

Р. В. Хурса

**РЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ
И ТИПЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПО ДАННЫМ
ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ПАРАМЕТРОВ
АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ**

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

У 120 практически здоровых молодых людей и 45 пациентов с впервые выявленной АГ в возрасте 21–34 года исследованы кровообращение методом КАСПАД (построение индивидуальной регрессионной модели кровообращения по величинам АД, полученным при случайных измерениях в течение 7–10 дней) и центральная гемодинамика (ЦГД) реографи-

ческим способом. Дисфункциональные КАСПАД-типы имели 55,5% пациентов с АГ и 25,8% практически здоровых лиц, в обеих группах преобладал диастолический дисфункциональный тип (ДД). В группе здоровых основные параметры ЦГД, достоверно отличались от таковых в группе пациентов с АГ. Среди пациентов с АГ преобладал гипокинетический тип ЦГД (60,0%), что значимо больше, чем среди нормотензивных лиц (23,3%), у которых преобладающим был нормокинетический тип (50,0%). Гемодинамические типы, определяемые по КАСПАД, и типы ЦГД по данным реографического исследования представляют разные гемодинамические характеристики. (КАСПАД в большей степени отражает процесс кровообращения в удаленных от центра отделах кровеносного русла), поэтому в диагностических целях дополняют друг друга. Линейная регрессия параметров АД (КАСПАД) расширяет возможности амбулаторной диагностики клинически латентных гемодинамических нарушений, проявляющихся дисфункциональными типами кровообращения.

Ключевые слова: артериальное давление, линейная регрессия, КАСПАД-типы кровообращения, центральная гемодинамика, реографические показатели.

R. V. Khursa

RHEOGRAPHIC INDICATORS OF THE CENTRAL HEMODYNAMIC AND TYPES OF THE CIRCULATION ACCORDING TO LINEAR REGRESS OF BLOOD PRESSURE PARAMETERS

Blood circulation was investigated in 120 healthy young persons at the age of 21–34 years and in 45 hypertensive patients before treatment (at the same age) by the QARBPP method (receiving of individual regression model of hemodynamics based on the BP indexes) and by the rheographic way of the central hemodynamics (CH) definition.

Dysfunctional QARBPP-types were in 55.5% of hypertensive patients and in 25.8% of healthy persons; diastolic dysfunctional type was prevailed in both groups.

The parameters of CH in healthy persons were significantly different from those in hypertensive patients. The hypokinetic CH type was prevailed in hypertensive patients (in 60.0%), that is significant more than in normotensive persons (23.3%); normokinetic CH type was prevailed in normotensive persons (50.0%).

Hemodynamic types on linear regress (QARBPP) and types of CH on rheographic method represent different hemodynamic characteristics; QARBPP reflects circulation process in the part removed from the centre. Therefore these methods supplement each other in the diagnostic purposes. Linear regress of BP parameters (QARBPP) broadens the possibilities of out-patient diagnostics of clinically latent hemodynamic disturbances which are shown by dysfunctional circulation types.

Key words: blood pressure, linear regress, QARBPP-types of circulation, central hemodynamics, rheographic indicators.

Основным стратегическим направлением в борьбе с артериальной гипертензией (АГ) и ее осложнениями является ранняя диагностика функциональных гемодинамических нарушений, еще на доклиническом этапе. В связи с этим особенно актуальны скрининговые исследования, основанные на доступных в амбулаторных условиях методах диагностики, которые позволят выделить круг лиц, нуждающихся в целенаправленном дальнейшем наблюдении и обследовании.

Гемодинамическая неоднородность людей как с АГ, так и здоровых, выражающаяся в разных соотношениях минутного объема сердца (МО) и общего периферического сопротивления (ОПС) в процессе кровообращения, хорошо известна.

По соотношению этих показателей выделяют типы центральной гемодинамики (ЦГД): нормокинетический, гипокинетический, гиперкинетический, а также эукинетический, занимающий промежуточное положение между нормо- и гипокинетическим [3, 4, 6]. Для определения типа ЦГД в терапевтической практике обычно используется метод импедансной кардиографии, при котором оценивается суммарное электрическое сопротивление (импеданс) живой ткани переменному току высокой частоты. Преимущества метода – неинвазивность, бескровность, доступность соответствующей аппаратуры – позволяют широко применять его в амбулаторных условиях.

Нормокинетический тип характеризуется нормальными показателями МО и СИ (сердечный

□ Оригинальные научные публикации

индекс – нормализованное значение МО на единицу площади тела) и ОПС, зукинетический – несколько повышенным ОПС при нормальных МО и СИ. Эти типы отражают хорошие адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы.

Гиперкинетический тип отличается повышенными МО и СИ при сниженном ОПС. Этот тип указывает на наименее экономичный режим работы сердца, на снижение компенсаторных возможностей на фоне высокой активности симпатoadреналовой системы. Адаптация к физическим нагрузкам осуществляется за счет инотропной и хронотропной функций сердца при малом участии механизма Франка-Старлинга.

Гипокинетический тип отличается, наоборот, повышенным ОПС при сниженном МО и СИ. Это более экономичный тип, при котором сердечно-сосудистая система обладает большим функциональным диапазоном за счет активного участия механизма Франка-Старлинга. Данный тип неоднороден за счет индивидуальных различий функциональных резервов: от высокой устойчивости к экстремальным воздействиям, до низкой устойчивости к воздействиям агрессивных факторов (при нарушении регуляции тонуса прекапиллярного русла) [1].

Гипокинетический и гиперкинетический типы ЦГД по своим характеристикам в определенной степени согласуются с типами саморегуляции кровообращения (ТСК), определяемым экспресс-способом по соотношению величины диастолического давления и частоты сердечных сокращений, умноженному на 100. Если полученный индекс превышает 110, то тип саморегуляции кровообращения «сосудистый», если менее 90 – «сердечный». Значения индекса от 90 до 110 означают смешанный («сердечно-сосудистый») ТСК. ТСК отражает фенотипические особенности организма. Изменение регуляции кровообращения в сторону преобладания сосудистого компонента свидетельствует об ее экономизации, повышении функциональных резервов, поскольку «сосудистый» ТСК наиболее приспособляем к длительным воздействиям, имеет широкий диапазон показателей гомеостаза. Существенную роль при данном типе играет эластичность/жесткость сосудов, снижены МО, СИ, повышено периферическое сопротивление. «Сердечный» ТСК наиболее устойчив к кратковременным неожиданным воздействиям возмущающих фактором, однако он энергетически невыгоден организму, поскольку требует постоянного расхода энергетических ресурсов [2].

Знание индивидуальных особенностей кровообращения, в частности, гемодинамических типов, открывает перспективы дифференцирован-

ного подхода к выбору терапевтических средств у пациентов с АГ и к выявлению контингента людей, требующих динамического наблюдения и целенаправленного обследования (в случае определения патологических вариантов организации кровообращения у нормотензивных лиц).

Современные информационные технологии и методы статистического анализа позволяют открыть новые диагностические возможности даже «рутинных» показателях, например в таком, как величина артериального давления (АД), являющаяся важнейшим интегральным гемодинамическим параметром. В частности, в качестве метода функциональной диагностики гемодинамики нами предложен количественный анализ связей параметров АД (КАСПАД) – статистический анализ ряда величин АД пациента, полученных обычными бескровными методами измерения в интервале времени наблюдения (произвольном или заданном). КАСПАД представляет собой процедуру построения индивидуальной статистической модели кровообращения пациента с использованием линейной регрессии, где систолическое давление S и диастолическое давление D являются функциями пульсового давления W (аргумента). При построении регрессии нами использована стратификация параметрического пространства величин АД по уровням пульсового давления и осреднение этих величин, что позволяет получить регрессию с высочайшей точностью (коэффициенты корреляции $r = 0,9-1,0$ и уровни значимости $p < 0,05$ при условии достаточного количества измерений АД) [7, 8, 10].

Регрессионная модель кровообращения, получаемая способом КАСПАД по ряду величин АД пациента в желаемом интервале времени, в общем аналитическом виде выглядит сопряженными линейными уравнениями:

$$\begin{aligned} S^* &= Q + a_1 W; \\ D^* &= Q + a_2 W, \end{aligned}$$

где индивидуальными параметрами модели кровообращения выступают коэффициенты Q , a_1 и a_2 , S^* и D^* – стратиграфические (среднеуровневые) систолическое и диастолическое давления соответственно.

Учитывая связь давлений S , D и W (где $W = S - D$), с помощью элементарных алгебраических действий общий вид регрессии может быть представлен следующим образом: $S^* = Q + aW$; $D^* = Q + (a-1)W$, где a_1 обозначено литерой a , $a_2 = a-1$.

Таким образом, регрессионная модель кровообращения сводится к двум параметрам: Q и a , имеющим индивидуальные числовые значения.

По существу получаемой регрессии коэффициент Q имеет смысл величины давления крови в области затухающей пульсовой волны (такой характер кровотоков приобретает в конечной части артериол), а соотношение прессорного (a) и депрессорного ($a-1$) коэффициентов определяет КАСПАД-тип. Нами обоснованы граничные значения коэффициента a в регрессионной модели, на основе чего разработана классификация функциональных гемодинамических состояний [10, 11]. 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 «переходных состояний») – пограничный с диастолическим ($ПД$) и с систолическим ($ПС$), табл. 1.

Таблица 1. Типы функционального состояния гемодинамики сердечно-сосудистой системы по КАСПАД

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

Примечание: a – угловой коэффициент регрессии (прессорный), Q – свободный член регрессии (показатель давления крови в области затухающей пульсовой волны), S – систолическое давление, D – диастолическое давление.

По смыслу получаемой регрессии увеличение коэффициента a до значений $a > 1$ указывает на возрастание роли систолической составляющей (т. е. «вклада» работы сердца, сердечного выброса) в процесс кровообращения при снижении роли его диастолической (сосудистой) составляющей и справедливости неравенства $Q < D < S$ ($ДД$ -тип). Уменьшение прессорного коэффициента a (что имеет место при $СД$ -типе) отображает уменьшение роли сократительной функции миокарда в продвижении крови, восполняемой усилением функции «периферического сердца» – сосудов и мышц. При этом справедливо неравенство $D < S < Q$, указывающее на увеличение уровня давления в области затухающей пульсовой волны выше уровня систолического давления [7, 8].

Для получения линейной регрессии необходимо иметь ряд величин АД пациента (не менее

6–7), измеренных обычным бескровным способом в желаемом интервале времени, и ПЭВМ с соответствующим программным обеспечением. Результаты регрессии характеризуют закономерности функционирования сердечно-сосудистой системы (имеется в виду взаимодействие сердца и сосудов в процессе продвижения крови), действующие в интервале времени наблюдения и отражающие гомеостаз и адаптацию организма к условиям существования [10, 11].

Наличие таких типов организации кровообращения подтверждено эмпирически при использовании процедуры КАСПАД для данных амбулаторных измерений АД в репрезентативных выборках лиц разного пола, возраста и состояния здоровья. Патологический характер дисфункциональных гемодинамических типов вытекает, прежде всего, из физического и физиологического смысла получаемых регрессий, а также косвенно подтверждается собственными эпидемиологическими данными. В частности, дисфункциональные и пограничные с ними типы наиболее часто отмечаются при сердечно-сосудистой патологии (до 70% и более пациентов) и у лиц пожилого возраста, для которых характерны атеросклеротические изменения сосудов. Однако, такие КАСПАД-типы имеют место и у 25–30% практически здоровых лиц с нормальным АД [7–11].

В связи с вышеизложенным интересен вопрос о том, какие особенности функционирования сердца и сосудов стоят за разными вариантами организации кровообращения по данным КАСПАД (КАСПАД-типами), а также как эти типы соотносятся с типами ЦГД. Наиболее важен этот вопрос относительно дисфункциональных КАСПАД-типов у практически здоровых нормотензивных людей. Взаимосвязь особенностей индивидуальной гемодинамики, проявляющихся формированием различных КАСПАД-типов сердечно-сосудистого взаимодействия в процессе продвижения крови, с параметрами ЦГД не исследована.

Целью настоящей работы было изучение параметров ЦГД реографическим методом у практически здоровых молодых людей и у пациентов с впервые выявленной АГ того же возрастного периода в зависимости от КАСПАД-типа кровообращения, определяемого по линейной регрессии параметров АД.

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–

Оригинальные научные публикации

34 года) с впервые установленной АГ 1–2 степени, риск 2–3 до начала лечения – 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 каждого пациента подвергались процедуре КАСПАД, в результате чего были получены индивидуальные регрессионные модели кровообращения. Таким образом, в интервале времени наблюдения функциональное гемодинамическое состояние сердечно-сосудистой системы каждого пациента идентифицировано как принадлежность определенному КАСПАД-типу.

В этом же интервале времени проводилась импедансная кардиография помощью отечественного преобразователя «Импекард-М» с программным обеспечением. Определялись параметры ЦГД (исходно, при кистевой эргометрической пробе в качестве нагрузки и после нее): ударный объем (УО, мл), минутный объем (МО, л/мин), сердечный индекс (СИ, л/мин \times м²), общее периферическое сопротивление (ОПС, дин \times с \times см⁻⁵), среднее АД (СрАД, мм рт. ст.), давление наполнения левого желудочка (ДНЛЖ, мм рт. ст.), а также тип гемодинамики [5].

Статистическая обработка проведена с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 (Statsoft, США), Microsoft Excel 2007 (Microsoft, США). Соответствие признаков закону нормального распределения определялось по критерию Шапиро-Уилка, количественные параметры представлялись в виде медианы (Me) и интерквар-

тильного размаха (25%/75%) при распределении, отличном от нормального. Значимость различий относительных величин определялась по критерию χ^2 , абсолютных – по U-критерию Манна-Уитни. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез принималось значение $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Распределение КАСПАД-типов по данным линейной регрессии параметров АД в группах наблюдения представлено на рис. 1, на котором видно, что у практически здоровых молодых людей преобладает гемодинамика гармонического типа (73,3%), тогда как при АГ – дисфункциональные типы (64,4%), в частности, ДД (различия между группами в долях Г, ПД и ДД типов статистически значимы). Эти результаты согласуются с нашими предыдущими исследованиями о преобладании у пациентов с АГ ДД-типа [9–11]. Среди практически здоровых лиц группы 1 дисфункциональные типы гемодинамики имели 25,8%, преобладающим был также ДД-тип (у 20,0% пациентов группы).

Средние значения измеряемых величин АД в интервале времени наблюдения в группе 1 статистически значимо отличались от таковых в группе 2, соответствовавших диагнозу пациентов последней. Но в каждой из групп они не имели отличий при разных КАСПАД-типах, тогда как параметры регрессионных моделей (коэффициенты a , Q) демонстрировали закономерные отличия соответственно типовой принадлежности (табл. 2).

КАСПАД-типы в группах наблюдения



Рисунок 1. КАСПАД-типы кровообращения в группах наблюдения, %.

Примечания:

1 – * – статистически значимые отличия ($p < 0,05$) с группой 2 (пациенты с АГ).

2 – типы по КАСПАД: Г – гармонический, ПД – пограничный с диастолическим, ДД – диастолический дисфункциональный, СД – систолический дисфункциональный.

Таблица 2. Параметры регрессионных моделей (а, Q), значения величин АД и частоты сердечных сокращений в группах наблюдения при разных КАСПАД-типах (Ме, 25%–75%)

Гр.	Тип	n	а	Q	САД	ДАД	ПД	ЧСС
1	ДД	24	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	75,5 66,0–82,0
	ПД	1	0,96	79,9	124,0	77,9	46,1	66,0
	СД	7	-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	74,0 66,0–82,0
	Г	88	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	73,5 63,0–82,0
	Все	120	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	74,0 64,5–82,0
2	ДД	23	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	72,0 62,0–80,0
	ПД	4	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	73,0 69,0–83,0
	СД	2	-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	59,0* 50,0–68,0
	Г	16	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	75,5 71,0–91,0
	Все	45	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	73,0 65,0–82,0

Примечания:

1 – * – внутригрупповые различия с Г-типом (p < 0,05); [^] – различия с группой 2 (p < 0,05).

2 – Q и а – коэффициенты регрессии; САД, ДАД и ПД – давления систолическое, диастолическое и пульсовое соответственно, ЧСС – частота сердечных сокращений.

3 – типы по КАСПАД: Г – гармонический, ПД – пограничный с диастолическим, ДД – диастолический дисфункциональный, СД – систолический дисфункциональный.

Таблица 3. Исходные показатели и типы центральной гемодинамики в группах наблюдения, Ме / 25%–75%

Показатели, типы ЦГД		Группа 1, n = 120	Группа 2, n = 45
Показатели ЦГД	УО исх, мл	68,0/55,5–80,5 [^]	56,1/36,9–66,2
	МО исх, л/мин	5,0/4,0–6,0 [^]	4,0/3,1–5,2
	СИ исх, л/мин×м ²	2,8/2,2–3,4 [^]	2,0/1,6–2,7
	ОПС исх, дин×с×см ⁻⁵	1537,6/1237,0–1892,8 [^]	2158,1/1567,2–2902,2
	СрАД исх, мм рт. ст.	92,5/85,0–99,3 [^]	105,3/93,0–114,0
	ДНЛЖ исх, мм рт. ст.	16,9/15,9–18,0	17,6/16,4–18,3
Тип ЦГД	Нормокинетический, % (абс.)	50,0% (60) [^] 95% ДИ: 41,1–58,9	28,9% (13) 95% ДИ: 22,1–35,6
	Эукинетический, % (абс.)	6,7% (8) 95% ДИ: 4,4–9,0	4,4% (2) 95% ДИ: 1,3–7,5
	Гиперкинетический, % (абс.)	20,0% (24) [^] 95% ДИ: 16,4–23,6	6,7% (3) 95% ДИ: 3,0–10,4
	Гипокинетический, % (абс.)	23,3% (28) [^] 95% ДИ: 19,5–27,1	60,0% (27) 95% ДИ: 52,7–67,3

Примечание: [^] – p < 0,05 по сравнению с группой 2.

Исходные параметры и типы ЦГД у здоровых лиц с высокой достоверностью отличались от таковых у пациентов с АГ (табл. 3). Не выявлено лишь значимых различий величин ДНЛЖ в обеих группах, что, видимо, объясняется достаточно молодым возрастом и ранними стадиями АГ у большинства пациентов группы 2.

Среди пациентов с АГ доля лиц с гипокинетическим типом ЦГД была значимо большей (60,0%, p < 0,05), чем среди здоровых лиц, у которых самым частым был нормокинетический тип (50,0%, p < 0,05), а также у них чаще, чем при АГ, отмечен гиперкинетический тип (20,0%, p < 0,05). Можно предположить, что при АГ происходит

Таблица 4. Некоторые «сердечные» показатели центральной гемодинамики в группах при разных КАСПАД-типах, Ме/25%-75%

Показатели	Группа 1, КАСПАД-типы				Группа 2, КАСПАД-типы			
	ДД n = 24	ПД n = 1	Г n = 88	СД n = 7	ДД n = 23	ПД n = 4	Г n = 16	СД n = 2
УО исх, мл	67,2 [^] 55,4–77,6	34,2	68,0 [^] 56,2–80,6	73,7 [^] 54,2–102,1	54,9 29,0–68,7	59,2 54,8–69,7	55,4 47,2–60,4	54,2 32,1–76,3
УО нагр, мл	63,2 52,4–76,0	26,1	62,6 [^] 52,4–81,4	76,1 55,5–77,2	51,9 36,9–65,3	59,0 53,6–65,8	55,2 47,1–78,0	47,5 33,2–61,7
УО отд, мл	63,4 [^] 56,2–78,1	24,2	68,4 [^] 59,6–84,1	69,6 [^] 55,2–87,6	55,4 32,8–65,1	64,8 51,6–71,8	50,6 45,2–63,0	56,2 34,8–77,5
МО исх, л/мин	5,1 [^] 4,2–6,6	2,6	5,0 [^] 4,1–5,9	4,4 4,0–6,9	3,9 2,3–5,2	4,8 3,8–5,8	4,1 3,3–5,4	3,1 2,2–4,0
МО нагр, л/мин	5,3 4,1–7,2	2,2	5,7 [^] 4,4–7,0	5,0 4,5–6,6	4,4 3,1–6,1	6,7 5,5–8,3	4,1 3,6–7,1	5,0 4,4–5,5
МО отд, л/мин	5,0 [^] 4,2–6,4	1,8	5,2 [^] 4,1–6,2	4,7 4,3–6,0	3,7 2,5–5,7	5,1 3,8–5,9	3,7 3,2–5,5	3,2 2,3–4,0
СИ исх, л/мин×м ²	3,2 [^] 2,4–3,9	1,2	2,8 [^] 2,2–3,4	2,6 2,1–4,0	2,1 1,2–2,7	2,4 1,8–3,2	2,0 1,6–3,0	1,4 1,0–1,9
СИ нагр, л/мин×м ²	3,4 [^] 2,4–4,0	1,1	3,3 [^] 2,5–4,2	2,7 2,3–3,8	2,4 1,5–3,1	3,7 2,9–4,2	2,3 1,7–3,6	2,2 2,1–2,4
СИ отд, л/мин×м ²	3,0 [^] 2,4–3,8	0,9	2,9 [^] 2,3–3,4	2,5 2,2–3,5	2,0 1,5–2,9	2,7 1,8–3,2	2,0 1,5–3,0	1,4 1,0–1,9

Примечание: [^] – p < 0,05 по сравнению с группой 2.

адаптация гемодинамики к гипертензии путем перехода на более экономный режим работы сердечно-сосудистой системы, который считается присущим гипокинетическому типу ЦГД.

Показатели УО, МО, СИ, ДНЛЖ при нагрузке (эргометрической пробе) и во время отдыха после нее демонстрировали такие же значимые различия между группами, как и исходные (также кроме показателя ДНЛЖ). При этом в обеих группах

не выявлено статистически значимых отличий этих параметров ЦГД в зависимости от принадлежности к тому или иному КАСПАД-типу (табл. 4).

Здоровые молодые люди с Г- и ДД-типами достоверно отличались по всем параметрам ЦГД (кроме, как уже отмечено, ДНЛЖ исходно и при нагрузке) от таковых у гипертензивных пациентов (табл. 4). Но при СД-типе таких отличий не было по параметрам сердечной деятельности

Динамика ОПС при эргометрической пробе в группах наблюдения в зависимости от КАСПАД-типа

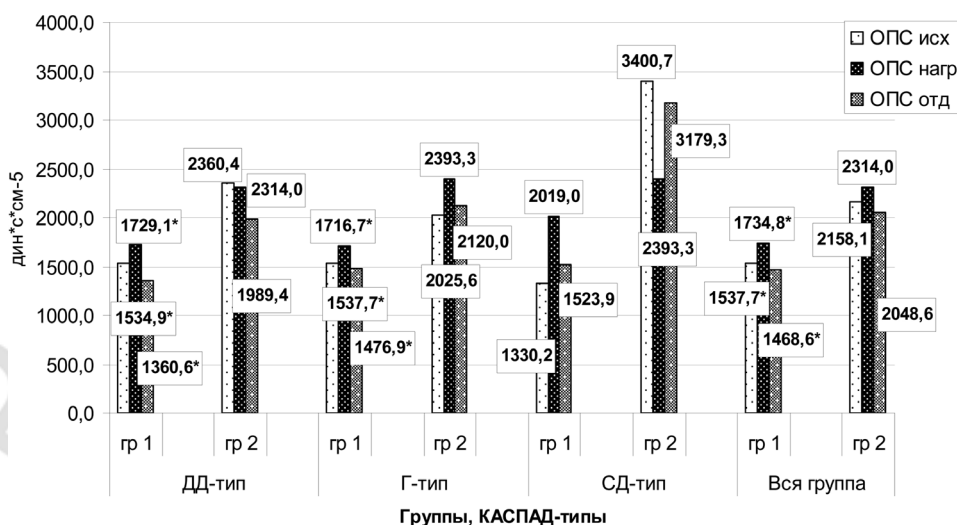


Рисунок 2. Показатели ОПС (дин×с×см⁻⁵) исходные, при нагрузке и во время отдыха при разных КАСПАД-типах и в группах в целом.

Примечание: * – p < 0,05 по сравнению с группой 2

Распределение типов ЦГД при разных КАСПАД-типах в группах наблюдения

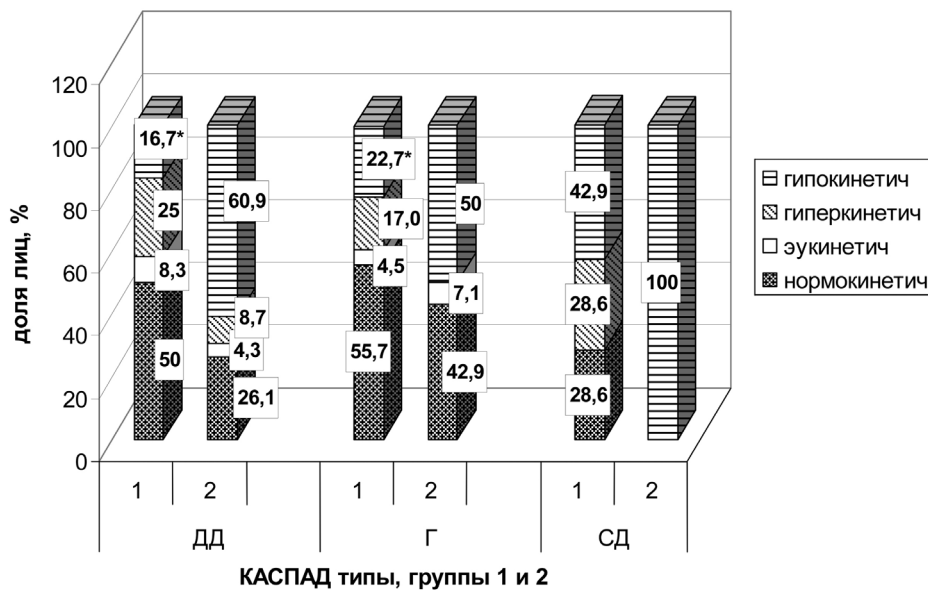


Рисунок 3. Распределение типов ЦГД при основных КАСПАД-типах в группах наблюдения.

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с одноименным типом группы 2.

МО и СИ, и значения этих параметров были ниже, чем при Г-типе в своей группе ($p > 0,05$). Кроме того, у здоровых с этим типом отмечается значительное увеличение ОПС при эргометрической пробе и его «невозврат» к исходному состоянию ($p > 0,05$). У пациентов с АГ при СД-типе ОПС исходное было выше, чем при других типах ($p > 0,05$), причем во время нагрузки оно снижалось, а после нее вновь повышалось (т. е. демонстрировало извращенную реакцию).

Эти данные позволяют предполагать, что при СД-типе происходит уменьшение насосной функции сердца и имеется склонность к спастической реакции сосудов. Это согласуется с нашей трактовкой данного типа по смыслу регрессии, а именно, что лидирующую роль в продвижении крови играет «периферическое сердце». Однако, учитывая малочисленность пациентов с таким КАСПАД-типом (как в настоящем исследовании, так и в популяции в целом [10]), для получения убедительных результатов необходимо увеличить число наблюдений.

Отсутствие существенных внутригрупповых различий параметров ЦГД при разных КАСПАД-типах нашло свое подтверждение в распределении типов ЦГД (рис. 3). Т. е. внутри каждой группы не выявлено значимых связей между типами ЦГД и КАСПАД-типами. Так в группе здоровых лиц и при Г-типе, и при ДД-типе с сопоставимой частотой ($p > 0,05$) преобладал нормокинетический вариант ЦГД (55,7% и 50,0% соответственно), а в группе гипертензивных пациентов – гипо-

кинетический (50,0% и 60,9% соответственно, $p > 0,05$). При этом статистически значимые отличия выявлены только в распространенности гипокинетического типа ЦГД в группах 1 и 2, как при Г-типе (16,7% и 60,9% соответственно, $p = 0,006$), так и при ДД-типе (22,7% и 50,0% соответственно, $p = 0,002$). В рамках СД-типа в обеих группах прослеживается превалирование также гипокинетического типа, однако, ввиду малочисленности данного КАСПАД-типа, статистически значимого подтверждения это обстоятельство не нашло.

Полученные данные означают, что гемодинамические типы, выделяемые по данным регрессионного анализа (КАСПАД-типы) и типы ЦГД (по результатам реографического исследования) представляют разные характеристики кровообращения. В частности, есть основания полагать, что КАСПАД в большей степени отражает процесс кровообращения в удаленных от центра отделах кровеносного русла, а именно ближе к конечной части артериол [9]. Таким образом, в диагностических целях эти исследования можно использовать не как замену, а как дополнение друг друга.

Таким образом, регрессионный анализ параметров АД (КАСПАД) выявил дисфункциональные гемодинамические типы у 55,5% молодых пациентов с начальными стадиями АГ и у 25,8% практически здоровых молодых лиц с нормальным АД. Среди дисфункциональных КАСПАД-типов в обеих группах превалировал ДД-тип: у 20,0% здоро-

□ Оригинальные научные публикации

вых, у 51,1% пациентов с АГ. Такой тип характеризуется увеличением прессорного параметра регрессии, что указывает на «гипертрофированную» роль систолической составляющей (т. е. сердечного выброса) в процессе продвижения крови при соответствующем снижении роли его диастолической (сосудистой) составляющей. Диаметрально противоположный ему дисфункциональный тип СД, характеризующийся уменьшением прессорного показателя, что отражает уменьшение роли сократительной функции миокарда в продвижении крови, восполняемой усилением функции «периферического сердца» – сосудов и мышц, был редок в обеих группах: у 5,8% нормотензивных лиц, у 4,4% пациентов с АГ.

Исходные показатели ЦГД, характеризующие сердечную (УО, МО, СИ) и сосудистую (ОПС) составляющие ожидаемо продемонстрировали статистически значимые различия между группами нормотензивных лиц и пациентов с АГ. Среди пациентов с АГ преобладал гипокинетический тип ЦГД (60,0%), что значимо больше, чем среди нормотензивных лиц (23,3%), у которых преобладающим был нормокинетический тип (50,0%). Кроме того, 20,0% практически здоровых молодых людей имели гиперкинетический тип ЦГД, что значимо больше, чем среди пациентов с АГ (6,7%). Такое распределение типов ЦГД в группах наблюдения позволяет предположить, что при АГ уже на ранних стадиях заболевания происходит адаптация гемодинамики путем перехода на более экономичный режим работы с широким функциональным диапазоном, что считается присутствием гипокинетическому типу.

В обеих группах не выявлено статистически значимых отличий параметров и распространенности типов ЦГД в зависимости от принадлежности к тому или иному КАСПАД-типу. У нормотензивных лиц с гармоническим и с диастолическим дисфункциональным типами сохранялись достоверные отличия всех параметров ЦГД от таковых у пациентов с АГ (как в группе в целом, так и при одноименных КАСПАД-типах). Однако, при СД-типе таких отличий не было по параметрам ОПС, МО и СИ. Значения МО и СИ были ниже, чем при Г-типе в своей группе ($p > 0,05$), а ОПС демонстрировало значительное возрастание при эргометрической пробе и «невозврат» к исходному состоянию ($p > 0,05$). Эти результаты согласуются с предложенной нами трактовкой данного типа, при котором лидирующую роль в продвижении крови играет «периферическое сердце». Однако для получения значимых доказательств и окончательных выводов по данному вопросу необходимо увеличить число наблюдений па-

циентов с СД-типом, как нормотензивных, так и с АГ.

Таким образом, линейная регрессия параметров АД (КАСПАД) расширяет возможности амбулаторной диагностики клинически латентных гемодинамических нарушений, проявляющихся дисфункциональными типами кровообращения. Гемодинамические типы, определяемые по КАСПАД, и типы ЦГД (по данным реографического исследования) представляют разные гемодинамические характеристики (КАСПАД в большей степени отражает процесс кровообращения в удаленных от центра отделах кровеносного русла), поэтому в диагностических целях могут дополнять друг друга.

Литература

1. Апанасенко, Г. Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 248 с.
2. Аринчин, Н. И. Типы саморегуляции кровообращения и экстракардиальные механизмы гемодинамики: тез. докл. рабочих совещ., Минск, 9–10 окт. 1984 г. и 4–6 февр. 1992 г. – Минск: Наука і техника, 1991. – 76 с.
3. Гундаров, И. А. О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии / И. А. Гундаров, Ю. Т. Пушкар, Е. Н. Константинов // Тер. арх. – 1983. – № 4. – С. 26–28.
4. Кушаковский, М. С. Эссенциальная гипертензия (гипертоническая болезнь). Причины, механизмы, клиника, лечение. – 5-е изд., дополнен. и перераб. – СПб.: ООО «Изд-во Фолиант», 2002. – 416 с.
5. Оперативная, оценка показателей центральной гемодинамики на основе компьютерной грудной реографии. Методические рекомендации / А. В. Фролов [и др.]. – Минск, 1992. – 17 с.
6. Савицкий, Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н. Н. Савицкий. – М.: Медицина, 1974. – 307 с.
7. Способ диагностики диастолической дисфункции кровообращения: Патент ВУ № 6950 / В. М. Чеботарев, Р. В. Хурса. – Заявка № а20010017; приор. 09.01.2001.
8. Способ диагностики систолической дисфункции кровообращения: Патент ВУ № 6952 / В. М. Чеботарев, Р. В. Хурса. – Заявка № а20011059; приор. 11.12.2001.
9. Хурса, Р. В. Непульсирующий компонент артериального давления при разных способах определения и новые гемодинамические характеристики / Р. В. Хурса // Артериальная гипертензия и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. Материалы VI международной конф. – Витебск: ВГМУ, 2011. – С. 83–87.
10. Хурса, Р. В. Гемодинамические детерминанты гомеостаза сердечно-сосудистой системы / Р. В. Хурса, В. М. Чеботарев // Клиническая физиология кровообращения. – 2007. – № 4. – С. 71–77.
11. 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.

Поступила 19.12.2014 г.