

## Ассоциация параметров сосудистой жесткости и субклинического атеросклероза с костной массой у женщин в постменопаузе

Алиханова Н. А., Скрипникова И. А., Ткачева О. Н., Абирова Э. С., Новиков В. Е., Мурашко Л. М., Шарашкина Н. В., Исайкина О. Ю., Выгодин В. А.

ФГБУ Государственный научно-исследовательский центр профилактической медицины Минздрава России. Москва, Россия

**Цель.** Изучить взаимосвязь параметров сосудистой жесткости и субклинического атеросклероза с минеральной плотностью кости (МПК) у женщин в постменопаузальном периоде.

**Материал и методы.** В одномоментное исследование включены 107 пациенток в возрасте 45-82 года, наблюдавшихся амбулаторно и подписавших информированное согласие. В исследование не включали пациенток с любыми клиническими проявлениями атеросклероза, злокачественными заболеваниями, с заболеваниями, вызывающими вторичный остеопороз, принимающих препараты, влияющие на костный обмен и на показатели сосудистой жесткости. Толщина комплекса интима-медиа (КИМ), наличие и количество атеросклеротических бляшек (АБ) исследовались с помощью дуплексного сканирования. Скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), индекс аугментации (ИА) измерялись методом аппланационной тонометрии (SphygmoCor). МПК позвоночника и проксимального отдела бедра измерялась с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. Статистический анализ осуществлялся с помощью пакета прикладных программ Statistical Analysis System (USA).

**Результаты.** С увеличением продолжительности менопаузы отмечалось постепенное увеличение СРПВ, ИА, толщины КИМ и снижение МПК. Максимальные показатели сосудистой жесткости и наиболее низкая МПК были выявлены после 10 лет менопаузы. Остеопороз был диагностирован у 27 (25%) пациенток, остеопения

у 38 (36%), нормальный уровень МПК у 42 (39%). Риск снижения костной массы и развития остеопороза возрастал в 3 раза при высоких значениях СРПВ ( $\geq 10$  м/с) ( $p < 0,05$ ), в >4 раза при ИА  $\geq 20\%$  ( $p < 0,05$ ) и толщины КИМ  $> 9$  мм ( $p = 0,02$ ) и в 2,45 раза при наличии АБ в сонных артериях ( $p = 0,03$ ). В ходе многомерного регрессионного анализа отрицательная связь между ИА, толщиной КИМ и МПК сохранялась, в то время как ассоциация между СРПВ, наличием АБ не подтвердилась.

**Заключение.** С увеличением продолжительности менопаузы отмечалось увеличение параметров сосудистой жесткости СРПВ, ИА, толщины КИМ и потеря костной массы. Снижение МПК у женщин в постменопаузе ассоциируется с высокими показателями СРПВ, ИА, толщины КИМ и количеством АБ, однако независимыми маркерами низкой костной массы показали себя только ИА и толщина КИМ.

**Ключевые слова:** минеральная плотность кости, скорость распространения пульсовой волны, индекс аугментации, комплекс интима-медиа, постменопауза.

Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2016; 15(2): 51–56  
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-51-56>

Поступила 28/01-2016

Принята к публикации 12/02-2016

### Association of vessel stiffness parameters and subclinical atherosclerosis and mass of bone tissue in postmenopausal women

Alikhanova N. A., Skripnikova I. A., Tkacheva O. N., Abirova E. S., Novikov V. E., Murashko L. M., Sharashkina N. V., Isaykina O. Yu., Vygodin V. A.  
 National Research Center for Preventive Medicine of the Ministry of Health. Moscow, Russia

**Aim.** To study relation of vessel wall stiffness parameters and subclinical atherosclerosis with mineral density of bone (MDB) in postmenopausal women.

**Material and methods.** Into a simultaneous study were included 107 patients at the age 45-82 y.o., being monitored in outpatient circumstances and signed informed consent. We did not include patients with any clinical sign of atherosclerosis, malignancies, secondary osteoporosis causing diseases, as those who had been taking drugs influencing calcium metabolism or vessel wall stiffness parameters. The intima-media complex (IMC), presence or absence of atherosclerotic lesions (AL) were studied via duplex scanning. Pulse wave velocity

(PWV), augmentation index (AI) were measured by application tonometry (SphygmoCor). MDB of the spine and of proximal femur was measured via double energetic x-ray absorptiometry. Statistics done with the software by Statistical Analysis System (USA).

**Results.** With the increase of menopause duration, there was gradual increase of PWV, AI, IMC and decrease of MDB. Maximal values of vessel stiffness and the highest MDB were found in 10 years after menopause. Osteoporosis was diagnosed in 27 (25%) of patients, osteopenia in 38 (36%), normal MDB in 42 (39%). The risk of bone mass decrease and of osteoporosis development increased 3 times in higher values of PWV ( $\geq 10$  m/s) ( $p < 0,05$ ), more than 4 times in AI  $\geq 20\%$  ( $p < 0,05$ ) and IMC

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Тел.: +7 (916) 672-40-23

e-mail: ISkripnikova@gnicpm.ru

[Алиханова Н. А. — врач терапевтического отделения клинической больницы №1 Управления делами Президента РФ, Скрипникова И. А.\* — д.м.н., руководитель отдела профилактики остеопороза, Ткачева О. Н. — д.м.н., профессор, руководитель отдела изучения процессов старения и профилактики возраст-ассоциированных заболеваний, Абирова Э. С. — к.м.н., с.н.с. отдела профилактики остеопороза, Новиков В. Е. — н.с. отдела, Мурашко Л. М. — н.с. отдела, Шарашкина Н. В. — с.н.с. отдела изучения процессов старения и профилактики возраст-ассоциированных заболеваний, Исайкина О. Ю. — с.н.с. отдела первичной профилактики хронических неинфекционных заболеваний в системе здравоохранения, Выгодин В. А. — в.н.с. лаборатории биостатистики].

thickness >9 mm ( $p=0,02$ ) and in 2,45 times if AL in carotid arteries were found ( $p=0,03$ ). During multifactor regression analysis, negative relation of AI, IMC thickness and MDB remained, though association with PWV and AL was not proven.

**Conclusion.** With the increase of menopause duration there was increase of vessel rigidity parameters PWV, AL, IMC thickness and bone mass loss. Decrease of MDB in postmenopausal women is associated

with high values of PWV, IA, IMC thickness and AL amount, but as independent predictors of low bone mass were only AI and IMC.

**Key words:** mineral density of bone, pulse wave velocity, augmentation index, intima-media complex, postmenopause.

Cardiovascular Therapy and Prevention, 2016; 15(2): 51–56

<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-51-56>

АБ — атеросклеротическая бляшка, ИА — индекс аугментации, КИМ — комплекс интима медиа, СРПВ — скорость распространения пульсовой волны, МПК — минеральная плотность кости, ПМ — постменопаузальный период.

Среди наиболее частых причин инвалидности и смертности женщин в постменопаузальном периоде выделяют клинические последствия атеросклероза и остеопороза: сердечно-сосудистые катастрофы и переломы костей. Известно, что различные факторы, влияющие на костный метаболизм, вовлечены в механизмы сосудистых заболеваний [1, 2]. Отмечается сходство в течении этих заболеваний: они могут протекать бессимптомно долгие годы и зачастую проявляются клинически после наступления менопаузы. Поэтому для оценки ассоциации между атеросклерозом и остеопорозом чаще используют суррогатные маркеры этих заболеваний — сосудистую кальцификацию или ригидность (жесткость) сосудистой стенки и низкую минеральную плотность кости (МПК) [3, 4]. Результаты многочисленных исследований продемонстрировали тесную зависимость между частотой развития сердечно-сосудистых осложнений и повышением сосудистой жесткости. Повышение жесткости как системное явление при атеросклерозе связывают с распространенной кальцификацией сосудов. Наиболее часто определяемыми параметрами сосудистой жесткости являются скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) и индекс аугментации (ИА) [5, 6], который количественно характеризует обратную или отраженную пульсовую волну, а маркерами субклинического атеросклероза — толщина комплекса интима-медиа (КИМ) сонных артерий и наличие атеросклеротических бляшек (АБ) [7, 8].

В экспериментальных исследованиях продемонстрировано, что сосудистая и костная ткани имеют ряд общих свойств, а в клинических работах показана ассоциация низкой костной массы с аортальной кальцификацией, отложением кальция в периферических сосудах и увеличением уровня коронарного кальция [9, 10]. У женщин >60 лет с наличием кальцинатов в аорте скорость потери костной массы увеличивалась в 2 раза ~3,4% vs 1,4% в год [3]. В настоящее время имеются единичные работы, посвященные связи между МПК и параметрами сосудистой жесткости, в которых была отмечена отрицательная связь МПК с СРПВ и ИА [4, 11].

Выявленные связи в механизмах развития обоих заболеваний способствуют лучшему понима-

нию патогенеза болезней и в перспективе, разработке уникальных фармакологических средств и терапевтических подходов, которые могут одновременно купировать проявления обоих заболеваний у лиц пожилого возраста.

Целью настоящей работы было оценить взаимосвязь между параметрами состояния сосудистой стенки и МПК.

## Материал и методы

Настоящее исследование проводилось, на базе ФГБУ «ГНИЦПМ» Минздрава России. В одномоментное исследование включены 107 пациенток в возрасте 45–82 лет, наблюдавшихся амбулаторно и подписавших информированное согласие. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом.

Критерием включения считали наличие менопаузы  $\geq 1$  года. Для анализа использовались индивидуальные тематические карты пациентов, в которых была отражена информация о факторах риска сердечно-сосудистых заболеваний и остеопороза, сопутствующих заболеваниях и принимаемых препаратах, а также — амбулаторные карты. В исследование не включали пациенток с любыми клиническими проявлениями атеросклероза, злокачественными заболеваниями, с заболеваниями, вызывающими вторичный остеопороз, принимающих препараты, влияющие на костный обмен и на показатели сосудистой жесткости: антиостеопоротические средства, глюкокортикоиды, гиплипидемические препараты,  $\beta$ -адреноблокаторы, ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, тиазидные диуретики. Все женщины проходили клинико-инструментальное и биохимическое обследования в амбулаторных условиях. Измеряли антропометрические данные: рост, вес, окружность талии и бедер, и регистрировали артериальное давление. Индекс Кетле рассчитывали как соотношение массы тела (кг)/рост ( $m^2$ ). За нормальную массу тела принимали индекс Кетле = 18,5–24,9, за избыточную — 25–29,9, за ожирение  $\geq 30$  кг/ $m^2$ .

Исследование МПК проводилось методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии на аппарате Hologic (Delphi W) в поясничном отделе позвоночника (L1 — L4) и проксимальном отделе бедренной кости. Показатели МПК оценивались как в абсолютных значениях г/ $cm^2$ , так и в величинах стандартного отклонения (SD) от пика костной массы (Т-критерий). Согласно критериям ВОЗ остеопенией считался уровень Т-критерия от -1 до -2,5SD, остеопороза  $\leq -2,5SD$ .

Для определения СРПВ и ИА использовали аппланационную тонометрию. Исследование выполнялось на приборе Sphygmocor (Австралия). Для анализа исполь-

зовали средний уровень СРПВ, рассчитанный из двух последовательно зарегистрированных значений с максимальной разностью между ними не более 0,4 м/сек. ИА рассчитывался автоматически.

**Критерии сосудистой жесткости:** СРПВ  $\geq 10$  м/с считали патологической [12]. ИА считался нормальным при отрицательном его значении, положительный ИА свидетельствовал о повышенной жесткости. Был выбран медианный порог ИА —  $>20\%$ .

Ультразвуковое исследование сонных артерий, с целью определения толщины КИМ проводилось аппаратом Philips с использованием датчика высокого разрешения.

**Критерии субклинического атеросклероза:** Значения  $>0,9$  мм принимались за повышение толщины КИМ. Толщина КИМ  $>1,5$  мм или локальное утолщение на 0,5 мм по сравнению со значениями КИМ в прилежащих участках сонной артерии свидетельствовали о наличии АБ [12].

При статистической обработке результатов использовали пакет прикладных статистических программ SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., USA). При анализе межгрупповых различий, измеренных по интервальной шкале, рассчитывали значения t-критерия Стьюдента для независимых выборок по соответствующим формулам в различных модификациях. Кроме коэф-

фициентов линейной корреляции Пирсона рассчитывали также ранговые корреляции по Спирмену. Достоверность различий между показателями оценивали с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона, коэффициентов сопряженности Крамера и др. Возможная взаимосвязь между СРПВ и МПК и другими параметрами была оценена с помощью

Таблица 1

Клинико-инструментальная характеристика пациентов

Параметры (n=107)	m
Возраст (лет)	58 $\pm$ 0,86
Вес (кг)	72,0 $\pm$ 1,2
Рост (м)	162 $\pm$ 0,5
Индекс Кетле (кг/м <sup>2</sup> )	27,2 $\pm$ 0,4
Длительность менопаузы (лет)	9,3 $\pm$ 0,8
МПК поясничного отдела позвоночника (г/см <sup>2</sup> )	0,910 $\pm$ 0,01
МПК шейки бедра (г/см <sup>2</sup> )	0,743 $\pm$ 0,01
МПК проксимального отдела бедра (г/см <sup>2</sup> )	0,893 $\pm$ 0,01
СРПВ (м/с)	11,4 $\pm$ 0,2
ИА (%)	27,8 $\pm$ 0,9
Толщина КИМ (мм)	0,75 $\pm$ 0,01

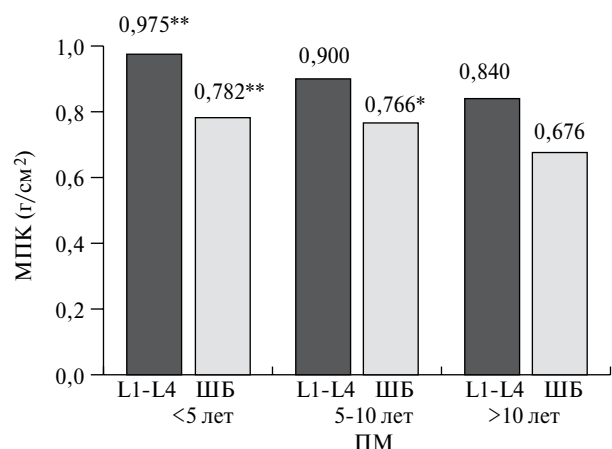
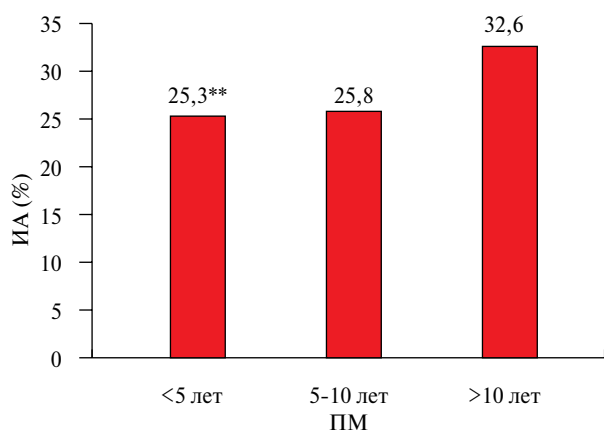
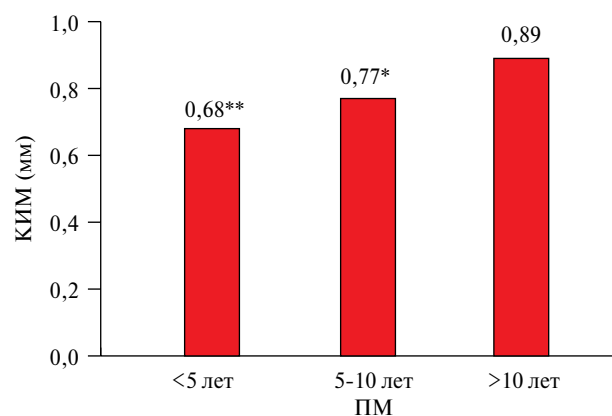
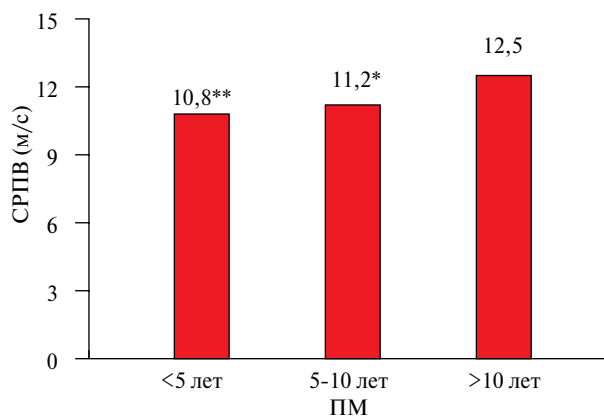


Рис. 1. Динамика показателей сосудистой жесткости, субклинического атеросклероза и МПК в зависимости от продолжительности постменопаузального периода (ПМ).

Примечание: ПМ — продолжительность менопаузы; СРПВ: \* —  $p < 0,05$  — достоверность различий между группами с ПМ от 5 до 10 лет и  $>10$  лет, \*\* —  $p < 0,01$  — достоверность различий между группами с ПМ до 5 лет и  $>10$  лет; ИА: \* —  $p < 0,05$  — достоверность различий между группами с ПМ до 5 лет и  $>10$  лет; КИМ: \* —  $p < 0,05$  — достоверность различий между группами с ПМ до 5 лет и  $>10$  лет, \*\* —  $p < 0,001$  — достоверность различий между группами с ПМ от 5 до 10 лет и  $>10$  лет; МПК: \* —  $p < 0,01$  — достоверность различий МПК шейки бедра между группами с ПМ от 5 до 10 лет и  $>10$  лет, \*\* —  $p < 0,001$  — достоверность различий между группами с ПМ до 5 лет и  $>10$  лет; ШБ — шейка бедра.

Таблица 2

Сравнительная характеристика исследуемых параметров в зависимости от состояния костной массы

Показатели	Норма (I) (n=42)	Остеопения (II) (n=38)	Остеопороз (III) (n=27)	p
Возраст (годы)	55,1±7,9	59,5±8,6	63,9±8,5	(I-II) — нд; (I-III) — нд
САД (мм рт.ст.)	129±2,2	125±2,4	129±4,6	(I-II) — нд; (I-III) — нд
ДАД (мм рт.ст.)	81,4±1,4	77,7±1,5	77,0±1,9	(I-II) — нд; (I-III) — нд
ОХС (ммоль/л)	5,7±0,1	5,8±0,2	6,3±0,3	(I-II) — нд; (I-III) — нд
ХС ЛНП (ммоль/л)	3,8±0,1	4,3±0,1	4,3±0,3	(I-II) — нд; (I-III) — нд
ТГ (ммоль/л)	1,25±0,1	1,15±0,08	1,06±0,08	(I-II) — нд; (I-III) — нд
ИА (%)	23,5±10,5	30,3±8,6	31,5±7,9	(I-II) <0,05; (I-III) <0,01
СРПВ (м/с)	10,52±0,3	11,8±0,5	11,9±0,4	(I-II) — нд; (I-III) <0,05
КИМ (мм)	0,72±0,15	0,78±0,17	0,83±0,17	(I-II) — нд; (I-III) <0,05
Наличие АБ (% пациентов)	0,82±1,12 46	1,76±1,50 64	2,26±1,40 94	(I-II) <0,05; (I-III) — нд (I-II) — нд; (I-III) <0,05

Примечание: САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, ОХС — общий холестерин, ХС ЛНП — холестерин липопротеидов низкой плотности, ТГ — триглицериды, нд — недостоверно.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между МПК и параметрами сосудистой жесткости

Показатели	СРПВ	ИА	КИМ	АБ
МПК прокс. отд. бедра (г/см <sup>2</sup> )	-	-0,248*	-	-0,203*
МПК шейки бедра (г/см <sup>2</sup> )	-0,25*	-0,313**	-0,221*	-0,197*
МПК поясн. отд. поз-ка (г/см <sup>2</sup> )	-0,212*	-0,349**	-	-

Примечание: \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,01$ .

Таблица 4

Риск остеопороза при повышении показателей сосудистой жесткости и субклинического атеросклероза

Показатель	Норма (n=42) (%)	Остеопороз (n=27) (%)	ОШ (95% ДИ)	p
СРПВ ( $\geq 10$ м/с)	68	93	3,1 [1,13 — 9,89]	0,05
ИА ( $\geq 20\%$ )	40	100	4,35 [1,02-11,0]	0,05
КИМ ( $> 9$ мм)	7	26	4,17 [1,21- 14,4]	0,02
Наличие АБ	46	94	2,45 [1,07-5,56]	0,03

корреляционного анализа с последующим регрессионным анализом, в т.ч. многомерным. Были использованы двусторонние оценки значения достоверности различий, значение достоверности  $p < 0,05$  принято, как статистически значимое.

## Результаты

Характеристика пациентов в целом по группе представлена в таблице 1. Средний возраст женщин составил  $58 \pm 0,86$  лет, средняя продолжительность постменопаузального периода —  $9,3 \pm 0,8$  лет.

Распределение женщин в зависимости от продолжительности постменопаузального периода следующее:  $< 5$  лет — 43 (40%) пациентки, 5-10 лет — 29 (27%),  $> 10$  лет — 35 (33%).

С увеличением продолжительности менопаузы отмечалось постепенное увеличение показателей СРПВ, ИА, толщины КИМ и снижение МПК во всех измеренных отделах скелета. Максимальные показатели сосудистой жесткости и наиболее низкая МПК были отмечены после 10 лет менопаузы (рисунок 1).

Остеопороз был диагностирован у 27 (25%) пациенток, остеопения у 38 (36%), нормальный уровень МПК у 42 (39%). У пациенток с остеопорозом, несмотря на более старший возраст, были сопоставимые уровни артериального давления и сходный липидный профиль с пациентами, имеющими нормальные показатели МПК. Женщины с низкой костной массой имели более высокие показатели СРПВ ( $p < 0,05$ ) ИА ( $p < 0,05$ ), чем таковые без снижения МПК. Причем достоверные различия в показателе СРПВ отмечались у пациентов с выраженным снижением МПК, т.е. при остеопорозе, в то время как ИА достоверно был выше у пациентов с небольшим снижением МПК (osteopeny) и увеличивался при остеопорозе (таблица 2).

Выявлена умеренная отрицательная корреляционная связь между МПК и показателями сосудистой жесткости: поясничного отдела позвоночника и шейки бедра с СРПВ ( $p < 0,05$ ), ИА с МПК во всех измеренных отделах скелета ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ). Отмечена отрицательная корреляционная связь между маркерами субклинического атеросклероза и кост-

ной массой: толщина КИМ отрицательно коррелировала с МПК шейки бедра ( $p < 0,05$ ), а наличие АБ ассоциировалось с низкой МПК в шейке бедра и во всем проксимальном отделе бедра ( $p < 0,05$ ), но не позвоночнике (таблица 3).

Риск снижения костной массы и развития остеопороза достоверно возрастал в 3 раза при высоких значениях СРПВ ( $\geq 10$  см), в  $>4$  раза при ИА  $\geq 20\%$ , толщине КИМ  $>9$  мм и в 2,45 раза при наличии АБ в сонных артериях (таблица 4).

Регрессионный анализ с поправкой на возраст и продолжительность постменопаузы показал, что из четырех исследуемых показателей сосудистой жесткости и субклинического атеросклероза, только ИА и толщина КИМ выступали независимыми факторами остеопороза, в то время как СРПВ и наличие АБ вносили вклад в снижение МПК независимо от других факторов.

## Обсуждение

Полученные результаты подтверждают связь параметров сосудистой жесткости и субклинического атеросклероза с длительностью постменопаузального периода. С увеличением продолжительности постменопаузы отмечалось постепенное увеличение показателей СРПВ, ИА, толщины КИМ и потеря костной массы. Максимальные показатели сосудистой жесткости и наиболее низкая МПК были выявлены после 10 лет менопаузы.

К основным факторам, влияющим на показатели артериальной ригидности, относят возраст, мужской пол, артериальную гипертензию, дислипидемию, гипергликемию, факт курения. В представленном исследовании для минимизации влияния этих факторов были включены женщины среднего и пожилого возрастов, с мягкой артериальной гипертензией или ее отсутствием, с небольшой гиперлипидемией, без выраженного ожирения и без клинических проявлений атеросклероза. С другой стороны, для уменьшения действия на костную массу, исключались все заболевания и прием лекарственных препаратов, ведущих к вторичному остеопорозу.

Низкая костная масса достоверно чаще встречалась у пациенток с высокими показателями сосудистой жесткости: СРПВ ( $p < 0,05$ ) и ИА ( $p < 0,05$ ). О подобной ассоциации сосудистой жесткости с состоянием костной ткани, сообщали исследования японских авторов [13]. Продемонстрировано, что у постменопаузальных женщин с остеопорозом центральное артериальное давление в аорте, ИА и СРПВ значительно выше, чем у женщин с нормальной костной массой [4].

В представленном исследовании использование логистического регрессионного анализа подтвердило в качестве независимых факторов остеопороза только ИА и толщину КИМ, в то время как

СРПВ и наличие АБ не получили подтверждения. Тем не менее, в работе [11], с использованием многофакторного регрессионного анализа, было показано, что СРПВ отрицательно связана с МПК независимо от возраста пациентов и сывороточного уровня эстрадиола. Полученные данные позволяли предположить, что возраст и дефицит эстрогенов являются не единственными причинами, объясняющими связь между сосудистой жесткостью и костной массой.

Несмотря на то, что СРПВ признан основным маркером, характеризующим эластические свойства артерий, а ИА — косвенным параметром, в настоящем исследовании именно ИА показал себя как независимый от возраста и продолжительности постменопаузального периода фактор снижения МПК. При изучении сосудистой жесткости у пациентов с почечной недостаточностью, находившихся на гемодиализе, отмечено, что ИА отличается от показателя сосудистой жесткости, выраженного как СРПВ, и эти два параметра не являются эквивалентными [14, 15]. ИА отражает не только жесткость крупных артерий, но и состояние мелких артериол и характер микроциркуляции [16]. В экспериментальных исследованиях было показано, что одним из механизмов снижения МПК является ухудшение перфузии костной ткани из-за нарушений в системе микроциркуляции, по-видимому, связанной с кальцификацией артериол и их дисфункцией [17]. Вероятно, в исследовании большая чувствительность ИА, по сравнению с СРПВ связана с поражением микроциркуляторного русла и развитием атеросклероза.

В серии исследований была показана четкая положительная корреляция между толщиной КИМ и наличием коронарной болезни сердца, включая атеросклероз [18, 19]. Результаты представленного исследования показали умеренную отрицательную корреляцию между толщиной КИМ и МПК шейки бедра, в то время как в других измеренных отделах скелета связь была незначительной. В работах других авторов также была получена негативная корреляция между КИМ и МПК как в шейке бедра, так и в поясничном отделе позвоночника [20]. Была получена аналогичная ассоциация между толщиной КИМ и МПК у постменопаузальных женщин при измерении МПК поясничного отдела позвоночника и всего скелета (программа “Total body”) [21]. Шанс выявления остеопороза повышался в  $>4$  раза — при увеличении толщины КИМ  $>9$  мм и в 2,45 раза — при наличии АБ в брахиоцефальных артериях. В линейном регрессионном анализе только толщина КИМ оказалась независимым маркером снижения МПК, а связь между наличием АБ и МПК не достигала достоверности. Полученные результаты свидетельствуют в пользу общих меха-



низмов повреждения сосудов, костной ткани и развития атеросклероза и остеопороза.

## Заключение

В одномоментном исследовании продемонстрировано, что у женщин после наступления менопаузы низкая костная масса ассоциируется с повышенной артериальной жесткостью, характеризующейся отраженной пульсовой волной или ИА,

а также с утолщением КИМ. Независимая связь МПК с ИА, а не с СРПВ, по-видимому, объясняется вовлечением мелких сосудов — артериол при остеопорозе. Дизайн настоящего исследования не позволяет утверждать, что ИА и толщина КИМ являются предикторами остеопороза, для этого необходимы проспективные исследования, в которых параметры сосудистой жесткости будут рассматриваться как конечные точки.

## Литература

1. Lampropoulos CE, Papaioannou I, Cruz D. Osteoporosis — a risk factor for cardiovascular disease. *Nat Rev Rheumatol* 2012; 8: 587-98.
2. Skripnikova IA, Alikhanova NA, Abirova ES. Common pathogenetic mechanisms of atherosclerosis and osteoporosis: elasticity of the arterial wall, and bone mineral density of the bone according to some parameters of replication cell ageing. *Cardiovascular Therapy and Prevention* 2014; 13(5): 83-93. Russian (Скрипникова И.А., Алиханова Н.А., Абилова Э.С. Общие патогенетические механизмы атеросклероза и остеопороза: эластичность артериальной стенки и минеральная плотность кости в зависимости от некоторых параметров репликативного клеточного старения. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика* 2014; 13(5): 83-93).
3. Schulz E, Arfai K, Liu X, et al. Aortic calcification and the risk of osteoporosis and fractures. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 4246-53.
4. Mangiavico RA, Alagona C, Pennisi P. Increased augmentation index and central aortic blood pressure in osteoporotic postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2008; 19: 49-56.
5. Nichols WW, Edwards DG. Arterial elastance and wave reflection augmentation of systolic blood pressure: deleterious effects and implications for therapy. *J Cardiovasc Pharmacol Ther* 2001; 6(1): 5-21.
6. Laurent S, Cockcroft J, van Bortel L, et al. European Network for Non-invasive Investigation of Large Arteries Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J* 2006; 27(21): 2588-605.
7. O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, et al. Carotid artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults: Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. *N Engl J Med* 1999; 340: 14-22.
8. Toth PP. Subclinical atherosclerosis: what it is, what it means and what we can do about it. *Int J Clin Pract* 2008; 62(8): 1246-54.
9. Tintut Y, Demer LL. Recent advances in multifactorial regulation of vascular calcification. *Curr Opin Lipidol* 2001; 12: 555-60.
10. Hyder LA, Allison MA, Wong N, et al. Association of coronary artery and aortic calcium with lumbar bone density: the MESA Abdominal aortic Calcium Study. *Am J Epidemiol* 2009; 169: 186-94.
11. Sumino H, Ichikawa S, Kasama S, et al. Elevated arterial stiffness in postmenopausal women with osteoporosis. *Maturitas* 2006; 55: 212-8.
12. Recommendations for treatment of hypertension. ESH/ESC 2013. *Russ J Cardiol* 2014; 1(105): 7-94. Russian (Рекомендации по лечению артериальной гипертонии. ESH/ESC 2013. *Российский кардиологический журнал* 2014; 1(105): 7-94).
13. Hirose K, Tomiyama H, Okazaki R, et al. Increased pulse wave velocity associated with reduced calcaneal quantitative osteo-sono index: possible relationship between atherosclerosis and osteopenia. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 2573-8.
14. London GM, Blacher J, Pannier B, et al. Arterial Wave Reflections and Survival in End-Stage Renal Failure. *Hypertension* 2001; 38: 434-8.
15. Pannier B, Guérin AP, Marchais SJ, et al. Postischemic vasodilation, endothelial activation and cardiovascular remodeling in end-stage renal disease. *Kidney Int* 2000; 57: 1091-9.
16. van Guldener C, Janssen MJF, Lambert J, et al. Endothelium-dependent vasodilatation is impaired in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13: 1782-6.
17. Griffin JF, Yi-Xiang J Wang, Wing Hang Kwong, et al. Reduced bone perfusion in osteoporosis: likely causes in an ovariectomy rat model. *RSNA* 2010; 3: 739-46.
18. Bauer M, Hoffmann B, Mohlenkamp S, et al. Distribution of carotid intima media thickness in men and women with and without coronary heart disease. Cross-sectional Data of the Heinz Nixdorf Recall Study. *Herz* 2013; 38: 501-8.
19. den Ruijter HM, Vaartjes I, Sutton-Tyrrell K, et al. Long-term health benefits and costs of measurement of carotid intima-media thickness in prevention of coronary heart disease. *J Hypertens* 2013; 31: 782-90.
20. Mohammadi A, Shateri K, Behzadi F, et al. Relationship between intima-media thickness and bone mineral density in postmenopausal women: a cross-sectional study. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7(12): 5535-40.
21. Varri M, Tuomainen TP, Honkanen R, et al. Carotid intima-media thickness and calcification in relation to bone mineral density in postmenopausal women—the ostpre-bba study. *Maturitas* 2014; 78: 304-9.