

Возможности неинвазивной диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с атеросклерозом

Л.И. Салямова, К.И. Павленко, А.А. Хромова, В.Э. Олейников✉

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

Аннотация

Обоснование. Несмотря на общемировую тенденцию к снижению смертности от сердечно-сосудистой патологии атеросклеротического генеза, данная группа заболеваний продолжает занимать лидирующие позиции в структуре инвалидности и смертности среди населения многих стран.

Цель. Выявление неинвазивных маркеров поражения артериальной стенки, ассоциированных с наличием артериальной гипертензии (АГ) и ишемической болезни сердца (ИБС), у лиц моложе 55 лет.

Материалы и методы. В исследование включен 81 человек. Из них выделены три группы: 1-я (n=31) – контрольная группа практически здоровых лиц, средний возраст – 43 (40; 48) года; 2-я группа (n=21) – больные с ИБС без анамнеза сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), средний возраст – 45,5±6,1 года; 3-я группа (n=29) – пациенты с АГ без ИБС, средний возраст – 47 (35; 50) лет. Обследуемым определяли параметры биохимического анализа крови, проводили объемную сфигмографию и пробу с постокклюзионной реактивной гиперемией.

Результаты. В группах пациентов с ИБС и АГ зарегистрированы негативные изменения липидного профиля и более высокий уровень глюкозы по сравнению со здоровыми лицами. По результатам объемной сфигмографии скорость распространения пульсовой волны в артериях преимущественно эластического типа (R/L-PWV) в 1-й группе составила 10,1±1,7 м/с, во 2-й – 12,9±1,8 м/с, в 3-й – 13,1 (12; 14) м/с ($p_{1-2}=0,029$; $p_{1-3}<0,001$); сердечно-лодыжечный сосудистый индекс – 6,5±0,7, 7,7 (7; 8,7) и 7,8 (7,3; 8,4) соответственно ($p_{1-2}<0,001$; $p_{1-3}<0,001$). Согласно данным пробы с постокклюзионной реактивной гиперемией продемонстрирована сопоставимо высокая частота патологических значений потокозависимой вазодилатации (ПЗВД) и индекса реактивности у пациентов с ИБС и АГ ($p_{1-2}<0,05$; $p_{1-3}<0,05$). Разработана многофакторная модель неинвазивной диагностики ИБС у лиц без анамнеза ССЗ, включающая холестерин липопротеидов невысокой плотности, R/L-PWV, ПЗВД. Для больных АГ факторами риска наличия в анамнезе заболевания оказались глюкоза, показатели липидного обмена, R/L-PWV, скорость распространения пульсовой волны в артериях мышечного типа, индекс аугментации, биологический возраст, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, ПЗВД, индекс реактивности.

Заключение. Полученные результаты подтверждают важность комплексного подхода при скрининговой диагностике ССЗ.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, артериальная жесткость, эндотелиальная функция, липидный профиль

Для цитирования: Салямова Л.И., Павленко К.И., Хромова А.А., Олейников В.Э. Возможности неинвазивной диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с атеросклерозом. Consilium Medicum. 2024;26(1):20–25. DOI: 10.26442/20751753.2024.1.202601

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2024 г.

ORIGINAL ARTICLE

Possibilities of noninvasive diagnostics of cardiovascular diseases associated with atherosclerosis

Ludmila I. Salyamova, Ksenia I. Pavlenko, Angelina A. Khromova, Valentin E. Oleynikov✉

Penza State University, Penza, Russia

Abstract

Background. Despite the global trend towards a decrease in mortality from cardiovascular pathology of atherosclerotic genesis, this group of diseases continues to occupy a leading position in the structure of disability and mortality among the population of many countries.

Aim. Identification of noninvasive markers of arterial wall lesions associated with the presence of arterial hypertension (AH) and coronary heart disease (CHD) in persons younger than 55 years.

Materials and methods. The study included 81 people. Three groups were distinguished from them: 1st (n=31) – a control group of practically healthy individuals, average age – 43 (40; 48) years; 2nd group (n=21) – patients with coronary heart disease without a history of cardiovascular diseases (CVD), average age – 45,5±6,1; group 3 (n=29) – patients with AH without CHD, average age – 47 (35; 50) years. The parameters of a biochemical blood test were determined, volumetric sphygmography and a sample with post-occlusive reactive hyperemia were performed.

Results. In groups of patients with CHD and AH, negative changes in the lipid profile and higher glucose levels were recorded compared to healthy individuals. According to the results of volumetric sphygmography, the pulse wave velocity in arteries of predominantly elastic type (R/L-PWV) in group 1 was 10.1±1.7 m/s, in group 2 – 12.9±1.8 m/s, in group 3 – 13.1 (12; 14) m/s ($p_{1-2}=0.029$; $p_{1-3}<0.001$); cardio-ankle vascular index (CAVI) – 6.5±0.7, 7.7 (7; 8.7) and 7.8 (7.3; 8.4), respectively ($p_{1-2}<0.001$; $p_{1-3}<0.001$). According to the data of the test with post-occlusive reactive hyperemia, a comparably high frequency of pathological values of flow-dependent vasodilation (FDV) and reactivity index (RI) was demonstrated in patients with CHD and AH ($p_{1-2}<0.05$; $p_{1-3}<0.05$). A multifactorial model of noninvasive diagnosis of CHD in individuals without a history of CVD, including non-high-density lipoprotein cholesterol, R/L-PWV, and FDV, has been developed. For patients with AH, glucose, lipid metabolism, R/L-PWV, pulse wave velocity in muscle-type arteries (B-PWV), augmentation index (AI), biological age, CAVI, FDV, RI were the risk factors for the presence of the disease in the anamnesis.

Conclusion. The results obtained confirm the importance of an integrated approach in the screening diagnosis of CVD.

Keywords: ischemic heart disease, arterial hypertension, arterial stiffness, endothelial function, lipid profile

For citation: Salyamova LI, Pavlenko KI, Khromova AA, Oleynikov VE. Possibilities of noninvasive diagnostics of cardiovascular diseases associated with atherosclerosis. Consilium Medicum. 2024;26(1):20–25. DOI: 10.26442/20751753.2024.1.202601

Информация об авторах / Information about the authors

✉ Олейников Валентин Эливич – д-р мед. наук, проф., зав. каф. терапии ФГБОУ ВО ПГУ. E-mail: v.oleynikov@gmail.com

✉ Valentin E. Oleynikov – D. Sci. (Med.), Prof., Penza State University. E-mail: v.oleynikov@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7463-9259

Введение

Несмотря на общемировую тенденцию к снижению смертности от сердечно-сосудистой патологии атеросклеротического генеза, данная группа заболеваний продолжает занимать лидирующие позиции в структуре инвалидности и смертности среди населения многих стран. В Российской Федерации показатель заболеваемости ишемической болезнью сердца (ИБС) в 2020 г. достиг 5113,3 на 100 тыс. человек, смертность составила 347,3 на 100 тыс. [1]. Причем 42% всех смертей от осложнений ИБС приходится на людей трудоспособного возраста [2], что крайне неблагоприятно отражается на социально-экономических показателях. В Европе ежегодно более 4 млн человек умирают от болезней системы кровообращения, из них 45% – от ИБС [3].

Еще одной распространенной сердечно-сосудистой патологией является артериальная гипертензия (АГ), выявляемая более чем у 30% лиц в возрасте 30–79 лет [1]. Часто эти заболевания сопутствуют друг другу. Так, по данным регистра REACH, около 80% больных с ИБС страдают АГ [4]. Нередко ИБС манифестирует в виде острого коронарного синдрома, так как в анамнезе отсутствуют симптомы ишемии миокарда [2]. В свою очередь более 20,3% больных АГ расценивают повышение артериального давления (АД) как транзиторное [5].

В рамках национального проекта «Здравоохранение» с 2019 г. реализуется федеральный проект «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями», направленный на снижение заболеваемости и смертности от кардиоваскулярной патологии, особенно среди людей трудоспособного возраста. В связи с этим активно внедряются диспансерное наблюдение и программы первичной и вторичной профилактики [6].

Важным субстратом развития и прогрессирования АГ и ИБС является эндотелиальная дисфункция (ЭД), предшествующая морфологическим изменениям сосудистой стенки [7]. Поэтому изучение структурно-функциональных характеристик артерий должно активно использоваться при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) атеросклеротического генеза.

Целью исследования явилось выявление неинвазивных маркеров поражения артериальной стенки, ассоциированных с наличием АГ и ИБС, у лиц моложе 55 лет.

Материалы и методы

Проведено одноцентровое открытое сравнительное исследование с участием 81 человека в возрасте от 30 до 55 лет. Протокол составлен в соответствии с принципами Хельсинкской декларации, одобрен локальным этическим комитетом. Все обследуемые подписали информированное согласие.

В соответствии с дизайном исследования пациентов включали в 3 группы: 1-я (n=31) – контрольная группа практически здоровых лиц; 2-я группа (n=21) – больные с ИБС без анамнеза ССЗ; 3-я группа (n=29) – пациенты с АГ без ИБС.

Критерии включения в контрольную группу: отсутствие анамнестических, физикальных, лабораторных, инструментальных (электрокардиография) признаков ССЗ; уровни офисного АД менее 130 и 80 мм рт. ст.; отсутствие любой медикаментозной терапии.

Во 2-ю группу включали пациентов с манифестацией ИБС в виде острого коронарного синдрома. Из них – 13 (61,9%)

пациентов с острым инфарктом миокарда и 8 (38,1%) больных с нестабильной стенокардией. Критерии включения: характерные клинические проявления, электрокардиографические, лабораторные признаки, указывающие на острую ишемию или повреждение миокарда. Критерии исключения: наличие в анамнезе стабильной ИБС и АГ; повторный или рецидивирующий инфаркт миокарда; сахарный диабет 1 и 2-го типа, требующий медикаментозной коррекции инсулином; тяжелые сопутствующие заболевания. Обследование пациентов с ИБС проводили без отмывочного периода, с сохранением фармакотерапии согласно актуальным клиническим рекомендациям Минздрава России.

Критерии включения в 3-ю группу: уровень систолического АД в интервале 140–179 мм рт. ст. и/или диастолического АД 90–109 мм рт. ст., отсутствие антигипертензивной терапии в течение 10 дней до клиничко-лабораторного обследования. Критерии исключения: симптоматическая АГ; документально подтвержденные ССЗ атеросклеротического генеза; хроническая болезнь почек 4–5-й стадии. Длительность АГ составила 6 (5; 10) лет.

В биохимическом анализе крови определяли глюкозу и липидный профиль: общий холестерин (ОХС), триглицериды (ТГ), холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС ЛВП). Рассчитывали холестерин липопротеидов низкой (ХС ЛНП) и невысокой плотности (ХС неЛВП), коэффициент атерогенности (КА).

Региональную жесткость сосудистой стенки оценивали методом объемной сфигмографии с помощью прибора VS-1000 (Fukuda Denshi, Япония) по следующим параметрам: скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) в артериях преимущественно эластического типа справа и слева (R/L-PWV), СРПВ в артериях мышечного типа (B-PWV), индекс аугментации (AI), биологический возраст, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс справа и слева (CAVI).

Для анализа эндотелиальной функции проводили пробу с постокклюзионной реактивной гиперемией по модифицированной методике D. Celermajer на ультразвуковом аппарате MyLab 90 (Esaote, Италия). Регистрировали исходные и максимальные после компрессии манжеты значения скорости и диаметра плечевой артерии с последующим расчетом индекса реактивности (ИРе), потокозависимой вазодилатации (ПЗВД).

Статистический анализ результатов проводили с помощью лицензионной версии программы Statistica 13.0 (StatSoft Inc., США). Параметрические данные отражены в виде $M \pm SD$, непараметрические – Me (Q25%; Q75%). Критерий Стьюдента использовали при параметрическом характере распределения, при непараметрическом распределении – критерий Манна-Уитни. При сопоставлении качественных признаков применяли критерий χ^2 для несвязанных выборок. Логистический регрессионный анализ использовали для выявления факторов, связанных с развитием ССЗ. В качестве порога статистической значимости принимали значение $p < 0,05$.

Результаты

Некоторые антропометрические и анамнестические данные групп сравнения представлены в табл. 1.

При изучении факторов риска отмечено преобладание мужчин среди больных с ИБС по сравнению со здоровыми. Установлена высокая частота курения во 2 и 3-й груп-

Салямова Людмила Ивановна – канд. мед. наук, доц. каф. терапии ФГБОУ ВО ПГУ

Павленко Ксения Игоревна – ассистент каф. терапии ФГБОУ ВО ПГУ

Хромова Ангелина Анатольевна – канд. мед. наук, доц. каф. терапии ФГБОУ ВО ПГУ

Ludmila I. Salyamova – Cand. Sci. (Med.), Penza State University. ORCID: 0000-0001-7130-0316

Ksenia I. Pavlenko – Assistant, Penza State University. ORCID: 0009-0003-3002-5815

Angelina A. Khromova – Cand. Sci. (Med.), Penza State University. ORCID: 0000-0001-7239-6620

Таблица 1. Характеристика включенных в исследование пациентов

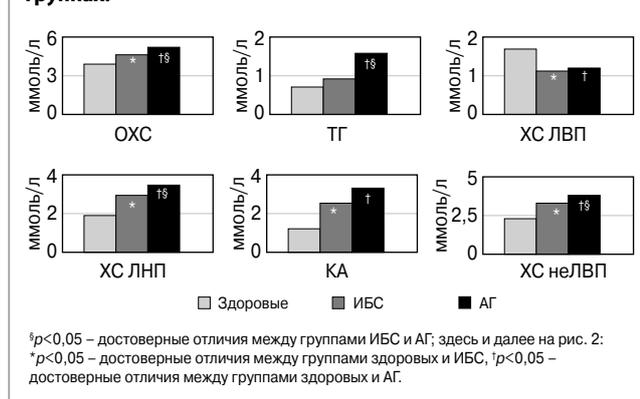
Показатель	Здоровые (n=31)	ИБС (n=21)	P ₁₋₂	АГ (n=29)	P ₁₋₃	P ₂₋₃
	1-я группа	2-я группа		3-я группа		
Возраст, лет	43 (40; 48)	45,5±6,1	0,510	47 (35; 50)	0,572	0,439
Мужской пол, абс. (%)	15 (48,4)	19 (90,5)	0,005	21 (72,4)	0,103	0,224
Отягощенная наследственность, абс. (%)	12 (38,7)	9 (42,9)	0,992	8 (27,6)	0,523	0,411
Курение, абс. (%)	0 (0)	17 (81)	<0,001	7 (24,1)	0,013	0,001
Рост, см	170,1±10,5	173,3±7,2	0,216	173,6±9,6	0,366	0,909
Индекс массы тела, кг/м ²	23,9±2,9	25,4±3,2	0,092	29,3±3,1	<0,001	<0,001
Окружность талии, см	80,4±9,5	88,2±9,2	0,002	98,9±6,9	<0,001	<0,001
Систолическое АД, мм рт. ст.	110 (110; 120)	118 (112; 120)	0,714	148 (143; 160)	<0,001	<0,001
Диастолическое АД, мм рт. ст.	70 (70; 80)	72,9±7,1	0,656	97,6±4,9	<0,001	<0,001
ЧСС, уд/мин	72,1±6,3	66 (65; 68)	0,035	75,4±10,2	0,138	0,002

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений; здесь и далее в табл. 2–4: p – достоверность.

Таблица 2. Показатели объемной сфигмографии в сравниваемых группах

Группы	Здоровые (n=31)	ИБС (n=21)	P ₁₋₂	АГ (n=29)	P ₁₋₃	P ₂₋₃
	1	2		3		
R/L-PWV, м/с	10,1±1,7	12,9±1,8	0,029	13,1 (12; 14)	<0,001	0,437
B-PWV, м/с	6,5±1,02	6,8±1,5	0,333	7,3 (6,7; 8,2)	0,008	0,028
AI	0,88 (0,35; 1,01)	0,96 (1,91; 1,12)	0,007	1,05 (0,9; 1,4)	<0,001	0,379
Биологический возраст, годы	41,4±6,8	48±13,2	0,013	52 (47; 59,5)	<0,001	0,457
CAVI	6,5±0,7	7,7 (7; 8,7)	<0,001	7,8 (7,3; 8,4)	<0,001	0,662

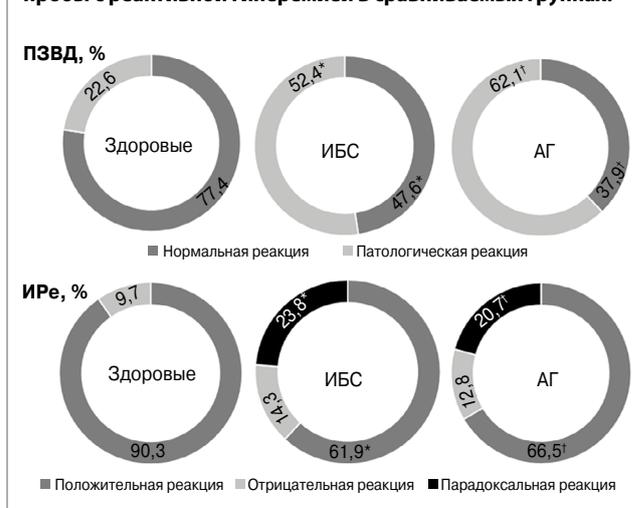
Рис. 1. Параметры липидного профиля в сравниваемых группах.



пах по сравнению с 1-й, причем пациенты с ИБС страдали вредной привычкой в 3,4 раза чаще больных АГ. Наиболее высокие значения индекса массы тела зарегистрированы в группе АГ. Абдоминальное ожирение, диагностированное при окружности талии более 80 см у женщин и более 94 см у мужчин [8], выявлено у 2 (6,5%) лиц 1-й группы, у 6 (28,6%) пациентов 2-й группы и 25 (86,2%) человек 3-й группы ($p_{1-2}=0,076$; $p_{1-3}<0,001$; $p_{2-3}<0,001$). Поскольку больных с ИБС обследовали на фоне медикаментозного лечения, то пациенты данной группы и здоровые имели сопоставимые значения АД. У больных АГ закономерно отмечены более высокие цифры давления (см. табл. 1).

В группе здоровых людей уровень глюкозы составил $5,2\pm 0,4$ ммоль/л. У пациентов с ИБС и АГ зарегистрированы более высокие значения показателя – 5,8 (5,3; 6,6) и 5,6 (5,4; 6,1) ммоль/л соответственно ($p_{1-2}=0,019$; $p_{1-3}=0,041$; $p_{2-3}=0,931$). При анализе показателей липидного профиля выявлены негативные изменения во 2 и 3-й группах. Значения ОХС, XС ЛНП и XС неЛВП оказались минимальными у здоровых людей, промежуточные – у больных с ИБС, максимальные – у пациентов с АГ. Уровень ТГ преобладал в 3-й группе, КА – во 2 и 3-й группах. В свою очередь XС ЛВП оказался наименьшим у больных с ИБС и АГ (рис. 1).

Рис. 2. Показатели эндотелиальной функции по данным пробы с реактивной гиперемией в сравниваемых группах.



По данным объемной сфигмографии значения R/L-PWV, AI и CAVI оказались выше у лиц с АГ и ИБС, B-PWV – в группе АГ (табл. 2). У здоровых людей и пациентов с ИБС показатели биологического возраста соответствовали реальному возрасту ($p_1=0,155$; $p_2=0,439$). При этом в 3-й группе биологический возраст превышал паспортный в среднем на 5 лет ($p_3=0,012$).

Результаты пробы с постокклюзионной реактивной гиперемией продемонстрировали сопоставимо высокую частоту патологических значений ПЗВД у пациентов с ИБС и АГ. При анализе ИРе отрицательная и парадоксальная реакции также преобладали во 2 и 3-й группах (рис. 2).

Поскольку выявлены различия между здоровыми лицами и пациентами с АГ, ИБС по большинству анализируемых лабораторных и инструментальных параметров, проведен однофакторный и многофакторный регрессионный анализ. По результатам однофакторного логистического регрессионного анализа выявлены следующие факторы риска наличия ИБС: глюкоза, ОХС, XС ЛНП, XС неЛВП,

Таблица 3. Факторы риска ИБС у больных моложе 55 лет

Показатель	β	SE	B	p
<i>Однофакторный регрессионный анализ</i>				
Глюкоза, ммоль/л	0,349	0,133	0,318	0,011
ОХС, ммоль/л	0,422	0,129	0,268	0,002
ХС ЛНП, ммоль/л	0,465	0,125	0,231	<0,001
ХС неЛВП, ммоль/л	0,500	0,124	0,265	<0,001
R/L-PWV, м/с	0,629	0,109	0,141	<0,001
AI	0,445	0,127	0,694	<0,001
CAVI	0,383	0,099	0,138	<0,001
ПЗВД, %	-0,428	0,128	-0,002	0,002
ИРе	-0,431	0,128	-0,023	0,001
<i>Многофакторный регрессионный анализ</i>				
Свободный член	-	-	-1,288	<0,001
ХС неЛВП, ммоль/л	0,436	0,084	0,231	<0,001
R/L-PWV, м/с	0,495	0,085	0,109	<0,001
ПЗВД, %	-0,355	0,084	-0,019	<0,001

Примечание. Здесь и далее в табл. 4: β – коэффициент регрессии, B – угловой коэффициент, характеризующий, на какую величину в среднем изменится признак при увеличении переменной на единицу своего измерения, SE – стандартная ошибка.

R/L-PWV, AI, CAVI, ПЗВД, ИРе. В дальнейшем с учетом корреляций между показателями создана многофакторная модель неинвазивной диагностики ИБС у лиц без сердечно-сосудистого анамнеза, включающая ХС неЛВП, R/L-PWV, ПЗВД (табл. 3).

Уровень R^2 составил 0,68; $F(3,47)=33,4$ ($p<0,001$).

Разработанная модель представлена формулой:

$$Y = -1,288 + 0,231X_1 + 0,109X_2 - 0,019X_3,$$

где X_1 – ХС неЛВП, ммоль/л; X_2 – R/L-PWV, м/с; X_3 – ПЗВД, %; Y – переменная отклика, при значении показателя близкому к 0 делается вывод о низком риске ИБС, 1 – о высоком риске наличия ИБС.

Для больных АГ факторами риска наличия в анамнезе этой патологии оказались глюкоза, ОХС, ХС ЛВП, ХС ЛНП, ТГ, ХС неЛВП, R/L-PWV, В-PWV, AI, биологический возраст, CAVI, ПЗВД, ИРе (табл. 4).

В связи с тесными корреляционными связями между выявленными предикторами не представлялось возможным построение многофакторной модели.

Обсуждение

Внедрение программ диспансеризации в России привело к увеличению впервые выявленных случаев АГ и ИБС, что с положительной стороны характеризует проводимые профилактические мероприятия [1]. При этом у большинства пациентов уже присутствуют большое число факторов риска и субклиническое поражение органов-мишеней [9]. Поэтому очевидной является необходимость повышения эффективности алгоритмов раннего выявления лиц с высоким сердечно-сосудистым риском.

Система первичной профилактики основана на использовании различных шкал, которые позволяют прогнозировать развитие ССЗ. Разработаны специальные методики определения сердечно-сосудистого риска среди относительно здоровых людей. К наиболее известным относятся Фремингемская шкала, SCORE, QRISK2. Существенным недостатком шкал является их вероятностный характер, не обеспечивающий абсолютной точности. Развитие сосудистых катастроф у лиц с низким относительным риском указывает на необходимость дальнейшего поиска неинвазивных лабораторных и инструментальных маркеров, доступных для использования в рутинной клинической практике [10].

Таблица 4. Факторы риска наличия в анамнезе АГ у больных моложе 55 лет

Показатель	β	SE	B	p
<i>Однофакторный регрессионный анализ</i>				
Глюкоза, ммоль/л	0,355	0,126	0,317	0,007
ОХС, ммоль/л	0,670	0,103	0,380	<0,001
ХС ЛВП, ммоль/л	-0,571	0,111	-0,683	<0,001
ХС ЛНП, ммоль/л	0,660	0,103	0,285	<0,001
ТГ, ммоль/л	0,482	0,120	0,239	<0,001
ХС неЛВП, ммоль/л	0,746	0,092	0,338	<0,001
R/L-PWV, м/с	0,494	0,093	0,120	<0,001
В-PWV, м/с	0,831	0,074	0,107	<0,001
AI	0,403	0,121	0,301	0,002
Биологический возраст, годы	0,419	0,122	0,018	0,001
CAVI	0,568	0,109	0,238	<0,001
ПЗВД, %	-0,544	0,111	-0,029	<0,001
ИРе	-0,314	0,126	-0,187	0,015

Оценка традиционных факторов риска является ключевым моментом прогнозирования ССЗ. В структуру большинства скрининговых моделей включен ОХС, что объясняется его высокой корреляцией с сердечно-сосудистой патологией. Доказано, что риск смерти пациентов с ИБС повышается при уровне ОХС более 5,3 ммоль/л [11]. В свою очередь снижение ХС ЛНП остается основным компонентом профилактики и лечения ССЗ. Однако остаточный риск может присутствовать даже после оптимизации данного лабораторного показателя [12]. В связи с этим в настоящее время предложено оценивать ХС неЛВП, включающий все атерогенные липопротеиды. Данный показатель добавлен в обновленную модель прогнозирования фатальных и нефатальных ССЗ в 10-летней перспективе SCORE2 и SCORE2-OP [11].

В настоящем исследовании развитие АГ и ИБС ассоциировалось с мужским полом, курением, абдоминальным ожирением, нарушенным липидным и углеводным обменом. Поскольку обследование пациентов с ИБС проводилось на фоне медикаментозного лечения, выявленная дислипидемия указывает на неадекватную гиполипидемическую терапию.

Разрабатываются новые методики прогнозирования ССЗ, основанные только на возрасте и лабораторных показателях. Так, предложена многофакторная модель риска 5-летней смертности, в которую включены такие параметры, как возраст, ОХС, N-концевой фрагмент предшественника мозгового натрийуретического пептида NT-proBNP, С-реактивный белок, глюкоза [10].

Использование визуализирующих методик оценки атеросклеротического поражения артериального русла имеет важное прогностическое значение, особенно у лиц с низким или умеренным риском сердечно-сосудистых заболеваний по традиционным шкалам. Так, по данным С.А. Бойцова и соавт., при обследовании относительно здоровых лиц у 59% выявлены признаки субклинического атеросклероза [13]. Поэтому представляет несомненный интерес оценка структурно-функциональных свойств артерий различного калибра, что нашло отражение в российских и европейских клинических рекомендациях [11, 14].

По современным представлениям, изменения сосудов при АГ и ИБС начинаются с ЭД с последующим развитием атеросклеротического процесса [15]. По этой причине оценка эндотелиальной функции имеет важное значение, поскольку позволяет выявлять доклинические изменения артерий. В настоящей работе отмечена сопоставимо высокая частота патологической реакции эндотелия в ответ на пробу с реактивной гиперемией у пациентов с ИБС и АГ.

Следует подчеркнуть, что отсутствует единое мнение о первичности АГ или ЭД. Отмечено, что нарушение эндотелиальной функции предшествует развитию гипертензии и является ее независимым предиктором [16]. В другом исследовании продемонстрирована вторичность ЭД по отношению к АГ [17].

Поражение артериального русла является системным процессом. При этом вовлечение артерий происходит неравномерно в зависимости от принадлежности к эластическому или мышечному типу. При АГ структурно-функциональные изменения в первую очередь претерпевают артерии мышечного типа [18]. Поэтому представляет интерес оценка вовлечения тех или иных сосудов в патологический процесс у больных с ИБС и АГ. С возрастом увеличивается СРПВ в артериях эластического типа, длительность заболевания и наличие сопутствующей патологии на данный показатель не влияют [19]. Показано, что повышение артериальной жесткости при АГ значительно опережает клинические проявления [19], что подтверждает важность неинвазивной оценки состояния сосудистого русла. В настоящем исследовании отмечено сопоставимое увеличение R/L-PWV как у больных с ИБС, так и АГ. При этом показатель В-PWV оказался значимо выше в группе пациентов с АГ.

Особый интерес представляет изучение показателя САVI, учитывая, что он характеризует состояние магистральных артерий (аорты, бедренной, большеберцовой). Кроме того, САVI зарекомендовал себя как надежный маркер сосудистой ригидности, не зависящий от АД [20]. В последнее время разрабатывают новые параметры артериальной жесткости. В частности, продемонстрирована высокая корреляция САVI с отечественным индексом жесткости START у здоровых и больных АГ, однако новый показатель не апробирован в группе пациентов с ИБС [20], поэтому актуальность использования САVI в настоящее время не вызывает сомнений. В данной работе выявлено достоверное увеличение этого показателя у пациентов с кардиоваскулярной патологией.

По данным регрессионного анализа определены следующие факторы риска наличия ИБС у пациентов без ССЗ в анамнезе: глюкоза, ОХС, ХС ЛНП, ХС неЛВП, R/L-PWV, AI, САVI, ПЗВД, ИР_e; у больных АГ дополнительно – ХС ЛВП, TG, В-PWV, биологический возраст.

Заключение

Согласно результатам проведенного исследования выявлено ухудшение показателей эндотелиальной функции и артериальной жесткости как в группе пациентов с ИБС, так и с АГ. Различия в лабораторных и инструментальных предикторах в двух группах по данным регрессионного анализа подтверждают важность комплексного подхода при скрининговой диагностике ССЗ. Нами предложена многофакторная модель прогнозирования ИБС у лиц моложе 55 лет, основанная на оценке ХС неЛВП, R/L-PWV, ПЗВД. Включение в многофакторную регрессионную модель структурно-функциональных характеристик артерий помимо лабораторного показателя значимо повышает ее прогностические возможности.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ПГУ (протокол №5 от 29 января 2021 г.). Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской конвенции.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Penza State University, protocol No. 5 of January 29, 2021. The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

Источник финансирования. Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда, проект №22-75-00059.

Funding source. The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation, project № 22-75-00059.

Литература/References

1. Здравоохранение в России. 2021: Стат. сб. Росстат. М. 2021 [Zdravookhraneniye v Rossii. 2021: Stat. sb. Rosstat. Moscow. 2021 (in Russian)].
2. Российское кардиологическое общество (РКО). Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4076 [Russian Society of Cardiology (RSC). 2020 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4076 (in Russian)]. DOI:10.15829/29/1560-4071-2020-4076
3. Virani SS, Alonzo A, Benjamin EJ, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2020 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141(9):e139-e596. DOI:10.1161/CIR.0000000000000757
4. Ducrocq G, Bhatt DL, Labreuche J, et al. Geographic differences in outcomes in outpatients with established atherothrombotic disease: results from the REACH Registry. *Eur J Prev Cardiol*. 2014;21(12):1509-16. DOI:10.1177/2047487313501278
5. Rotar O, Konradi A, Taniecheva A, et al. May Measurement Month 2017 in Russia: hypertension treatment and control-Europe. *Eur Heart J Suppl*. 2019;21:D101-3. DOI:10.1093/eurheartj/suz068
6. Журавлева М.В., Терещенко С.Н., Жиров И.В., и др. Оценка влияния применения лекарственного препарата дапаглифлозин у пациентов с хронической сердечной недостаточностью на достижение целевого показателя федерального проекта «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» – снижение смертности от болезней системы кровообращения. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(12):4800 [Zhuravleva MV, Tereshchenko SN, Zhirov IV, et al. Effect of dapagliflozin therapy on achieving cardiovascular mortality target indicators in patients with heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(12):4800 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2021-4800
7. Радайкина О.Г., Власов А.П., Мышкина Н.А. Роль эндотелиальной дисфункции в патологии сердечно-сосудистой системы. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2018;4:8-17 [Radaikina OG, Vlasov AP, Myshkina NA. The role of endothelial dysfunction in the pathology of the cardiovascular system. *Ulyanovsk Medical and Biological Journal*. 2018;4:8-17 (in Russian)]. DOI:10.23648/UMBJ.2018.32.22685
8. Мычка В.Б., Верткин А.Л., Вардаев Л.И., и др. Консенсус экспертов по междисциплинарному подходу к ведению, диагностике и лечению больных с метаболическим синдромом. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2013;12(6):41-82 [Mychka VB, Vertkin AL, Vardaev LI, et al. Experts consensus on the interdisciplinary approach towards the management, diagnostics, and treatment of patients with metabolic syndrome. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2013;12(6):41-82 (in Russian)].
9. Небиеридзе Д.В., Камышова Т.В., Сарычева А.А., Сафарян А.С. Структура сердечно-сосудистого риска у пациентов с артериальной гипертензией впервые обратившихся к врачу. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2018;17(5):5-10 [Nebieridze DV, Kamysheva TV, Sarycheva AA, Safaryan AS. Cardiovascular risk profile in patients with arterial hypertension who first seek medical attention. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2018;17(5):5-10 (in Russian)]. DOI:10.15829/1728-8800-2018-5-5-10

10. Невзорова В.А., Плехова Н.Г., Присеко Л.Г., и др. Методы машинного обучения в прогнозировании исходов и рисков сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с артериальной гипертензией (по материалам ЭССЕ-РФ в Приморском крае). *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):3751 [Nevzorova VA, Plekhova NG, Priseko LG, et al. Machine learning for predicting the outcomes and risks of cardiovascular diseases in patients with hypertension: results of ESSE-RF in the Primorsky Krai. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(3):3751 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2020-3-3751
11. 2021 Рекомендации ESC по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в клинической практике. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(7):5155 [2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(7):5155 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2022-5155
12. Ganda OP, Bhatt DL, Mason RP, et al. Unmet Need for Adjunctive Dyslipidemia Therapy in Hypertriglyceridemia Management. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(3):330-43. DOI:10.1016/j.jacc.2018.04.061
13. Бойцов С.А., Кухарчук В.В., Карпов Ю.А., и др. Субклинический атеросклероз как фактор риска сердечно-сосудистых осложнений. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2012;11(3):82-6 [Boytsov SA, Kukharchuk VV, Karpov YuA, et al. Subclinical atherosclerosis as a risk factor of cardiovascular events. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2012;11(3):82-6 (in Russian)]. DOI:10.15829/1728-8800-2012-3-82-86
14. Бойцов С.А., Погосова Н.В., Аншелес А.А., и др. Кардиоваскулярная профилактика 2022. Российские национальные рекомендации. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(5):5452 [Boytsov SA, Pogossova NV, Ansheles AA, et al. Cardiovascular prevention 2022. Russian national guidelines. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(5):5452 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2023-5452
15. Cortese F, Cecere A, Maria Cortese A, et al. Vascular, cardiac and renal target organ damage associated to arterial hypertension: which noninvasive tools for detection? *J Hum Hypertens*. 2020;34(6):420-31. DOI:10.1038/s41371-020-0307-7
16. Ватутин Н.Т., Складная Е.В. Дисфункция эндотелия сосудов как фактор риска развития артериальной гипертензии. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2017;32(4):23-7 [Vatutin NT, Sklyannaya EV. Endothelial dysfunction as a risk factor of arterial hypertension progression. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2017;32(4):23-7 (in Russian)]. DOI:10.29001/2073-8552-2017-32-4-23-27
17. Lytsy P, Lind L, Sundström J. Endothelial function and risk of hypertension and blood pressure progression: the prospective investigation of the vasculature in Uppsala seniors. *J Hypertens*. 2013;31(5):936-9. DOI:10.1097/HJH.0b013e32835ed5a0
18. Горшков А.Ю., Федорович А.А., Драпкина О.М. Дисфункция эндотелия при артериальной гипертензии: причина или следствие? *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2019;18(6):62-8 [Gorshkov AYu, Fedorovich AA, Drapkina OM. Endothelial dysfunction in hypertension: cause or effect? *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2019;18(6):62-8 (in Russian)]. DOI:10.15829/1728-8800-2019-6-62-68
19. Хаишева Л.А., Шлык С.В., Самакаев А.С., и др. Изучение жесткости сосудистой стенки у пациентов с артериальной гипертензией в зависимости от некоторых факторов риска и ассоциированных клинических состояний. *CardioSomatika*. 2019;10(1):6-11 [Khaisheva LA, Shlyk SV, Samakaev AS, et al. Study of vascular wall stiffness in patients with arterial hypertension depending on certain risk factors and associated clinical conditions. *Cardiosomatics*. 2019;10(1):6-11 (in Russian)]. DOI:10.26442/22217185.2019.1.190187
20. Королев А.И., Федорович А.А., Горшков А.Ю., и др. Факторы фотоплетизмографии, ассоциированные с наличием невыявленной артериальной гипертензии у мужчин с низким и умеренным сердечно-сосудистым риском. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(7):3649 [Korolev AI, Fedorovich AA, Gorshkov AYu, et al. Photoplethysmography factors associated with undiagnosed hypertension in men with low and moderate cardiovascular risk. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(7):3649 (in Russian)]. DOI:10.15829/1728-8800-2023-3649

Статья поступила в редакцию / The article received: 30.11.2023

Статья принята к печати / The article approved for publication: 18.03.2024



OMNIDOCTOR.RU