

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Михневич А.В., Смольник В.С., Хурса Р.В.

Белорусский государственный медицинский университет,
кафедра поликлинической терапии
г. Минск

Ключевые слова: артериальное давление, гемодинамика, линейная регрессия.

Резюме. Оригинальным методом КАСПАД (линейная регрессия) по рядам величин АД, полученных при измерении различными способами последовательно (осциллометрическим и аускультативным, построены и сопоставлены индивидуальные модели кровообращения у 22 пациентов. Показана их идентичность, что позволяет использовать разные способы тонометрии в функциональной диагностике гемодинамики методом КАСПАД при наличии не менее 11 величин АД.

Keywords: blood pressure, hemodynamics, linear regress.

Resume. The individual models of the hemodynamics have been made by original method QARBPP (the linear regress) on series of BP indices received by different ways of BP measurement (by oscilometric and by auscultative) in 22 patients. The identity of models was been shown what allows using the different ways of the tonometry for functional diagnostics of the hemodynamics by method QARBPP.

Актуальность. Артериальная гипертензия (АГ) является наиболее распространенным сердечно-сосудистым заболеванием и имеет большую медицинскую и социальную значимость. Ранняя диагностика и своевременно начатое лечение способны предотвратить тяжелые последствия и осложнения этого заболевания. Явной АГ предшествует период латентных нарушений кровообращения, поэтому актуальным является поиск доступных способов распознавания этих нарушений на ранних этапах. Величина артериального давления (АД) является важным интегральным параметром кровообращения, однако диагностические возможности этого «рутинного» показателя далеко не исчерпаны благодаря современным методам статистического анализа и развитию информационных технологий. В частности, разработан оригинальный метод под общим названием КАСПАД (количественный анализ связей параметров АД), основанный на оценке связей между параметрами АД. Это линейная регрессия давлений систолического (S) и диастолического (D) по пульсовому давлению W (в качестве аргумента). Для КАСПАД необходим ряд величин АД пациента (не менее 6-7, больше – лучше), полученных обычными способами измерения в желаемом интервале времени наблюдения, и ПЭВМ с соответствующим программным обеспечением. Коэффициенты получаемых индивидуальных регрессий позволяют определить тип кровообращения пациента (характеристика взаимодействия сердца и сосудов в процессе продвижения крови) и величину давления в зоне исчезающей

пульсовой волны (такой кровоток имеет место в конечной части артериол), которые относятся к интервалу времени наблюдения [1].

Модель кровообращения, получаемая при КАСПАД, в общем виде представляет собой взаимосвязанные линейные уравнения (1):

$$S = Q + aW; D = Q + (a-1)W, \quad (1)$$

где a и $(a-1)$ – прессорный и депрессорный показатели соответственно («работа» сердца и «работа» сосудов в процессе продвижения крови), коэффициент Q – постоянная, характеризующая давление потока крови в области исчезновения пульсовой волны в конечной части артериол (т.е. при $W = 0$) [1,2]. Граничные значения коэффициента a и соотношения давлений S , D и Q , определяющие разные типы гемодинамики по КАСПАД, представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Классификация функционального состояния гемодинамики

Значения коэффициента a , соотношение давлений D , S , Q	КАСПАД-тип
$1 < a < 2$ $Q < D < S$	Дисфункциональный диастолический (ДД)
$a = 1$ $Q = D < S$	Пограничный диасто-гармонический (ПД)
$0 < a < 1$ $D < Q < S$	Гармонический («баростатический») (Г)
$a = 0$ $D < Q = S$	Пограничный систоло-гармонический (ПС)
$-1 < a < 0$ $D < S < Q$	Дисфункциональный систолический (СД)

Показано, что патологические КАСПАД-типы отмечаются у 15-20% практически здоровых лиц с нормальным АД, причем у этих людей имеются функциональные сосудистые нарушения, что позволяет рассматривать их как группу повышенного риска АГ [1,2].

Однако величины АД при различных способах измерения (в терапевтической практике наиболее часто используются приборы с аускультативным или осциллометрическим способами) несколько отличаются, что вызывает вопрос о тождестве регрессий при измерении АД разными способами [3], а также о минимально необходимом их количестве для построения регрессии, адекватно отражающей процесс кровообращения.

Цель настоящего исследования – сопоставление индивидуальных моделей кровообращения, построенных с помощью КАСПАД по ряду величин АД, полученных при измерении различными способами, и определение минимально необходимого их количества для получения адекватной регрессионной модели кровообращения.

Задачи:

1. Провести построение индивидуальных моделей кровообращения по рядам величин АД, полученных при последовательном измерении двумя тонометрами с разными способами измерения: автоматическим (осциллометрический способ) и механическим (аускультативный).
2. Провести сопоставление параметров индивидуальных регрессионных

моделей, построенных по величинам АД при разных способах измерения.

3. Определить минимально необходимое число измерений АД для получения адекватной регрессионной модели кровообращения.

Материал и методы. КАСПАД проведен по собственным данным измерений АД последовательно с интервалом 3-5 мин у 22 практически здоровых студентов (8 мужчин и 14 женщин, средний возраст – $23 \pm 0,2$ лет) двумя тонометрами: автоматическим и механическим. Количество измерений у каждого испытуемого каждым тонометром было 11-14, по которым построены по 2 индивидуальных модели кровообращения (раздельно по измерениям каждым тонометром), проведено их сравнение.

Проведен также анализ параметров моделей в зависимости от количества измерений АД (длина ряда для получения регрессии): 7, 9, 11 величин и определение минимально необходимого их количества.

Статистическую значимость различий оценивали по критериям Стьюдента и Манна-Уитни (с учетом распределения признака), а также χ^2 (для качественных показателей). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение.

В таблице 2 отражены среднегрупповые значения АД при измерениях двумя способами, из которой видны различия результатов (при осциллометрическом способе АД несколько выше), хотя они не имеют статистической значимости ($p > 0,05$).

Таблица 2. Среднегрупповые значения АД при последовательном измерении двумя тонометрами, $M \pm m$ (n=22)

Тонометр, способ измерения	S, мм рт.ст.	D, мм рт.ст.
Автоматический (осциллометрический)	115,0 \pm 2,2	71,8 \pm 1,5
Механический (аускультативный)	110,2 \pm 2,2	67,2 \pm 1,4

При проведении КАСПАД регрессия не получена у 2 пациентов при измерении осциллометрическим способом и у одного – аускультативным, что означает индивидуальную недостаточность 5-миллиметровых уровней пульсового давления (т.е. слишком «монотонный» ряд величин АД).

Рис. 1 демонстрирует распространенность КАСПАД-типов в группе пациентов при измерениях АД двумя тонометрами с разными способами измерения.

Проведенный сравнительный анализ результатов КАСПАД в группе показал отсутствие достоверных различий ($p > 0,05$) по частоте типов и по основным параметрам моделей – коэффициентам регрессии Q и a (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты регрессии (параметры моделей)

Тонометр (способ измерения)	Коэффициенты регрессии	
	Q, мм рт.ст.	a
Автоматический (осциллометрический)	86,1 \pm 4,1	0,68 \pm 0,1
Механический (аускультативный)	82,7 \pm 3,1	0,64 \pm 0,1

Индивидуальный анализ моделей кровообращения по КАСПАД, полученных при измерении разными тонометрами, показал полное совпадение в рамках одного типа у 13 человек, частичное несовпадение в пределах пограничных типов – у 2 человек (например, 1 модель гармонического типа, одна – пограничного с диастолическим), у 4 человек имелись различия типов. Возможные причины таких расхождений – индивидуально недостаточное количество величин АД (о чем косвенно свидетельствует достаточно большое число пограничных типов), а также технические погрешности измерения.

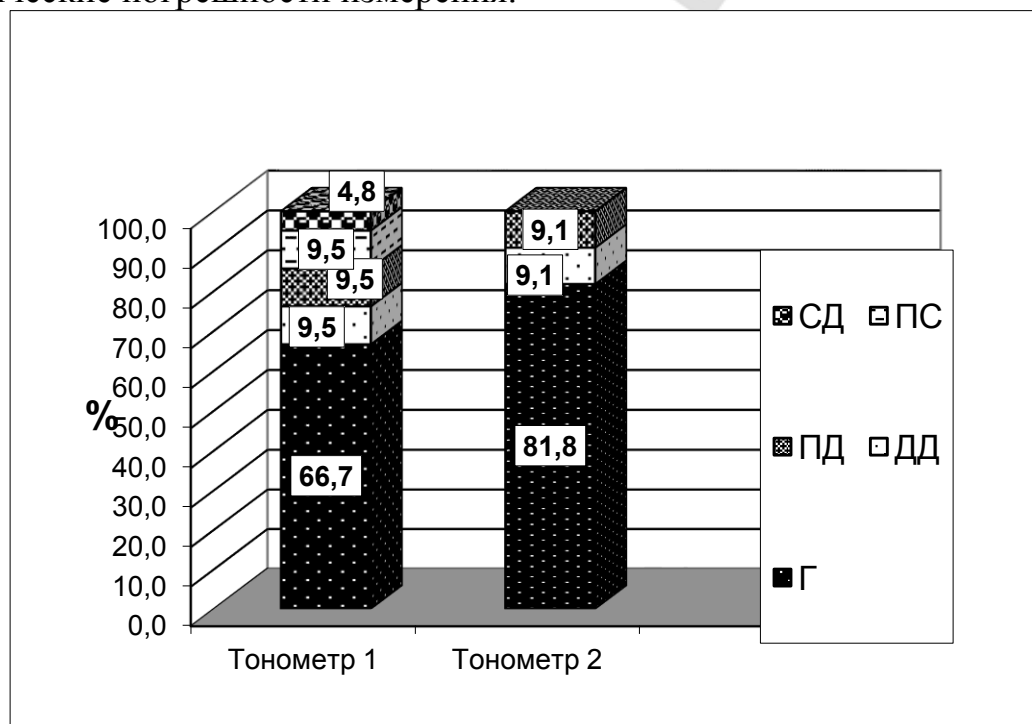


Рисунок 1. Распространенность КАСПАД-типов при измерениях двумя тонометрами: автоматическим (1) и механическим (2).

Анализ моделей, построенных по разной длине ряда величин АД (табл. 4), показал, что у 18,2% лиц (4 чел.) при осциллометрическом измерении и у 13,6% (3 чел.) при аускультативном параметры моделей менялись по мере увеличения длины ряда, т.е. 11 измерений было недостаточно для уверенности в точности модели, которая надежно характеризовала бы кровообращение в интервале времени наблюдения. Стабильная модель получена при 11 величинах АД только у 81,8% (18 чел.) и у 86,4% (19 чел.) при измерениях 1-м и 2-м тонометрами соответственно, т.е. этих величин недостаточно для получения модели, гарантированно (95%) отражающей кровообращение в интервале периода измерения АД.

Таблица 4. Зависимость формирования стабильной регрессии от числа измерений АД (доля лиц, % (абс.))

Количество измерений АД (длина ряда величин АД), при котором получена стабильная регрессия	Тонometr (способ измерения АД)	
	1 (осциллометрический)	2 (аускультативный)

7 величин	63,6% (14)	72,7% (16)
9 величин	13,6% (3)	9,1% (2)
11 величин	4,5% (1)	4,5% (1)

Выводы:

1. При последовательном измерении АД двумя тонометрами с разными способами измерения групповой анализ моделей кровообращения не выявил достоверных различий по частоте типов и по параметрам моделей, что позволяет использовать разные способы тонометрии для функциональной диагностики гемодинамики способом КАСПАД.

2. Неполное соответствие гемодинамических типов (в основном, в пределах пограничных типов), имевшееся у отдельных испытуемых при измерении АД разными способами, может быть обусловлено индивидуально недостаточным количеством полученных величин АД, а также техническими погрешностями измерений.

3. Для получения модели, адекватно характеризующей кровообращение в интервале времени наблюдения (у 95% лиц), необходимо более 11 измерений АД, хотя у 63,6-72,7% обследованных для этого было достаточно и 7 измерений.

Литература

1. Хурса, Р.В. Пульсовое давление крови: роль в гемодинамике и прикладные возможности в функциональной диагностике/ Р.В. Хурса //Мед новости.-2013.-№4.-С.13-19; Артериальная гипертензия.-2014.-№5 (37).-С.21-28

2. Хурса, Р.В. Функциональное состояние сосудов у практически здоровых лиц с патологическими гемодинамическими типами (по данным линейной регрессии параметров артериального давления) /Р.В. Хурса //Мед. Панорама.- 2014.-№7(151).-С.5-9; Артериальная гипертензия.-2014.-№6 (39).- С.39-45.

3. Хурса, Р.В., Чеботарев, В.М. Функциональная диагностика гемодинамики по артериальному давлению: сравнительный анализ при разных способах измерения/Р.В. Хурса, В. М.Чеботарев//Артериальная гипертензия в аспекте решения проблемы демографической безопасности /Материалы V Международ. конф., IV Республиканской науч.-практ. конф.-Витебск: ВГМУ, 2009.- С. 65-69.