

DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-43-47

И.Н.Посохов¹, О.С. Орлова^{1,2}, Т.А. Бородулина³, Д.В. Василишин³

РАСЧЁТ РАСПРОСТРАНЁННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ДОМАШНЕМ МОНИТОРИРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ

¹ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва²ФГАОУ ВО "Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет им. Н.И. Пирогова"
МЗ РФ, Москва³Медицинский центр функциональной диагностики «Нейромед», Россия, Москва

Контактное лицо: Посохов Игорь Николаевич: igor@posohov.ru

Резюме

В настоящее время очень актуально внедрение в клиническую практику оценки вариабельности артериального давления при его домашнем мониторинге. Одним из препятствий для внедрения является кажущаяся сложность математических формул. Цель этой статьи – в предоставлении практическим и обучающимся врачам удобной и простой методики расчёта вариабельности домашнего артериального давления.

Ключевые слова: *вариабельность артериального давления, домашнее мониторирование артериального давления*

Для цитирования: Посохов И.Н., Орлова О.С., Бородулина Т.А., Василишин Д.В. Расчёт распространённых показателей вариабельности артериального давления при домашнем мониторинге с использованием электронных таблиц // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2023. №4. С. 43–47. DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-43-47

DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-43-47

I.N. Posokhov¹, O.S. Orlova^{1,2}, T.A. Borodulina³, D.V. Vasilishin³

Calculation of Common Home Blood Pressure Variability Using Spreadsheets

¹International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia³Medical Center of Clinical Physiology "Neuromed", Moscow, Russia

Contact person: Posokhov Igor Nicolaevich: igor@posohov.ru

Abstract

It is very important to introduce into clinical practice the assessment of blood pressure variability during home blood pressure monitoring. A possible barrier to this implementation is the apparent complexity of the mathematical formulas. The purpose of this article is to provide practicing and training physicians with a convenient and simple method for calculating home blood pressure variability.

Keywords: *home blood pressure monitoring, blood pressure variability*

For citation: Posokhov IN, Orlova OS, Borodulina TA, Vasilishin DV. Calculation of Common Home Blood Pressure Variability Using Spreadsheets. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2023.4:43-47. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-43-47

Введение

Настоящее время характеризуется бурным развитием и совершенствованием метода домашнего мониторинга артериального давления (ДМАД) и широким его внедрением в клиническую практику [1]. ДМАД — это процедура, с помощью которой человек самостоятельно (а в случае физических или когнитивных ограничений - с помощью члена семьи) измеряет артериальное давление (АД) неинвазивно у себя дома. Процедура включает инструктаж по методологии и расписанию измерений, сами измерения и, наконец, передачу значений АД либо в виде загружаемого электронного журнала, либо в бумажной форме. Не считаются домашним мониторингом измерения на работе, в аптеке, а также на дому, в случае если это делает посещающий медицинский персонал [2]. Метод имеет неоспоримые

преимущества среди всех вариантов оценки АД и диагностики артериальной гипертензии (АГ). Преимущества в первую очередь обусловлены исключением влияния больничной среды, которая может потревожить пациента, а также, во-вторых, большим количеством измерений, чем при обычном клиническом обследовании. Обзоры исследований повторных 5 или 7-дневных схем домашнего АД показывают:

более высокую специфичность и лучшее отрицательное прогностическое значение, чем у суточного мониторирования АД (СМАД);

наилучшие показатели терапевтического контроля АД как при подборе дозы лекарственного средства с помощью ДМАД, так и при длительном наблюдении;

повышение долгосрочной приверженности лечению, стимулирование изменений образа жизни;

отсутствие дискомфорта для пациента, по сравнению со СМАД, особенно при ночном ДМАД или повторных измерениях;

широкое распространение и доступность постоянно совершенствующихся устройств для ДМАД [3].

Ранее последнего десятилетия вариабельность домашнего АД не упоминалась в литературе. Исследования, проведенные в течение последних нескольких лет, дали новый ценный материал о прогностическом значении различных видов вариабельности АД (ВАД) [4]. Особенно важен тот факт, что что ВАД при ДМАД имеет превосходство в прогнозировании сердечно-сосудистого риска по сравнению с ВАД при СМАД, что было обнаружено в недавнем крупномасштабном проспективном исследовании [5]. Таким образом, широкое внедрение в клиническую практику расчёта ВАД при ДМАД очень актуально. Одним из препятствий для этого является некоторая сложность использования предложенных в литературе формул при применении их в деятельности практического врача. Тем не менее, попытки расчёта и использование для этого электронных таблиц, а затем сохранённые шаблоны, делают эту сложность лишь кажущейся.

Расчёт средней величины

Методология ДМАД в России не описывается никакими регулирующими документами, за исключением главы в национальном руководстве по функциональной диагностике [2] и чаще всего рекомендации пациентам по проведению ДМАД выработаны практикующими врачами стихийно, без каких-либо правил и стандартов. Не всегда при интерпретации результатов ДМАД врачом рассчитывается среднее из всех измерений, а записи пациента чаще всего оцениваются «на глазок», интуитивным образом, в лучшем случае оценивая минимум и максимум АД, что неправильно. Однако, согласно рекомендациям, выработанным на основании многих исследований, требуется высчитывать среднее из всех полученных значений АД с тем, чтобы в дальнейшем сравнить полученное значение с пороговым или целевым [3]. Учитывая то, что пациент делает по 2 измерения утром и вечером, то есть 4 измерения в день, среднее значение при 7-дневной схеме ДМАД следует вычислять из 28 измерений. Причём, если ранее считалось необходимым из анализа исключать значения первых суток, то по современным представлениям, такой необходимости нет [3, 6].

A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	118	127	133	125	119	122	132	124	126	129	130	133	121	127	118	129	125,8	
2																		
3																		
4																		
5																		

B

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	118	127	133	125	119	122	132	124	126	129	130	133	121	127	118	129	5,115	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		

C

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	118	127	133	125	119	122	132	124	126	129	130	133	121	127	118	129	4,066	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		

Рис 1. А: пример расчёта средней величины, используемой при интерпретации домашнего артериального давления. Использована функция СРЗНАЧ с указанием диапазона А1:P1 (в примере для упрощения взято 16 измерений); **В:** пример расчёта стандартного отклонения. Использована функция СТАНДОТКЛОН, диапазон и измерения те же; **С:** пример расчёта коэффициента вариации. Показано частное от результата функции СТАНДОТКЛОН к результату функции СРЗНАЧ, в обеих функциях диапазон и измерения те же.

Fig 1. A: An example of the calculation of the average value used in the interpretation of home blood pressure. The AVERAGE function was used indicating the range A1:P1 (in the example, 16 measurements were taken for simplicity); **B:** An example of calculating standard deviation. The STDEV function is used, the range and measurements are the same; **C:** example of calculating the coefficient of variation. The quotient of the result of the STDEV function to the result of the AVERAGE function is shown; in both functions the range and measurements are the same.

При использовании электронных таблиц вычисление средней величины из 28 измерений не вызывает затруднений, если использовать функцию СРЗНАЧ (...), где в скобках – диапазон значений АД в строке или столбце (рис. 1, А; в рисунке для примера использовано 16 измерений в строке).

Стандартное отклонение

Стандартное отклонение представляет собой меру рассеивания АД вокруг среднего значения (а точнее, относительно математического ожидания, если принимать АД за случайные величины). В литературе можно также встретить импровизированный перевод термина: «среднеквадратичное отклонение». Однако, этот термин больше подходит для оценки групп с большим количеством наблюдений. Стандартное отклонение же, которое применяется для оценки АД при ДМАД подразумевает метод «N—1», о чём нужно обязательно убедиться с помощью справки при использовании электронных таблиц.

Формула для вычисления стандартного отклонения следующая:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (BP_i - \overline{BP})^2}$$

где SD – стандартное отклонение, N – количество измерений, BP_i – значения АД, а $\overline{BP}$ – их среднее.

На стандартное отклонение меньше влияют экстремальные значения, чем при рассмотрении диапазона «минимум/максимум». К недостаткам оценки ВАД по стандартному отклонению относится влияние на него циркадных колебаний АД. Однако, влияние циркадных колебаний актуально только при СМАД. Измерения АД при домашнем мониторинговании проводятся каждый раз в периоды с примерно одинаковой активностью, поэтому данный простой метод оценки ВАД при проведении ДМАД подобных ограничений не имеет.

При использовании электронных таблиц следует использовать функцию СТАНДОТКЛОН (...) (рис. 1, В). При использовании других вариантов, например, если в ячейках имеются не числовые значения, а также и текстовые, следует помнить, что функция СТАНДОТКЛОН.Г использует применяющийся в большом количестве измерений (например, больше 30) метод «N», а не «N—1».

Имеется достаточно исследований, в которых показано, что при ДМАД стандартное отклонение систолического АД более 15 мм рт. ст. может быть ассоциировано с прогрессированием поражений органов-мишеней и сердечно-сосудистой смертностью, поэтому это значение можно использовать как пороговое [4, 7].

Коэффициент вариации

Применение коэффициента вариации также можно обнаружить в литературе, посвящённой ВАД, и его применяют для устранения корреляции стандартного отклонения со средними уровнями АД. Коэффициент представляет собой соотношение между стандартным отклонением и средним значением АД, выраженное в процентах. В электронных таблицах это соотношение выражается как СТАНДОТКЛОН(...)/СРЗНАЧ(...)*100 (рис. 1, С). Умножать на 100 не обязательно, если устанавливать формат ячейки электронной таблицы в процентах. Для коэффициента вариации также предложены пороговые значения [4], которые основаны на результатах базы данных ДМАД IDHOCO: для систолического АД они составляют 11%, для диастолического – 12,8%. Эти пороговые значения также ассоциированы с поражениями органов-мишеней и сердечно-сосудистой смертностью [8].

Усреднённая реальная вариабельность

Усреднённая реальная вариабельность (в английском языке: Average Real Variability, ARV) отличается от предыдущих тем, что в методе расчёта используется последовательность АД, а не дисперсия. ARV в последнее время всё шире используется в исследованиях в клинике; формула его приведена, как весьма перспективная, в национальном руководстве по функциональной диагностике [2] и выглядит так:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (BP_i - \overline{BP})^2}$$

где N – количество измерений, BP – значения АД.

Этот показатель представляет собой сумму модулей разниц соседних значений АД, поделённую на число измерений за вычетом одного. Усреднение абсолютных значений различий последовательных показаний АД легко можно получить, используя электронные таблицы. На рис. 2 показаны этапы расчёта ARV (для примера использовано 16 измерений в столбце). Кроме действия вычитания, используются всего 2 функции: ABS (в электронных таблицах эта функция почти всегда обозначена латинскими буквами, но стоит убедиться, что она возвращает модуль [абсолютную величину] числа) и СРЗНАЧ (см. также примечания к рисунку).

Крупные исследования, получившие сердечно-сосудистые исходы и сопоставившие ДМАД-ARV с поражением органов-мишеней и смертностью проведены только недавно [5], и поэтому научные медицинские общества пока не упоминают пороговых значений для этого показателя. В исследовательской работе клинициста, при использовании ARV можно получить предварительное представ-

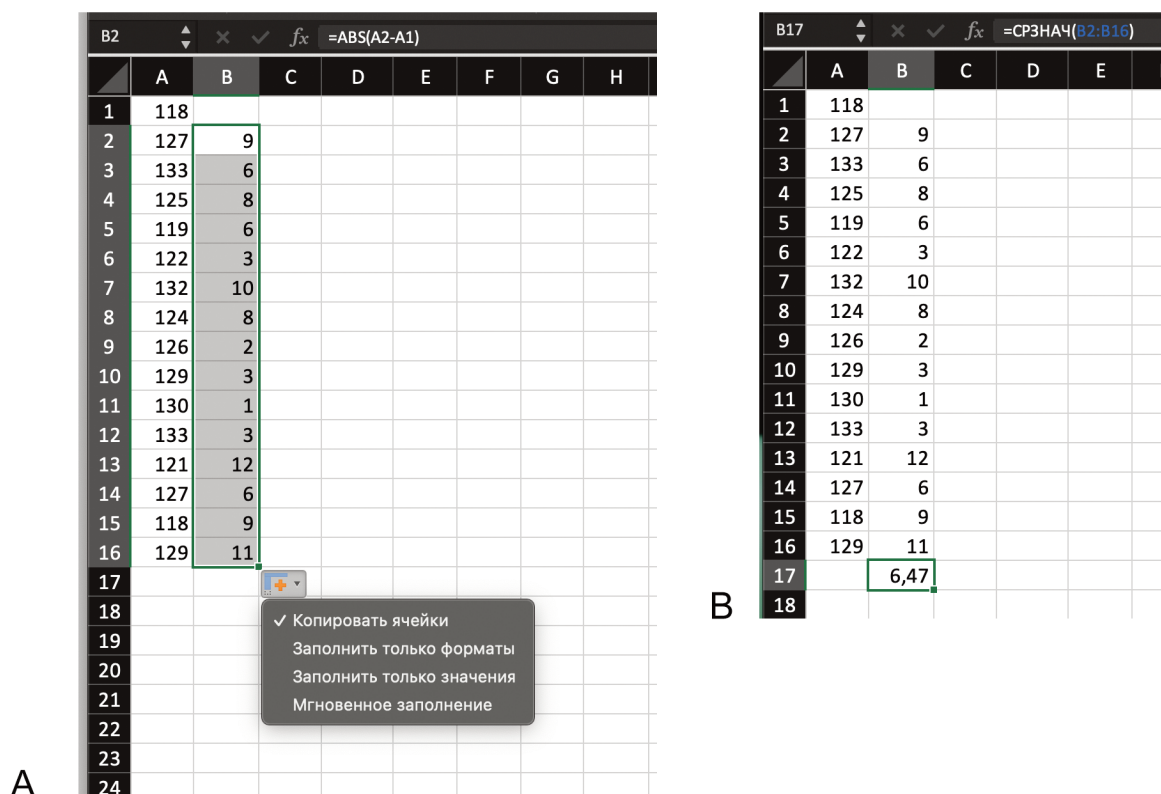


Рис. 2. Этапы расчёта усреднённой реальной вариабельности (ARV). Использованы те же 16 значений, что и в предыдущей иллюстрации, расположенные в столбец. А: В ячейке B2 введена разница между значениями в соседней ячейке A2 и в ячейке выше, A1, разница взята по модулю с использованием функции ABS, так, чтобы получилось выражение $ABS(A2-A1)$. Ячейка с этим выражением скопирована так, чтобы получилось 15 (то есть 16 минус 1) результатов подобных действий для следующих измерений АД. В: В столбце с полученным результатом применена функция СРЗНАЧ. Обратите внимание, что диапазон для этой функции охватывает 15 ячеек, начиная с B2.

Fig 2. Stages of calculating Average Real Variability. The same 16 values are used as in the previous illustration, arranged in a column. A: In cell B2, the difference between the values in the adjacent cell A2 and in the cell above, A1, is entered, the difference is taken modulo using the ABS function, so that the expression $ABS(A2-A1)$ is obtained. The cell with this expression is copied so that there are 15 (that is, 16 minus 1) results of similar actions for the next blood pressure measurements. B: The AVERAGE function was applied to the column. Note that the range for this function covers 15 cells, starting with B2.

ление о нём, проводя расчёты у здоровых добровольцев, а также у пациентов, имеющих поражения органов-мишеней. Кроме исследования [5] имеется также и метаанализ [9]; в этих источниках можно справиться об отношении рисков (hazard ratio) для данного показателя.

Заключение

Используя электронные таблицы для расчёта вариабельности домашнего артериального давления, можно убедиться, что калькуляции не представляют собой никакой сложности, просты и удобны. В практической деятельности следует иметь в виду, что вариабельность домашнего артериального давления более предпочтительна, чем вариабельность, оцениваемая по результатам СМАД [5]. Это можно объяснить тем, что при ДМАД все измерения проводятся в одинаковых стандартизованных условиях, после достаточного отдыха и при исключении поведенческих факторов, влияю-

щих на АД, и, таким образом, ВАД с меньшими искажениями отражает особенности регуляции гомеостаза у каждого конкретного пациента.

Кроме того, что ДМАД является наилучшим методом контроля при подборе антигипертензивной терапии; важными являются также практические соображения, выдвинутые в недавнем консенсусном документе специалистов европейского общества по гипертензии. К ним, в частности, относится предпочтительное применение при повышенной ВАД антигипертензивных препаратов длительного действия или комбинации препаратов, включающие препараты длительного действия (с тем, чтобы избежать ятрогенного повышения ВАД) и, при отсутствии клинических показаний для выбора других конкретных классов препаратов, рекомендации к применению блокаторов кальциевых каналов длительного действия и диуретиков, а также перевод пациентов в группу более высокого риска [4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension Endorsed by the European Renal Association (ERA) and the International Society of Hypertension (ISH). *J Hypertens*. 2023 Jun 21. Epub ahead of print. doi: 10.1097/HJH.0000000000003480.
2. Посохов И.Н. Домашнее мониторирование артериального давления. В: Берестень Н. Ф., Сандриков В. А., Федорова С. И. (ред.) Функциональная диагностика: Национальное руководство. Краткое издание. ГЭОТАР-Медиа, 2023 г. С. 388 – 392 [Posokhov IN. Home blood pressure monitoring. In: Beresten NF, Sandrikov VA, Fedorova SI, editors. Functional diagnostics: National guidelines. Brief edition. GEOTAR-Media, 2023 p. 388 – 392 In Russian]
3. Parati G, Stergiou GS, Bilo G, et al. Home blood pressure monitoring: methodology, clinical relevance and practical application: a 2021 position paper by the Working Group on Blood Pressure Monitoring and Cardiovascular Variability of the European Society of Hypertension. *J Hypertens*. 2021 Sep 1;39(9):1742-1767. doi: 10.1097/HJH.0000000000002922.
4. Parati G, Bilo G, Kollias A, et al. Blood pressure variability: methodological aspects, clinical relevance and practical indications for management - a European Society of Hypertension position paper. *J Hypertens*. 2023 Apr 1;41(4):527-544. doi: 10.1097/HJH.0000000000003363.
5. Narita K, Hoshida S, Kario K. Comparison of Ambulatory and Home Blood Pressure Variability for Cardiovascular Prognosis and Biomarkers. *Hypertension*. 2023. Epub ahead of print. doi: <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.123.20897>
6. Kyriakoulis KG, Ntineri A, Niiranen TJ, et al. Home blood pressure monitoring schedule: optimal and minimum based on 2122 individual participants' data. *J Hypertens*. 2022 Jul 1;40(7):1380-1387. doi: 10.1097/HJH.0000000000003157.
7. Kikuya M, Hozawa A, Ohokubo T, Tsuji I, Michimata M, Matsubara M, Ota M, Nagai K, Araki T, Satoh H, Ito S, Hisamichi S, Imai Y. Prognostic significance of blood pressure and heart rate variabilities: the Ohasama study. *Hypertension*. 2000 Nov;36(5):901-6. doi: 10.1161/01.hyp.36.5.901.
8. Juhanaja EP, Niiranen TJ, Johansson JK, et al. Outcome-Driven Thresholds for Increased Home Blood Pressure Variability. *Hypertension*. 2017 Apr;69(4):599-607. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.08603.
9. Mena LJ, Felix VG, Melgarejo JD, Maestre GE. 24-Hour Blood Pressure Variability Assessed by Average Real Variability: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2017 Oct 19;6(10):e006895. doi: 10.1161/JAHA.117.006895.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 15.09.2023. Принята к публикации: 16.10.2023.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 15.09.2023. Accepted for publication: 16.10.2023