

Проблемы корректного измерения артериального давления при фибрилляции предсердий и пути их решения

*Рогоза А.Н.¹, Тихоненко В.М.², Шубик Ю.В.³, Фролова Н.Л.³, Корнеев А.Б.^{3,4}, Пивоваров В.В.⁵, Хеймец Г.И.¹, Зайцев Г.К.⁵

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» им. акад. И.Е. Чазова Минздрава России, ул. Академика Чазова, д. 15 а, г. Москва 121552, Российская Федерация

²Общество с ограниченной ответственностью «Инкарт», ул. Парашютная, д. 51, стр. 5, г. Санкт-Петербург 197375, вн. тер. г. Муниципальный округ Юнтолово, Российская Федерация

³Общество с ограниченной ответственностью «Северо-Западный центр диагностики и лечения аритмий», пр. Луначарского, д. 40, к. 4, г. Санкт-Петербург 194356, Российская Федерация

⁴Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Университетская наб., д. 7–9, г. Санкт-Петербург 199034, Российская Федерация

⁵Непубличное акционерное общество «Институт кардиологической техники» (ИНКАРТ), Фермское шоссе, д. 12, литера Л, г. Санкт-Петербург 197341, Российская Федерация

Аннотация

Актуальность. Артериальная гипертензия (АГ) является распространенным и независимым фактором риска развития фибрилляции предсердий (ФП), предрасполагает к возникновению и поддержанию ФП, которая, в свою очередь, также связана с повышенным риском сердечно-сосудистых событий и является самой частой аритмией [3]. АГ и ФП нередко сосуществуют, и их частота увеличивается с возрастом [1,3].

Современные рекомендации определяют пороговые значения артериального давления (АД), причем как на этапе диагностики, так и при оценке эффективности лечения гипертензии при ФП [1,3]. Однако получение корректных показаний АД именно в данной группе пациентов является сложной задачей из-за присущей данному типу нарушений ритма выраженной изменчивости ритма, при которой нарушается стабильность наполнения желудочков, ударного объема сердца [3,4] и, соответственно, пульсового АД. В результате большинство общепринятых автоматических измерители АД не рекомендованы для этой группы пациентов [11,12]. При этом дополнительные ошибки и неточности, возможные даже при измерении АД медицинским специалистом остаются практически не изученными, что определяет актуальность исследования.

Цель. Провести объективную оценку частоты и выраженности завышений и занижений АД у пациентов с ФП при его измерении как традиционным аускультативным методом Короткова, так и осциллометрическим методом, и предложить пути решения этой проблемы.

Материалы и методы. Данное ретроспективное исследование проведено в виде экспертного анализа данных цифровых архивов сигналов с микрофонов и датчиков давления воздуха в плечевой и пальцевой пневматических манжетах, сформированных при серии синхронных измерений АД традиционным аускультативным, осциллометрическим и неинвазивным непрерывным («поударным») методами у 100 больных с клапанной ФП постоянной формы и 92 пациентов с регулярным синусовым ритмом сердца.

Анализируемый цифровой архив состоял из данных пациентов, с клапанной ФП постоянной формы, проходивших плановое обследование и лечении в Северо-Западном центре диагностики и лечения аритмий (г. Санкт-Петербург), а также пациентов, ранее принимавших участие в проспективных научно-исследовательских работах ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ (в период с 2020 по 2025 гг.). Проведение каждой из последних одобрено Независимым этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ кардиологии им акад. Е.И. Чазова» МЗ РФ, все участники подписали форму информированного согласия.

Для каждого пациента рассчитывалось «корректное среднее» значение АД, для чего с целью нивелирования больших вариации отдельных значений АД, а также известной физиологической вариабельности АД, рассчитывали среднее значение по 1000 и более «поударным значениям АД», полученным неинвазивным методом за все время измерения (15 мин). Также определялось среднее значение для пяти значений АД, определенных в это же время по методу Короткова или осциллометрическим методом. Отличия между «корректными средними» значениями АД и средними значениями по данным метода Короткова и осциллометрического метода анализировали статистическими методами в среде MATLAB.

Результаты. Показано, что при регулярном синусовом ритме измерения АД по методу Короткова демонстрируют высокую степень корреляции и не отличаются статистически значимо от корректно усредненных «поударных» значений АД за несколько минут, причем существенных отличий более 10 мм рт. ст. в этом случае не наблюдается. Однако у пациентов с ФП САД, определенное по методу Короткова, завышается в среднем на $6,4 \pm 6,2$ мм рт. ст., а у 25% пациентов подобное завышение может возрастать до 25–30 мм рт. ст. В отношении ДАД по методу Короткова среднее занижение составляет $-3,0 \pm 4,4$ мм рт. ст. ($p < 0.05$), причем в 6% случаев это занижение более 10 мм рт. ст. Отмеченные существенные расхождения при традиционных подходах к измерению АД в первую очередь характерны для пациентов с выраженным дефицитом пульса, т.е. при проценте низкоамплитудных пульсаций АД выше 16%. Применение осциллометрического метода не позволяет снизить отмеченные расхождения при определении АД и требуется применение современной аппаратуры с неинвазивным непрерывным (поударным) измерением АД.

Ключевые слова: артериальное давление, артериальная гипертензия, фибрилляция предсердий, непрерывное неинвазивное измерение

Сведения об авторах:

***Автор, ответственный за переписку: Рогоза Анатолий Николаевич**, профессор, д.б.н., руководитель отдела новых методов диагностики, НИИ кардиологии им. А.Л. Мясникова, ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: anrogaza@cardio.ru; SPIN-код: 9362-3496; ORCID: 0000-0002-0543-3089

Тихоненко Виктор Михайлович, д.м.н., генеральный директор ООО «Инкарт», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 9655-5325; ORCID: 0000-0002-6262-1326

Шубик Юрий Викторович, д.м.н., научный руководитель ООО «Северо-Западный центр диагностики и лечения аритмий»; SPIN-код: 6541-4328; ORCID: 0000-0002-8736-1575

Фролова Наталья Львовна, к.м.н., кардиолог ООО «Северо-Западный центр диагностики и лечения аритмий», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 3225-6010; ORCID: 0009-0003-0645-4046

Корнеев Александр Борисович, аспирант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», врач кардиолог ООО «Северо-Западный центр диагностики и лечения аритмий», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 7943-7787; ORCID: 0000-0002-6796-8302

Пивоваров Владимир Вячеславович, д.т.н. заместитель директора по науке НАО «ИНКАРТ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-8426-215X

Хеймец Григорий Иосифович, к.б.н., старший научный сотрудник отдела новых методов диагностики, НИИ кардиологии им. А.Л. Мясникова, ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация; SPIN-код: 8304-3060; ORCID: 0000-0003-3672-1830

Зайцев Глеб Константинович, инженер-исследователь НАО «ИНКАРТ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 7943-7787; ORCID: 0000-0002-8822-9197

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства согласно международным критериям ICMJE. Вклад по системе Credit: Рогоза А.Н. – концептуализация, создание рукописи и её редактирование, руководство исследованием; Тихоненко В.М. – концептуализация, создание рукописи и её редактирование; Шубик Ю.В. – создание рукописи и её редактирование; Фролова Н.Л. – концептуализация, создание черновика рукописи; Корнеев А.Б. – администрирование данных пациентов с фибрилляцией предсердий; Пивоваров В.В. – концептуализация, методология, руководство исследованием, создание рукописи и её редактирование, формальный анализ, программное обеспечение; Хеймец Г.И. – администрирование данных вегетативных тестов; Зайцев Г.К. – программное обеспечение, визуализация.

Конфликт интересов. Рогоза А.Н. является членом редакционного совета журнала «Системные гипертензии», но он не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для публикации статьи.

Для цитирования: Рогоза А.Н., Тихоненко В.М., Шубик Ю.В., Фролова Н.Л., Корнеев А.Б., Пивоваров В.В., Хеймец Г.И., Зайцев Г.К. Проблемы корректного измерения артериального давления при фибрилляции предсердий и пути их решения. Системные гипертензии. 2026;23(2):27-34. <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2026-2-27-34>

ORIGINAL ARTICLE

Problems and Solutions of Accurate Blood Pressure Measurement in Atrial Fibrillation

*Anatoly N. Rogozha¹, Viktor M. Tikhonenko², Yuri V. Shubik³, Natalya L. Frolova³, Aleksandr B. Korneev⁴, Vladimir V. Pivovarov⁵, Grigory I. Kheimets¹, Gleb K. Zaitsev⁵

¹E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, 15a Academician Chazov St., Moscow 121552, Russian Federation

²LLC «Incart», 51 Parashyutnaya St., Bldg. 5, St. Petersburg 197375, inner ter. of the city, Yuntolovo Municipal District, Russian Federation

³LLC «Northwest Center for Diagnosis and Treatment of Arrhythmias», 40 Lunacharsky Ave., Bldg. 4, St. Petersburg 194356, Russian Federation

⁴Saint-Petersburg State University, 7-9 Universitetskaya Embankment, St. Petersburg 199034, Russian Federation

⁵Institute of Cardiological Technology (INKART), 12 Fermское шоссе, литера L, St. Petersburg 197341, Russian Federation

Abstract

Relevance. Arterial hypertension (AH) is a common and independent risk factor for atrial fibrillation (AF). It contributes to AF onset and maintenance, while AF itself increases cardiovascular risk and represents the most common arrhythmia [3]. Hypertension and AF often coexist, and their incidence rising with age [1,3].

Current guidelines define blood pressure (BP) thresholds for diagnosing and when assessing the effectiveness of hypertension treatment in AF [1,3]. However, accurate BP measurement in this group of patients is challenging due to rhythm variability, which disrupts ventricular filling, stroke volume [3,4] and, consequently, pulse pressure. As a result, most used automatic BP monitors are not recommended for this patients [11,12]. However, additional errors and inaccuracies that are possible even when blood pressure is measured by a medical professional remain largely unstudied, highlighting the relevance of this research.

Objective. To assess the frequency and magnitude of BP overestimation and underestimation in AF patients using both Korotkov auscultatory and oscillometric methods, and to propose solutions.

Materials and Methods. This retrospective study analyzed digital signal archives from microphones and pressure sensors in arm and finger cuffs during synchronous BP measurements (auscultatory, oscillometric, and noninvasive continuous beat-by-beat) in 100 patients with permanent non-valvular AF and 92 patients with regular sinus rhythm.

The analyzed digital archive consisted of data from patients with permanent non-valvular AF undergone routine examination and treatment at the North-West Center for Arrhythmia Diagnostics and Treatment (St. Petersburg), as well as patients who had participated in prospective studies at the National Medical Research Center of Cardiology of the Russian Ministry of Health (from 2020 to 2025). Each of the latter studies was approved by the Independent Ethics Committee of the E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology of the Russian Ministry of Health, and all participants signed an informed consent form.

For each patient, a «correct mean» BP value was calculated as follows. To compensate for large variations in individual BP values, as well as known physiological BP variability, the average value was calculated from ≥ 1000 «beat-by-beat BP values» obtained noninvasively over the entire measurement period (15 minutes). The average value of five BP readings was determined at the same time using the Korotkov or oscillometric methods. Differences between the «correct average» BP values and the average Korotkov and oscillometric methods values were analyzed statistically in MATLAB.

Results. It was shown that, in a regular sinus rhythm, Korotkov BP measurements had a high correlation and did not differ from correctly averaged «beat-by-beat» BP readings over several minutes, with no significant differences > 10 mmHg. However, in patients with AF, Korotkov systolic BP was overestimated by an average of 6.4 ± 6.2 mmHg, and in 25% of patients overestimation can increase up to 25–30 mmHg. Korotkov diastolic BP was underestimated by -3.0 ± 4.4 mmHg ($p < 0.005$), and in 6% of cases this underestimation was > 10 mmHg. These discrepancies occurred mainly in patients with a pulse deficit $> 16\%$ (low-amplitude BP pulsations). The oscillometric method did not reduce these discrepancies, indicating the need for noninvasive continuous beat-by-beat BP monitoring.

Keywords: blood pressure, arterial hypertension, atrial fibrillation, beat-to-beat, continuous non-invasive measurement.

Authors' Information:

***Corresponding author: Anatoly N. Rogoza**, Dr. of Sci. (Biol.), professor, Head of the Department of New Diagnostic Methods, A.L. Myasnikov Research Institute of Cardiology, E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, 15a Academician Chazov St., Moscow 121552, Russian Federation, e-mail: anrogoza@cardio.ru, SPIN-код: 9362-3496; ORCID: 0000-0002-0543-3089

Viktor M. Tikchonenko, Dr. of Sci. (Med.), General Director, LLC «Incant», Saint Petersburg, Russian Federation, SPIN-код: 9655-5325; ORCID: 0000-0002-6262-1326

Yuri V. Shubik, Dr. of Sci. (Med.), Scientific Director, LLC «Northwest Center for Diagnosis and Treatment of Arrhythmias», Saint Petersburg, Russian Federation, SPIN-код: 6541-4328; ORCID: 0000-0002-8736-1575

Natalya L. Frolova, Cand. of Sci. (Med.), cardiologist, LLC «Northwest Center for Diagnosis and Treatment of Arrhythmias», Saint Petersburg, Russian Federation, SPIN-код: 3225-6010; ORCID: 0009-0003-0645-4046

Aleksandr B. Korneev, postgraduate student, Saint-Petersburg State University, cardiologist, LLC «Northwest Center for Diagnosis and Treatment of Arrhythmias», Saint Petersburg, Russian Federation, SPIN-код: 7943-7787; ORCID: 0000-0002-6796-8302

Vladimir V. Pivovarov, Dr. of Sci. (Tec.), Deputy Director for Science, Institute of Cardiological Technology (INKART), Saint Petersburg, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-8426-215X

Grigory I. Kheimets, Cand. of Sci. (Biol.), Senior Researcher of the Department of New Diagnostic Methods, A.L. Myasnikov Research Institute of Cardiology, E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russian Federation; SPIN-код: 8304-3060; ORCID: 0000-0003-3672-1830

Gleb K. Zaitsev, Research Engineer, Institute of Cardiological Technology (INKART), Saint Petersburg, Russian Federation, SPIN-код: 7943-7787; ORCID: 0000-0002-8822-9197

Authors' contributions. All authors confirm the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. CRediT author's statement: Anatoly N. Rogoza – Conceptualization, Writing – Review & Editing, Supervision; Viktor M. Tikchonenko – Conceptualization, Writing – Review & Editing; Yuri V. Shubik – Writing – Review & Editing; Natalya L. Frolova – Conceptualization, Writing – Original Draft; Aleksandr B. Korneev – Data Curation; Vladimir V. Pivovarov – Conceptualization, Methodology, Supervision, Writing – Review & Editing, Formal analysis, Software; Grigory I. Kheimets – Data Curation; Gleb K. Zaitsev – Software, Visualization.

Conflict of interest. Anatoly N. Rogoza is member of the editorial board of the journal «Systemic Hypertension», but he have nothing to do with the decision to publish this article. The article passed the peer review procedure adopted in the journal. The authors declare no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article. The authors did not declare any other conflicts of interest.

Funding source. The article was published without external funding.

For citation: Anatoly N. Rogoza, Viktor M. Tikchonenko, Yuri V. Shubik, Natalya L. Frolova, Aleksandr B. Korneev, Vladimir V. Pivovarov, Grigory I. Kheimets, Gleb K. Zaitsev. Problems and Solutions of Accurate Blood Pressure Measurement in Atrial Fibrillation. Systemic Hypertension. 2026;23(2):27–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2026-2-27-34>

Статья поступила в редакцию/ The article received: 26.03.2026

Статья принята к печати/ The article approved for publication: 29.05.2026

Введение

Постоянная форма фибрилляции предсердий (ФП) относится к числу наиболее распространённых хронических нарушений сердечного ритма. Распространённость ФП оценивается в 1-2% в общей популяции, значительно увеличиваясь с возрастом и достигая 5% у взрослых старше 65 лет и 10% у лиц старше 80 лет [1]. Хорошо установленным и основным модифицируемым фактором риска развития ФП является артериальная гипертензия (АГ), которая увеличивает риск сердечно-сосудистых осложнений, таких как инсульт, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность и смертность от них, ухудшает прогноз, качество и продолжительность жизни пациентов [2]. Современные рекомендации определяют пороговое значения артериального давления (АД), причем как на этапе диагностики, так и при оценке эффективности лечения гипертензии при ФП [1,3]. Это определяет высокое значение корректного и достаточно точного измерения артериального давления (АД) на этапах как диагностики, так и эффективного лечения гипертензии при ФП [1,3]. Однако получение точных показаний АД именно в данной группе пациентов оказалось особенно сложной задачей из-за присущей данному типу нарушений ритма выраженной изменчивости интервалов времени между сокращениями сердца, при которой нарушается стабильность наполнения желудочков, ударного объема сердца [3,4] и, соответственно, пульсового АД. Эта физиологическая нестабильность гемодинамики напрямую приводит к выраженной изменчивости АД от удара к удару сердца, т.е. к высокой «поударной вариабельности» АД, которая в этом случае значительно выше, чем при более длительных (например, дыхательных) физиологических изменениях синусового ритма.

На рисунке 1 приведен фрагмент непрерывной неинвазивной регистрации АД у пациента с ФП в течение 70 с, выполненной методом разгруженных артерий [5,15] на котором отчётливо видно, что даже на этом коротком интервале времени как систолическое АД (САД), так и диастолические АД (ДАД) колебалось от уровня нормотензии до

гипертензии, а именно от 104 до 155 мм рт. ст. для САД и от 88 до 110 мм рт. ст. для ДАД. В это же время измерение АД на контралатеральном плече, проведенное традиционным аускультативным методом по первому и последнему тонам Короткова, указывало на нормотензию (138/ 87 мм рт. ст.). Очевидно, что в данном случае традиционное измерение АД не в полной мере отражает риски повышенной прессорной нагрузки на органы-мишени пациента. Но отмечаются и другие проблемы в корректном измерении АД при ФП.

Проблему неточности измерений АД у больных с ФП не удастся решить даже путем применения современных автоматических измерителей АД с осциллометрическим методом измерения АД [6-9].

Так показано, что у пациентов с ФП осциллометрические устройства завышали значения САД в среднем на 6,3 мм рт. ст. по сравнению с аускультативным методом [7]. Хотя некоторые исследования предполагают, что ориентация на значения трёх-четырёх повторных измерений АД автоматическими приборами может снизить эти ошибки [8], проблема остается актуальной [9].

Проведенный метаанализ данных по измерению АД у 566 больных с ФП, в котором сравнивались результаты многократных ручных (по методу Короткова) и автоматических измерений САД и ДАД, выявил разницу значений в пределах 5-8 мм рт. ст. [6].

Стоит отметить, что во всех проведенных ранее исследованиях за эталонные (экспертные) значения САД принимались значения давления в манжете на момент возникновения и исчезновения тонов Короткова, т.е. были использованы традиционные критерии, предложенные и хорошо показавшие себя только в случаях регулярного пульса, однако они, как было показано выше, также могут недооценивать кратковременные подъемы и снижения АД при ФП. Обоснованная осторожность в отношении применения традиционных автоматических аппаратов отражена в ряде согласительных документов, причем как зарубежных, где указывается, что «У пациентов с фибрилляцией предсердий следует использовать ручное из-

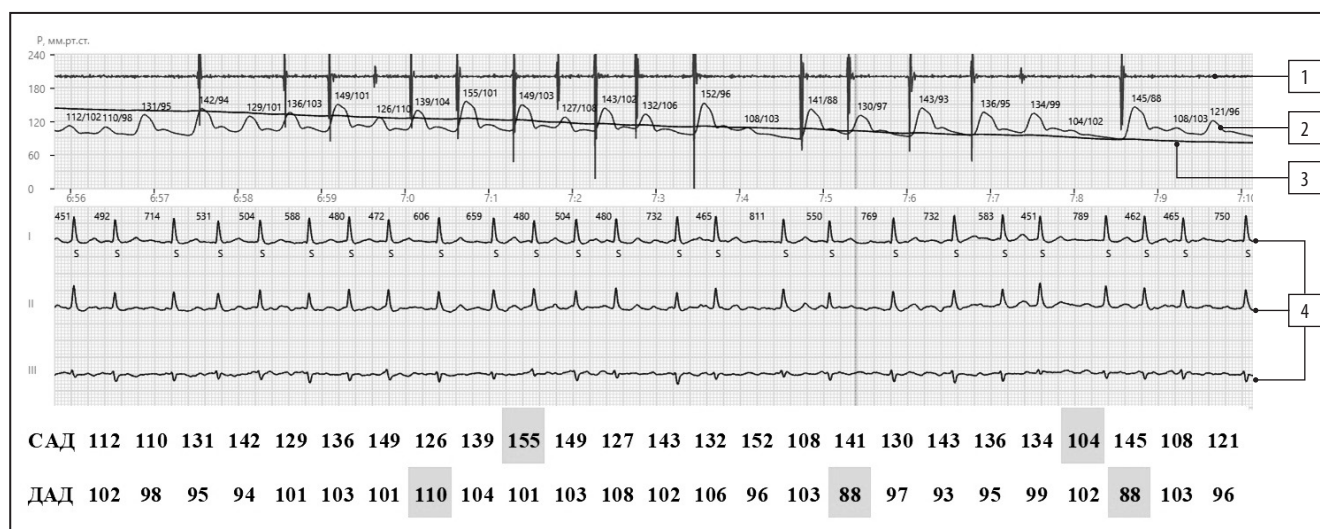


Рисунок 1. Пример вариаций артериального давления при ФП. Кривая 1 — тоны Короткова; кривая 2 — непрерывное (поударное) АД; кривая 3 — давление в плечевой манжете; кривая 4 — ЭКГ в трех стандартных отведениях [собственные данные]

Figure 1. An example of blood pressure variations in AF. The curve 1 is Korotkoff sounds; the curve 2 is continuous (beat-by-beat) blood pressure; the curve 3 is the pressure in the brachial cuff; the curve 4 is the ECG in three standard leads [own data]

мерение АД, поскольку большинство автоматических (осциллометрических) устройств не были валидированы для измерения АД у пациентов с фибрилляцией предсердий» [9], так и отечественных [10]. Согласно рекомендациям РМОАГ «На приеме у врача АД у пациентов с ФП должно определяться только по традиционному аускультативному методу» [11]. Эксперты РМОАГ также заключили, что только «для пациентов без нарушения ритма и проводимости сердца можно использовать автоматизированный электронный тонометр, но обязательно с клинической валидацией» [12].

В России первые четкие рекомендации по специфике измерения давления при его колебаниях, характерных для ФП, были выработаны специалистами ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России и отражены в приказе Минздрава России (Приказ Минздрава РФ от 24.01.2003 №4) и в рекомендациях для практических врачей [13]. На основании этих положений был создан действующий ГОСТ Р 52623.1 – 2008 «Технологии выполнения простых медицинских услуг функционального обследования», в которых предлагается следующий алгоритм: «Если значения двух измерений АД отличаются друг от друга более чем на 5 мм рт. ст., то проводят третье измерение, которое сравнивают со вторым, а затем, при необходимости, и четвертым измерением. Если отмечаются разнонаправленные колебания артериального давления, то дальнейшие измерения прекращают и вычисляют среднее трех последних измерений, при этом исключают максимальные и минимальные значения артериального давления» [14].

Между тем, в настоящее время сформировались новые условия для повышения точности измерения АД при ФП. Высокая надежность измерения АД становится возможной благодаря комбинации метода Короткова с поударным измерением АД методом разгруженной артерии [5, 15], который становится все более доступным в последние годы.

Целью исследования являлась оценка расхождений при измерении АД у больных ФП традиционными (аускультативным и осциллометрическим) методами в сравнении с корректно определенным средним систолическим и диастолическим давлением, рассчитанным по данным неинвазивного непрерывного (поударного) измерения АД, в полной мере отражающего его специфическую высокую изменчивость в данной группе пациентов.

Материалы и методы

Для проведения данного исследования дополнительные обследования пациентов и добровольцев не проводились. Данные для анализа были отобраны из уже имеющихся цифровых баз данных.

Были проанализированы отобранные случайным образом обезличенные цифровые ряды первичных данных, полученные при измерении АД в рамках расширенной схемы обследования у 100 больных с диагностированной неклапанной ФП постоянной формы, находившихся на обследовании и лечении в Северо-Западном центре диагностики и лечения аритмий (г. Санкт-Петербург). Из них 60% были мужчины. Средний возраст составил $70 \pm 4,3$ лет, ЧСС $88,6 \pm 17,7$ уд./мин, САД (по аускультативному методу Короткова) $127,7 \pm 17,0$ мм рт. ст., ДАД – $84,6 \pm 10,8$ мм рт. ст.

Аналогичные данные для 92 пациентов (48% из них мужчины) были сформированы из цифровой базы данных ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Чазова» Минздрава России, сформированной в ходе выполнения вегетативных тестов пациентам с подозрением на вазовагальные обмороки и регулярным синусовым ритмом. Один из тестов – «горизонтальная проба» – предполагает регистрацию АД и ЭКГ в горизонтальном положении в течение 15 мин. Из этой группы 60% были мужчины. Средний возраст данных лиц составил $45 \pm 6,8$ лет, ЧСС $72,3 \pm 12,6$ уд./мин, САД (по аускультативному методу Короткова) $120,7 \pm 16,7$ мм рт. ст., ДАД – $78,2 \pm 12,2$ мм рт. ст. (приведены $M \pm SD$).

Проанализированы данные, соответствующие измерению АД в положении лежа, выполненные с помощью прибора «Кардиотехника-САКР» (НАО «Инкарт», Россия), являющегося одобренным МЗ РФ медицинским изделием [5]. Синхронно с измерением АД проводилась запись ЭКГ в трех или двенадцати отведениях. АД измерялось с расположением манжеты на плече, причем 5 раз с интервалом в 3 мин. При применении аускультативного метода эксперт мог ориентироваться на объективно зарегистрированные микрофоном первый и последний тоны Короткова. Одновременно измерение АД осциллометрическим методом обеспечивал прибор «Кардиотехника-САКР». В пальце контралатеральной руки осуществлялась неинвазивная непрерывная регистрация поударного АД методом «разгруженных артерий» с коррекцией к плечевому АД [5]. Это позволяло получить за 15 мин измерений более 1000 поударных значений САД и ДАД для последующих усреднений с целью получения корректных средних значений САД и ДАД за все время измерений.

Неинвазивное непрерывное (поударное) измерение АД основано на принципе разгруженной артерии, разработанный чешским исследователем Я. Пеназом в 1969 году [15]. В основе принципа «разгруженной артерии» лежит непрерывная оценка объема артерий пальца руки с помощью фотоплетизмографического сигнала и применение следящей электропневматической системы, создающей внешнее давление на палец, противодействующее изменению диаметра артерий пальца руки. В этом равновесии давление в пальцевой манжете напрямую отражает внутриартериальное давление в артериях пальца, и его изменения «от удара к удару сердца» [15].

При этом измеряемое давление в артериях пальца руки периодически автоматически корректируется для соответствия уровню давления в плече. Измерительный комплекс использует оригинальный алгоритм коррекции, основанный на сопоставлении всех синхронно зарегистрированных в плече тонов Короткова в одной руке и давления, основанного на принципе разгруженной артерии в пальце другой руки. Ранее этот алгоритм был детально описан в методических статьях [5, 16]. Такой способ позволяет получить значения САД и ДАД в каждом сердечном цикле, полностью соответствующие АД в том плече, по отношению к которому проводилась корректировка сигнала, причем не только при регулярном ритме сердца, но и при нарушениях сердечного ритма, что при других подходах к коррекции ранее было невозможно.

При усреднении 5-и измерений АД в плече, полученных традиционными методами, согласно рекомендациям ГОСТ [14], максимальные и минимальные значения АД отбрасывались, а остальные 3 усреднялись. Если число успешных измерений в плече за 15 мин было меньше четырех, то такие

записи не анализировались. Итоговое число традиционных и поударных измерений АД приведено в таблице 1.

Далее сравнивались корректные средние значения, полученные за 15 мин при непрерывном измерении методом разгруженных артерий, со средними значениями по методу Короткова и по данным клинически валидированного осциллометрического метода, реализованного в приборе «Кардиотехника-САКР».

Принимали, что критериям «корректных средних значений» в максимальной степени соответствуют средние значения всех (около 1000) поударных САД и ДАД, полученные за время измерения.

Статистическая обработка данных проводилась в среде MATLAB версии R2020a. Сравнение средних значений групп проводилось с применением t-критерия Стьюдента, уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты

Результаты анализа расхождения систолического и диастолического АД, определенных традиционным аускультативным методом в сравнении с «корректными средними значениями» поударного АД за этот же период времени представлены в таблицах 2 и 3, соответственно.

Таким образом, традиционный аускультативный метод преимущественно завывшал САД по сравнению с его «корректными средними значениями», и только в 27% случаев эта ошибка не превышала 5 мм рт. ст. Среднее завывшение САД при ФП составило $6,4 \pm 6,2$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). Аналогичная тенденция наблюдалась и в отношении измерений осциллометрическим методом. В этом случае среднее завывшение САД возросло до $9,0 \pm 9,0$ мм рт. ст. ($p < 0,05$).

Анализ ДАД, измеренного методом Короткова, показал другую закономерность. В этом случае метод Короткова преимущественно занижал АД, причем в 6% случаев более чем на 10 мм рт. ст. В 26% случаев занижение составило 5-10 мм рт. ст., а в оставшихся 68% случаев отличия не превышали 5 мм рт. ст. Среднее занижение по всем случаям составило $-3,0 \pm 4,4$ мм рт. ст. ($p < 0,05$).

ДАД, измеренное осциллометрическим методом, как завывшало, так и занижало значения, а среднее отличие составило $1,2 \pm 6,7$ мм рт. ст. ($p < 0,05$).

Расхождения измерений АД традиционными методами с корректными средними значениями в контрольной выборке записей, полученных при синусовом ритме, приведено в таблице 4.

Расхождения не превышали 5 мм рт. ст. в 86% случаев измерений САД и 89% случаев измерения ДАД. Среднее

Таблица 1. Количество проанализированных измерений АД разными методами [собственные данные]
Table 1. Number of analyzed BP measurements by different methods [own data]

Метод измерения	Фибрилляция предсердий		Синусовый ритм	
	Количество записей	Измерений АД	Количество записей	Измерений АД
Поударное измерения	100	1329±265	92	1084±189
Аускультативный метод	100	≥ 4	92	≥ 4
Осциллометрический метод	93	≥ 4	92	≥ 4

Таблица 2. Расхождения САД, измеренного по тонам Короткова и осциллометрическим методом по сравнению с «корректными средними значениями» АД у больных с ФП [собственные данные]
Table 2. Discrepancies in BP measured by Korotkov sounds and the oscillometric method compared to the «correct mean values» of BP in patients with AF [own data]

Расхождения значений	Процент случаев измерения	Среднее отличие, мм рт. ст.	Процент случаев измерения	Среднее отличие, мм рт. ст.
	По тонам Короткова		Осциллометрический метод	
Завывшение > 10 мм рт. ст.	25%	15,0±4,7	33%	18±10
Завывшение 5-10 мм рт. ст.	34%	6,3±1,3	36%	7,2±1,4
Завывшение 0-5 мм рт. ст.	27%	2,5±1,5	24%	2,0±1,4
Занижение 0-5 мм рт. ст.	14%	-2,0±2,0	7%	-1,7±1,1

Таблица 3. Расхождения значений ДАД в плече, полученных аускультативным методом, при их сравнении с корректными средними значениями ДАД при ФП [собственные данные]
Table 3. Discrepancies in the values of diastolic BP in the shoulder obtained by the auscultatory method when compared with the correct average values of diastolic BP in AF [own data]

Расхождения значений	Процент случаев измерения	Среднее отличие, мм рт. ст.	Процент случаев измерения	Среднее отличие, мм рт. ст.
	По тонам Короткова		Осциллометрический метод	
Занижение > 10 мм рт. ст.	6%	-12,3±1,8	2%	-15,6±4,7
Занижение 5-10 мм рт. ст.	26%	-6,9±1,3	11%	-6,1±1,2
Занижение 0-5 мм рт. ст.	44%	-2,4±1,5	34%	-2,4±1,6
Завывшение 0-5 мм рт. ст.	24%	2,3±2,3	32%	2,5±1,4
Завывшение > 5 мм рт. ст.	—	—	21%	10,6±6,1

Таблица 4. Расхождения измерений методом Короткова САД и ДАД в плече в сравнении с «корректными средними значениями» АД при синусовом ритме [собственные данные]
Table 4. Discrepancies in measurements by the Korotkov method of systolic and diastolic BP in the shoulder in comparison with the «correct mean values» of BP in sinus rhythm [own data]

Расхождения измерений	Процент случаев измерения	Среднее отличие, мм рт. ст.	Процент случаев измерения	Среднее отличие, мм рт. ст.
	САД		ДАД	
Завывшение 5-10 мм рт. ст.	8%	6,5±1,4	7%	6,2±1,0
Расхождение < 5 мм рт. ст.	86%	0,6±2,6	89%	-0,2±2,2
Занижение от -5 до -10 мм рт. ст.	6%	-7,4±1,2	4%	-5,5±0,2

расхождение по всем измерениям САД и ДАД составляло всего $0,4 \pm 3,7$ мм рт. ст. (NS) и $0,3 \pm 3,5$ мм рт. ст. (NS), соответственно. Кроме того, в этом случае измерения АД традиционными методами демонстрировали очень высокую степень корреляции с корректными средними значениями (рис. 2). Аналогичная картина наблюдалась и при применении осциллометрического метода.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что даже традиционный аускультативный метод измерения АД у пациентов с ФП может приводить к существенному завышению САД у 25% пациентов, и величина завышения может достигать 25-30 мм рт. ст. В отношении ДАД может наблюдаться менее выраженное, но занижение значений АД.

Это делает актуальным выяснение причин, указанных аномально больших расхождений, препятствующих корректной диагностике и терапии АГ у данной категории пациентов, как и поиск алгоритмов выявления среди пациентов с ФП, группы с максимальными рисками «больших ошибок» при измерении АД методом Короткова.

Основной причиной ошибок измерений, выполненных методом Короткова, может быть традиционная ориентация медицинских специалистов только на регистрацию моментов возникновения и исчезновения тонов Короткова. Этот алгоритм доказал (в том числе и в данном исследовании) свою эффективность при регулярном ритме, но указанные моменты появления и исчезновения тонов нестабильны при ФП и зависят от чередования при выраженных нарушениях ритма и проводимости сердца гемодинамически «эффективных» и «неэффективных» сокращений левого

желудочка. Число последних традиционно характеризуется показателем «дефицит пульса», но может быть оценено более строго по результатам специального анализа результатов непрерывной неинвазивной регистрации АД. [16]. Этот анализ основан на расчете процентного содержания сердечных сокращений с пульсовым артериальным давлением (ПАД), пониженным относительно среднего пульсового давления – ПАД_{ср}, вычисленного для конкретного пациента. Снижение эффективности сердечных сокращения предлагается считать «заметным» при $\text{ПАД} < 0,75 \cdot \text{ПАД}_{\text{ср}}$, «выраженным» при $\text{ПАД} < 0,5 \cdot \text{ПАД}_{\text{ср}}$ и сильным, если $\text{ПАД} < 0,25 \cdot \text{ПАД}_{\text{ср}}$. Отметим, что сокращения с сильным снижением ПАД, как правило, не регистрируются пальпаторно, т.е. их число дает дополнительную объективную оценку показателю «дефицит пульса».

Были сопоставлены завышения САД по тонам Короткова с процентом «заметных», «выраженных» и «сильных» снижений ПАД, выявленных в течение 15 мин непрерывного измерения АД при ФП.

Все случаи измерения были разделены на три подгруппы, в которых завышение САД при аускультативном методе было: а) более 10 мм рт. ст., б) в интервале от 5 до 10 мм рт. ст., и в) в интервале от -5 до 5 мм рт. ст. Средний процент сниженных значений ПАД в этих группах приведен в таблице 5.

Отметим, что максимальные завышения САД отмечаются у пациентов с высоким процентом «неэффективных» сокращений.

Кроме того, в каждой подгруппе «неэффективных» сокращений выявлена корреляционная связь между степенью завышения САД традиционным аускультативным методом и процентом неэффективных сокращений (рис. 3).

Таблица 5. Завышения САД при ФП и частота выявления разной степени снижения ПАД [собственные данные]

Table 5. Increases in systolic BP in AF and the frequency of detection of varying degrees of decrease in pulse BP [own data]

Величина завышения САД	Заметное	Выраженное	Сильное
	% от общего числа сердечных сокращений		
> 10 мм рт. ст.	30,6±13,6	22,3±13,7	16,5±12,4
5-10 мм рт. ст.	20,5±9,6	12,2±8,9	8,1±7,4
-5-5 мм рт. ст.	13,0±8,6	4,9±5,6	2,4±3,3

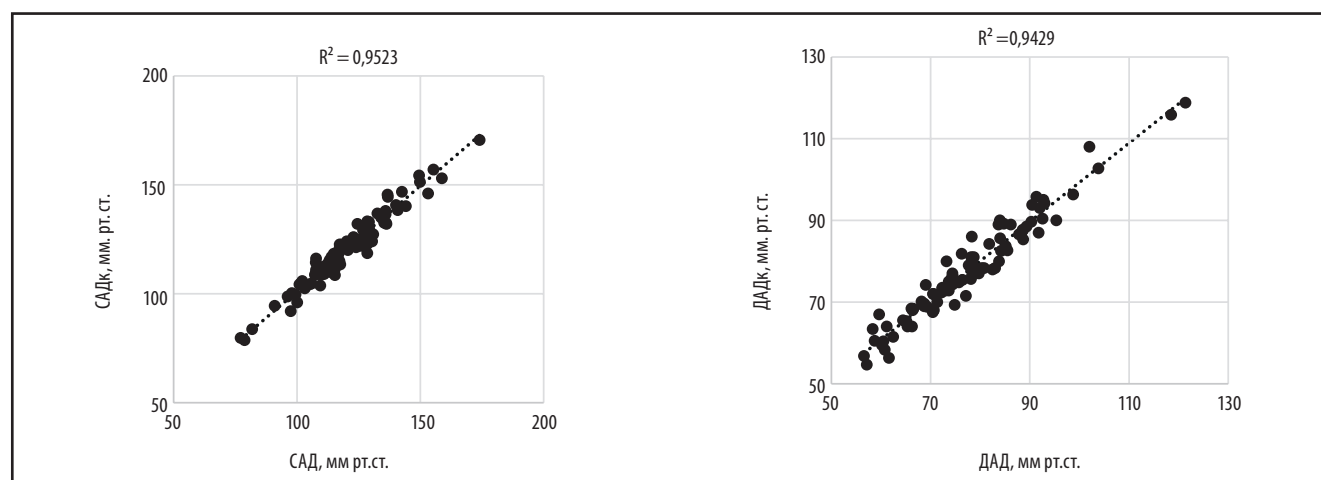


Рисунок 2. Сопоставление методом линейной регрессии усреднённого по трем измерениям АД систолического — САДк и диастолического — ДАДк, измеренных традиционным методом Короткова и «корректных средних значений», полученных методом усреднения поударных САД и ДАД в контрольной выборке, т.е. при синусовом ритме [собственные данные]

Figure 2. Comparison using the linear regression method of the averaged systolic and diastolic BP measured by the traditional Korotkov method and the «correct average values» obtained by averaging the beat-by-beat systolic and diastolic BP in the control sample, i.e., in sinus rhythm [own data]

Комментарий. В свете полученных результатов, объясняющих основные причины расхождений измерений АД при ФП, такие показатели, как более высокий средний возраст и ЧСС, отмеченные в сформированной группе больных с ФП, не представляются значимыми при анализе полученных результатов.

Заключение и выводы

Хотя метод Короткова позволяет измерять АД при ФП надежнее, чем осциллометрический (что соответствует современным клиническим рекомендациям), но даже в этом случае, и при учете данных нескольких измерений АД, не могут быть исключены существенные ошибки в оценке кор-

ректного среднего уровня АД. Максимальное завышение САД следует ожидать в первую очередь у пациентов с высоким «дефицитом пульса», который может быть выявлен как традиционным методом (сопоставлением периферического пульса с ЧСС по данным ЭКГ или аускультации сердца), так и по результатам анализа данных непрерывного (поударного) измерения АД. Этим пациентам как на этапе диагностики, так и при подборе и оценке эффективности проводимой терапии могут быть рекомендованы к применению современные сертифицированные автоматические приборы с функцией неинвазивного «непрерывного» (поударного) определения АД с усреднением полученных значений за несколько минут.

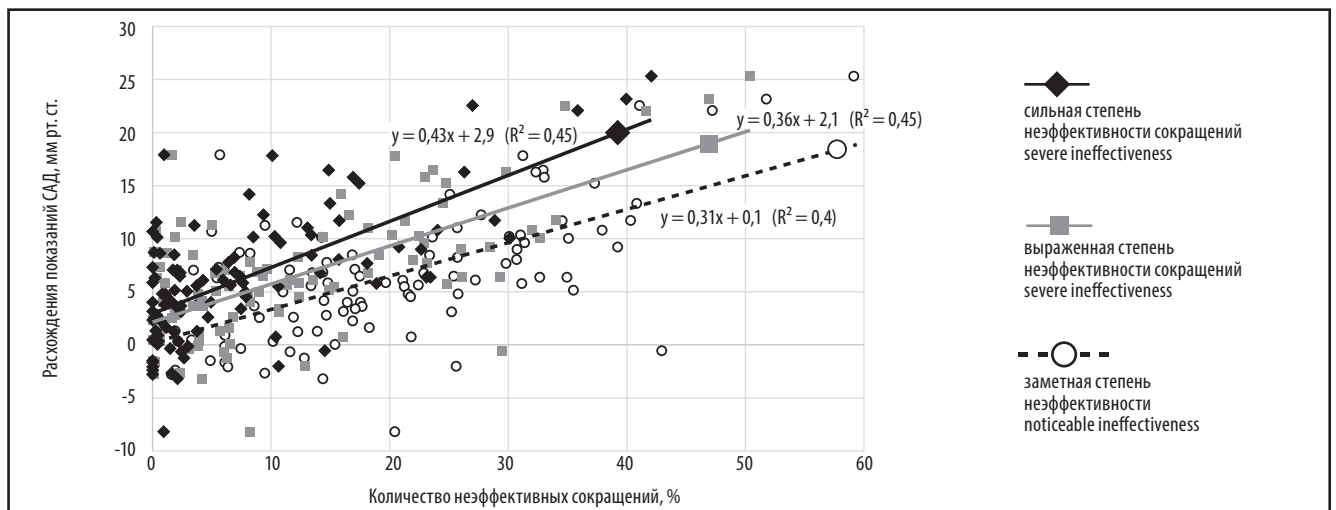


Рисунок 3. Величина завышений САД в зависимости от количества неэффективных сокращений разной степени выраженности [собственные данные]

Figure 3. The magnitude of systolic BP overestimation depending on the number of ineffective contractions of varying severity [own data]

Список литературы/ References:

- Aune D, Mahamat-Saleh Y, Kobeissi E et al. Blood pressure, hypertension and the risk of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol.* 2023;38(2):145-178. <https://doi.org/10.1007/s10654-022-00914-0>
- Antoun I, Layton GR, Nizam A et al. Hypertension and Atrial Fibrillation: Bridging the Gap Between Mechanisms, Risk, and Therapy. *Medicina (Kaunas).* 2025;61(2):362. <https://doi.org/10.3390/medicina61020362>
- Чазова ИЕ, Голицын СП, Жернакова ЮВ и др. Ведение пациентов с артериальной гипертензией и фибрилляцией предсердий. Системные гипертензии. 2021;18(3):105-128. [Chazova I.E., Golitsyn S.P., Zhernakova J.V., Zheleznova E.A., Kropacheva E.S., Mironov N.I., Kostiukevich M.V., Laioovich L.I., Utsumieva M.D., Iuricheva I.A., Litvin A.Yu., Elfmova E.M., Rogoza A.N., Panchenko E.P. Management of patients with arterial hypertension and atrial fibrillation. *Systemic Hypertension.* 2021;18(3):105-128. (In Russ.) <https://doi.org/10.26442/2075082X.2021.3.201077>]
- Cohen DL, Townsend RR. Blood Pressure in Patients With Atrial Fibrillation: Part 1-Measurement. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2017;19(1):98-99. <https://doi.org/10.1111/jch.12905>
- Пивоваров ВВ, Тихоненко ВМ, Кормилицын АЮ, Зайцев ГК. Система «Кардиотехника-САКР» для измерения в каждом сердечном цикле истинного артериального давления в плече при его высокой вариабельности. Поликлиника. 2019;(1):30-32. [Pivovarov V.V., Tichonenko V.M., Kormilytsin A.Yu., Zaytsev G.K. System «Cardiotechnika-SAKR» for measuring in each cardiac cycle true blood pressure in the shoulder with its high variability. *Outpatient hospital.* 2019;(1): 30-32. (In Russ.)]
- Stergiou GS, Kollias A, Destounis A, Tzamouranis D. Automated blood pressure measurement in atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens.* 2012;30(11):2074-2082. <https://doi.org/10.1097/hjh.0b013e32835850d7>
- Šelmytė-Besuparė A, Barysiene J, Petrikonyte D et al. Auscultatory versus oscillometric blood pressure measurement in patients with atrial fibrillation and arterial hypertension. *BMC Cardiovasc Disord.* 2017;17(1):87. <https://doi.org/10.1186/s12872-017-0521-6>
- Su H, Guo Z. Accuracy of non-invasive blood pressure measurement in patients with atrial fibrillation. *J Hum Hypertens.* 2022;36(3):229-234. <https://doi.org/10.1038/s41371-021-00596-3>
- McEvoy JW, McCarthy CP, Bruno RM et al. ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. *Eur Heart J.* 2024;45(38):3912-4018. Erratum in: *Eur Heart J.* 2025;46(14):1300. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae178>
- Кобалава ЖД, Конради АО, Недогода СВ и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(9):6117. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6117> [Kobalava Zh.D., Konradi A.O., Nedogoda S.V. et al. 2024 Clinical practice guidelines for hypertension in adults. *Russian Journal of Cardiology.* 2024;29(9):6117. (In Russ.) EDN: GUEWLU. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6117>]
- Чазова ИЕ, Чихладзе НМ, Блинова НВ и др. Клинические рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертензии (РМОАГ) и Евразийской Ассоциации Кардиологов (ЕАК) по диагностике и лечению артериальной гипертензии (2024). Системные гипертензии. 2024;21(4):5-109. <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2024-4-5-109> [Chazova I.E., Chikhladze N.M., Blinova N.V. et al. Clinical guidelines of the Russian Medical Society on arterial hypertension (RSH) and the Eurasian association of Cardiologists (EaC) for the diagnosis and treatment of arterial hypertension (2024). *Systemic Hypertension.* 2024;21(4):5-109. (In Russ.) <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2024-4-5-109>]
- Жернакова ЮВ, Рогоза АН, Кисляк ОА и др. Консенсус экспертов Российского медицинского общества по артериальной гипертензии по стандартизации измерения клинического (офисного) артериального давления. Системные гипертензии. 2025;22(1):5-11. [Zhernakova Yu.V., Rogoza A.N., Kislyak O.A. et al. Russian medical society of arterial hypertension experts consensus on standardized clinic (office) blood pressure measurement. *Systemic Hypertension.* 2025;22(1):5-11. (In Russ.) <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2025-1-5-11>]
- Рогоза АН, Ощепкова ЕВ, Цагарейшвили ЕВ, Гориева ШБ Современные неинвазивные методы измерения артериального давления для диагностики артериальной гипертензии и оценки эффективности антигипертензивной терапии. М.: МЕДИКА. 2007. [Rogozha A.N., Oshchepkova E.V., Tsagareishvili E.V. et al. Modern non-invasive methods of measuring blood pressure for the diagnosis of arterial hypertension and assessing the effectiveness of antihypertensive therapy. Moscow: MEDICA. 2007. (In Russ.)]
- ГОСТ Р 52623.1-2008. Технологии выполнения простых медицинских услуг функционального обследования. М.: Стандартинформ. 2009. [State standard R 52623.1-2008. Technologies for performing simple medical services of functional examination. Moscow: Standartinform. 2009. (In Russ.)]
- Peňáz J. Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger // Digest of the 10th International Conference on Medical and Biological Engineering. Dresden, 1973. P. 104.
- Шубик ЮВ, Пивоваров ВВ, Зайцев ГК и др. Измерение артериального давления на каждом ударе сердца при фибрилляции предсердий: новый шаг к персонализации лечения пациента. Вестник аритмологии. 2021;28(1):23-32. <https://doi.org/10.35336/VA-2021-1-23-32> [Shubik V.V., Pivovarov V.V., Zaytsev G.K., et al. Beat-to-beat blood pressure measurement in patients with atrial fibrillation: a step towards personalized management. *Journal of Arrhythmology.* 2021;28(1):23-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.35336/VA-2021-1-23-32>]