

УДК 616.12-008.331.-055.2:612.766.1]-036.868

## ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У МОЛОДЫХ ЖЕНЩИН С ИДИОПАТИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПОТЕНЗИЕЙ

*Т.Ю. Агафонова<sup>1\*</sup>, Р.Ш. Дусакова<sup>2</sup>, О.А. Самсонова<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера,

<sup>2</sup>Медицинский центр ООО «Радрост», г. Пермь, Россия

## PECULIARITIES OF ADAPTIVE REMODELING OF CARDIOVASCULAR SYSTEM UNDER PHYSICAL ACTIVITY IN YOUNG WOMEN WITH IDIOPATHIC ARTERIAL HYPERTENSION

*T.Yu. Agafonova<sup>1\*</sup>, R.Sh. Dusakova<sup>2</sup>, O.A. Samsonova<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Academician Ye.A. Vagner Perm State Medical University,

<sup>2</sup>Medical Center "Radrost", Perm, Russian Federation

**Цель.** Изучить динамику параметров сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке у молодых женщин с идиопатической артериальной гипотензией.

**Материалы и методы.** Выполнен анализ системной гемодинамики, параметров эхокардиографии и сонографии экстракраниальных, периферических артерий и вен при физической нагрузке (по J. Ruffier) 73 женщин с идиопатической артериальной гипотензией и систолическим артериальным давлением (САД) 96 (91–98) мм рт. ст. и 37 женщин с нормальным артериальным давлением и САД 124 (121–126) мм рт. ст. Возраст женщин – 18–25 лет.

**Результаты.** Установили, что физическая нагрузка при гипотензии вызывает достоверное увеличение САД, диастолического артериального давления (ДАД) и изменение сосудистого кровотока (скорости кровотока и диаметра сосудов) в большем числе артерий и вен у пациенток с гипотензией, чем у женщин с нормальным артериальным давлением. Кардиальная гемодинамика при нагрузке в обеих группах была идентичной.

**Выводы.** Измененную реакцию сердечно-сосудистой системы при гипотензии у молодых женщин можно рассматривать как патогенетический механизм адаптации для сохранения адекватного кровотока в органах и системах.

**Ключевые слова.** Молодые женщины, идиопатическая артериальная гипотензия, физическая нагрузка, системная гемодинамика.

**Aim.** To study the parameters of cardiovascular system under physical activity among women with idiopathic arterial hypertension.

© Агафонова Т.Ю., Дусакова Р.Ш., Самсонова О.А., 2017

тел. +7 (342) 276 12 73

e-mail: agaf74@mail.ru

[Агафонова Т.Ю. (\*контактное лицо) – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней № 1; Дусакова Р.Ш. – врач ультразвуковой диагностики; Самсонова О.А. – ассистент кафедры факультетской терапии № 1].

**Materials and methods.** The systemic hemodynamics, echographic and sonographic parameters of extracranial, peripheral arteries and veins under physical activity (by J. Ruffier) was analyzed among 73 women diagnosed idiopathic arterial hypertension with SAP 96 (91-98) mm Hg and 37 women having normal arterial pressure with SAP 124 (121-126) mm Hg. Women's age ranged 18 to 25 years.

**Results.** The results demonstrated that physical activity in case of hypertension causes a reliable increase in SAP, DAP and changes in vascular blood flow (blood velocity and vascular diameter) in a greater number of arteries and veins than in women with normal arterial pressure. Cardial hemodynamics under loading in both groups was identical.

**Conclusions.** The changed response of cardiovascular system in young women with hypertension can be considered as a pathogenetic mechanism of adaptation, so as to preserve an adequate blood flow in the organs and systems.

**Key words.** Young women, idiopathic arterial hypertension, physical activity, systemic hemodynamics.

## ВВЕДЕНИЕ

Низкое артериальное давление, как и артериальная гипертензия, рассматривается последние 5 лет Европейским обществом кардиологов как одна часть J-образной кривой повышенного риска возникновения сердечно-сосудистых осложнений [14]. Идиопатическая артериальная гипотензия (ИАГ) представляет собой хроническое снижение артериального давления, причина которого в настоящее время неизвестна (МК 10: класс 95, шифр I95.0). ИАГ в популяции молодых женщин регистрируют в 7,2 % случаев при однократном измерении артериального давления (АД) в покое и в 56 % случаев при суточном мониторинговании [7, 17]. Сегодня известно, что ИАГ у молодых женщин с уровнем систолического артериального давления (САД) 99 мм рт. ст. и ниже ассоциируется с увеличением до 70 % частоты жалоб на проблемы здоровья [12], наличием структурных и функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы: снижением системного, церебрального кровотока, венозного кровообращения нижних конечностей, развитием гипотрофии сердца, диастолической дисфункцией левого

желудочка сердца, снижением внутрисердечной гемодинамики и т.д. [3, 5, 10, 11]. Итогом перечисленных изменений сердечно-сосудистой системы при ИАГ явилось достоверное снижение адаптационных возможностей у молодых женщин, прежде всего, под воздействием факторов внешней среды – различных нагрузок и стрессов [1, 2, 6]. Однако в настоящее время малоизученным при ИАГ остается состояние адаптивной реакции сердечно-сосудистой системы на внешние воздействия, например, дозированную физическую нагрузку. Решение этой проблемы позволит лечащим врачам объективно оценивать состояние здоровья молодых женщин с ИАГ и осуществлять правильный подбор терапии.

*Цель исследования* – изучение динамики параметров сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке у молодых женщин с идиопатической артериальной гипотензией.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – молодые женщины с идиопатической артериальной гипотензией. Предмет исследования – реакция

сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку. Тип исследования – динамическое. Критерии включения: добровольцы женского пола, возраст – от 18 до 35 лет, идиопатическая артериальная гипотензия. Критерии исключения для всех пациентов, включенных в исследование: дисплазия соединительной ткани в виде синдрома Марфана, Элерс-Данло и несовершенного остеогенеза, онкологические заболевания, сахарный диабет, гипотиреоз, недостаточность коры надпочечников, ревматические болезни, анемии, врожденные заболевания сердца и сосудов, оперированные сердце и сосуды, наркомания, острые инфекционные заболевания, ожирение, беременность. Исследование выполнено в рамках первичного врачебного медицинского осмотра лиц для допуска к занятиям физической культурой студентов и учащихся [8], проводимого в поликлинике Пермского государственного медицинского университета имени академика Е.А. Вагнера Минздрава России. Диагноз идиопатической артериальной гипотензии был установлен после медицинского осмотра женщин врачами различных специальностей поликлиники (терапевт, невролог, эндокринолог, гинеколог и т.д.), выполнения лабораторно-инструментальных исследований (измерения веса, роста, анализа крови, мочи, рентгенографии органов грудной клетки, электрокардиографии), анализа медицинской документации пациентов и исключения симптоматических артериальных гипотензий.

Критерием артериальной гипотензии считали уровень САД 61–98 мм рт. ст. [4], диастолического артериального давления

(ДАД) – 59 мм рт. ст. и менее [13]. Нормальное САД определяли как 120–129 мм рт. ст., нормальный уровень ДАД – 80–84 мм рт. ст. [16]. В настоящем исследовании приняли участие 73 пациента с ИАГ (тестовая группа) и 37 пациентов с нормальным артериальным давлением (контрольная группа). Возраст женщин тестовой группы составил 19 (18–20) лет, контрольной 20 (19–22) лет,  $p = 0,13$ . Данные представлены в виде медианы и 25–75-го перцентилей.

Артериальное давление (систолическое и диастолическое) измеряли после 5-минутного отдыха, двукратно, на правом плече в положении сидя (предплечье на столе) с интервалом в 3 минуты. Использовали тонометр A&D UA-777 (AGD Company Ltd., Япония, 2012). На основании полученных результатов рассчитывали среднее значение двух измерений. Эхокардиографию (ЭхоКГ) и ангиосканирование правых экстракраниальных, периферических артерий и вен выполняли на цветном ультразвуковом сканере SonoScape S 6 (SONOSCAPE Co., Ltd. Китай, 2015 г.) на базе городского медицинского центра ООО «Радрост» (г. Пермь, ул. Докучаева, 40А). Ультразвуковое исследование проводили в положении лежа в покое после 10 минут отдыха и сразу после окончания дозированной физической нагрузки по J. Ruffier [2]. Статистический анализ выполнен в программе Statistica 6.1 с помощью критерия Wilcoxon. Дизайн, протокол исследования и информированное согласие пациента утверждены этическим комитетом Пермского государственного медицинского университета имени академика Е.А. Вагнера Минздрава России (протокол

№ 13 от 25 ноября 2015 г.). Все добровольцы дали письменное согласие на обследование.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Реакция системной гемодинамики на физическую нагрузку в тестовой и контрольной группах представлена в табл. 1.

Физическая нагрузка в тестовой группе вызывает достоверное увеличение САД, ДАД, урежение частоты сердечных сокращений (ЧСС). В группе контроля мы зарегистрировали отличия от тестовой группы: снижение уровня САД и ДАД. Эти результаты свидетельствуют о том, что между тестовой и контрольной группами имеются достоверные и

существенные различия реакции системной гемодинамики на физическую нагрузку.

Параметры ЭхоКГ при физической нагрузке достоверно меняются в тестовой группе: уменьшается конечный диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ), конечный систолический размер левого желудочка (КСР ЛЖ), скорость раннего диастолического наполнения левого желудочка ( $V_e$ ) и соотношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения левого желудочка ( $E/A$ ) при росте скорости позднего диастолического наполнения левого желудочка  $V_a$  (см. табл. 1), что аналогично изменениям в группе контроля.

Таблица 1

**Динамика параметров системного кровообращения и ЭхоКГ при физической нагрузке в тестовой и контрольной группах (медиана (25–75-й перцентили))**

Параметр	Тестовая группа ( $n = 73$ )		$p$	Контрольная группа ( $n = 37$ )		$p$
	до пробы	после пробы		до пробы	после пробы	
<i>Параметры системного кровообращения</i>						
САД, мм рт. ст.	96 (91–98)	107 (102–111)	0,000	124 (121–126)	114 (108–121)	0,179
ДАД, мм рт. ст.	67 (60–70)	68 (62–71)	0,000	79 (74–81)	72 (64–77)	0,002
ЧСС, мин	69 (64–77)	65 (55–69)	0,000	77 (72–80)	63 (60–71)	0,000
<i>Параметры ЭхоКГ</i>						
КДР ЛЖ, мм	44,0 (39,9–47,8)	38,1 (33,5–42,1)	0,000	45,7 (41,9–49,4)	40,5 (37,9–42,8)	0,000
КСР ЛЖ, мм	30,6 (27,2–34,4)	25,7 (22,1–30,3)	0,000	31,7 (29,1–36,6)	28,2 (26,2–31,4)	0,002
$V_e$ , см/с	85,6 (77,3–95,7)	75,2 (62,2–86,3)	0,000	87,2 (77,3–97,9)	73,6 (62,6–83,1)	0,000
$V_a$ , см/с	33,3 (27,9–42,8)	41,5 (27,4–55,1)	0,000	31,7 (30,2–41,3)	45,3 (31,6–56,6)	0,002
$V_e/V_a$	2,5 (2,1–3,1)	1,7 (1,4–2,4)	0,000	2,4 (2,1–2,9)	1,6 (1,4–2,2)	0,000

Примечание: здесь и в табл. 2  $p$  – достоверность различия.

Кровоток в артериальном и венозном русле при физической нагрузке характеризовался некоторыми различиями в обеих группах (табл. 2).

У пациенток тестовой группы увеличение скорости кровотока отмечено только в задних большеберцовых артериях и вене. Различия между группами заключались в от-

сутствии изменений пиковой систолической скорости кровотока ( $V_{ps}$ ) в позвоночной артерии (в контрольной группе наблюдали повышение), в снижении скорости кровотока в позвоночной и лучевой венах, росте диастолической скорости кровотока ( $V_{ed}$ ) в задней большеберцовой артерии (в группе контроля изменений в указанных артериях и венах не было зафиксировано). Таким об-

разом, реакция системной гемодинамики и сосудистого кровотока в тестовой группе была более выраженной, чем в группе контроля, и направлена, как мы предполагаем, на сохранение адекватного кровотока в органах и системах. Изменения диастолического диаметра ( $D_n$ ) в ответ на физическую нагрузку выявлено в обеих группах только в задних большеберцовых артериях.

Таблица 2

**Динамика параметров сосудистого кровотока при физической нагрузке в тестовой и контрольной группах (медиана (25–75-й перцентили))**

Параметр	Тестовая группа ( $n = 73$ )		$p$	Контрольная группа ( $n = 37$ )		$p$
	исходно	ортостаз		исходно	ортостаз	
<i>Позвоночная артерия правая</i>						
$D_n$ , мм	3,0 (2,8–3,2)	3,0 (2,8–3,3)	0,51	3,0 (2,8–3,3)	3,0 (2,7–3,3)	0,55
$V_{ps}$ , см/с	44,0 (39,0–56,5)	46,8 (38,2–56,1)	0,74	43,1 (36,0–51,5)	51,5 (43,5–61,3)	0,01
$V_{ed}$ , см/с	25,7 (21,6–32,0)	13,9 (10,4–16,5)	0,000	24,0 (20,4–29,8)	15,0 (11,7–17,8)	0,00
<i>Позвоночная вена правая</i>						
Диаметр, мм	3,7 (2,8–5,0)	2,9 (2,0–4,2)	0,000	4,5 (2,9–5,5)	3,6 (2,9–4,4)	0,001
Скорость, см/с	34,5 (22,5–48,7)	23,7 (13,3–39,6)	0,000	30,9 (21,9–44,0)	36,5 (20,6–44,3)	0,57
<i>Лучевая артерия правая</i>						
$D_n$ , мм	1,4 (1,2–1,6)	1,4 (1,3–1,6)	0,47	1,4 (1,2–1,5)	1,5 (1,3–1,6)	0,09
$V_{ps}$ , см/с	22,2 (16,9–27,0)	16,9 (12,9–20,8)	0,000	25,1 (18,1–29,9)	17,6 (14,4–21,4)	0,0001
$V_{ed}$ , см/с	6,6 (4,3–9,3)	4,1 (2,6–5,7)	0,000	6,3 (4,5–11,3)	4,1 (3,1–6,5)	0,002
<i>Лучевая вена правая</i>						
Диаметр, мм	1,4 (1,2–1,7)	1,2 (1,0–1,4)	0,000	1,4 (1,3–1,6)	1,3 (1,0–1,5)	0,030
Скорость, см/с	3,1 (2,5–3,7)	2,8 (1,9–3,6)	0,021	3,1 (2,8–3,4)	3,1 (2,8–3,6)	0,59
<i>Задняя большеберцовая артерия правая</i>						
$D_n$ , мм	1,7 (1,4–1,9)	1,4 (1,2–1,6)	0,000	1,6 (1,4–1,8)	1,4 (1,2–1,6)	0,002
$V_{ps}$ , см/с	20,0 (14,4–27,4)	23,4 (17,9–29,0)	0,06	29,5 (21,4–35,2)	29,9 (20,6–35,6)	0,75
$V_{ed}$ , см/с	3,8 (2,7–5,3)	5,3 (3,9–7,1)	0,002	6,2 (4,1–8,6)	5,6 (5,2–7,8)	0,75
<i>Задняя большеберцовая вена правая</i>						
Диаметр, мм	2,5 (2,0–3,1)	2,4 (1,9–3,0)	0,30	2,4 (2,0–2,9)	2,4 (2,2–2,8)	0,67
Скорость, см/с	2,5 (1,9–2,9)	3,4 (2,8–5,7)	0,000	3,0 (2,5–3,4)	3,6 (3,0–5,8)	0,000

Обсуждая особенности реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку при ИАГ, необходимо отметить ее отклонение от физиологической реакции в виде подъема как САД, так и ДАД, реакцию большего количества сосудов, прежде всего венозных, в виде падения скорости кровотока, в отличие от группы контроля. Выявленная нами реакция сердечно-сосудистой системы при ИАГ является характерной для гипотензии [2] и указывает на чрезмерное напряжение системной гемодинамики при физической нагрузке. Как показали ранее выполненные исследования, именно молодые женщины с ИАГ субъективно плохо переносят физические нагрузки [7], вызывающие у них боли в ногах [9], и поэтому ограничивают свою физическую активность, что влияет на их социальную активность и стимулирует развитие социального одиночества. Ряд авторов указывает, что при гипотензии состояние периферического кровотока и ее реакция на нагрузки обусловлены повышенной чувствительностью барорецепторов, а также уменьшением симпатического и расширением парасимпатического влияния на регуляцию сердечно-сосудистой системы, что необходимо учитывать при разработке плана лечения пациентов с ИАГ [15].

### Выводы

При ИАГ у молодых женщин физическая нагрузка вызывает более выраженную реакцию сердечно-сосудистой системы, чем при нормальном артериальном давлении: увеличение САД и ДАД, снижение скорости кровотока в большинстве артерий и вен при идентичной с группой контроля реакции

кардиальной гемодинамики. Выявленную реакцию сердечно-сосудистой системы при ИАГ можно рассматривать как патогенетический механизм адаптации для сохранения адекватного кровотока в органах и системах.

### Библиографический список

1. Агафонова Т.Ю., Самсонова О.А., Дусакова Р.Ш. Ортостаз увеличивает частоту венозных рефлюксов нижних конечностей у молодых женщин с идиопатической артериальной гипотензией. *Успехи современной науки* 2016; 10 (11): 50–54.
2. Баев В.М., Кудрявцева Е.Н. Адаптация к физической нагрузке и состояние вегетативной нервной системы у молодых женщин с низким артериальным давлением. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия* 2015; 4: 97–100.
3. Баев В.М., Самсонова О.А., Агафонова Т.Ю., Дусакова Р.Ш. Клинические особенности хронических заболеваний вен при идиопатической артериальной гипотензии. *Доктор.Ру* 2016; 11 (128): 49–51.
4. Баев В.М., Самсонова О.А., Агафонова Т.Ю., Дусакова Р.Ш. Хронические заболевания вен нижних конечностей снижают качество жизни и работоспособность молодых женщин с идиопатической артериальной гипотензией. *Практическая медицина* 2016; 95 (3): 104–107.
5. Дзыхихова, К.М., Дзгоева М.Г., Калоева З.Д., Каряева С.К., Кагирова О.А., Церекова А.А. Состояние регионального пульсового кровенаполнения у детей и подростков с первичной артериальной гипотензией. *Педиатрия* 2015; 94 (2): 38–41.

6. Кудрявцева Е.Н. Низкое артериальное давление у молодых женщин снижает психосоциальную адаптацию и качество жизни. *Здоровье семьи 21 век* 2014; 3: 77–87.
7. Кудрявцева Е.Н. Особенности кардиальной и церебральной гемодинамики, социально-психологической адаптации и качества жизни у молодых женщин с идиопатической артериальной гипотензией: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь 2016; 18.
8. Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при проведении физкультурных и спортивных мероприятий: Приказ Минздравсоцразвития РФ от 09.08.2010 № 18428.
9. Самсонова О.А., Баев В.М., Агафонова Т.Ю., Дусакова Р.Ш. Боли в ногах при артериальной гипотензии в сочетании с хроническими заболеваниями вен у молодых женщин. *Практическая медицина* 2017; 102 (1): 148–152.
10. Baev V.M., Koryukina I.P., Kudryavtseva E.N., Gulyaeva I.L., Kozlov D.B. Cardiac hypotrophy in young women with low blood pressure. *Biology and Medicine (Aligarh)* 2014; 6 (1): 1–6.
11. Baev V.M., Koryukina I.P., Kudryavtseva E.N., Gulyaeva I.L., Kozlov D.B. High mean blood flow velocity and the level of peripheral resistance in the common carotid artery in young women with low blood pressure. *World Applied Sciences Journal* 2014; 30 (2): 199–202.
12. Baev V.M., Koryukina I.P., Kudryavtseva E.N., Koltyrina E.N., Golubina I.N., Danshina A.S., Luchnikova N.P. Low blood pressure in young women: poor concentration, apathy, acute morning weakness and dyspeptic symptoms. *Middle-East J Sci Res* 2013; 14 (4): 476–479.
13. Baev V.M., Koryukina I.P., Kudryavtseva E.N., Kotelevets S.M., Kasbkina N.V., Koltyrina E.N., Ronzin S.A. Pathogenic role of the age and height in the development of low blood pressure in young women. *Biology and Medicine* 2015; 7 (2), available at: [http://www.biolmedonline.com/Articles/Vol7\\_2\\_2015/BM-082-15\\_Pathogenic-role-of-the-age-and-height-in-the-development-of-low-blood-pressure-in-young-women.pdf](http://www.biolmedonline.com/Articles/Vol7_2_2015/BM-082-15_Pathogenic-role-of-the-age-and-height-in-the-development-of-low-blood-pressure-in-young-women.pdf).
14. Banach M., Aronow W.S. Blood pressure j-curve: current concepts. *Current Hypertension Reports* 2012; 14 (6): 556–566.
15. Duschek S., Heiss H., Werner N., Reyes del Paso G.A. Modulations of autonomic cardiovascular control following acute alpha-adrenergic treatment in chronic hypotension. *Hypertens Res* 2009; 32 (11): 938–943.
16. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K., Redón J., Zanchetti A., Böhm M., Christiaens T., Cifkova R., Backer G., Dominiczak A., Galderisi M., Grobbee D.E., Jaarsma T., Kirchhof P., Kjeldsen S.E., Laurent S., Manolis A., Nilsson P.M., Ruilope L., Schmieder R., Sirnes P.A., Sleight P., Viigimaa M., Waeber B., Zannad F. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens* 2013; 7: 1281–1357.
17. Owens P.E., Lyonsand S.P., O'Brien E.T. Arterial hypotension: prevalence of low blood pressure in the general population using ambulatory blood pressure monitoring. *Journal of Human Hypertension* 2000; 14: 243–247.

Материал поступил в редакцию 10.08.2017