14 (1): 58–62.

References

1. Gorbachev V.I., Emel'yanov V.E., Starikov A.S. et al. Application of variational cardiointervalography for optimization of anesthesia at one day surgery. *Anesteziologya i Reanimatologiya.* 2003; 5: 41–4 (in Russ.).
2. The autonomic nervous system. In: *The Big Medical Encyclopedia.* 3rd edn. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya; 1976: 68–79 (in Russ.).
3. Gologorskiy V.A. Dynamics of the diurnal rhythm of heart rate and respiration in the immediate postanesthetic and postoperative periods. *Anesteziologya i Reanimatologiya.* 1981; 6: 25–9 (in Russ.).
4. Kamyshov J.M. Intravenous general anesthesia in outpatient practice. Moscow: Medicine; 1987 (in Russ.).
5. Kitiashvili I.Z. Components and methods of general anesthesia for small surgical operations and traumatic manipulations. Theses of diss. ... cand. med. sci. Moscow; 1997 (in Russ.).
6. Neukirchen M., Kienbaum P. Sympathetic nervous system: evaluation and importance for clinical general anesthesia. *Anesthesiology.* 2008; 109 (6): 1113–31.
7. Kalakutskiy L.I. Apparatus and methods of clinical monitoring: a tutorial. Samara: Samarskiy gosudarstvennyy aerokosmicheskii Universitet; 1999 (in Russ.).
8. Nikitina E.V. The reaction of the blood and the pituitary-adrenal system in the preoperative period depending on the functional state of the autonomic nervous system. In: *Materials of the XI Session of the all-Russian Congress of Anaesthesiologists.* Saint-Petersburg; 2008 (in Russ.).

9. Baevskiy R.M. Mathematical analysis of heart rhythm. Moscow: Nauka; 1979 (in Russ.).
10. Gorbachev V.I., Khmel'nitskiy I.V., Dobrynina Yu.V., Gorbachev C.B. Determination of autonomic tone type in the on-line mode. *Ul'trazvukovaya i Funktsional'naya Diagnostika*. 2009; 3: 60–6 (in Russ.).
11. Lapkin M.M. Hardware-software complex for evaluation of nonspecific adaptive capabilities of a person. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*. 1995; 2 (3): 122–6 (in Russ.).
12. Furgala A., Madroszkiewicz D., Madroszkiewicz E., Gościński I., Kolańska-Kloch W., Moskala M., Thor P.J. Autonomic system disturbances in patients with increased intracranial pressure caused by brain tumors evaluated by heart rate variability. *Folia Med. Cracov*. 2007; 48 (1–4): 35–44.
13. Kuznetsov P.S. Features of autonomic dysfunction in patients with peptic ulcer of stomach and duodenal ulcers, their diagnosis, correction by methods of reflexotherapy. Theses of diss. ... cand. med. sci. Ryazan'; 2003 (in Russ.).
14. Selivonenko S.V. Spectral heart rate variability analysis as an indicator of autonomic regulation of the cardiovascular system. *Terapevticheskiy Arkhiv*. 2002; 1: 59–61 (in Russ.).
15. Tekin G., Tekin A., Kiliçarslan E.B., Haydardeodeğlü B., Katircibaşı T., Koçum T. et al. Altered autonomic neural control of the cardiovascular system in patients with polycystic ovary syndrome. *Int. J. Cardiol*. 2008; 130 (1): 49–55.
16. 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 (2): 177–80.
17. Howell S.J., Wanigasekera V., Young J.D., Gavaghan D., Sear J.W., Garrard C.S. Effect of propofol and thiopentone, and benzodiazepine premedication on heart rate variability measured by spectral analysis. *Br. J. Anesth*. 1995; 74 (2): 168–73.
18. Kletskin S.Z. Problems of control and evaluation of operational stress (on the basis of the analysis of heart rate by the computer). Theses of diss. ... cand. med. sci. Moscow; 1980 (in Russ.).
19. Dorantes-Mendez G., Aletti F., Toschi N., Guerrisi M., Coniglione F., Dauri M. et al. Effects of propofol anesthesia induction on the relationship between arterial blood pressure and heart rate. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc*. 2012; 2012: 2835–8.
20. Mankov A.V., Gorbachev V.I. Changes of vegetative homeostasis and hemodynamics in conditions of spinal anesthesia. *Sibirskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2010; 97 (6): 145–8 (in Russ.).
21. Astakhov A.A. Adaptive hemodynamic processes in different options of anesthesia and intensive therapy in patients of intensive care units. Diss. ... doctor med. sci. Ekaterinburg; 2012 (in Russ.).
22. Antonov A.A., Burov N.E. System hardware monitoring (physiological aspects). *Vestnik Intensivnoy Terapii*. 2010; 3: 8–12 (in Russ.).
23. Mikhaylova E.F. Cardiography assessment of the autonomic nervous system during operations with the use of regional and general anesthesia. *Kazanskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2011; 92 (3): 353–6 (in Russ.).
24. Kulev AG. Analysis of HRV to assess the efficacy and safety of neuraxial blockade in children. Theses of diss. ... cand. med. sci. Saint-Petersburg; 2006 (in Russ.).
25. Beheiry H.E., Mak P. Effects of aging and propofol on the cardiovascular component of the autonomic nervous system. *J. Clin. Anesth*. 2013; 25 (8): 637–43.
26. Evaluation of anaesthesia adequacy by means of pulse variability analysis method. 1st International Baltic Congress of Anaesthesiology and Intensive Care. Latvia; 2005.
27. Gorbachev V.I., Emel'yanov V.E., Khmel'nitskiy I.V. Cardio-intervalography in optimizing anesthetic management of short-term surgical interventions. *Vestnik Intensivnoy Terapii*. 2006; 5: 95–8 (in Russ.).
28. Baevskiy R.M. Analysis of heart rate variability using Varikard complex and the problem of recognition of functional States. In: Chronobiological aspects of hypertension in the medical examination. Moscow: 2000 (in Russ.).
29. Ovechkin A.M. Prevention of postoperative pain syndrome. Pathogenetic basis and clinical application. Theses of diss. ... doctor med. sci. Moscow; 2000 (in Russ.).
30. Sitkin S.I. Anesthetic management of operations on the abdominal aorta and lower limb arteries. Diss. ... doctor med. sci. Moscow; 2008 (in Russ.).
31. Denisova N.Yu. Development of methods of forecasting and prevention of arterial hypotension caused by spinal anaesthesia for caesarean section. Diss. ... cand. med. sci. Voronezh; 2006 (in Russ.).
32. Cherniy V.I., Smirnova N.N. The experience of using ebrantil for the purpose of intraoperative correction of arterial hypertension. *Vestnik Neotlozhnoy i Vosstanovitel'noy Meditsiny*. 2012; 13 (3): 333–4 (in Russ.).
33. Gorbachev V.I., Khmel'nitskiy I.V., Dobrynina Yu.V. Assessing autonomic tone using a comprehensive study of the continuous wavelet transform and cardiointervalogram. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*. 2011; 18 (3): 154–7 (in Russ.).
34. Martini C.H., Boon M., Broens S.J., Hekkelman E.F., Oudhoff L.A., Buddeke A.W., Dahan A. Ability of the nociception level, a multiparameter composite of autonomic signals, to detect noxious stimuli during propofol-remifentanyl anesthesia. *Anesthesiology*. 2015; 123 (3): 524–34.
35. Bunatyan A.A., Mizikov V.M., Vabishevich V.A. Anesthetic management in endoscopic surgery. *Annaly Vserossiyskogo Nauchnogo Tsentra Khirurgii RAMS*. 1997; 6: 67–88 (in Russ.).
36. Znoskova I.A. Dynamics of indicators of variability of heart rhythm in the perioperative period of oto-microsurgical interventions in different options of sedation. *Ukrai'ns'kiy Zhurnal Ekstremal'noi' Meditsiny imeni G.O. Mozhaeva*. 2009; 10 (1): 77–81 (in Russ.).
37. Mäenpää M., Penttilä J., Laitio T., Kaistia K., Kuusela T., Hinkkaa S., Scheinin H. The effects of surgical levels of sevoflurane and propofol anaesthesia on heart rate variability. *Eur. J. Anaesthesiol*. 2007; 24 (7): 626–33.
38. Khamidov D.D., Muradov A.M., Sharipov M.M. Neurovegetative regulation of the heart rate in the process of anesthesia in patients with complicated echinococcosis of the liver. *Nauchno-Prakticheskiy Zhurnal Tadzhikskogo Instituta Poslediplomnoy Podgotovki Meditsinskikh Kadrov*. 2014; 1: 43–6 (in Russ.).
39. Guzzetti S., Bassani T., Latini R., Masson S., Barlera S., Citterio G., Porta A. Autonomic cardiovascular modulation with three different anesthetic strategies during neurosurgical procedures. *Minerva Anesthesiol*. 2015; 81 (1): 3–11.
40. Emelyanov V.E. The use of cardiointervalography in optimizing anesthetic management during minimally invasive surgical procedures. Theses of diss. ... doctor med. sci. Moscow; 2005 (in Russ.).
41. Sergeenko N.I., Yurchenko S.A. Indicators of pituitary hormones and adrenal cortex depending on the functional state of the vegetative nervous system under general and spinal anesthesia. *Novosti Khirurgii*. 2011; 19 (4): 100–6 (in Russ.).
42. Cherniy V.I., Smirnova N.N. Intraoperative monitoring of heart rate variability as a method of assessing the functional state of the stress systems of the body. *Vestnik Neotlozhnoy i Vosstanovitel'noy Meditsiny*. 2012; 13 (4): 525–8 (in Russ.).
43. Golovkin E.Yu. Dependence of indicators of heart rate variability from the clinical features of tumoral process. Topical issues of pathology. Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet; 2005 (in Russ.).
44. Kulikov E.P., Lapkin M.M., Golovkin E.Yu. The role of the study of heart rate variability in prediction of immediate outcome of surgical treatment in patients with gastric cancer. *Onkokhirurgiya*. 2010; 2 (1): 26–9 (in Russ.).
45. Lapkin M.M., Kulikov E.P., Golovkin E.Yu. Physiological approach to the prediction of outcomes of surgical treatment of patients with gastric cancer. *Rossiyskiy Mediko-Biologicheskii Vestnik imeni Akademika I.P. Pavlova*. 2007; 1: 7–12 (in Russ.).
46. Semionkin E.I., Kulikov E.P., Trushin S.N., Bublikov I.D. Assessment of adaptation in the surgical and oncological practice, the method of mathematical analysis of cardiac rhythm. *Rossiyskiy Mediko-Biologicheskii Vestnik imeni Akademika I.P. Pavlova*. 2012; 2: 244–7 (in Russ.).
47. Boyarkin M.V., Vakhrushchev A.U., Marusanov V.E. Assessment of adequacy of anesthesia using the spectral analysis of sinus rhythm of the heart. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2003; 4: 7–10 (in Russ.).
48. Scoroplet O.I. Postoperative cognitive dysfunction and heart rate variability in young patients who underwent surgery about oral and maxillofacial pathology. *Ukrai'ns'kiy Zhurnal Ekstremal'noi' Meditsiny imeni G.O. Mozhaeva* 2013; 14 (1): 58–62 (in Russ.).

Поступила 11.04.2016

Принята к печати 28.04.2016