

УДК 616-534.292

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-60-67>

© Мушкамбаров И.Н., Берестень Н.Ф., Ткаченко С.Б., 2020 г.

АССОЦИИРОВАННОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ УПРУГО-ЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУДНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ И ВЫРАЖЕННОСТИ КРОНАРНОГО АТЕРОСКЛЕРОЗА

¹И. Н. Мушкамбаров, ²Н. Ф. Берестень, ²С. Б. Ткаченко¹Городская клиническая больница им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия²Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

Введение. Изучена ассоциированность упруго-эластических свойств аорты и коронарного атеросклероза с помощью эхокардиографии (ЭхоКГ).

Цель. Выявить ассоциированность ухудшения локальных упруго-эластических свойств грудного отдела аорты с выраженностью коронарного атеросклероза.

Материалы и методы. С помощью коронарографии и ЭхоКГ обследованы 109 пациентов.

Результаты. При стенозе >70%, окклюзии или поражении двух и более коронарных артерий выявлены статистически значимые различия.

Заключение. Ухудшение локальных упруго-эластических свойств грудной аорты ассоциировано со степенью поражения коронарных артерий.

Ключевые слова: эхокардиография, упруго-эластические свойства, грудная аорта, цветовой тканевой доплер, импульсно-волновая тканевая доплерография, коронарный атеросклероз

Контакт: Мушкамбаров Илья Николаевич, loop182@rambler.ru

© Mushkambarov I.N., Beresten N.F., Tkachenko S.B., 2020

ASSOCIATION OF THORACIC AORTA ELASTICITYCHANGES AND SEVERITY OF CORONARY ATHEROSCLEROSIS

¹Ilya N. Mushkambarov, ²Natalya F. Beresten, ²Sergey B. Tkachenko¹Botkin's State Hospital, Moscow, Russia²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Introduction. Became possible to evaluate association between the elasticity of aorta and coronary atherosclerosis using echocardiography.

Purpose. To evaluate the association between worsening of the local thoracic aorta elasticity and the severity of coronary atherosclerosis.

Material and methods. With the application of echocardiography and coronarography there were examined 109 patients.

Results. With stenosis >70%, occlusion or lesion of 2 or more coronary arteries, statistically significant differences were revealed.

Conclusion. Worsening of thoracic aorta local elasticity in patients with coronary atherosclerosis associated with the severity of coronary atherosclerosis.

Key words: echocardiography, elasticity, thoracic aorta, color tissue doppler, pulse wave tissue doppler, coronary atherosclerosis

Contact: Mushkambarov Ilya Nikolaevich, loop182@rambler.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мушкамбаров И.Н., Берестень Н.Ф., Ткаченко С.Б. Ассоциированность изменения упруго-эластических свойств грудного отдела аорты и выраженности коронарного атеросклероза // *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11, № 4. С. 60–67, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-60-67>.

Conflict of interests: the authors stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Mushkambarov I.N., Beresten N.F., Tkachenko S.B. Association of thoracic aorta elasticitychanges and severity of coronary atherosclerosis // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020. Vol. 11, No 4. P. 60–67, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-64-67>.

Введение. В настоящее время появляется все больше данных о связи между упруго-эластическими свойствами артерий и их атеросклеротическим поражением, однако природа этих взаимоотношений остается неясной [1, с. 507–532]. Некоторые исследования предполагают, что ухудшение упруго-

эластических свойств артерий может быть патогенетическим фактором для атеросклеротического поражения, подразумевая причинно-следственную связь между ухудшением упруго-эластических свойств артерий и прогрессированием атеросклероза [1, с. 507–532; 2, с. 504–506]. Другие предполагают

обратное: ухудшение упруго-эластических свойств артерий может быть последствием атеросклеротического поражения, повреждения стенки сосуда и отложения кальция [3, с. 253–258]. Эти процессы могут быть как взаимосвязанными и потенцирующими друг друга, так и полностью независимыми, но происходить в сходных сосудистых участках [1, с. 507–532; 3, с. 253–258].

Благодаря современным ультразвуковым технологиям стало возможным оценивать локальные упруго-эластические свойства грудного отдела аорты. В нашем исследовании применяли ультразвуковые технологии, используемые в эхокардиографии (ЭхоКГ), для оценки локальных упруго-эластических свойств грудного отдела аорты и выявления взаимосвязи между их ухудшением и выраженностью коронарного атеросклероза.

Цель исследования: выявить ассоциированность ухудшения локальных упруго-эластических свойств грудного отдела аорты и выраженности коронарного атеросклероза.

Материалы и методы. В обсервационное аналитическое поперечное клиническое исследование были включены 109 пациентов, которые проходили обследование и лечение в Городской клинической больнице им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы (2016–2019 гг.).

Критерии включения: пациентами подписана форма информированного согласия; возраст 18 лет и старше; проведение инвазивной коронарографии в течение последних 6 месяцев. Критерии исключения: подтвержденные медицинской документацией осложнения коронарного атеросклероза, диагностированные в соответствии с международными рекомендациями (инфаркт миокарда); предшествующее оперативное лечение атеросклеротического поражения коронарных артерий; электрокардиостимуляция; постоянная форма фибрилляции предсердий; гемодинамически значимые клапанные пороки; неинфекционные кардиомиопатии; аневризма восходящего отдела аорты (>45 мм); наличие зон нарушения локальной сократимости в покое; фракция выброса в покое $<50\%$; врожденные пороки сердца (гемодинамически значимые); предшествующие операции на сердце (за исключением радиочастотной абляции); отсутствие данных инвазивной ангиографии. Получено одобрение на проведение работы в этическом комитете ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России. Исследование выполнено в соответствии со стандартами и принципами Хельсинкской Декларации и надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice).

Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) проводилась в М-/В- и доплеровских режимах по стандартной методике на ультразвуковом сканере «VIVID E90» (GE, США), «Aloka prosound alpha 7» (Aloka, Япония) с использованием матричного сек-

торного фазированного датчика 1–4 МГц с синхронной записью мониторного отведения ЭКГ. При ЭхоКГ использовались стандартные эхокардиографические позиции [4, с. 3–25, с. 121–141]. Во время проведения ЭхоКГ изучались упруго-эластические свойства грудной аорты по трем направлениям:

1) стандартные показатели локальных упруго-эластических свойств восходящего отдела грудной аорты, оцененные при помощи цветовой тканевой доплерографии и стандартного М-режима;

2) показатели движения ближней стенки восходящего отдела грудной аорты, оцененные в режиме импульсно-волновой тканевой доплерографии;

3) скорость распространения потока, оцененная с помощью цветового М-режима.

Методика получения стандартных локальных показателей упруго-эластических свойств восходящего отдела грудной аорты. Исследование восходящего отдела грудной аорты проводилось из модифицированной левой парастеральной позиции, располагающейся на одно межреберье выше позиции, используемой для исследования левого желудочка по длинной оси. В сочетании М-режима и тканевой цветовой доплерографии измеряется максимальный систолический диаметр восходящего отдела грудной аорты (Дс) и минимальный диастолический диаметр восходящего отдела грудной аорты (Дд) за 3 последовательных сердечных цикла при скорости развертки 50–100 мм/с при параллельной записи ЭКГ с курсором перпендикулярным к стенке сосуда. За диаметр принимается расстояние между внутренними поверхностями ближней и дальней стенок восходящего отдела грудной аорты. Максимальный систолический диаметр измеряется на границе перехода красного цвета тканевой цветовой доплерографии в синий, что отображает окончание движения и максимальное смещение восходящего отдела грудной аорты. Минимальный диастолический диаметр измеряется на границе перехода синего цвета тканевой цветовой доплерографии в красный, что отображает окончание движения и максимальное смещение восходящего отдела грудной аорты. Измерение диаметра восходящего отдела грудной аорты проводится на участке на 3 см выше фиброзного кольца аортального клапана (рис. 1).

У всех пациентов непосредственно перед эхокардиографией оценивался уровень клинического систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД) определяемый по методу Короткова сфигманометром на плечевой артерии, в положении сидя, трижды, с интервалом 1 мин, учитывалось среднее значение АД. Далее рассчитывался уровень пульсового артериального давления (ПАД) по формуле $ПАД = САД - ДАД$.

Используя полученные значения систолического и диастолического диаметра восходящего отдела

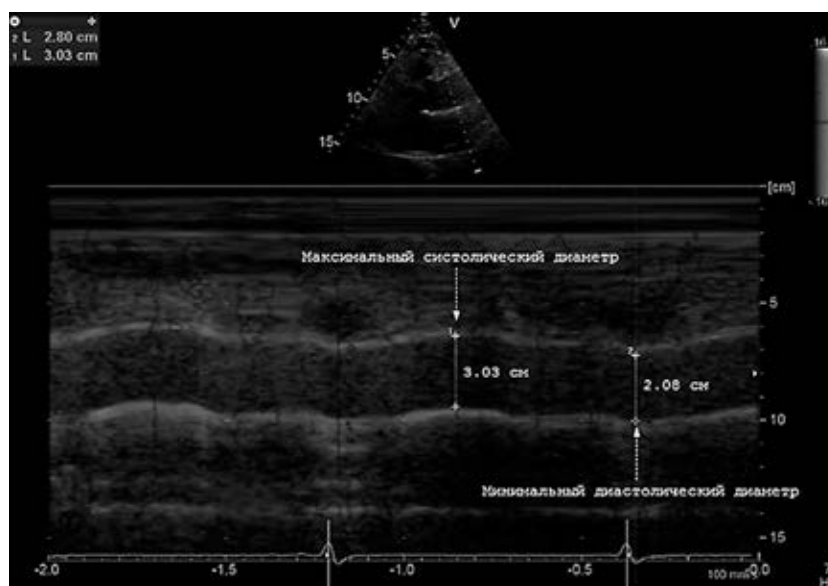


Рис. 1. Измерение максимального систолического и минимального диастолического диаметров. Восходящий отдел грудной аорты 3 см над уровнем аортального клапана (модифицированная парастеральная позиция по длинной оси)

Fig. 1. Measurement of maximal systolic and minimal diastolic diameters. Ascending aorta is 3 cm above the level of the aortic valve (modified parasternal long axis view)

грудной аорты, артериального давления, вычислялись стандартные показатели упруго-эластических свойств аорты, предложенные на первой международной конференции согласия, прошедшей в Париже в 2000 г. под председательством М. Safar и Е. Frohlich: коэффициент растяжимости ($CD = 2\Delta D / (D_d \times \text{ПАД})$), коэффициент податливости ($CC = \pi \times (D_s^2 - D_d^2) / 4 \times \text{ПАД}$), модуль эластичности (жесткости) Петерсона ($E_p = \text{ПАД} \times D_d / \Delta D$), индекс жесткости ($SI = \ln(CAD / DAD) / [(D_s - D_d) / D_d]$) [5, с. 426–444].

Методика получения показателей движения ближней стенки восходящего отдела грудной аорты. Анализ движения ближней стенки восходящего отдела грудной аорты проводится в режиме импульсно-волновой тканевой доплерографии с синхронной записью ЭКГ при задержке дыхания пациентом на протяжении 5–10 сердечных циклов. Контрольный объем размещается в области продольного среза восходящего отдела грудной аорты на участке на 3 см дистальнее фиброзного кольца аортального клапана при скорости развертки 50–100 мм/с. Точкой начала отсчета временных фаз считается первый антеградный систолический пик, соответствующий зубцу R ЭКГ. На каждом графике смещения доплеровских частот, отражающем скорости движения ближней стенки восходящего отдела грудной аорты, должны быть получены и выделены: S — скорость систолического смещения (см/с), A — скорость раннего диастолического смещения (см/с), E — скорость позднего диастолического смещения (см/с) (рис. 2).

Методика получения показателя скорости распространения потока в нисходящем отделе грудной аорты. Для исследования используется

стандартная супрастеральная эхокардиографическая позиция. Курсор М-режима располагается параллельно потоку нисходящего отдела грудной аорты и в сочетании с цветовым доплеровским картированием производится запись цветовой волны потока, получаемой с помощью элайзинг-эффекта, который достигается путем установки предела Найквиста 30–70 см/с. Скорость распространения потока в цветовом М-режиме определяется как отношение расстояния между точками, отображающими начало и конец наклону цветовой волны потока, ко времени между двумя этими точками (рис. 3).

Обработка полученных данных проводилась с использованием программы Statistica (версии 12.0, StatSoft Inc., США). Проверку на нормальность распределения проводили с помощью теста Колмогорова–Смирнова и критерия Лиллиефорса (при $p < 0,05$ распределение признака считали отличающимся от нормального). Полученные результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Ввиду неподтверждения теории о нормальности распределения две независимые группы сравнивали с помощью U-критерия Манна–Уитни.

Результаты и их обсуждение. По результатам инвазивной коронарографии пациенты разделены на две группы: 64 пациента с коронарным атеросклерозом и 45 пациентов без ангиографических признаков коронарного атеросклероза. Для проведения сравнительного анализа группа пациентов с коронарным атеросклерозом была разделена на подгруппы по степени выраженности стеноза в коронарных артериях: стеноз коронарных артерий 50–69%, стеноз коронарных артерий 70–89%, сте-

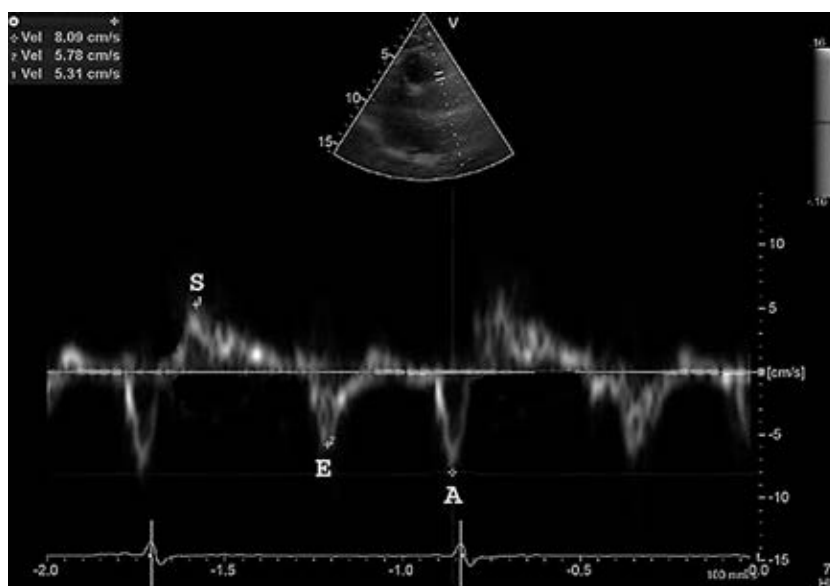


Рис. 2. Измерение пиковых скоростей волн S, E и A. Восходящий отдел грудной аорты 3 см над уровнем аортального клапана (модифицированная парастернальная позиция по длинной оси)

Fig. 2. Measurement of peak wave velocities S, E, and A. Ascending aorta is 3 cm above the aortic valve (modified parasternal long axis view)

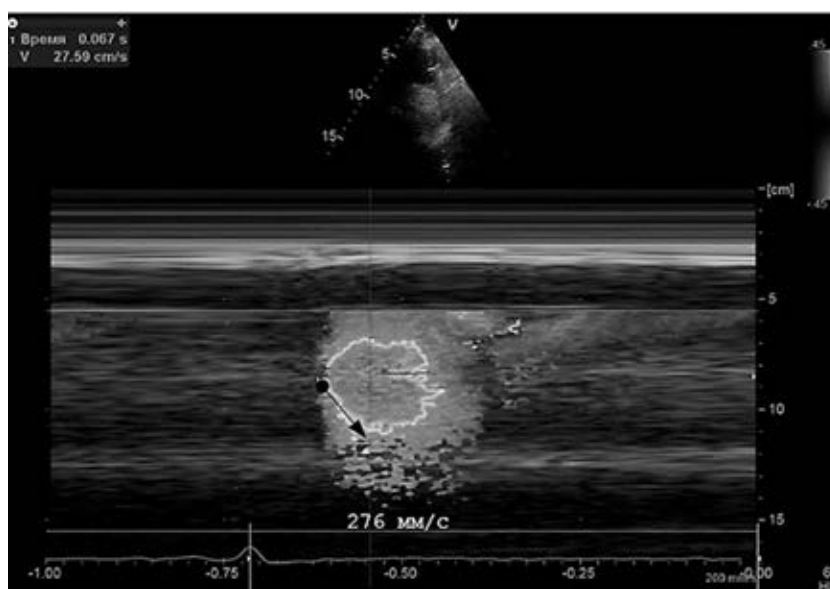


Рис. 3. Измерение скорости распространения потока в цветовом М-режиме. Нисходящий отдел грудной аорты (супрастернальная позиция)

Fig. 3. Measurement of the propagation velocity in color M-mode. Descending aorta (Suprasternal view)

ноз коронарных артерий 90–99%, окклюзия в коронарных артериях. А также по количеству пораженных атеросклерозом коронарных артерий: поражена 1 коронарная артерия, поражены 2 коронарные артерии, поражены 3 коронарные артерии, поражены более 3 коронарных артерий. Клиническая характеристика пациентов приведена в табл. 1.

По возрасту, ЧСС, САД, ДАД, ПАД, росту, массе тела, индексу массы тела, площади поверхности тела пациенты в группах значимо не различались. В табл. 2 представлены данные о встречаемости классических факторов риска ИБС в исследованных группах.

При проведении сравнительного анализа показателей упруго-эластических свойств грудного отдела

аорты в зависимости от степени атеросклеротического поражения коронарных артерий в группе пациентов с коронарным атеросклерозом и степенью стеноза коронарных артерий 50–69% процентов показатели упруго-эластических свойств грудного отдела аорты значимо не отличались от показателей группы пациентов без коронарного атеросклероза. При степени стеноза коронарных артерий 70–89% коэффициент растяжимости был значимо ниже ($p=0,03$); модуль эластичности (жесткости) Петерсона и индекс жесткости были значимо выше ($p=0,03$ и $p=0,01$ соответственно); скорость E ближней стенки восходящего отдела аорты и скорость распространения потока в нисходящей аорте

Таблица 1

Клиническая характеристика групп ($M \pm SD$)

Table 1

Clinical characteristics of patients in groups

Показатель	Группа 1 (КАГ+), n=64	Группа 2 (КАГ-), n=45	p
Возраст, годы	66±8	64±9	0,41
Частота сердечных сокращений, уд./мин	74±4	73±4	0,46
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	130±16	130±8	0,82
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	76±9	77±8	0,56
Пульсовое артериальное давление, мм рт.ст.	55±14	54±12	0,88
Рост, см	170±9	168±10	0,28
Масса тела, кг	83±12	81±15	0,23
Индекс массы тела, кг/м ²	29±4	29±4	0,53
Площадь поверхности тела, м ²	1,98±0,18	1,93±0,21	0,30

были значимо ниже ($p=0,02$ и $p=0,0002$ соответственно). При степени стеноза коронарных артерий 90–99% коэффициент податливости был значимо ниже ($p=0,02$); скорости E, A ближней стенки восходящего отдела аорты и скорость распространения потока в нисходящей аорте были значимо ниже ($p=0,03$, $p=0,0006$ и $p=0,0001$ соответственно). При окклюзии в коронарных артериях скорости E,

странения потока в нисходящей аорте были значимо ниже ($p=0,01$ и $p=0,00003$ соответственно). При поражении трех коронарных артерий коэффициенты растяжимости и податливости были значимо ниже ($p=0,01$ и $p=0,01$ соответственно); модуль эластичности (жесткости) Петерсона и индекс жесткости значимо выше ($p=0,01$ и $p=0,01$ соответственно); скорость E ближней стенки восходящего отдела

Таблица 2

Частота выявления классических факторов риска ишемической болезни сердца в исследованных группах

Table 2

Frequency of CAD risk factors in groups

Показатель	Группа 1 (КАГ+), n=64	Группа 2 (КАГ-), n=45
Возраст (мужчины >45 лет, женщины >55 лет)	59 (92%)	41 (91%)
Семейный анамнез ранних сердечно-сосудистых заболеваний (<55 лет у мужчин, <65 лет у женщин)	54 (84%)	37 (82%)
Дислипидемия (общий холестерин >4,9 ммоль/л, или холестерин липопротеидов низкой плотности >3,0 ммоль/л, или холестерин липопротеидов высокой плотности <1,0 для мужчин или <1,2 ммоль/л для женщин или триглицериды >1,7 ммоль/л)	48 (75%)	40 (89%)
Ожирение (индекс массы тела >30 кг/м ²)	37 (58%)	32 (71%)
Курение	45 (70%)	37 (82%)
Глюкоза крови натощак >5,6 ммоль/л или сахарный диабет в анамнезе	23 (36%)	17 (38%)
Артериальная гипертензия	61 (95%)	43 (96%)

А ближней стенки восходящего отдела аорты и скорость распространения потока в нисходящей аорте были значимо ниже ($p=0,03$, $p=0,003$ и $p=0,004$ соответственно) (табл. 3).

При проведении сравнительного анализа показателей упруго-эластических свойств грудного отдела аорты в зависимости от количества пораженных атеросклерозом коронарных артерий у пациентов с поражением 1-й коронарной артерии показатели упруго-эластических свойств грудного отдела аорты значимо не отличались от показателей группы пациентов без коронарного атеросклероза. При поражении двух коронарных артерий скорость E ближней стенки восходящего отдела аорты и скорость распро-

аорты и скорость распространения потока в нисходящей аорте были значимо ниже ($p=0,01$ и $p=0,007$ соответственно). При поражении более трех коронарных артерий коэффициент податливости был значимо ниже ($p=0,04$); скорости S, E ближней стенки восходящего отдела грудной аорты и скорость распространения потока в нисходящей аорте были значимо ниже ($p=0,02$, $p=0,00005$ и $p=0,0002$ соответственно) (табл. 4).

Наше исследование показывает ассоциированность степени поражения коронарных артерий и ухудшения упруго-эластических свойств грудного отдела аорты. В подгруппах пациентов со стенозом коронарной артерии 50–69% и с поражением одной

Таблица 3

Сравнительный анализ показателей упруго-эластических свойств грудного отдела аорты в группах в зависимости от степени атеросклеротического поражения коронарных артерий ($M \pm SD$)

Table 3

Comparative analysis of thoracic aorta elasticity depending on the severity of atherosclerotic lesion in the coronary arteries ($M \pm SD$)

Показатели	Группа 1 (пациенты с коронарным атеросклерозом), n=64				Группа 2 (пациенты без коронарного атеросклероза), n=45
	стеноз коронарных артерий 50–69%, n=13	стеноз коронарных артерий 70–89%, n=12	стеноз коронарных артерий 90–99%, n=27	окклюзия коронарных артерий, n=12	
Коэффициент растяжимости (CD), мм рт.ст. ⁻¹ ×10 ⁻¹	243,61±117,58	196,42±70,25*	235,62±124,38	234,23±87,75	283,22±123,66
Коэффициент податливости (CC), см ² ×мм рт.ст. ⁻¹ ×10 ³	166,47±68,60	148,63±56,99	148,60±65,22*	182,15±69,30	193,26±78,21
Модуль эластичности (жесткости) Петерсона, мм рт.ст.	973,73±380,19	1168,26±502,94*	1060,41±466,90	981,98±397,58	851,85±383,89
Индекс жесткости	4,37±1,84	5,14±1,98*	4,46±1,85	4,25±1,65	3,66±1,65
S (скорость систолического смещения), см/с	9,15±4,68	8,90±2,08	7,70±1,80*	7,23±2,20*	9,22±2,60
E (скорость раннего диастолического смещения), см/с	5,93±3,04	4,93±0,96*	4,90±1,37*	4,68±1,42*	6,40±1,92
A (скорость позднего диастолического смещения), см/с	9,41±4,64	8,81±2,26	8,02±1,45	8,56±1,63	8,81±2,08
Скорость распространения потока нисходящей аорты в цветовом M-режиме, мм/с	415,23±116,20	320,75±79,22*	355,00±149,74*	351,42±127,74*	491,09±149,97

Примечание: *p<0,05 — достоверность различия между группами 1 и 2.

Note: *p<0,05 — significance of difference between group 1 and group 2.

Таблица 4

Сравнительный анализ показателей упруго-эластических свойств грудного отдела аорты в группах в зависимости от количества пораженных атеросклерозом коронарных артерий ($M \pm SD$)

Table 4

Comparative analysis of thoracic aorta elasticity in groups depending on the number of coronary arteries affected by atherosclerosis ($M \pm SD$)

Показатель	Группа 1 (пациенты с коронарным атеросклерозом), n=64				Группа 2 (пациенты без коронарного атеросклероза), n=45
	поражена одна коронарная артерия, n=13	поражены две коронарные артерии, n=12	поражены три коронарные артерии, n=14	поражены более трех коронарных артерий, n=12	
Коэффициент растяжимости (CD), мм рт.ст. ⁻¹ ×10 ⁻¹	264,19±125,83	233,53±129,95	193,10±65,96*	230,25±103,56	283,22±123,66
Коэффициент податливости (CC), см ² ×мм рт.ст. ⁻¹ ×10 ³	173,77±55,81	175,57±79,13	134,68±52,80*	155,77±67,65*	193,26±78,21
Модуль эластичности (жесткости) Петерсона, мм рт.ст.	892,87±336,87	1115,87±592,29	1146,50±361,02*	1041,74±447,47	851,85±383,89
Индекс жесткости	4,09±1,56	4,91±2,44	4,78±1,55*	4,43±1,80	3,66±1,65
S (скорость систолического смещения), см/с	8,48±4,88	8,05±1,53	8,69±2,24	7,67±1,99*	9,22±2,60
E (скорость раннего диастолического смещения), см/с	6,16±2,99	4,91±0,85*	5,04±1,69*	4,61±1,14*	6,40±1,92
A (скорость позднего диастолического смещения), см/с	10,07±4,26	8,03±1,91	8,76±1,99	7,90±1,62	8,81±2,08
Скорость распространения потока нисходящей аорты в цветовом M-режиме, мм/с	418,92±110,37	304,17±64,80*	370,57±184,47*	350,60±117,64*	491,09±149,97

Примечание: *p<0,05 — достоверность различий между группами 1 и 2.

Note: *p<0,05 — significance of difference between group 1 and group 2.

коронарной артерии статистически значимых отличий от пациентов без коронарного атеросклероза не выявлено. В подгруппах пациентов с более выраженным поражением коронарных артерий (стеноз >70%, окклюзия или поражение двух и более коронарных артерий) выявлены статистически значимые отличия, однако показатели, имеющие статистическую достоверность крайне неоднородны, что указывает на преимущество комплексной оценки. Стоит отметить, что во всех подгруппах со стенозом коронарной артерии >70%, окклюзией коронарной артерии или поражением двух и более коронарных артерий значимо ниже были: скорость Е ближней стенки восходящего отдела аорты и скорость распространения потока в нисходящей аорте.

Множество проведенных исследований показывают связь между упруго-эластическими свойствами аорты и коронарным атеросклерозом. Значительно меньше исследований посвящено ассоциированности между выраженностью коронарного атеросклероза и упруго-эластическими свойствами аорты. D. Facuda и соавт. в своей работе показали связь между упруго-эластическими свойствами аорты и выраженностью коронарного атеросклероза, используя скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) и данные инвазивной коронарографии [6, с. 759–762]. С. М. Chung и соавт. проводили работы по ассоциированности упруго-эластических свойств аорты с выраженностью коронарного атеросклероза в 2014 и 2015 гг. [7, с. 294–299; 8, с. 1369–1375]. В обеих работах была использована СРПВ и инвазивная коронарография. Была показана ассоциированность между выраженностью поражения коронарных артерий и упруго-эластическими свойствами аорты в виде увеличения СРПВ. О. О. Duman и соавт. (2015) провели аналогичное исследование также на базе СРПВ и инвазивной ангиографии [9, с. 315–322]. Результаты нашей работы концептуально подтверждают данные упомянутых исследований, однако имеют значительные отличия по существу. В большей части исследований для оценки упруго-эластических свойств аорты использовали показатель СРПВ. Статистические данные о распространенности и доступности данной методики в Российской Федерации отсутствуют. Мы использовали ЭхоКГ для оценки локальных упруго-

эластических свойств грудной аорты, сделав акцент на современные ультразвуковые технологии доступной методики и локальные упруго-эластические свойства аорты. D. Facuda и соавт. оценивали выраженность коронарного атеросклероза по количеству пораженных коронарных артерий, в то время как наше исследование оценивало дополнительно максимальную степень стеноза коронарных артерий.

В работах С. М. Chung и соавт. (2014) и О. О. Duman и соавт. (2015) были учтены и количество пораженных коронарных артерий, и степень их поражения. Однако, в отличие от нашей работы, степень поражения в работе D. Facuda и соавт. оценивалась с помощью шкалы SYNTAX, а в работе О. О. Duman и соавт. с помощью шкалы Gensisi, что позволило провести корреляционный, но не сравнительный анализ между степенью поражения коронарных артерий и СРПВ в обеих работах. В работе С. М. Chung и соавт. (2015) были выбраны пациенты старше 65 лет, что значительно отличается от нашего исследования ограниченностью выборки.

Н. К. Egyol и соавт., В. Güngör и соавт. использовали ЭхоКГ для оценки локальных упруго-эластических свойств грудной аорты и их ассоциированности с коронарным атеросклерозом [10, с. 219–230; 11, с. 223–229]. В данных работах существуют значительные отличия от нашего исследования, однако основным является то, что оценка ассоциированности упруго-эластических свойств грудной аорты со степенью выраженности коронарного атеросклероза не проводилась.

Дизайн поперечного клинического исследования позволяет нам установить ассоциированность, но не причинно-следственную связь между ухудшением локальных упруго-эластических свойств грудного отдела аорты, наличием и выраженностью коронарного атеросклероза. Также исследование не может рекомендовать использование в клинической практике данных показателей локальных упруго-эластических свойств грудной аорты для диагностики наличия и выраженности коронарного атеросклероза.

Заключение. Ухудшение локальных упруго-эластических свойств грудной аорты, оцененных с помощью технологий, используемых в эхокардиографии у лиц с коронарным атеросклерозом, ассоциировано со степенью поражения коронарных артерий.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Vlachopoulos C., Xaplanteris P., Aboyans V. et al. The role of vascular biomarkers for primary and secondary prevention. A position paper from the European Society of Cardiology Working Group on peripheral circulation: Endorsed by the Association for Research into Arterial Structure and Physiology (ARTERY) Society // *Atherosclerosis*. 2015. Vol. 241. P. 507–532.
2. Lee J.G., Joo S.J. Arterial stiffness and cardiovascular risk // *Korean J. Int. Med.* 2019. Vol. 34, No. 3. P. 504–506. doi: 10.3904/kjim.2019.110.
3. Mikael L.R., Paiva A.M.G., Gomes M.M. et al. Vascular Aging and Arterial Stiffness // *Arq. Bras. Cardiol.* 2017. Vol. 109, No. 3. P. 253–258. doi: 10.5935/abc.20170091.
4. Отто К. *Клиническая эхокардиография: практическое руководство* / пер. с англ.; под ред. М.М.Галагудзы, Т.М.Домницкой, М.М.Зеленикина, Т.Б.Кулагинной, В.С.Никифорова, В.А.Сандрикова. М.: Логосфера. 2019. 1352 с. [Otto C. *Practice of Clinical Echocardiography*. Moscow: publishing house Logosfera, 2017, 1352 p. (In Russ.).]
5. O'Rourke M.F., Staessen J.A., Vlachopoulos C., Duprez D., Plante G.E. Clinical applications of arterial stiffness; definitions and reference values // *Amer. J. Hypertens.* 2002. Vol. 15. P. 426–444. doi: 10.1016/S0895-7061(01)02319-6.

6. Fukuda D., Yoshiyama M., Shimada K. et al. Relation between aortic stiffness and coronary flow reserve in patients with coronary artery disease // *Heart*. 2006. Vol. 92, No. 6. P. 759–762. doi: 10.1136/hrt.2005.067934.
7. Chung C.M., Yang T.Y., Lin Y.S., Chang S.T., Hsiao J.F., Pan K.L. Relation of arterial stiffness assessed by brachial-ankle pulse wave velocity to complexity of coronary artery disease // *Amer. J. Med. Sci.* 2014. Vol. 348, No. 4. P. 294–299.
8. Chung C.M., Tseng Y.H., Lin Y.S., Hsu J.T., Wang P.C. Association of brachial-ankle pulse wave velocity with atherosclerosis and presence of coronary artery disease in older patients // *Clin. Int. Aging*. 2015. Vol. 10. P. 1369–1375.
9. Duman O.O., Goldeli O., Gursul E., Baris N., Ozpelit E., Simsek M.A. The value of aortic pulse wave velocity in predicting coronary artery disease diagnosis and severity // *Acta Cardiol.* 2015. Vol. 70, No. 3. P. 315–322. doi: 10.1080/ac.70.3.3080636
10. Eryol N.K., Topsakal R., Cicek Y., Abaci A., Oguzhan A., Basar E. et al. Color Doppler tissue imaging in assessing the elastic properties of the aorta and in predicting coronary artery disease // *Jpn Heart j.* 2002. Vol. 43. P. 219–230.
11. Güngör B., Yılmaz H., Ekmekçi A., Özcan K.S., Tijani M., Osmonov D. Aortic stiffness is increased in patients with premature coronary artery disease: a tissue Doppler imaging study // *J. Cardiol.* 2014. Vol. 63, No. 3. P. 223–229.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 22.09.2020 г.

Авторский вклад в подготовку статьи:

Вклад в концепцию и план исследования — И.Н.Мушкамбаров, Н.Ф.Берестень, С.Б.Ткаченко. Вклад в сбор данных — И.Н.Мушкамбаров, Н.Ф.Берестень. Вклад в анализ данных и выводы — И.Н.Мушкамбаров, Н.Ф.Берестень. Вклад в подготовку рукописи — И.Н.Мушкамбаров, Н.Ф.Берестень, С.Б.Ткаченко.

Сведения об авторах:

Мушкамбаров Илья Николаевич — врач отделения ультразвуковой диагностики Городской клинической больницы им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы; 125284, Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 5; e-mail: loop182@rambler.ru; SPIN 6632–0740;

Берестень Наталья Федоровна — доктор медицинских наук, профессор кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125993, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1; e-mail: nberesten@yandex.ru; SPIN 4547–7137;

Ткаченко Сергей Борисович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125993, Москва, Баррикадная ул., д. 2/1, стр. 1; e-mail: nberesten@yandex.ru; SPIN 5218–6788.



Курс последипломного обучения профессора Т. Н. Трофимовой кафедры рентгенологии и радиационной медицины ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова приглашает

на программы обучения, посвященные актуальным вопросам лучевой диагностики.

Подробная информация по телефону: 7 (981) 744-72-46, e-mail: luchevayadiagnostical@mail.ru, на сайте: radiomed.ru

Регистрация для участия в программах повышения квалификации: Отдел дополнительного профессионального образования ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. Телефон: +7 (812) 338-60-48, e-mail: edudogovor@spb-gmu.ru

Регистрация для участия в программах НМО через личный кабинет на сайте: edu.rosminzdrav.ru, sovetnmo.ru

Название программы	Вид обучения	Сроки проведения	Продолжительность, часы
Ранний пренатальный ультразвуковой скрининг	ТУ НМО	14.09-30.09.2020	18
Менеджмент в радиологии	ТУ	По мере комплектования групп	16
Современные стандарты анализа лучевых изображений в системе ОМС	ТУ НМО	По мере комплектования групп	18
Современные стратегии лучевой диагностики онкологических заболеваний в системе ОМС	ТУ НМО	По мере комплектования групп	18
Ультразвуковая диагностика	ПП	По мере комплектования групп	504
Современные стандарты лучевой диагностики в системе ОМС	ТУ	По мере комплектования групп	16
Лучевая диагностика в нейрорепедиатрии	ТУ НМО	По мере комплектования групп	18
Лучевая диагностика в нейроонкологии	ТУ	По мере комплектования групп	16
Лучевая диагностика опухолей мочеполовой системы	ТУ	По мере комплектования групп	16
MPT плода	ТУ	По мере комплектования групп	16
Ультразвуковая диагностика в клинической практике	СЦ	По мере комплектования групп	144
Рентгенодиагностика, КТ и МРТ	СЦ	По мере комплектования групп	144