

К. Г. Коротков<sup>1</sup>, Е. Г. Яковлева<sup>2</sup>

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГРВ-БИОЭЛЕКТРОГРАФИИ В МЕДИЦИНЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Российская Федерация, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, лит. А

<sup>2</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Российская Федерация, 117997, Москва, ул. Островитянова, 1

Обзор посвящен анализу опубликованных данных по медицинским применениям разработанного Российскими исследователями метода газоразрядной визуализации (ГРВ) или биоэлектрографии. За последние годы метод ГРВ показал свою эффективность в ранней диагностике заболеваний, оценке тяжести их течения, эффективности лекарственной терапии, в спортивной медицине, а также в психотерапевтической практике. Проведенный анализ литературы показывает, что изменения ГРВ изображений тождественны изменениям в организме пациентов, верифицированным на основе клинической картины, данных инструментальных и лабораторных методов диагностики, что свидетельствует о клинической информативности метода ГРВ, а также о перспективах использования этой методики в медицине. Диагностические возможности метода подтверждаются построенными на его основе решающими правилами и созданными автоматизированными диагностическими системами. Такие преимущества ГРВ-биоэлектрографии, как простота исполнения, неинвазивность, оперативность получения результатов, основанная на современных бурно развивающихся компьютерных технологиях, несомненно, должны привлечь исследователей в области биологии и медицины для решения многих проблем диагностики и мониторинга, при изучении механизмов действия лекарственных препаратов и методов лечения. Особенно перспективным представляется применение метода ГРВ в клинической практике. Библиогр. 43 назв. Ил. 6.

*Ключевые слова:* метод газоразрядной визуализации, биоэлектрография, диагностика, мониторинг, медицинские компьютерные технологии.

## APPLICATION OF GDV BIOELECTROGRAPHY IN MEDICINE (LITERATURE REVIEW)

K. G. Korotkov<sup>1</sup>, E. G. Yakovleva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverkskiy pr, St.Petersburg, 197101, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian National Research Medical University named after N. I. Pirogov, 1, ul. Ostrovityanova, Moscow, 117997, Russian Federation

This work is a survey of papers dedicated to Gas Discharge Visualization (GDV) Bioelectrography applications in medicine from 2000 to 2012. Most cited works are presented in proceedings of different conferences, but many are published in peer-review journals. The GDV instrument is based on the stimulation of photon and electron emissions from the surface of the object. The software-and-equipment GDV complex is a convenient and easy-to-use device. It allows examining patients with various pathologies and, therefore, offers a wide range of applications. The GDV method has shown itself to be very fast i.e., it is an "express-method" for evaluating weak areas of the human organism which need more detailed analysis and attention. GDV method can be utilized for assessing the organism's response to treatment, meditation, stress, and a number of other influences. It is clear that Electrophotonic GDV technique has high potential in medicine in analyzing human psych-physiological state; as fast, non-invasive preliminary analysis, as well as for monitoring the reaction of people to different influences and treatments. Refs 43. Figs 6.

*Keywords:* Gas Discharge Visualization method; Bioelectrography; diagnostics; monitoring; medical computer technology.

Свечение объектов различной природы в электромагнитных полях высокой напряженности было обнаружено более 200 лет назад и с тех пор постоянно привлекало внимание исследователей (обзор литературы можно найти в [1, 2]). Большой

вклад в развитие этого направления внесли Российские изобретатели супруги Кириллиан. Однако только с созданием программно-аппаратных комплексов газоразрядной визуализации (ГРВ) в 1995 г. исследование этих свечений получило статус научного направления. С тех пор были детально исследованы физические механизмы формирования свечений [3], налажено серийное производство приборов, созданы комплексы программ для приложений в медицине, биологии, исследовании материалов [4]. Было показано, что характеристики свечения поверхности кожного покрова человека зависят, в первую очередь, от активности вегетативной нервной системы с учетом системы адаптационных уровней [5].

При всем многообразии конкретных технических решений сущность процесса визуализации может быть сведена к некоторой теоретической схеме [3] (рис. 1).

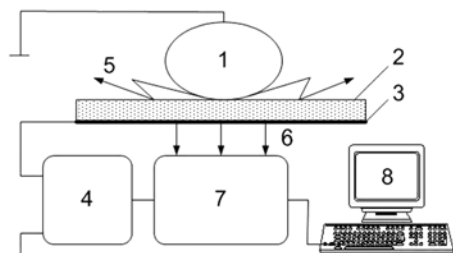


Рис. 1. Принципиальная схема метода газоразрядной визуализации (ГРВ) [3]:

1 — исследуемый объект; 2 — диэлектрическая пластина (кварц); 3 — прозрачное токопроводящее покрытие; 4 — генератор импульсов; 5 — скользящий газовый разряд; 6 — свечение разряда; 7 — оптическая система и ПЗС-камера; 8 — компьютер.

Первичным процессом является процесс взаимодействия электромагнитного поля (ЭМП) с объектом исследования, в результате которого при определенной напряженности ЭМП с поверхности объекта возникает эмиссия заряженных частиц и фотонов, участвующих в инициировании начальных фаз газового разряда. Неоднородность поверхности и объема исследуемого объекта, процессы эмиссии заряженных частиц или выделения газов оказывают влияние на параметры электромагнитного поля, за счет чего изменяются характеристики тока разряда и оптического излучения. При этом основная информация извлекается из характеристик свечения. Приемник излучения преобразует пространственное распределение освещенности в изображение (рис. 2), анализ которого приводит к формированию набора параметров. Из параметров строится симптомокомплекс [6, 7], необходимый для формирования заключения: анализа состояния пациента при конкретном заболевании, количественной оценки уровня психоэмоциональной реакции испытуемого на воздействующие стимулы, оценки уровня стресса и так далее. Дополнительная информация извлекается из анализа динамических рядов изображений, т.е. временной динамики процессов [8].

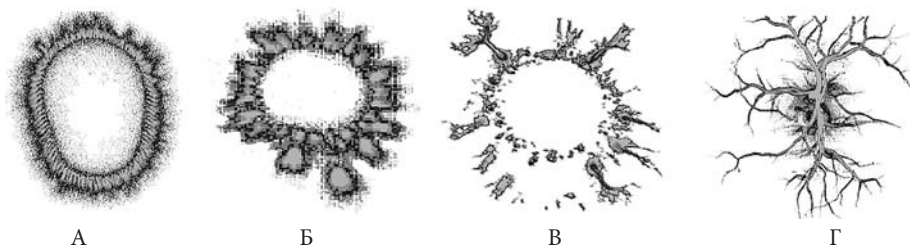


Рис. 2. Примеры ГРВ-грамм [3]:

А — палец руки практически здорового человека; Б — палец руки кардиологического больного; В — палец руки человека в стрессе; Г — капля жидкости.

Анализ больших баз данных людей в различном состоянии позволил, на базе методов компьютерной обработки изображений, определить комплекс параметров, которые в ряде случаев позволяют формировать диагностические заключения. В специализированном программном ГРВ комплексе вычисляются следующие параметры: площадь изображения (количество пикселей изображения ненулевой яркости), распределение пикселей изображения по яркости, энергия свечения, фрактальные параметры изображения и ряд других.

**Применение метода ГРВ в медицине.** За последние 10–15 лет метод газоразрядной визуализации показал свою эффективность в ранней диагностике заболеваний, оценке тяжести их течения, оценке эффективности лекарственной терапии, в спортивной медицине, а также в психотерапевтической практике.

Исследования разных авторов показали, что изменения в органах и системах, выявленные при обследовании с помощью метода ГРВ, совпадают с таковыми при применении медицинских стандартов диагностики в 70–90% случаев [9, 10].

В Университете дружбы народов (филиал, г. Сочи) была проведена сравнительная оценка диагностических результатов, полученных с помощью метода ГРВ и традиционных клиничко-функциональных методов. Исследование проводилось в двух вариантах: первый — ГРВ-биоэлектрография, затем методы необходимой клинической диагностики с последующим сопоставлением результатов (группа А); второй — обследованные пациенты с установленным диагнозом и уже имеющимися результатами клинической диагностики, затем ГРВ-биоэлектрография (группа Б). Для достоверности оценивались равные по количеству группы, по 150 человек в каждой. Биоэлектрографические параметры пальцев обеих рук измерялись при помощи компьютеризированного комплекса «ГРВ-Камера».

Параллельно проводились клиничко-диагностические и иммунологические лабораторные исследования; экспресс-диагностика острого коронарного синдрома; гликолизированный гемоглобин; С-пептид и др. Функциональная диагностика с компьютерным анализом — 12-ти канальная электрокардиография, суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру, суточное мониторирование артериального давления, тредмил-тест, стресс-эхокардиография, реоэнцефалография, реовазография сосудов конечностей, электроэнцефалография, спирография; нейрофункциональная диагностика, лазерная доплеровская флоуметрия, компьютерная аллергодиагностика, компьютерная нейрофизиологическая диагностика, биорезонансная диагностика, определение изменений в биологической системе макро- и микроэлементного гомеостаза у человека по волосам и ногтям и др.

Сравнительный анализ в первой группе показал совпадение данных ГРВ-биоэлектрографии с данными клинических исследований в целом на 86%. При дифференцированном анализе совпадений данных ГРВ-биоэлектрографии подгрупп А и Б был обнаружен большой процент совпадений данных в группе А с данными клинических исследований (82%), а в группе Б (89%) — с данными функциональной диагностики с компьютерным анализом. В этом варианте исследований также определилась четкая тенденция к прогнозу и наиболее ранней доклинической выявляемости состояния «предболезни» — 94%.

Сравнительный анализ во второй группе (Б) показал также высокий процент (79%) совпадений с данными ГРВ-биоэлектрографии. При этом, анализ данных ГРВ-биоэлектрографии оказался более информативным в случаях выявления состояний

«предболезни» и в целом составил разницу в 49%. Для получения этих результатов пациенты данной группы направлялись на клиническое дообследование, но уже по определенному, построенному на основании ГРВ-биоэлектрографии, диагностическому перечню [9].

В настоящее время метод ГРВ нашел свое применение в различных областях медицины. Наиболее интересные исследования были проведены: в анестезиологии и реаниматологии для изучения послеоперационных пациентов, в неврологии для диагностики состояния высших когнитивных функций, в терапии для изучения взаимосвязи между параметрами ГРВ и клиническими признаками состояния больных с заболеваниями легких, пищеварительной и сердечно-сосудистой системы, в акушерстве и гинекологии для оценки функционального состояния системы «мать — плацента — плод», выявления онкологических заболеваний, диагностике аллергии, аутизма, оценке вегетативного статуса пациента [11, 12].

Большая научно-исследовательская работа была проведена на кафедре анестезиологии и реаниматологии Военно-медицинской академии (ВМА) Санкт-Петербурга. Целью исследования явилась оценка информативности метода ГРВ с позиции анестезиолога-реаниматолога при функциональном обследовании больных в пред- и послеоперационном периодах.

Чтобы убедиться в приемлемости использования метода ГРВ в клинических целях, были сформированы две группы: контрольная и основная — больные с хронической хирургической патологией органов брюшной полости. Сопоставления показателей ГРВ-грамм проводили с данными, полученными в ходе физикального и инструментального (интегральная реография тела, спирография) обследования больных. Обследование пациентов проводили на следующих этапах: накануне планового оперативного вмешательства, с целью выявления исходных показателей ГРВ-грамм; в ближайшем послеоперационном периоде (в течение первого часа после выполненной операции); в раннем послеоперационном периоде с 1-х до 3-х суток включительно; на пятые сутки послеоперационного периода.

При проведении сравнительного анализа данных ГРВ-графии основной и контрольной групп установлено, что существуют достоверные различия показателей ГРВ-грамм между здоровыми и больными с хронической абдоминальной хирургической патологией. Эти различия захватывают основные характеристики газоразрядного изображения — площадь, яркость, плотность свечения, изрезанность наружного контура. У больных, по сравнению с практически здоровыми людьми, происходит достоверное повышение этих параметров.

В процессе исследования было установлено, что параметры ГРВ-грамм достоверно изменялись с возрастом, принимая у пациентов старшей возрастной категории (старше 60 лет) наибольшие значения. ГРВ-граммы женщин по ряду показателей отличаются от ГРВ-грамм мужчин и характеризуются в целом достоверно большими значениями параметров.

На втором этапе исследования авторы изучали эффективность метода ГРВ при оценке функционального состояния организма. Для этого все пациенты были разделены по соматическому состоянию на три группы. Первую группу составили пациенты, имевшие 1 балл тяжести соматического состояния. Вторую — пациенты, тяжесть которых оценивалась в 2 балла. Третью группу состояла из пациентов с тяжестью состояния в 3–4 балла. Между собой группы достоверно отличались по воз-

расту ( $p < 0,05$ ). Анализ показателей системной гемодинамики и внешнего дыхания выявил снижение функциональных резервов со стороны этих систем у пациентов третьей группы. При этом у пациентов 3 группы выявлены снижение величин показателей ГРВ-грамм — площади, плотности и яркости свечения, сглаженности ее внешнего контура. Корреляционный анализ показал, что существуют достоверные взаимосвязи изменений ГРВ-грамм с динамическими и дыхательными нарушениями, по всей видимости, это связано с низкими функциональными резервами организма.

На третьем этапе изучалась возможность применения метода ГРВ для мониторинга состояния больных в послеоперационном периоде, в том числе для оценки выраженности послеоперационного стресса. Проведенный на этом этапе многофакторный регрессионный анализ показал, что степень выраженности изменений показателей ГРВ-грамм зависит от длительности и травматичности операции, возраста и тяжести состояния пациентов. При этом, если при лапароскопических операциях наблюдалось повышение показателей площади свечения у пациентов всех подгрупп в ближайшем послеоперационном периоде (рис. 3А), то при более объемных и длительных операциях (операции на желудке и кишечнике) изменения этих показателей становятся разнонаправленными. У пациентов с высоким риском по тяжести соматического состояния происходит достоверное снижение показателей площади ГРВ-грамм при обследовании в ближайшем послеоперационном периоде (рис. 3В). С точки зрения авторов работы, это связано с состоянием дистресса и срывом компенсаторных возможностей организма.

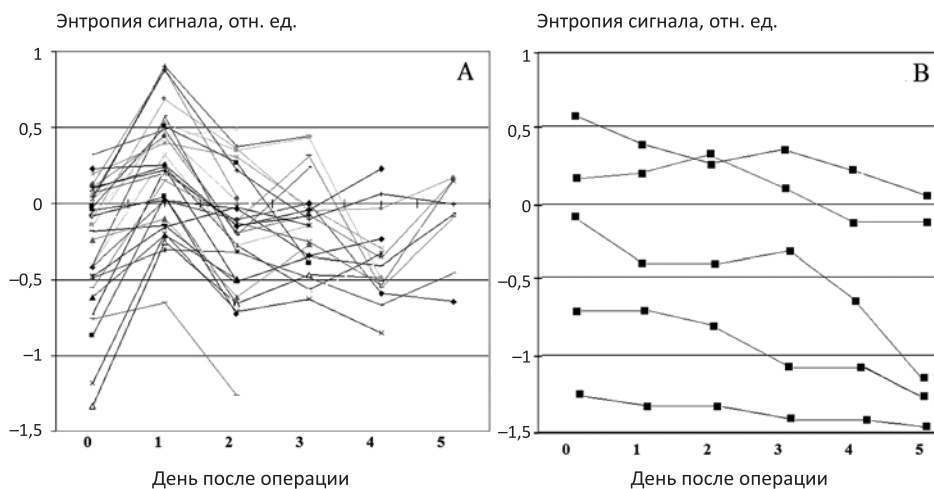


Рис. 3. Динамика изменения ГРВ-сигнала у различных пациентов после абдоминальной операции [14]:

А — пациенты без осложнений; В — пациенты с острым послеоперационным панкреатитом.

Анализ осложнений, развившихся в раннем послеоперационном периоде, проведенный на заключительном этапе исследования, показал возможность использования метода ГРВ для прогнозирования осложнений еще до развития их клинической картины. На примере острого послеоперационного панкреатита (ОПП) пока-

зано, что ГРВ-параметры пациентов с ОПП достоверно отличаются от параметров пациентов без осложнений. Эти различия выявлялись уже в предоперационном периоде, но наиболее были выражены в первые сутки после перенесенного оперативного вмешательства. Важно, что какие-либо клинические проявления в этот период отсутствовали.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о перспективах применения ГРВ в анестезиологии и реаниматологии для функционального обследования и мониторинга во время хирургических вмешательств [13–15].

Этими же авторами была проведена оценка психологического статуса пациентов, одним из основных составляющих которого является состояние тревоги, которое, несомненно, изменяется под влиянием стрессогенных факторов. В результате проведенного сравнительного анализа групп больных с различным уровнем личностной тревожности и реактивной тревоги (по шкале Спилбергера—Ханина) была выявлена зависимость между уровнем личностной тревожности и показателями ГРВ. Эти результаты позволят использовать метод ГРВ для объективной оценки уровня тревожности пациентов перед хирургическими оперативными вмешательствами [15].

Выявлена определенная взаимосвязь между измененным психическим статусом исследуемых и показателями ГРВ-грамм. При выраженных когнитивных расстройствах (предделириозное состояние) регистрировалась большая амплитуда кривой при графическом отображении площади свечения, нормализованной площади по сравнению с ГРВ-граммами практически здоровых людей. Интересен тот факт, что подобные же изменения показателей ГРВ-грамм отмечены у пациентов, оперированных на органах брюшной полости, ближайший послеоперационный период которых осложнился развитием энцефалопатии. ГРВ-граммы у больных без энцефалопатии по своим характеристикам приближались к норме [16]. В работе [17] показана возможность выявления по ГРВ-параметрам острых послеоперационных нарушений сознания у пациентов пожилого и старческого возраста за день-два до наступления этого состояния.

Состояние высших корковых (когнитивных) функций исследовалось в работе, проведенной во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины МЧС России (Санкт-Петербург). Состояние пациентов анализировалось по комплексу общего клинического впечатления и большому числу психологических тестов [18]. Сопоставление результатов психодиагностического обследования когнитивных функций (логическая память, произвольное внимание, быстрота мышления) и параметров ГРВ выявило статистически значимые корреляции между ними. Еще в 1986 г. В. Д. Тополянский и М. В. Струковская в книге «Психосоматические расстройства» высказали предположение, что функции эмоций сводятся, в конечном счете, к модификации энергетических ресурсов организма. Возможно, метод ГРВ может стать интегральным методом объективной оценки таких модификаций, отражающих не только эмоциональную, но и когнитивную деятельность [18].

Большая работа по изучению диагностических возможностей биоэлектрографии была проведена кафедрой госпитальной терапии Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И. П. Павлова в сотрудничестве с Институтом пульмонологии Санкт-Петербурга. Исследовалась клиническая информативность ГРВ-биоэлектрографии у больных с бронхиальной астмой и сопут-



ствующими патологиями. Изучалось влияние различных препаратов и методов лечения на ГРВ-грамму. Исследователи сопоставляли ГРВ-изображения с клиническими показателями состояния больных и различными методами функциональной диагностики [19]. Была прослежена аналогия между методом ГРВ-биоэлектрографии, электрокардиографии (ЭКГ) и электроэнцефалографии (ЭЭГ). Найдены корреляции между изменениями ГРВ-граммы, электрокардиограммы и электроэнцефалограммы, а также с вегетативным индексом (тесты Кердо, Люшера).

Интересным представляется в этой связи изучение влияния различных биоэлектрических параметров на ГРВ-грамму на примере 250 больных с бронхиальной астмой (БА) [20]. Авторами работы была выявлена однонаправленность электрофизиологических изменений у больных БА. С нарастанием тяжести заболевания увеличивалась как частота выявления третьего типа ЭЭГ, характеризующегося практически полным отсутствием нормальной альфа-активности с преобладанием медленных дельта-волн, так и частота выявления низких значений ГРВ-показателей.

При анализе взаимосвязей между параметрами ЭЭГ, ЭКГ и ГРВ обнаружено значительное снижение характеристик ГРВ-граммы и нарастание длины интервалов ЭКГ у больных с третьим типом ЭЭГ. Более того, выявлены статистически достоверные корреляции между длиной интервалов ЭКГ и показателями ГРВ-граммы. Влияет на биоэлектрическую активность и соотношение электролитов в плазме крови, что вызвано, вероятно, изменением степени поляризации мембраны [20].

У больных с сочетанной патологией легких и сердечно-сосудистой системы течение БА было более тяжелым, преобладала инфекционная зависимость заболевания, выявлены смешанные нарушения вентиляции, альвеолярная гиповентиляция и гипоксемия. Эти нарушения коррелировали с изменениями относительных показателей — площади ГРВ-граммы в проекционных зонах сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

В.И. Немцовым с соавторами были обследованы 120 больных бронхиальной астмой различной степени тяжести и в разные фазы болезни, исследованы более 200 признаков состояния, которые включали, помимо клинических показателей, результаты изучения биохимических тестов, эндокринной системы, функции сердечно-сосудистой системы и внешнего дыхания, кислотно-основного состояния. Анализ связей изученных показателей ГРВ-граммы с показателями состояния больных БА позволил говорить о том, что различные показатели ГРВ-граммы отражают ведущие функциональные параметры, характеризующие существо БА — изменения функции внешнего дыхания и признаки воспаления бронхов. Все изученные показатели ГРВ-граммы оказались достоверно связанными с показателями кислотно-основного состояния, чаще всего со сдвигом буферных оснований и рН крови [21, 22].

ГРВ-графия также успешно применялась в Казахском национальном медицинском университете для дифференциальной диагностики и мониторинга туберкулеза легких и глубокого микоза [23]. В Воронежской государственной медицинской академии им. Н. Н. Бурденко метод ГРВ использовался для оценки воспалительных и токсических проявлений пневмонии [24].

В Государственном научно-исследовательском институте военной медицины МО РФ профессором Л. П. Свиридовым с соавторами была проведена экспериментальная оценка ГРВ как метода диагностики аллергии по анализу свечения образцов крови пациентов [25]. Как известно, участниками разветвляющихся в организме

аллергических реакций являются медиаторы, поэтому изначально авторами исследования было установлено, что ГРВ-граммы сыворотки без медиаторов (контроль) достоверно отличались от опытных проб. Была оценена способность метода ГРВ фиксировать реакцию агглютинации. Оказалось, что ГРВ выявляет иммунные комплексы, образующиеся в результате специфических иммунных реакций между антигеном и соответствующим ему антителом (рис. 4). Авторы исследования считают, что ГРВ можно отнести к числу перспективных методов определения этиологии аллергий.

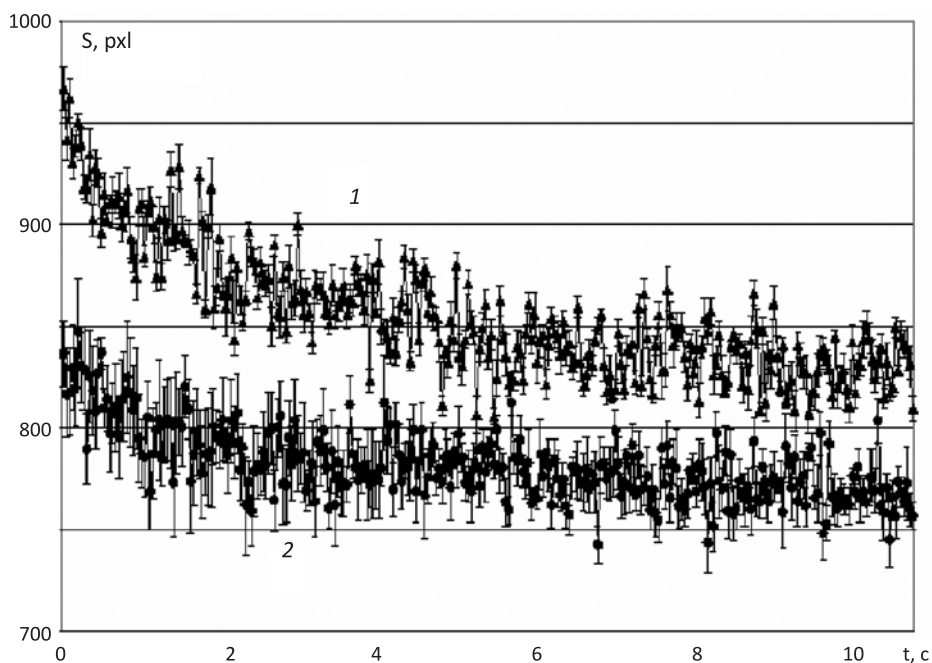


Рис. 4. Динамические кривые площади ГРВ-грамм образцов крови с разводящей жидкостью (1) и потенциальным аллергеном (2). Усреднение по 10 измерениям [25]

В Московском государственном медико-стоматологическом университете изучалась возможность выявления этиологического компонента непереносимости конструкционных материалов по изменениям концентрации интерлейкинов и ГРВ-параметров ротовой жидкости. Результаты исследования продемонстрировали более высокую эффективность выявления этиологии непереносимости по изменению ГРВ-параметров ротовой жидкости по сравнению с определением концентрации интерлейкинов [26].

Сотрудниками НИИ акушерства и педиатрии (Ростов-на-Дону), был выделен новый показатель ГРВ, названный коэффициентом дисбаланса (КД), отличающийся высокой стабильностью. Этот показатель сигнализирует об угрозе прерывания беременности, вне зависимости от срока гестации [27].

Материалом для исследования, проведенного в Онкоцентре им. А. Гвамичава (Грузия), послужили данные пациентов с плоскоклеточным раком легкого. Исследо-



вания показали, что результаты одномоментной ГРВ-оценки и мониторинга функционального статуса (гомеостаза) и компенсаторных сил организма коррелируют с данными клинико-лабораторных и инструментальных исследований в 90–96%, в частности дыхательной системы — в 92%. Результаты ГРВ-исследования подтвердили, что компенсаторные силы при раке легкого уменьшаются с увеличением возраста, тяжестью заболевания, особенно после операции лобэктомии и пневмоэктоми. Метод ГРВ-графии фиксирует стресс-реакцию в виде возбуждения и гиперфункции организма на лобэктомии, а также стресс-реакцию угнетения всего организма и гипофункцию при пневмоэктоми больных плоскоклеточным раком легкого. Показатели степени функционального дисбаланса и стресс-фактор организма, до лобэктомии и пневмоэктоми, дает возможность прогнозирования характера послеоперационной стресс-реакции и уровня психоэмоционального напряжения, минимального порога возбуждения или угнетения функции всего организма в целом или каждого органа и системы в отдельности, а также реакции органов левой и правой половины тела с целью выявления уровня функциональной асимметрии [28].

Заболевание аутизмом растет на 3,8% в год во всем мире и на 15% в США. Он может иметь различную степень тяжести — от тяжелой до легкой (синдром Аспергера). Результаты показали уникальность ГРВ-грамм пациентов с расстройствами аутистического характера. Авторы исследования делают вывод, что биоэлектрография является многообещающим методом для диагностики больных аутизмом [29].

Сотрудниками Сочинского НИЦ курортологии и реабилитации было обследовано 74 ребенка с компенсированным и декомпенсированным хроническим тонзиллитом. Изображения ГРВ-грамм у детей с хроническим тонзиллитом и без такового значительно отличаются [30].

Целью исследования, проводившегося на базе Отраслевого центра психологических исследований ОАО «РЖД» было определение возможности превентивной диагностики нарушений в работе щитовидной железы с помощью метода газорядной визуализации. Сравнительный анализ ГРВ-грамм двух групп свидетельствует, что существуют достоверные различия между нормативной группой здоровых и группой, имеющей различную патологию щитовидной железы [31].

Работы различных авторов подтверждают взаимосвязь между показателями ГРВ-граммы, вегетативным тонусом и психоэмоциональным состоянием обследуемых пациентов [19, 32]. На основании полученных результатов авторы делают вывод о том, что базовые и интегральные параметры ГРВ-граммы обнаруживают связь как с процессами гуморально-метаболической, так и рефлекторной регуляции на уровне вегетативной нервной системы, при повышении активности центрального (нейрогуморального) звена авторегуляторных механизмов возрастает мощность процессов ГРВ эмиссии, показателей стресс-толерантности и уменьшается индекс энергодефицита [33]. Показатели ГРВ отражают состояние вегетативной нервной системы пациентов и могут быть систематизированы в соответствии с уровнями адаптации [5, 34].

Серия работ посвящена изучению изменений ГРВ-грамм при сердечно-сосудистых заболеваниях. В исследовании Н. А. Филипповой выявлена положительная корреляционная связь между параметрами ГРВ-грамм и систолическим и диастолическим АД [20]. При исследовании пациентов с клинически подтвержденными

диагнозами гипертонической болезни и ишемической болезни сердца в стадиях обострения, выявлены определенные тенденции в изменении ГРВ [35].

С 2005 г. сотрудниками Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова (РНИМУ) на базе отделения функциональной диагностики ФГУЗ КБ № 85 ФМБА России исследуются диагностические возможности метода газоразрядной визуализации для выявления лиц с различной степенью артериальной гипертонии (АГ) и ее осложнениями (рис. 5). Были построены диагностические модели на основании исследования с помощью ГРВ прибора 794 человек в возрасте от 18 до 84 лет для выявления пациентов с артериальной гипертонией различной степени тяжести, обнаружения пациентов с различной степенью поражения магистральных артерий головы на экстракраниальном уровне, а также для оценки вегетативного статуса лиц с артериальной гипертонией. Результаты построения решающих правил (специфичность и чувствительность после проведения скользящего экзамена составила от 77 до 90%) свидетельствуют о высоких диагностических возможностях метода газоразрядной визуализации [32, 36–38].

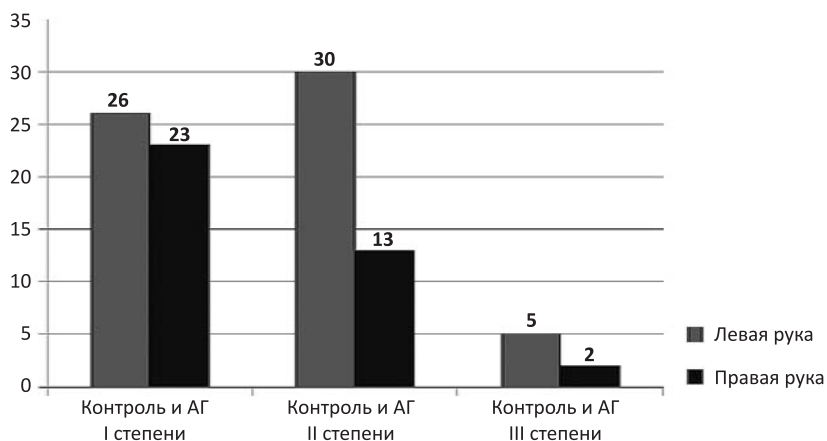


Рис. 5. Количество статистически значимо различающихся ГРВ-параметров при сравнении контрольной группы и группы больных АГ I, II, III степени [37]

Возможность выявления у пациентов высокой функциональной активности правого полушария мозга с помощью метода газоразрядной визуализации может служить одним из прогностических факторов наличия у больного артериальной гипертонии. Такая диагностическая возможность метода может быть особенно важной, например, в случае своевременного выявления скрытой формы артериальной гипертонии [39].

Группой авторов в 2005 г. была сделана попытка построения диагностической модели на основе ГРВ-графики. Ими представлена статистическая модель, построенная по ГРВ-параметрам пациентов, позволяющая с определенной вероятностью диагностировать характер заболевания. Все пациенты были разбиты на шесть групп, согласно их фактическому диагнозу: «Норма» (люди с условно нормальным здоровьем), «Болезни кровообращения», «Болезни эндокринной системы», «Болезни ор-

ганов пищеварения», «Болезни костно-мышечной системы», «Другие болезни» (болезни, отличные от вышеперечисленных). В результате дискриминантного анализа ГРВ-параметров пациентов было построено решающее правило, точность которого совпала с фактической классификацией в среднем на 75–85%. Построенная статистическая модель была проверена на новых 94 пациентах, имеющих те же заболевания. Классификация новых пациентов на основе модели совпала с фактической классификацией этих пациентов на 80% [40]. Подобные подходы представляются весьма перспективными с точки зрения решения динамических задач медицины с помощью математических моделей [41].

В Санкт-Петербургском НИИ физической культуры была разработана методика применения метода ГРВ для анализа психофизического потенциала спортсменов. Она прошла апробацию в паралимпийских сборных России и принята Министерством спорта как одна из базовых методик. Автоматизированный комплекс дает возможность персонализированной экспресс-оценки психофизических функциональных резервов спортсмена, а также возможность объективной оценки психофизической готовности спортсмена к соревновательной деятельности (рис. 6) [42, 43].

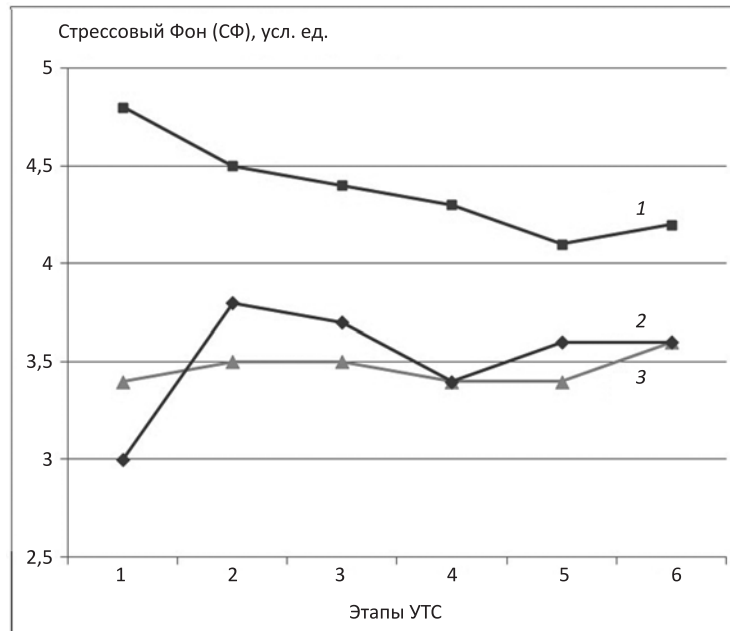


Рис. 6. Изменение уровня стрессового фона (в условных единицах — шкала от 0 до 10) в период учебно-тренировочных сборов (УТС) в команде России по лыжам и биатлону:

1 — УТС2 (11–2011, С. Мориц); 2 — УТС3 (02–2012, С. Мориц); 3 — УТС4 (08–2012, Бельмекен) [42].

Проведенный анализ литературы показывает, что изменения ГРВ-грамм тождественны изменениям в организме пациентов, верифицированным на основе клинической картины, данных инструментальных и лабораторных методов диагностики, что свидетельствует о клинической информативности метода ГРВ, а также о перспективах использования этой методики в медицине.

## Литература

1. *Коротков К. Г.* Эффект Кирлиан. СПб., 1995, 218 с.
2. От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии / под ред. К. Г. Короткова СПб., 1998, 340 с.
3. *Коротков К. Г.* Принципы анализа в ГРВ биоэлектрографии. СПб, Изд-во «Реноме», 2007. 286 с.
4. *Петрова Е. Н., Коротков К. Г., Орлов Д. В., Короткова А. К.* Принципы построения и структура автоматизированного программно-аппаратного комплекса оценки состояния здоровья // Изв. вузов. Приборостроение. 2009. Т. 52, № 5. С. 16–20.
5. *Дроздов Д. А., Шаццлло О. И.* Анализ ГРВ-биоэлектрографических изображений с позиций вегетологии. Труды международной конференции «Наука. Информация. Сознание». СПб, 2005. С. 99–104.
6. *Величко Е. Н.* Программно-аппаратный комплекс оценки психофизиологического состояния спортсмена: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Специальность: 05.11.17. Санкт-Петербург. СПбГУИТМО. 2010.
7. *Муромцев Д. И.* Автоматизированная система обработки и анализа динамических ГРВ-грамм биологических объектов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГИТМО, 2003.
8. *Бабицкий М. А.* Автоматизированное проектирование систем анализа динамических газоразрядных изображений: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГИТМО, 2003.
9. *Туманова А. Л.* Сравнительный анализ результатов ГРВ-биоэлектрографии в клинической практике // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2007. С. 26–27.
10. *Мамедов Ю. Э., Зверев В. А.* ГРВ-графия как метод экспресс-диагностики и скрининг-контроля психосоматической патологии в практике современной медицины // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2005. С. 110–111.
11. *Яковлева Е. Г.* Метод ГРВ-биоэлектрографии в медицине. М.: ИД «Менеджер здравоохранения», 2012. 132 с.
12. *Сорокин О. В., Дружинин В. Ю., Ефименко В. Г.* и др. Характер взаимосвязи между фотоэлектронной эмиссией и вегетативной регуляцией сердечного ритма у пациентов с ишемической болезнью сердца // Медицина и образование в Сибири. 2010. № 5.
13. *Полушин Ю. С., Струков Е. Ю., Широков Д. М., Коротков К. Г.* Возможности метода газоразрядной визуализации в оценке операционного стресса у больных с абдоминальной хирургической патологией // Вестник хирургии. 2003. Т. 161, № 5. С. 118.
14. *Струков Е. Ю.* Возможности метода газоразрядной визуализации в оценке функционального состояния организма в периоперационном периоде: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.: ВМедА, 2003.
15. *Polushin J., Levshankov A., Shirokov D., Korotkov K.* Monitoring Energy Levels during treatment with GDV Technique // J. of Science of Healing Outcome. 2009. Vol. 2, N 5. P. 5–15.
16. *Полушин Ю. С., Коротков К. Г., Тужикова Н. В.* и др. Использование метода газоразрядной визуализации для оценки изменений психо-эмоционального статуса // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2008. С. 21–23.
17. *Степанов А. В., Свиридов Л. П., Короткина С. Ф.* и др. Использование метода ГРВ биоэлектрографии для оценки реакции антиген — антитело // Изв. вузов. Приборостроение. 2006. Т. 49, № 2. С. 32–36.
18. *Rgeusskaja G. V., Listopadov U. I.* Medical Technology of Electrophotonics — Gas Discharge Visualization — in Evaluation of Cognitive Functions // J. of Science of Healing Outcome. 2009. Vol. 2, N 5. P. 15–17.
19. *Александрова Р. А., Филиппова Н. А., Петровский И. Д.* Базисные концепции традиционной китайской медицины и биоэнергография // Вестник Северо-Западного отделения Академии медико-технических наук РФ. Вып. 4 / под ред. К. Г. Короткова. СПб.: Агентство «РДК-принт», 2001. С. 36–42.
20. *Филиппова Н. А.* ГРВ-грамма и другие биоэлектрические характеристики организма // Вестник Северо-Западного отделения Академии медико-технических наук РФ. Вып. 4 / под ред. К. Г. Короткова. СПб.: Агентство «РДК-принт», 2001. С. 47–58.
21. *Немцов В. И., Александрова Р. А., Зайцев С. В.* Анализ связей показателей биоэлектрограммы с клиническими признаками состояния больных бронхиальной астмой // Вестник Северо-Западного отделения Академии медико-технических наук РФ. Вып. 4 / под ред. К. Г. Короткова. СПб.: Агентство «РДК-принт», 2001. С. 43–46.
22. *Александрова Р. А., Немцов В. И.* и др. Возможности биоэлектрографии в мониторинговании воспалительного процесса в бронхах и желудочно-кишечном тракте у больных бронхиальной астмой

в сочетании с патологией гастродуоденальной зоны // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2001. С. 10–13.

23. *Шаббаев В. П., Колпаков Н. В.* и др. Результаты и перспективы применения ГРВ-графии для дифференциальной диагностики, мониторинга лечения туберкулеза легких и глубокого микоза — легочного заминеллеза // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2004. С. 117–118.

24. *Ашулов А. Ю.* Диагностическое и прогностическое значение метода газоразрядной визуализации для клинической практики // Вестник Северо-Западного отделения Академии медико-технических наук РФ. Вып. 4 / под ред. К. Г. Короткова. СПб.: Агентство «РДК-принт», 2001. С. 65–74.

25. *Свиридов Л. П., Степанов А. В., Комиссаров Н. В.* и др. Диагностика этиологии аллергии с применением газоразрядной визуализации (ГРВ) // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2005. С. 120–123.

26. *Минаев С. С., Острук О. Р.* Перспективы применения метода ГРВ в ортопедической стоматологии при определении биосовместимости конструкционных материалов // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2007. С. 82–83.

27. *Гимбут В. С.* Диагностические возможности модифицированного метода Кирлиан в акушерстве: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2000. 26 с.

28. *Гиоргобиани Л.* Оценка функционального статуса организма при хирургическом лечении рака легкого методом газоразрядной визуализации: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Тбилиси, 2008.

29. *Kostyuk N., Rajendram V., Rajnarayanan R.* et al. Autism from a Biometric Perspective // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2010. Vol. 7. P. 1984–1995.

30. *Юсупов М. Ю., Щербаков Д. Б., Фесенко М. Ю.* Возможности газоразрядной визуализации (ГРВ) как метода экспресс-диагностики в широкой педиатрической практике // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2009. С. 26–28.

31. *Kostyuk N., Cole Rh., Meghanathan N.* et al. GDV: an Imaging and Modelling Tool for Medical Biometrics // International Journal of Biomedical Imaging. Feb. 2011. Article ID 196460, 7 p.

32. *Коробка И. Е., Яковлева Е. Г., Зарубина Т. В., Коротков К. Г.* Гендерные особенности состояния вегетативной нервной системы здоровых и больных артериальной гипертензией // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11, № 3. С. 572–579.

33. *Бундзен П. В., Коротков К. Г.* и др. Связь параметров вызванной опто-электронной эмиссии (эффект Кирлиан) с процессами кортико-висцеральной регуляции // Физиология человека. 2000. Т. 26, № 5. С. 558–566.

34. *Korotkov K.* Experimental Study of Consciousness Mechanisms with the GDV Bioelectrography // Science of Whole Person Healing. Vol. 2. Rustum Roy (Ed.). New York; Lincoln; Shanghai, 2004. P. 152–184.

35. *Buyantseva L. V., Korotkov K. G., Zhegmin Qian* et al. Gaseous discharge visualization (GDV) bioelectrography in patients with hypertension: pilot study // Proceedings of conference “Measuring the human energy field: State of the science”. National Institute of Health. Baltimore, MD, 2003. P. 31–54.

36. *Александрова Е. В., Зарубина Т. В., Зубкова А. В.* и др. Биоэлектрографический подход к выявлению пациентов с различными поражениями магистральных артерий головы на экстракраниальном уровне // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. XVII, № 3. С. 94–96.

37. *Александрова Е. В., Зарубина Т. В., Ковелькова М. Н.* и др. ГРВ-технология — новое в диагностике артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. XVII, № 1. С. 122–125.

38. *Яковлева Е. Г., Ковелькова М. Н., Александрова Е. В., Зарубина Т. В.* Результаты построения решающих правил для различных классификаций артериальной гипертензии // Системный анализ и управление в биологических и медицинских системах. 2010. Т. 9(1). С. 34–38.

39. *Коробка И. Е., Яковлева Е. Г., Коротков К. Г.* и др. Возможности метода ГРВ-биоэлектрографии в диагностике функциональной активности правого полушария мозга у больных артериальной гипертензией // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. XX, № 1. С. 125–129.

40. *Волков А. В., Телешева Т. Ю., Гурский В. В., Крыжановский Э. В.* Статистическая модель диагноза пациента на основе параметров его ГРВ-грамм // Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука. Информация. Сознание. СПб., 2005. С. 97–98.

41. *Еремин А. С., Прасолов А. В., Соловьева И. В.* и др. Возможно ли решать динамические задачи медицины с помощью математических моделей? // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 11. 2011. Вып. 3. С. 139–149.

42. *Дроздовский А. К., Громова И. А., Коротков К. Г.* Экспресс-оценка психофизиологического состояния спортсменов-паралимпийцев в период подготовки и участия в ответственных соревнованиях // Адаптивная физическая культура. 2012. № 3. С. 33–35.



43. Drozdovski A., Gromova I., Korotkov K. et al. Express-evaluation of the psycho-physiological condition of Paralympic athletes // Journal of Sports Medicine. 2012. N 3. P.215–222.

Статья поступила в редакцию 25 марта 2014 г.

#### Контактная информация

*Коротков Константин Георгиевич* — доктор технических наук, профессор; [kk@korotkov.org](mailto:kk@korotkov.org)

*Яковлева Екатерина Геннадиевна* — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, старший преподаватель; [k\\_iakov@mail.ru](mailto:k_iakov@mail.ru)

*Korotkov Konstantin G.* — Doctor of Engineering Sciences, Professor; [kk@korotkov.org](mailto:kk@korotkov.org)

*Yakovleva Ekaterina G.* — Candidate of Medicine, senior researcher, senior lecturer; [k\\_iakov@mail.ru](mailto:k_iakov@mail.ru)