

Миронов В.А.¹, Миронова Т.Ф.², Гагиев В.В.³,
Лягаева А.Г.³, Николаенко О.В.¹

УДК 61.615.47:616 76.13. 17. 21

DOI 10.25694/URMJ.2018.10.11

Ритмокардиография высокого разрешения, диагностические возможности

1 — ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург, 2 — ФГБУН Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, 3 — ФКУЗ «5-й военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», г. Екатеринбург

Mironov V.A., Mironova T.F., Gagiev V.V., Lyagaeva A.G., Nicolaenko O.V.

High-resolution rhythmocardiography and diagnostic possibilities

Резюме

Представляется краткий обзор клинического применения инновационного метода компьютерного метода ритмокардиографии (РКГ) высокого разрешения (ФС 02262005/2447-06) для анализа дизрегуляторных кардиоваскулярных нарушений в кардиологии и клинике внутренних болезней по результатам анализа волновой структуры вариабельности сердечного ритма (ВСР). Исследования по нескольким клиническим направлениям свидетельствуют о многовариантных, связанных с патогенезом заболеваний нарушениях ритма этого интегрального органа. В статье содержится информация об основных РКГ-симптомах нарушений ВСР при клинических формах ИБС, гипертонической болезни, кардиоаритмиях, РКГ-диагностика при интервенционных вмешательствах, при профессиональной патологии, для исследований вегетотропных эффектов в клинической фармакологии и фармакотерапии. Большинство дисрегуляций может быть использовано в интернозологической диагностике, также для оценки кардиоваскулярных осложнений.

Ключевые слова: ритмокардиография, вариабельность сердечного ритма, дисрегуляции в кардиоваскулярной системе и перспективы применения

Summary

The results presented here of creations and practical clinical application of innovation high-resolution rhythmocardiography (RCG). The RCG is intended for estimation of heart deregulations at different forms of a coronary artery disease, hypertension disease, cardiosurgery and other intervention treatments, at occupational diseases, clinical pharmacology and others by analyses of autonomic and humoral-metabolic regulation of the heart rate variability (HRV). The every variant of deregulation connected to pathogenesis of disease and influences to wave structure of HRV and may be used for intranosological diagnosis of disease and heart participation in it.

Key words: heart rate variability, rhythmocardiography, achievements and prospects of using in practical medicine

Введение

В течение нескольких лет в Уральском медицинском университете и в клинической базе госпитале национальной гвардии осуществляется разработка, апробация и внедрение высокочувствительных методов диагностики, в частности клинического компьютерного неинвазивного анализа волновой структуры вариабельности сердечного ритма (ВСР). Разработка ведётся по трём направлениям - клинический анализ ВСР при разнопрофильной патологии, разработка и создание инновационного аппаратно-программного комплекса для ритмокардиографии высокого разрешения (РКГ) и программного обеспечения для анализа ВСР [1, 2, 3]. Клинический анализ осуществля-

ется на основе высоко точной регистрации ЭКС (1000±3 Гц), физиологически обоснованной волновой структуры ритма сердца, её статистического и спектрального анализа мультивариантной дисрегуляции ритма сердца. Ритм этого органа регулируется 3-мя факторами - симпатическим, парасимпатическим отделами вегетативной (автономной) системы и гуморально-метаболической средой, влияющей на формирование потенциалов пейсмекерных клеток синоатриального узла сердца-пейсмекера первого порядка [2]. Активно разрабатывается инновационный клинический метод компьютерной ритмокардиографии (РКГ) для высокоточной диагностики сердечно-сосудистой патологии, которая является приоритетной во всём

мире. Подавляющее большинство болезней начинается с регуляторных нарушений, и с их облигатным участием формируется. Сердечно-сосудистая система, как интегральный орган, участвует почти в каждом заболевании, что имеет отражение в дизрегуляторных нарушениях сердца. Вопрос лишь в чувствительности метода, используемой аппаратуре и знаниях. Основным регулятором быстрого, адекватного в норме изменения функций внутренних органов является автономная система [3]. Без её нарушений не обходится ни один патологический процесс, в том числе в кардиоваскулярной системе. Ближе всего к симптомообразованию в клинических проявлениях болезни находятся периферические отделы автономной системы. Их изучение с помощью анализа ВСР при кардиоваскулярных болезнях и явилось физиологической основой для создания метода РКГ. Удалось создать 2 специализированных аппаратно-программных комплекса КАП-РК-01(02)-«Микор» для регистрации и анализа ВСР (Рег. удостоверение № ФС 02262005/2447-06), дискретизация электрокардиосигнала - 1000 ± 3 Гц. Защищено 27 диссертаций, из них 5 докторских. Каждая из них является фрагментом клинических разработок. Защищено 10 патентов РФ, опубликовано 5 монографий, 557 научных статей. Общая база данных составляет около 70 тысяч ритмокардиограмм пациентов, обследованных с РКГ.

Среди трёх направлений исследований наиболее продвинутой является апробация клинического применения высокоточного анализа ВСР по нескольким сердечно-сосудистым заболеваниям и некоторым соматическим болезням с кардиоваскулярными осложнениями при сравнении результатов РКГ с данными клинических и параклинических обследований [4-11]. Наиболее результативна РКГ в 10 научных направлениях: кардиологии, неврологии, реанимации и интенсивной терапии, хирургии, кардиохирургии, клинической фармакологии, эндокринологии, пульмонологии, ревматологии, профпатологии. Что удалось:

1. При ИБС выявлены патогенетические особенности изменений ВСР в последовательности относительно нормы (Рис. 1): снижение нормального преобладания парасимпатической регуляции со снижением амплитуды и частоты парасимпатических удлинений (Рис. 2-4) s-волн на РКГ [1, 4, 5, 9], уменьшается их спектральная доля (HF%) в общем спектре ВСР, затем снижается амплитуда симпатических колебаний –m-волн, снижается их спектральная мощность (LF%) [3]. В этот период ишемического процесса регуляция сократительной деятельности сердца переключается на гуморально-метаболический уровень, медленный, неэффективный и неадекватный, энергетический вклад гуморальных флуктуаций становится преобладающим -VLF% (Рис.2). Одновременно постепенно снижаются реакции на стимулы в нагрузочных пробах, возрастает время реакции и восстановления ВСР после неё (Рис. 3). На фоне этой перестройки найдены ВСР - симптомы ишемических эпизодов. Можно определить их частоту и продолжительность, в том числе и при безболевого форме стенокардии. На Ркг они выражены фрагменты стабилизации ВСР, лишённые каких-либо

флуктуаций на современных мониторах. Графическим курсором удалось подсчитать среднюю величину различий RR-интервалов на таких фрагментах, она составляет $3,55 \pm 1,02$ миллисекунды (Рис.2). Патогенез таких ишемических эпизодов связан с гибернацией пейсмекерных клеток в момент ухудшения перфузии синоатриального узла (СУ). Это, в свою очередь обусловлено увеличением окклюзии венечной артерии СУ над атеросклеротической бляшкой при активации эндотелина -1, обладающего вазоконстрикторным действием, из-за чего окклюзия возрастает до критических 70-80%. Эта находка особенно важна при безболевого форме стабильной стенокардии. При хронической ИБС и хронической недостаточности кровоснабжения в пейсмекерных клетках СУ с помощью электронной микроскопии нами найдены дистрофические нарушения. При РКГ неманифестированных ишемических эпизодов не бывает. Наиболее жизнеопасен синдром автономной кардионейропатии (АКН) с наиболее выраженной стабилизацией ВСР и отсутствием реакций на любые стимулы в нагрузочных пробах. При АКН риск смерти возрастает, то есть АКН (рис.3) это РКГ- синдром морфофункциональных необратимых нарушений в миокарде.

2. При остром инфаркте миокарда (ОИМ) в первые сутки при субэндокардиальном ОИМ на Ркг может регистрироваться волновая структура, состоящая в основном из гуморальных флуктуаций, низкоамплитудных и при полном отсутствии автономных симпатических и парасимпатических колебаний. При субэпикардиальном ОИМ (рис. 4) с трансмуральным некрозом регистрируется АКН (Рис.3) с высоким риском летального исхода [1,4]. Поэтому больные с ИБС и АКН – это группа риска по ОИМ с летальным исходом. В таких случаях возможно формирование жизнеопасных аритмий.

3. Гипертонической болезни 3-х стадий соответствуют Ркг с различной волновой структурой ВСР [3]. При 1 стадии ГБ регистрируются преобладающие симпатические волны ВСР (Рис.5), при 2 стадии – те же симпатические волны, но низкоамплитудные (Рис.6) [4, 5] поэтому в спектральном соотношении их доля ниже, чем при 1-й стадии, при 3 стадии. Наибольшие изменения при 3-й стадии - синдром АКН (Рис.3) у клинически тяжёлых пациентов. При лечении ГБ возможен РКГ-контроль эффективности терапии, выявление нежелательного действия лекарства, прогноз эффективности лечения, иногда при первой же дозе препарата, титрование дозы лекарства, что важно для персонализированной терапии [6,7].

4. Кардиоаритмии отлично регистрируются на Ркг и даже более подробно [3, 5, 7, 8], нежели при стандартно принятых методах их диагностики, в том числе и мониторингирование по Холтеру (ХМ). Некоторые клинические формы нарушений ритма имеют настолько характерную волновую структуру, что их распознавание на Ркг диагностируется легче и быстрее, нежели по ЭКГ и ХМ. Есть 2 преимущества РКГ, не реализуемые другими методами кардиологической диагностики. 57% аритмий сердца зависимы от автономной регуляции, При записи Ркг влияние вегетативной регуляции на частоту и форму на-

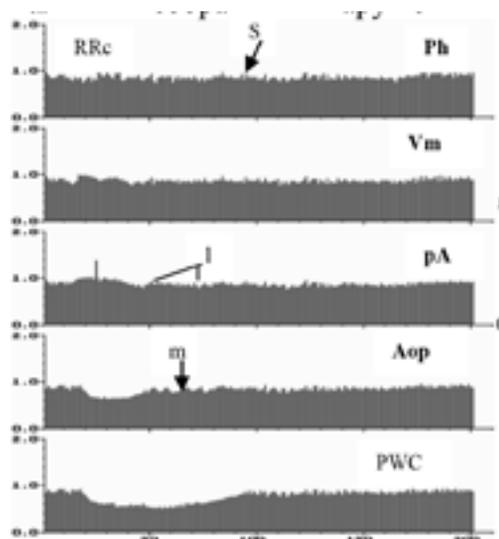


Рис.1 Ритмокардиограммы здорового мужчины в покое (Ph) и в пробах Вальсальвы (Vm), Ашнера (pA), активной ортостатической (Aop), с нагрузкой (PWC120). Во всех позициях хорошо выражена волновая структура ВСП из симпатических (m), парасимпатических (s) и гуморально-метаболических волн (l), достаточные реакции в пробах.

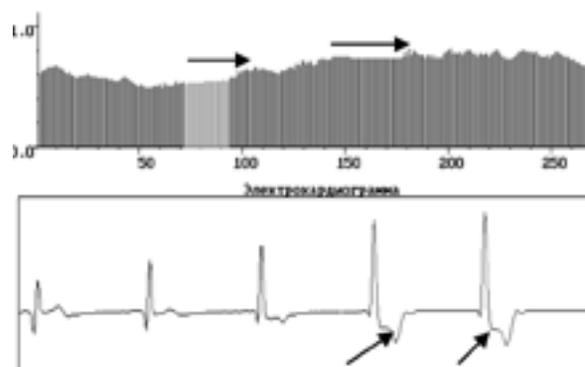


Рис.2 Пример ритмокардиограммы и ЭКГ при стабильной стенокардии напряжения со сниженной амплитудой волн ВСП и фрагментами стабилизации ВСП во время ишемических эпизодов (указаны горизонтальными стрелками).

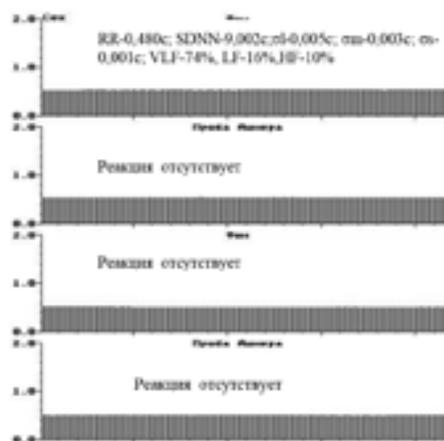


Рис.3. Синдром автономной кардионейропатии (АКН) со стабилизацией ВСП (Рис.3), отсутствием реакций в пробах и высокой степенью риска летального исхода [1].

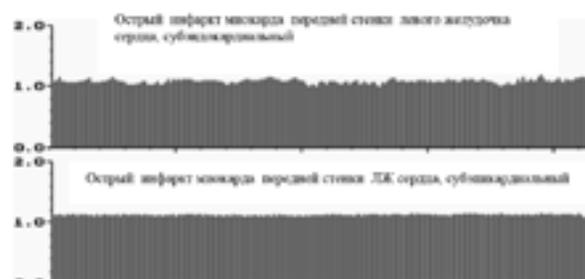


Рис 4. ВСП при субэндокардиальном инфаркте миокарда (верхняя РКГ) и субэпикардиальном ИМ (нижняя РКГ) передней стенки левого желудочка сердца.

рушения ритма регистрируется обязательно и формализовано, то есть доказуемо. К примеру, учащение аритмий на фоне преобладания того или другого отделов автономной системы. С этим связано назначение лекарственных средств по их вегетативному действию. Наиболее значимой преференцией является возможность оценки гемодинамического значения каждого аритмического эпизода. На Ркг оно проявляется изменением уровня и волновой структуры ВСП. Опасным синдромом для возникновения нарушений ритма, в том числе жизнеопасных, является автономная кардионейропатия. В отсутствие автономного контроля активизируются эктопические очаги аритмий, которые могут возникнуть одновременно в разных

формах. В таких случаях в диагностике может быть полезен анализ автономного аритмогенного фона [1, 5].

5. В трёх диссертационных работах проводилась РКГ-оценка вегетативного действия антигипертензивных лекарственных средств (ЛС) β -адреноблокаторов- обзидана, бисопролола и небиволола [6], а также нитратов [7]. Оказалось, что автономные эффекты имеют разную фармакокинетику, зависящую от крайних типов вегетативного тонуса (ваготонии или симпатикотонии), индивидуальных доз ЛС, сочетания с другими ЛС, исходных перед приёмом уровней АД и ЧСС. Почти в трети случаев у препаратов выявлены нежелательные побочные эффекты. При исследовании нитратов получены достоверные

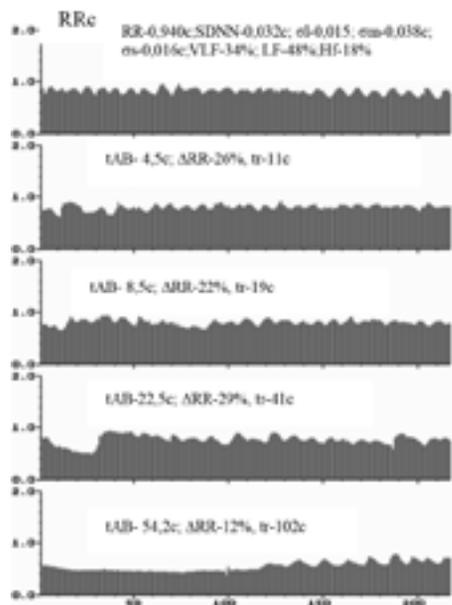


Рис. 5 РКГ больного с ГБ 1 стадии. Преобладают высокоамплитудные симпатические волны ВСП.

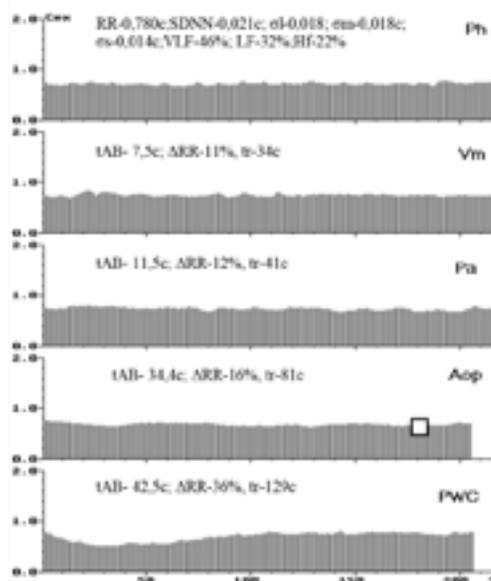


Рис.6 РКГ больного с ГБ 2 стадии и симпатически волнами низкой амплитуды.

результаты, доказывающие, что при частом их применении, в более короткие сроки формируется сердечная недостаточность. Выявлены в 27,5% побочные эффекты – выраженные кардиоаритмии, особенно при стенокардии 3 и 4 функционального класса, а также в каждом случае

с АКН.

6. В 4-х диссертационных исследованиях при церебральных опухолях, при диабете, при беременности 1-го триместра, при бронхиальной астме зарегистрированы особые волны ВСП из 3-5 низкоамплитудных удлинений

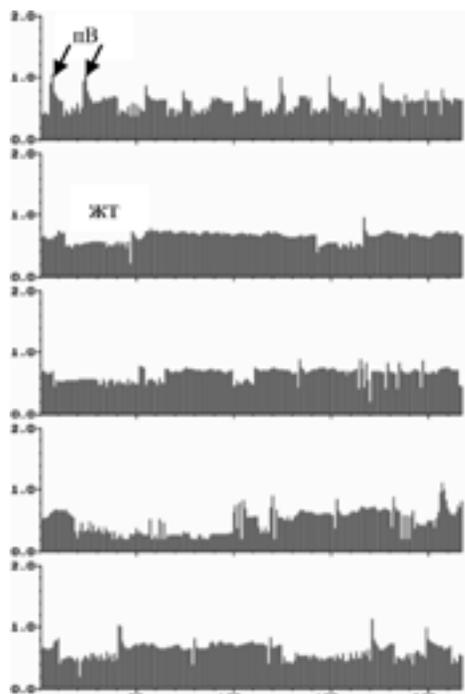
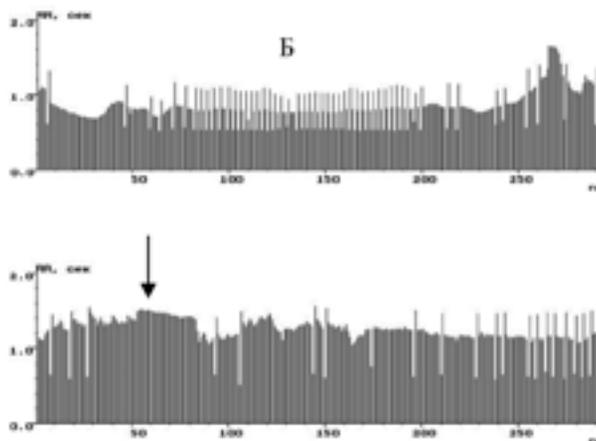


Рис. 7. На РКГ частые и продолжительные эпизоды тахикардии (жт) до 120-130 / мин с выходом из приступа с синоатриальной блокадой 2 ст. 2 типа (пВ), вегетативно независимая на фоне беременности 2-3 триместра.



РКГ пациента во время приступа панической атаки Говверса. Начался приступ с бигеминии и брадикардией, на фоне которой снизилось АД до 80/40 мм рт.ст. больной начал терять сознание.

Рис.8. РКГ пациента. Вазовагальный пароксизм Говверса. Начался с желудочковой бигеминии (Б) на 1-й РКГ, затем на фоне выраженной брадикардии резко упало АД до 80/40 мм рт. ст. и больной начал терять сознание. Автономный фон пароксизма ваго-инсулярный, перед потерей сознания синоатриальная блокада 2 типа 2 степени.



Рис.9 Волны ВСР, характерные для эндогенной интоксикации

RR, значимо коррелирующие с симптомами эндотоксикоза ($r=0,573-0,723$) [8]. При иммунологических исследованиях таких пациентов найдены изменения клеточных и гуморальных факторов иммунного состояния, доказывающие их значимая сильная корреляционная связь с эндогенной интоксикацией. Клинические и стандартные лабораторные данные были не убедительными.

7. В четырёх исследованиях проводилась апробация метода РКГ при операционных вмешательствах [9] для оценки актуального кардиоваскулярного статуса оперируемых пациентов (Рис.10): при полостной лапаротомии в связи с желчнокаменной болезнью, при маммарно-коронарном шунтировании артерий сердца, при чрескожной транслюминальной коронарной ангиопластике с установкой стентов, при операции по удалению злокачественной опухоли щитовидной железы (это исследование продолжается). РКГ-исследование при полостной лапаротомии ВСР анализ показал полезность РКГ-исследования перед операцией для выявления предикторов осложнений, что в ряде случаев было оправдано последующими событиями для изменения технологии перевода операции на широкий доступ с последующей антибактериальной терапией, в момент экстирпации желчного пузыря появились на Ркг множественные нарушения ритма, которые доказывали патогенетическую обусловленность гепато-биллиарного синдрома с желчно-каменной болезнью.

При маммаро-коронарном шунтировании мониторинговая запись Ркг показала: в предоперационном периоде возможность предопределения осложнений во время интервенционного вмешательства; особенности ведения интубационного управляемого наркоза, множественные нарушения ритма сердца при наложении зажимов и канюляции сосудов перед переводом кровотока на аппарат искусственного кровообращения (АИК), остановку сокращений и восстановление, снятие зажимов и прямой массаж при запуске работы сердца. Каждому этапу операции соответствовали особенности волновой структуры ВСР. Оказалось, что аритмические осложнения причинно связаны с локализацией манипуляций хирургов (Рис.10). Синдром АКН был предиктором летального исхода [9]: 1 пациент с АКН скончался на 4-е сутки после операции. При чрескожной ангиопластике РКГ также позволяет определить предвестников воспалительно-инфекционных осложнений в послеоперационном периоде, жизнеопасных аритмий при АКН до операции, оценить актуальный кардиоваскулярный статус до и после операции, а также назначить и проконтролировать персонализированную терапию после операции [5]. При раке щитовидной железы, физиологически связанной с

автономной системой, исследование выполняется.

8. В клинике профпатологии выделены признаки РКГ, характерные для сердечно-сосудистой генерализации при вибрационной болезни, при пневмокониозе, для лёгочно-сердечной недостаточности при профессиональной и непрофессиональной бронхиальной астме, для сердечной недостаточности при профессиональных интоксикациях и др. [10, 11] (Миронова Т.Ф., Давыдова Е.В. При вибрационной болезни от локальной вибрации из-за нарушения баланса метаболизма в миокарде под хроническим воздействием доминирующего ритма работающего виброинструмента формируется ситуация предуготованности миокарда к ремоделированию. Поражение сосудистой стенки вследствие сочетания воздействующих вибрации и шума часто заканчивается инсультом геморрагического или тромбоэмболического характера. Если при этом у пациента имелись сосудистые аномалии, обычно не диагностируемые, возрастает риск летального исхода. Доказано, что аддитивные эффекты чаще всего взаимно потенцирующие. На РКГ при хроническом действии вибрации ранее на 10-15 лет формируется синдром АКН (Рис. 3), со стабилизацией ВСР и повышением риска летальности [10,11]. При пневмокониозе с новообразованием соединительной ткани в лёгочной паренхиме и нарушением оксигенации и перфузии в соматических органах из-за перибронхиального и периваскулярного фиброза ремоделирование тканей сердечно-сосудистой системы также формируется в укороченные сроки, что клинически проявляется лёгочно-сердечной недостаточностью с декомпенсациями 3-х степеней. ВСР снижается, при одышке не реагирует на бронходилатационный тест [10, 11].

При хроническом действии сварочного аэрозоля на РКГ регистрируется АКН. Но есть отличия от АКН иного происхождения (например, при вибрационной болезни). При ИБС и вибрационной болезни некоторое время сердечная недостаточность, патофизиологически сочетанная с АКН, благодаря учащению ЧСС и сохранению минутного объёма крови, остаётся компенсированной.

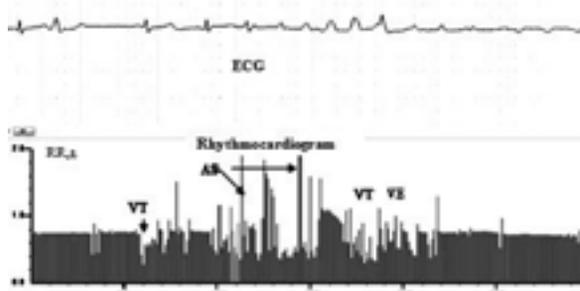


Рис.10. Ритмокардиограмма и ЭКГ пациента при операции маммаро- коронарного шунтирования коронарных артерий во время наложения зажимов перед подключением аппарата искусственного кровообращения. Видны сложные нарушения ритма сердца при хирургических манипуляциях в виде желудочковой тахикардии (VT) и асистолии (AS). На ЭКГ заметно начало остановки сердца.

При хронической же интоксикации сварочным аэрозолем такой компенсации не происходит из-за нарушения синтеза допамина, дисрегуляции и дистрофии допаминергических систем мозга. При РКГ-исследовании стабилизация ВСР чаще регистрировалась на фоне брадикардии. Сердечная недостаточность быстро достигала 3 и 4 функционального класса. Поэтому одна из самых ранних жалоб, задолго до амиостатического паркинсонизма у сварщиков металла под флюсом - сниженная толерантность к физическим нагрузкам [11].

Выводы

1. Компьютерная ритмокардиография высокого разрешения (РКГ) является инновационным, неинвазивным, чувствительным, адекватным и информативным методом оценки многовариантной автономной и гуморально-метаболической дисрегуляции кардиоваскулярной системы, применимой для целей интранозологической диагностики патологии сердца и сосудов, а также её осложнённых при других соматических болезнях.

2. РКГ применима также при интервенционных

вмешательствах для оценки актуального кардиоваскулярного состояния пациентов, выявления предикторов осложнений, анестезиологического ведения больных во время операции, в послеоперационном периоде.

3. Метод РКГ для формализованной диагностики дисрегуляторных расстройств сердечно-сосудистой системы в настоящее время не имеет альтернативы и является необходимым для точной интранозологической и

4. ранней диагностики кардиоваскулярной патологии. ■

Миронов В.А., Миронова Т.Ф., Гагиев В.В., Лягаева А.Г., Николаенко О.В., ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург, ФГБУН Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, ФКУЗ «5-й военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», г. Екатеринбург, Россия

Литература:

1. Миронов М.В. «Ритмокардиографическое исследование периферической вегетативной регуляции пейсмекерной активности синусового узла при ишемической болезни сердца»: дис. ... канд. мед. наук / М.В. Миронов. – Челябинск, 2002. – 137 с.
2. Mironova T., Mironov V. *Clinical Analysis of Heart Rate Variability.* – Курган : Зауралье, 2000. – 208 с.
3. Миронова Т.Ф., Миронов В.А. *Клинический анализ волновой структуры синусового ритма сердца (Введение и атлас ритмокардиограмм)*– Челябинск, 1998. – 162 с.
4. Тюрин А.Ю. «Особенности периферической вегетативной регуляции пейсмекерной активности синусового узла сердца у больных с острым инфарктом миокарда»: Дис. канд. мед. наук. –Пермь, 2005. – 160 с.
5. Антюфьев В.Ф., Миронова Т.Ф., Миронов В.А. *Дисфункция синоатриального узла сердца / Челябинск : Рекпол, 2009. – 197 с.*
6. Шадрин И.М. *Периферические вегетативные эффекты небивалола и биспролола по данным анализа волновой variability сердечного ритма при гипертонической болезни: дис.... канд. мед. наук / Шадрин И.М. – Челябинск, 2010. – 178 с.*
7. Сафронова Э.А., Миронова Т.Ф., Шадрин И.М.// *Периферические вегетативные эффекты органических нитратов у больных с нестабильной стенокардией. / Ж. Клиническая медицина, № 7, 2013.-С.32-38.*
8. Садырин, А.В. «Иммунологические и вегетативные нарушения у больных с церебральными опухолями при лучевой терапии»: дис. ... канд. мед. наук / А.В. Садырин. – Челябинск, 2008. – 208 с.
9. Куватов В.А. *Ритмокардиографическое исследование периферической вегетативной регуляции пейсмекерной активности синоатриального узла при кардиохирургическом вмешательстве у больных ишемической болезнью сердца. / Дис. ...канд.мед. наук. - Пермь, 2013.-151 с.*
10. Давыдова Е.В. *Закономерности дисрегуляций пейсмекерной активности синусового узла сердца у больных профессиональными заболеваниями»: Дис.... докт. мед. наук.- Иркутск, 2011.- 349 с.*
11. Миронова Т.Ф. *Дисрегуляторные вегетативные расстройства кардиоваскулярной системы в клинике и патогенезе вибрационной болезни /дис. ... д-ра мед. наук. – Челябинск, 1990. – 507 с.*