

# АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ПРОЦЕССЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

УДК 004.383.3+611.1

Бойцов С.А.<sup>1</sup>, Иванова Г.Е.<sup>2</sup>, Рогоза А.Н.<sup>1</sup>, Герцик Ю.Г.<sup>3</sup>, Герцик Г.Я.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Минздрава России

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана

<sup>4</sup>ООО «Кибернетический Мир»

## ANALYSIS OF METHODS AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR MEASURING BLOOD PRESSURE USING TELEMEDICINE AND CLUSTER TECHNOLOGIES IN CARDIAC RESEARCH DURING MEDICAL REHABILITATION

Boytsov S.A.<sup>1</sup>, Ivanova G.E.<sup>2</sup>, Rogoza A.N.<sup>1</sup>, Gertsik Yu.G.<sup>3</sup>, Gertsik G.Ya.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>National medical research center of cardiology Russian Ministry of Healthcare, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia

<sup>3</sup>Bauman Moscow State technical university (BMSTU), Moscow, Russia

<sup>4</sup>Cybernetic World Ltd., Moscow, Russia

### Введение

В настоящее время вопросы медицинской реабилитации имеют значимость, практически, во всех областях медицины. Медицинская реабилитация активно развивается как за рубежом, так и в России [1]. Проблемы медицинской реабилитации входят в число приоритетных направлений национальных инновационных проектов [2]. Актуальными вопросы реабилитации являются и для кардиологии [3].

### Основная часть

Одним из направлений реабилитации является использование механотерапии для восстановления нарушенной двигательной активности, при этом наиболее эффективно эти вопросы решаются в интегрированных кластерных структурах предприятий медицинской промышленности и учреждений здравоохранения [4]. Механотерапия непременно требует от пациента физических усилий, физических усилий требуют и некоторые тесты функциональной диагностики в кардиологии. При этом желательно иметь информацию о состоянии сердечно-сосудистой системы, в частности, о величине артериального давления в течение продолжительного интервала времени [5] и, по возможности, с применением дистанционных технологий и методов [6]. Понятие артериального давления включает совокупность физиологических параметров, характеризующих уровни и закономерности колебаний кровотока в разных участках сердечно-

сосудистой системы. Давление крови в сердце и сосудах, его уровни и динамическая структура колебаний в различных отделах сердечно-сосудистой системы оказывает непосредственное влияние на кровоснабжение и интенсивность обменных процессов в организме и подчинены строгим биологическим закономерностям, жестко регулируются в соответствии с физиологическими потребностями организма. Информация, содержащаяся в характеристиках артериального давления имеет первостепенное значение для диагностики состояния организма, что особенно важно при проведении реабилитационного процесса. Характеристиками, первостепенной важности, наиболее распространенными в практической медицине, являются значения систолического и диастолического артериального давления (АД). Это один из важнейших показателей сердечно-сосудистой системы и всего организма в целом. В связи с этим измерение АД является обязательным во всех звеньях лечебной сети (поликлиники, пункты доврачебного приема, терапевтические отделения интенсивной терапии, отделения реанимации, скорой помощи, центры массового обследования населения, отделения реабилитации и др.).

В ряде случаев, например, измерения артериального давления (АД) при функциональной диагностике с использованием различных кардиологических проб и диагностике состояния сердечно-сосудистой системы под нагрузкой, что является одним из фрагментов, в том числе и кардиореабилитации, необходимо четко выделять

значения систолического и диастолического давления в условиях внешних помех. Наиболее распространены следующие методы измерения АД:

- прямой (инвазивный), связанный с пункцией кровеносного сосуда, применяется только в экстремальных ситуациях при хирургических вмешательствах;
- косвенные (неинвазивные):
- звуковой метод измерения давления крови (измеряется в миллиметрах ртутного столба – мм рт.ст.) определяется по наличию характерных звуков, возникающих и исчезающих в плечевой или бедренной артерии по мере изменения давления воздуха в компрессионной манжете, надетой на соответствующую конечность. Давление в манжете, при котором впервые появляются тоны Короткова (метод изобретен русским хирургом Н.С. Коротковым в 1905 г.) интерпретируется как значение систолического, или максимального давления характеризует усилие, с которым сердце выталкивает кровь в артерии при сокращении (объем выталкиваемой крови, в среднем, равен 60–70 мл), а давление в манжете, при котором звуки исчезают – как диастолическое, характеризует давление внутри артерии, когда сердце находится в расслабленном состоянии и выброса крови в артерию не происходит. Считается, что тоны Короткова вызваны резким растяжением стенок артерии при снижении давления в манжете. Этот метод прочно вошел в мировую медицинскую практику в силу своей простоты и доступности. Чаще манжета обертывается вокруг предплечья и закрепляется. К плечевой артерии прижимается стетоскоп, а в манжету быстро накачивают воздух до давления, приблизительно на 30 мм рт. ст. превышающего давление, при котором артерия полностью пережата в течение всего цикла работы сердца, затем давление в манжете плавно снижают по 3–5 мм рт. ст. Однако при использовании метода в автоматизированных измерителях возникает проблема помехозащищенности, т.к. уровень тонов Короткова соизмерим с уровнем акустических помех, кроме того, затруднено измерение АД при аускультаторных провалах, когда звуковые колебания артериального сосуда наблюдаются при отсутствии сдавливания его манжетой, что делает невозможным их измерение. Кроме того, возникает проблема помехозащищенности, так как уровень тонов Короткова соизмерим с уровнем акустических помех от других источников (например, от мышечных тканей). Соответственно невозможно применение метода при наличии двигательной активности пациента, в частности, при выполнении им функциональных динамических проб и реабилитационной механотерапии. Вместе с тем этот метод может, как наиболее распространенный и изученный, применяться в функциональной диагностике при первичных осмотрах в кардиореабилитации.

**К серийно выпускаемым медицинским изделиям данного типа относятся:**

ИАДМ-ОПММ, ИАДМ –ОПМ (Россия); LD-70, LD-71, LD-80, LD-81, LD-90, LD-91;(Сингапур), DS-126D, DS-157, WS-210, WS-320 (Япония); UNITON, NAXI-STABIL5 (Германия).

Все данные приборы при отсутствии динамических нагрузок обеспечивают измерение с погрешностью +/- 3 мм рт.ст.

– осциллометрический метод основан на регистрации колебаний давления воздуха в манжете (осцилляции), вызываемых изменением объема конечности под

манжетой при пульсации артерии, регистрируемых электронными измерителями АД, посредством различных датчиков давления. Когда давление в манжете выше систолического – артерия полностью пережата, но в манжете регистрируются осцилляции, вызванные ковроком при ударах в стенки аорты, передаваемые верхнему краю манжеты. Снижение давления в манжете до величины систолического приводит к увеличению амплитуды осцилляции. По мере дальнейшего снижения в манжете амплитуда осцилляции возрастает до максимума, затем начинает уменьшаться и в момент достижения диастолического давления амплитуда осцилляций уменьшается до амплитуды при систолическом давлении, а затем практически не меняется. Метод позволяет проводить измерение АД и при выраженном «аускультаторном провале», «бесконечном тоне» и при слабых тонах Короткова. Как правило, измеряемые параметры не зависят от «разворота» манжеты и от небольших перемещений ее относительно плеча. Возможно проводить измерения через тонкую ткань одежды. Основной недостаток, как и в предыдущем случае, – необходимость неподвижности конечности при измерениях. Кроме того, этот метод также имеет низкую помехозащищенность, поскольку колебания давления в манжете могут быть вызваны не только пульсациями артерии, но и другими факторами, в частности, мышечными сокращениями, двигательной реакцией пациента, соответственно, в ряде случаев помеха намного превосходит по амплитуде полезный сигнал, что сильно затрудняет измерение давления крови, возникающими погрешностями измерений, следовательно, ограничивает его применение при проведении механотерапевтических реабилитационных мероприятий и функциональных пробах с динамической физической нагрузкой.

**К серийно выпускаемым медицинским изделиям данного типа относятся:**

СКАД-2, Дон (Россия); MIT, HEM-711, M1, M4, MX, MX2, RX, 705CR, IC (Япония); OSZ-3, OSZ-4, OSZ-5, ERGOLINE (Германия).

Данные приборы также обеспечивают погрешность измерений не более +/- 3 мм рт. ст. при измерениях в статике.

– определенный интерес для автоматизированного измерения АД, в том числе, при физических нагрузках, в частности, при кардиореабилитации с применением механотерапевтических аппаратов и при функциональных пробах (велоэргометрии, тест «6 шагов» и др.) представляет метод анализа пульсовой волны. Под пульсовой волной понимаем волну давления кровотока при кратковременном открывании участка артерии, находящегося под компрессионной манжетой, и распространяющуюся по участку ниже манжеты. Можно показать, что в этом случае пульсовая волна относится к типу поперечных волн, так как направление движения волны направлено перпендикулярно радиальному смещению элементов стенки артерии. Принимаем, что мышечные волокна расположены относительно параллельно артерии считаем, что их суммарное смещение зависит от прикладываемого усилия, создаваемого пульсовой волной, направления движения пульсовой волны и времени перемещения пульсовой волны под манжетой [7]. Данный метод позволяет использовать в качестве датчиков давления пьезокерамические элементы, реагирующие на изменение частоты и амплитуды, поступающего к ним механического сигнала.

Динамика изменения этого сигнала определяет параметры электрического сигнала, генерируемого пьезо-

**Таблица 1.** Функциональные возможности серийно выпускаемых приборов для мониторинга артериального давления с функцией дистанционной передачи данных

Наименование изделия	Передача данных	Экран	Наличие РУ*	Манжета	Производитель
Автоматический тонометр INME-01	Каналы сотовой связи	3-х строчный	Имеется	22x32 см.	ООО «ИНМИ» с комп. AND / Япония/ [11]
Тонометр автоматический с функцией телемедицины – A&D UA-911 BT-MA	По Блютус на электронную медицинскую карту	3-х строчный	Имеется	22x37 см.	ООО «Эй энд Ди РУС», производство / Япония [12]
Автоматический монитор артериального давления и пульса TM-2655P	Путем подключения через RS-232C к компьютеру	3-х строчный	Имеется	Кольцевая электромеханическая	ООО «Эй энд Ди РУС», производство / Япония [13]

\* – РУ – регистрационное удостоверение, наличие которого разрешает использовать изделие в медицинской практике

элементом. Вместе с тем, этот метод также имеет существенные недостатки, вызываемые ненадежности соответствия АД давлению в манжете. Кроме того, в системе «манжета – ткани тела – артерия» возникают помехи, обусловленные осцилляциями давления в манжете, возникающие до начала прохода пульсовой волны по артерии под манжетой, возможны сокращения тканей тела, находящаяся под манжетой, пульсации поперечного сечения артерии при давлении газа в манжете ниже систолического. Как правило, датчики пульсовых волн, в том числе и пьезоэлектрические, относятся к датчикам нажимного типа и реагируют на выше воздействия выдачей информационных сигналов, которые могут быть приняты за сигналы от пульсовых волн крови. Выделение последних из ложных представляет сложную аппаратно-программную задачу, которая не всегда успешно решается и значительно увеличивает стоимость прибора. Для уменьшения погрешности был применен датчик, чувствительный к угловым колебаниям поверхности тела в направлении распространения пульсовой волны. Таким датчиком был выбран датчик с качающимся пилотом – датчик пульсовой волны (ДПВ-1) [8, 9]. Основными требованиями к датчику являлись: повышение достоверности измерений, обеспечение возможности программной обработки результатов измерения, повышение надежности, возможность измерять давление у пациента во время проведения им физических нагрузок.

Исследования датчика в Отделении новых методов функциональной диагностики Российского кардиоло-

гического научно-производственного центра МЗ РФ/ Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии показали перспективность дальнейшей работы по усовершенствованию метода с применением ДПВ-1. В большинстве экспериментальных исследований было показано, что сам датчик конструктивно не восприимчив к таким помехам как вращение руки вокруг продольной оси, сгибание руки в локтевом суставе, что дает возможность программной фильтрации помех, машинной обработки результатов измерений. Исследования также показали возможность измерения АД под нагрузкой, в частности, при соприкосновении руки пациента с торсом, при движении руки в вертикальной плоскости.

Показано, что измерение АД при физических нагрузках в сочетании с ультразвуковыми методами диагностики повышает точность определения функциональных параметров сердечно-сосудистой системы с целью объективизации диагностики таких заболеваний как ишемическая болезнь сердца, тахикардия, проводимой по анализу ЭКГ, ЧСС, АД как в статике, так и в динамике, в том числе, при проведении реабилитационных мероприятий.

Особый интерес представляют вопросы измерения АД с применением дистанционных методов и МИ для снятия и анализа изменений АД кардиологических больных, находящихся, в том числе, в процессе реабилитации. Известно, что артериальная гипертензия является одной из наиболее опасных патологий, потенциально представляющей фактор риска возникновения других

**Таблица 2.** Функциональные возможности имеющихся экспериментальных разработок приборов для мониторинга артериального давления с функцией дистанционной передачи данных

Наименование изделия	Передача данных	Экран	Манжета	Производитель
Устройство дистанционного мониторинга артериального давления	По сети Интернет	Уточняется	Имеется	МИФИ [14]
Способ дистанционного контроля и мониторинга артериального давления и устройство для его реализации	По сети Интернет	Уточняется	Имеется	Патент РФ [15]
Устройство для измерения артериального давления – емкостный датчик	По сети Интернет	Уточняется	Специальная для крепления датчиков	Патент РФ [16]

заболеваний, в частности, инсульта головного мозга [2, 10]. Мониторинг и контроль АД в процессе реабилитации, в процессе трудовой деятельности, физических упражнений, в домашних условиях может позволить снизить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. В настоящее время разрабатываются современные медицинские технологии, предполагающие применение дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертензией [6].

Анализ данных сети Интернет показал, что существуют уже как разрешенные к применению МИ, такие как, портативные: автоматический тонометр INME-01 [11], тонометр автоматический с функцией телемедицины – A&D UA-911 BT-MA [12] и стационарные с вводом данных через компьютер, например, автоматический монитор артериального давления и пульса TM-2655P [13] (Табл. 1), так и находящиеся в разработке изделия, предназначенные для измерения артериального давления: разработка специалистов МИФИ [14], патенты РФ [15, 16]. Значимые, по нашему мнению, функциональные возможности этих разработок представлены в Табл. 2.

Во всех приведенных изделиях одной из основных целей разработчиков являлось уменьшение или устранение помех измерений при движении человека, что является крайне актуальным при реализации мероприятий по кардиореабилитации. Можно отметить, что в

настоящее время повышается значимость для кардиологических исследований учета влияния нейрогенной регуляции кровообращения [10], что требует разработки методик, позволяющих оценивать биоэлектрическую активность мозга при проведении кардиологических исследований и еще больше повышает уровень требований к помехоустойчивости применяемой измерительной техники.

Проведенный патентно-библиографический анализ [6–17] показал, что описанные технологии могут найти применение не только в практической медицине, но и в научных исследованиях в области биологии и физиологии.

### Заключение

На основании проведенного обзора в области методик и технических средств неинвазивного измерения артериального давления можно сделать вывод о перспективности дальнейших исследований по данному направлению. Крайне важным для медицинской практики и обеспечения качества и продолжительности жизни пациентов при функциональной диагностике с применением нагрузочных проб, при реабилитации является совершенствование методик и технических решений приборов для дистанционного мониторинга параметров сердечно-сосудистой системы, к важнейшим из которых относится артериальное давление.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иванова, Г.Е. Медицинская реабилитация в России. Перспективы развития/Г.Е. Иванова//Consilium Medicum №02.1 2016. – С.9–13.
2. Иванова, Г.Е., Аронов, Д.М., Белкин, А.А. и др. Пилотный проект «Развитие системы медицинской реабилитации в РФ»/Г.Е. Иванова, Д.М. Аронов, А.А. Белкин и др.// Вестник восстановительной медицины, 2016, №2 (72).- С.2–6
3. Аронов, Д.М., Бубнова, М.Г., Бойцов С.А., Иванова, Г.Е., Андреев, А.Г., Барбараш, О.А., Белова, В.В. и др. Организационные вопросы кардиореабилитационной службы в России. Результаты пилотного проекта «Развитие системы реабилитации больных сердечно-сосудистыми заболеваниями в лечебных учреждениях субъектов Российской Федерации»/ Д.М. Аронов, М.Г. Бубнова, С.А. Бойцов, Г.Е. Иванова, А.Г. Андреев, О.А. Барбараш, В.В. Белова, и др.//Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2016, Т.15.-№ 6.-С.4–12
4. Герцик Ю.Г., Омельченко И.Н. Концепция и методология формирования организационно-экономической устойчивости и конкурентоспособности системы интегрированных предприятий медицинской промышленности. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. -323 с.
5. Рогоза, А.Н. Суточное мониторирование артериального давления (обзор)/А.Н. Рогоза//: Сердце: Журнал для практикующих врачей, 2012, Т.1., №5. – С. 240
6. Бойцов, С.А. Реалии и перспективы дистанционного мониторинга артериального давления у больных с артериальной гипертензией/С.А. Бойцов//Терапевтический архив, 2018, Т.90.- №1.- С.4–8
7. Ганиев, Р.Ф., Ревизников, Д.Л., Рогоза, А.Н., Сладушский, Ю.В. и др. Волновые процессы в сердечно-сосудистой системе человека: измерительный комплекс, вычислительные модели и диагностический анализ/Р.Ф. Ганиев, Д.Л. Ревизников, А.Н. Рогоза, Ю.В.Сладушский и др.// Доклады Академии Наук, 2017, Т.473. – №3. – С.291–294
8. Патент РФ № 2008794. Класс А61 В85/045. Датчик пульсовой волны. Романовская А.М., Романовский В.Ф. – 1994.
9. Романовская, А.М. Датчик пульсовой волны/А.М. Романовская// ВНИИМС, метод. указания.-1992.-12с.
10. Швалев, В.И., Реутов, В.П., Рогоза, А.Н. и др. Развитие современных представлений о нейрогенной природе кардиологических заболеваний/ В.И. Швалев, В.П. Реутов, А.Н. Рогоза и др.//Тихоокеанский медицинский журнал, 2014, №1 (55).-С. 10–14
11. Оператор дистанционного медицинского обслуживания. Режим доступа: <http://pmtonline.ru/devices/tonometr-ua-911bt-5>. Дата обращения: 1.10.2018.
12. Инфраструктурный логистический проект «Портал ПАМН». Режим доступа: <http://portalramn.ru/virtual-hospital/serve/telemonitoring>. Дата обращения: 1.10.2018.
13. Профессиональный автоматический монитор артериального давления и пульса TM-2655P. Режим доступа: [http://aandd.ru/profimedtehnology/catalogproduct/profimedtehnology\\_106.html](http://aandd.ru/profimedtehnology/catalogproduct/profimedtehnology_106.html). Дата обращения: 1.10.2018.
14. Официальный сайт Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». Режим доступа: <https://mephi.ru/special/press/1387/121659/>. Дата обращения: 1.10.2018.
15. Патент РФ «Способ дистанционного контроля и мониторинга артериального давления и устройство для его реализации». Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/240/2409311.html>. Дата обращения: 1.10.2018.
16. Патент РФ «Устройство для измерения артериального давления и емкостный датчик». Режим доступа: <http://www.ru-patent.info/20/40-44/2040207.html>
17. Raven P.B., Chapleau M.W. Blood Pressure regulation XI: overview and future research directions. Eur J Appl Physiol. 2014. – 114(3):579–86

### REFERENCES:

1. Ivanova, G.E. Medical rehabilitation in Russia. Prospects of development / G.E. Ivanova // Consilium Medicum №02.1 2016. – pp. 9–13.
2. Ivanova, G.E., Aronov, D. M., Belkin, A.A. et al. Pilot project "development of the system of medical rehabilitation in the Russian Federation"/G.E. Ivanova, D.M. Aronov, A.A. Belkin, etc.// Bulletin of restorative medicine, 2016, №2 (72).- pp. 2–6
3. Aronov, D.M., Bubnova, M.G., Boytsov, S.A., Ivanov, G.E., Andreev, A.G., Barbarash, O.A., Belova, V.V. et al. Organizational issues of cardiorehabilitation service in Russia. Results of the pilot project "development of the system of rehabilitation of patients with cardiovascular diseases in medical institutions of subjects of the Russian Federation" / D.M. Aronov, M.G. Bubnova, S. A. Boitsov, G.E. Ivanova, A.G. Andreev, O.A. Barbarash, V.V. Belova, et al.// Cardiovascular therapy and prevention, 2016, T.- № 6.- pp. 4–12
4. Gertsik Y.G., Omelchenko I.N. The concept and methodology of formation of organizational and economic stability and competitiveness of integrated enterprises of the medical industry. Moscow: BMSTU Publishing House, 2016. -323 P.

5. Rogoza, A.N. Daily monitoring of blood pressure (review)/A. N. Cattail// Heart: Journal for practitioners, 2012, vol.1., No. 5. – P. 240.
6. Fighters, S.A. Realities and prospects of remote monitoring of arterial pressure in patients with arterial hypertension/S. O. boitcov//Therapeutic archive, 2018, T. 90.- №1.- pp. 4–8
7. Ganiev, R.F., Reviznikov, D.L., Rogoza, A.N., Kaushansky, J.V. et al. Wave processes in the cardiovascular system: measuring system, computational models and diagnostic analysis/R. F. Ganiev, D. L. Reviznikov, A. N. Rogoza, Y. V. Kaushansky etc.//Reports of Academy of Sciences, 2017, Vol. 473. – №3. – pp. 291–294
8. Patent of RF № 2008794. Class A61 B85/045. Pulse wave sensor. Romanov A. M., Romanovsky, V. F. 1994.
9. Romanovskaya, A.M. the Sensor pulse wave/A.M. Romanovskaya//.- VNIIMS, Method. instructions.-1992.- 12 p.
10. Shvalev, V.I., Reutov, V.P., Rogoza, A.N. Development of modern ideas about the nature of cardiological diseases/V.I. Shvalev, V.P. Reutov, and others. Rogoza et al. // Pacific medical journal, 2014, №1 (55).-Pp. 10–14
11. The operator of remote medical care. Mode of access: <http://pmtonline.ru/devices/tonometr-ua-911bt-5>. Date of access: 1.10.2018.
12. Infrastructure logistics project "Portal of the RAMS". Access mode: <http://portalramn.ru / virtual-hospital/service / telemonitoring>. Date of access: 1.10.2018.
13. Professional automatic blood pressure and pulse monitor TM-2655P. Access mode: [http://aandd.ru/profimedtehnology/catalogproduct/profimedtehnology\\_106.html](http://aandd.ru/profimedtehnology/catalogproduct/profimedtehnology_106.html). Date of access: 1.10.2018.
14. Official website of the national research nuclear University "MEPhI". Mode of access: <https://mephi.ru/special/press/1387/121659/>. Date of access: 1.10.2018.
15. Patent of RF "Method of remote monitoring and monitoring of blood pressure and device for its implementation". Mode of access: <http://www.find-patent.ru/patent/240/2409311.html>. Date of access: 1.10.2018.
16. Patent of RF "Device for measuring blood pressure and capacitive sensor". Mode of access: <http://www.ru-patent.info/20/40-44/2040207.html>
17. Raven P.B., Chapleau M.W. Blood Pressure regulation XI: overview and future research directions. Eur J Appl Physiol. 2014. – 114(3):579–86.

---

## РЕЗЮМЕ

В статье изложены материалы, относящиеся к неинвазивным методам и медицинским изделиям измерения артериального давления. Рассмотрены вопросы возможности повышения точности измерений при выполнении пациентом физических нагрузок при реабилитации или функциональной диагностических проб с применением тестовых упражнений. Проанализированы возможности существующих медицинских изделий и новых разработок для дистанционного съема и обработки информации о состоянии сердечно-сосудистой системы пациента по величине и динамике изменения артериального давления.

**Ключевые слова:** артериальное давление, дистанционный мониторинг артериального давления, артериальная гипертензия, кардиореабилитация, функциональная диагностика.

## ABSTRACT

The article presents materials related to non-invasive methods and medical devices for measuring blood pressure. Questions of possibility of increasing accuracy of measurements at performance by the patient of physical loadings at rehabilitation or functional diagnostic tests with application of test exercises. The possibilities of existing medical devices and new developments for remote removal and processing of information about the state of the cardiovascular system of the patient in terms of the magnitude and dynamics of changes in blood pressure are analyzed.

**Keywords:** blood pressure, remote monitoring of blood pressure, arterial blood pressure hypertension, cardiac rehabilitation, functional diagnostics..

---

### Контакты:

Герцик Ю.Г. E-mail: [gerzik@mail.ru](mailto:gerzik@mail.ru)