

ОСОБЕННОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ (ПО ДАННЫМ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ПАРАМЕТРОВ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ) И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСУДОВ У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ

Р.В. Хурса, Н.М. Еремина

Белорусский государственный медицинский университет

Введение. Клинически явным заболеваниям предшествует период латентных нарушений функционирования сердечно-сосудистой системы, что требует поиска способов распознавания подобных проблем здоровья на ранних этапах. Для амбулаторных условий особенно актуальна диагностика, осуществимая с помощью простых скрининговых методик, позволяющая выделить группу лиц с повышенным риском сердечно-сосудистой патологии для дальнейшего целенаправленного обследования и наблюдения. Перспективным параметром для раннего распознавания доклинических нарушений кровообращения представляется величина артериального давления (АД), а развитие современных информационных технологий и применение методов статистического анализа позволяет открыть новые диагностические возможности в этом «рутинном» показателе. В этой связи нами разработан метод количественного анализа связей параметров АД (КАСПАД), представляющий собой линейную регрессию систолического давления S и диастолического давления D с использованием в качестве аргумента пульсового давления W ($W=S-D$). Регрессионная модель кровообращения, получаемая способом КАСПАД по ряду величин АД пациента в желаемом интервале времени наблюдения, в общем аналитическом виде выглядит сопряженными линейными уравнениями: $S=Q+aW$, $D=Q+(a-1)W$, которые описывают кровообращение в интервале времени наблюдения как взаимодействие сердца и сосудов в процессе продвижения крови [2, 3]. В этой модели S , D , W обозначают систолическое, диастолическое и пульсовое давления соответственно, коэффициенты a и Q имеют индивидуальные числовые значения. По существу получаемой регрессии постоянная Q имеет смысл величины давления в области затухающей пульсовой волны, а соотношение прессорного (a) и депрессорного ($a-1$) коэффициентов определяет КАСПАД-тип. Нами обоснованы граничные значения коэффициента a регрессионной модели, на основе которых разработана классификация функциональных гемодинамических состояний. Она включает следующие типы (КАСПАД-типы): гармонический (Γ), два дисфункциональных — диастолический (ДД) и систолический (СД), а также пограничные с соответствующими дисфункциональными (учитывая наличие в некоторых случаях «зоны неопределенности») — пограничный с диастолическим (ПД) и пограничный с систолическим (СД).

Взаимосвязь особенностей индивидуальной гемодинамики, проявляющихся формированием различных КАСПАД-типов сердечно-сосудистого взаимодействия в процессе продвижения крови, с функциональным состоянием сосудов не исследована.

Цель исследования: изучение функционального состояния сосудов (эндотелий-зависимой вазодилатации и скорости распространения пульсовой волны) у практически здоровых молодых людей в зависимости от типа гемодинамики (КАСПАД-типа), определяемого по параметрам линейной регрессии.

Материалы и методы. Амбулаторно обследованы 120 практически здоровых молодых людей (контингент групп диспансерного наблюдения Д-I и Д-II: 56 мужчин и 64 женщины) составивших группу 1 и 45 пациентов (22 мужчин, 23 женщины) того же возрастного периода (21-34 года) с впервые установленной АГ 1–2 степени (группа 2). Средний возраст пациентов групп 1 и 2 составил $24,5 \pm 0,3$ и $29,1 \pm 0,7$ лет соответственно.

Пациентам обеих групп проводились ежедневные измерения АД по Н.С. Короткову 1 раз в день на протяжении 7–10 дней, величины АД подвергались КАСПАД, в результате чего были получены индивидуальные регрессионные модели кровообращения за данный период.

В этом же интервале времени проведены исследования вазомоторной функции эндотелия (эндотелий-зависимой вазодилатации — ЭЗВД) при пробе с реактивной гиперемией, а также времени и скорости распространения пульсовой волны (ВРПВ и СРПВ) реографическими методами на отечественном преобразователе «Импекард-М» с программным обеспечением [1].

Результаты и обсуждение. Распределение КАСПАД-типов по данным ежедневных измерений АД в группах наблюдения представлено в табл. 1, из которой следует, что у практически здоровых молодых людей преобладает гармоническая гемодинамика, тогда как при АГ — дисфункциональные типы, в частности, ДД (различия между группами в долях Г, ПД и ДД типов статистически значимы). При этом средние значения измеряемых величин АД в интервале времени наблюдения в группе 1 статистически значимо отличались от таковых в группе 2, что соответствует диагнозу пациентов последней, но не различались при разных КАСПАД-типах в каждой группе, тогда как параметры регрессионных моделей закономерно отличались соответственно типовой принадлежности (табл. 1).

По результатам исследования ЭЗВД в группе практически здоровых 60,8% (73 чел.) не имели нарушения вазомоторной функции эндотелия, что значимо ($P < 0,05$) больше, чем в группе гипертензивных лиц — 15,5% (7 чел.), среди которых достоверно чаще были выявлены нарушения ЭЗВД разной степени — от умеренно выраженного до выраженного и резко выраженного у 84,4% ($P = 0,000$).

Таблица 1

Параметры регрессионных моделей (а, Q) и значения величин АД (систолического — САД, диастолического — ДАД, пульсового — ПД) в группах наблюдения при разных КАСПАД-типах (Me, 25-75%)

Гр.	Тип	n	Доля, %	a	Q, мм рт.ст.	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ПД, мм рт.ст.
1	ДД	24	20,0 [^]	1,28* [^] 1,17–1,46	64,0 [^] 53,1–69,1	119,8 [^] 112,6–128,4	75,2 [^] 71,4–78,4	42,9 [^] 39,9–50,0
	ПД	1	0,8 [^]	0,96	79,9	124,0	77,9	46,1
	Г	88	73,3 [^]	0,58 [^] 0,42–0,74	94,77 85,6–103,7	122,1 [^] 115,0–128,0	74,9 [^] 70,9–78,4	46,0 [^] 41,7–50,3
	СД	7	5,8	–0,16* –0,57–0,07	132,3 [^] 121,2–154,9	120,8 [^] 118,0–139,3	74,7 [^] 71,4–77,7	45,0 [^] 40,3–49,3
	Все	120	100	0,63 [^] 0,42–0,86	90,1 80,4–102,1	121,0 [^] 115,0–128,1	75,2 [^] 71,0–78,3	45,2 [^] 41,1–50,0
2	ДД	23	51,1	1,27* 1,20–1,54	75,2 65,0–81,2	138,7 135,0–143,4	89,0 83,0–91,5	49,7 46,7–54,7
	ПД	4	8,9	1,02* 1,01–1,04	88,3 87,2–90,0	145,2 138,3–149,3	88,8 87,8–91,2	53,90 49,55–58,95
	Г	16	35,6	0,62 0,50–0,72	110,5 102,4–117,4	140,91 133,25–143,97	91,3 84,6–93,2	48,90 44,7–54,7
	СД	2	4,4	–0,54* –0,7–0,37	177,9 170,0–185,7	148,4 146,4–150,34	94,0 90,7–97,4	54,4 53,0–55,7
	Все	45	100	1,06 0,68–1,27	86,36 75,25–107,7	140,00 135,00–146,4	89,9 84,80–92,5	50,00 46,8–54,7

Примечание. * — внутригрупповые различия с Г-типом ($P < 0,05$); [^] — различия с группой 2 ($P < 0,05$)

При исследовании частоты нарушений ЭЗВД в обеих группах в зависимости от КАСПАД-типа оказалось, что в группе 1 дисфункциональные типы, особенно ДД, статистически значимо ($P < 0,05$) отличались от гармонического большей долей лиц с выраженными и умеренными нарушениями ЭЗВД и, соответственно, меньшей — с нормальной ЭЗВД. В группе 2 существенных различий состояния ЭЗВД при разных КАСПАД-типах не было (табл. 2). Важно отметить, что не было статистически значимых отличий частоты умеренных и выраженных нарушений ЭЗВД при дисфункциональных типах у нормотензивных лиц (группа 1) и в группе пациентов с АГ (как в целом, так и при соответствующих КАСПАД-типах). При оценке резерва (после повторно проведенной пробы) наблюдались аналогичные тенденции соотношения долей лиц с различными состояниями ЭЗВД в группах в целом и при разных КАСПАД-типах (табл. 2, проба 2).

Нарушения эндотелий-зависимой вазодилатации при разных КАСПАД-типах в группах наблюдения по данным проб с реактивной гиперемией, % (абс.)

П р о б а	Тип	Нарушения ЭЗВД									
		Группа 1 (Здоровые лица)					Группа 2 (пациенты с АГ)				
		0	1	2	3	100% n	0	1	2	3	100% n
1	ДД	37,5* [^] # (9)	25,0* (6)	37,5* (9)	0 [^] #	100 (24)	8,7 (2)	26,1 (6)	43,5 (10)	21,7 (5)	100 (23)
	ПД	100 (1)				100 (1)		25,0 (1)	25,0 (1)	50,0 (2)	100 (4)
	Г	69,3 [^] # (61)	5,7 [^] (5)	15,9 [^] # (14)	9,1 [^] (8)	100 (88)	25,0 (4)	12,5 (2)	43,7 (7)	18,7 (3)	100 (16)
	СД	28,6* (2)	28,6 (2)	42,8 (3)	0	100 (7)	50,0 (1)	0	50,0 (1)	0	100 (2)
	Всего	60,8 [^] (73)	10,9 (13)	21,8 [^] (26)	6,7 [^] (8)	100 (120)	15,5 (7)	20,0 (9)	42,2 (19)	22,2 (10)	100 (45)
2	ДД	45,8* (11)	12,5 (3)	37,5* (9)	4,2# (1)	100 (24)	21,7 (5)	21,7 (5)	26,1 (6)	30,4 (7)	100 (23)
	ПД	0	100 (1)	0	0	100 (1)	0	0	75,0 (3)	25,0 (1)	100 (4)
	Г	68,2 [^] # (60)	10,2 (9)	10,2 [^] # (9)	11,4 (10)	100 (88)	37,5 (6)	18,8 (3)	37,5 (6)	6,2 (1)	100 (16)
	СД	28,6 (2)	28,6 (2)	42,8* (3)	0	100 (7)	50,0 (1)	0	50,0 (1)	0	100 (2)
	Всего	60,8 [^] (73)	12,5 (15)	17,5 [^] (21)	9,2 (11)	100 (120)	26,7 (12)	17,8 (8)	35,6 (16)	20,0 (9)	100 (45)

Примечание: 1. * — отличие от Г-типа своей группы ($P < 0,05$), ^ — отличие от всей группы 2 ($P < 0,05$), # отличие от аналогичного типа группы 2 ($P < 0,05$).

2. Обозначения нарушений ЭЗВД: 0 — нарушения отсутствуют, 1 — умеренные нарушения, 2 — выраженные нарушения, 3 — резко выраженные нарушения.

Известно, что эндотелиальный дисбаланс инициирует ремоделирование сосудов, приводя к увеличению жесткости сосудистой стенки и ухудшению ее демпфирующих свойств, что увеличивает СРПВ, которая признана показателем растяжимости сосудистой стенки. В настоящем исследовании у здоровых лиц преобладающая частота нарушений ЭЗВД при дисфункциональных типах (по сравнению с Г-типом), особенно при ДД, нашла свое отражение в значениях времени и скорости распространения пульсовой волны (ВРПВ и СРПВ). Так при ДД-типе СРПВ была достоверно больше, чем при Г-типе (11,4 м/с и 8,1 м/с соответственно, $P = 0,00$), причем не отличалась от СРПВ у пациентов с АГ (11,0 м/с, $P > 0,05$), тогда как при Г-типе, так же как и в группе здоровых в целом, отличия этого показателя от такового у пациентов с АГ были статистически значимы. Такие же закономерности проявляются и в показателе ВРПВ (он уменьшается) при ДД-типе у здоровых лиц (табл.3).

Таблица 3

Время и скорость распространения пульсовой волны в группах наблюдения при разных КАСПАД-типах, Ме (25%-75%)

Группа	Тип	n	ВРПВ, с	СРПВ, м/с
1	ДД	24	50,0 (40,0-65,0)*	11,4 (8,1-13,7)*
	ПД	1	160,0 (160,0-160,0)	3,3 (3,3-3,3)
	СД	7	60,0 (50,0-70,0)	9,0 (7,7-9,6)
	Г	88	70,0 (60,0-80,0) ^	8,1 (7,0-9,5) ^
	Всего	120	60,0 (50,0-80,0) ^	8,5 (7,1-9,6)^

2	ДД	23	50,0 (40,0-70,0)	11,4 (8,0-13,5)
	ПД	4	45,0 (30,0-140,0)	12,6 (6,7-21,4)
	СД	2	50,0 (40,0-60,0)	12,6 (10,8-14,3)
	Г	16	75,0 (40,0-130,0)	7,5 (4,1-14,6)
	Всего	45	50,0 (40,0-80,0)	11,0 (7,0-14,3)

Примечание*— отличие от Г-типа своей группы ($P<0,05$), ^ - отличие от всей группы 2 ($P<0,05$)

Значимых различий ВРПВ и СРПВ при разных КАСПАД-типах в группе гипертензивных лиц не выявлено, так же как и различий в ЭЗВД. Возможно, при АГ нарушения функционального состояния сосудов имеют уже стойкий характер, а формирование гемодинамических типов происходит в большей степени за счет изменения «вклада» сердца в обеспечение кровотока.

Заключение. В обследованной группе практически здоровых молодых людей диспансерных групп Д-I и Д-II дисфункциональные типы кровообращения по данным линейной регрессии параметров АД выявлены у 25,8% (31 чел.) лиц. Самым частым из дисфункциональных типов был диастолический (20,0%), предполагающий по смыслу регрессии недостаточную «активность» сосудов и периферических мышц («периферического сердца») в процессе продвижения крови. При этом типе достоверно чаще (относительно здоровых лиц с гармоническим типом гемодинамики) отмечены нарушения эндотелий-зависимой вазодилатации разной степени выраженности и увеличение скорости распространения пульсовой волны (11,4 м/с и 8,1 м/с соответственно), которая не отличается от таковой у пациентов с АГ (11,0 м/с, $P>0,05$). Полученные данные указывают, что дисфункциональная гемодинамика у нормотензивных лиц (в частности, ДД-тип) сопряжена с нарушением функционального состояния эндотелия сосудов и с их повышенной жесткостью. Таким образом, линейная регрессия параметров АД (способ КАСПАД), позволяющая выявлять дисфункциональные типы гемодинамики, может служить скрининговым методом диагностики латентных нарушений функционирования сердечно-сосудистой системы у практически здоровых молодых людей для определения круга лиц, нуждающихся в динамическом наблюдении и дообследовании.

FEATURES OF THE INDIVIDUAL HEMODYNAMICS (ACCORDING TO THE LINEAR REGRESSION OF BLOOD PRESSURE PARAMETERS) AND THE FUNCTIONAL CONDITION OF VESSELS IN HEALTHY YOUNG PEOPLE

R.V. Khursa, N.M. Yeremina

165 young patients at the age of 21–34 years (group of healthy normotensive individuals, $n=120$, and group of hypertensive patients, $n=45$) were examined by the QARBPP method (the quantitative analysis of relations of blood pressure parameters - the linear regression); the function of vessels, that is the endothelial function of vessels and pulse wave velocity (PWV) were investigated by the rheographic methods. Dysfunctional hemodynamic types (QARBPP-types) were revealed in 25.8% of healthy participants. The most frequently registered pathological type was diastolic dysfunctional type (DD): 20.0% in healthy participants, 51.1% in hypertensive patients, $P<0.05$. Normotensive individuals in DD-type had disturbances of the endothelial function more frequently, than those in the harmonious type ($P<0.05$), and their PWV was increased (11.4 m/s and 8.1 m/s respectively, $P=0.00$). PWV in these healthy participants did not differ from PWV in hypertensive patients. The QARBPP method allows revealing the latent hemodynamic disturbances, such as dysfunctional hemodynamic types connected with the vessels dysfunction.

Литература.

1. Способ оценки параметров распространения пульсовой волны реовазографическим методом. Инструкция по применению / Полонецкий Л.З. [и др.] // Современные методы диагностики, лечения и профилактики заболеваний. 2006. – Вып. №7. – С. 3-26.
2. Способ перманентного контроля индивидуального функционального состояния кровообращения: патент №4876С1 /В.М. Чеботарев, Р.В. Хурса, В.М. Балышева. - заявка № а 19990104; приор. 02.09.1999.
3. Хурса Р.В. Пульсовое давление крови: роль в гемодинамике и прикладные возможности в функциональной диагностике//Медицинские новости.- 2013.-№4.-с.13-19