

УДК 616.12-008.46

DOI: 10.34215/1609-1175-2024-3-14-19



# Взаимосвязь антропометрических показателей и силы дыхательных мышц при хронической сердечной недостаточности

Н.Г. Байкина, Т.А. Силкина, К.М. Иванов

*Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия*

**Цель:** определить по данным антропометрии, калиперометрии и динамометрии параметры, определяющие индивидуальное физическое развитие и соматотипы, а также выявить их взаимосвязь с силой дыхательных мышц (ДМ) при начальной и клинически выраженной стадиях хронической сердечной недостаточности (ХСН) с сохраненной фракцией выброса левого желудочка. **Материалы и методы.** Обследовано 58 пациентов обоего пола в возрасте от 45 до 72 лет, которые были разделены на 2 группы: основную (пациенты с ХСН) и группу сравнения (пациенты без ХСН). Всем пациентам проводились антропометрические измерения, калиперометрия, динамометрия и определялась сила ДМ. **Результаты.** При определении соматотипов выявилась большая встречаемость эндоморфного типа у пациентов с ХСН с сохраненной фракцией выброса левого желудочка. Показатели силы ДМ достоверно не различались в обеих группах. Анализ параметров антропометрии выявил большие значения у пациентов со слабостью инспираторных и экспираторных мышц при ХСН с сохраненной фракцией выброса левого желудочка. **Заключение.** Проведенное исследование показало наличие связи между силой ДМ и показателями антропометрии, калиперометрии и динамометрии. У пациентов с ХСН антропометрические показатели коррелировали только с максимальным экспираторным давлением (МЕР), а данные калиперометрии как с максимальным инспираторным давлением (МIP), так и с МЕР.

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность, соматотип, антропометрия, сила дыхательных мышц

Поступила в редакцию: 27.02.2024. Получена после доработки: 06.03.2024, 13.04.2024, 17.06.2024.

Принята к публикации: 09.07.2024

**Для цитирования:** Байкина Н.Г., Силкина Т.А., Иванов К.М. Взаимосвязь антропометрических показателей и силы дыхательных мышц при хронической сердечной недостаточности. Тихоокеанский медицинский журнал. Тихоокеанский медицинский журнал. 2024;3:14–19. doi: 10.34215/1609-1175-2024-3-14-19

**Для корреспонденции:** Байкина Наталья Геннадьевна – ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней Оренбургского государственного медицинского университета (460014, г. Оренбург, ул. Советская, 6); ORCID: 0000-0002-0777-3909; тел.: +7 (932) 841-70-02; e-mail: natasha\_shkatova@mail.ru

## Relationship between anthropometric indicators and respiratory muscle strength in chronic heart failure

N.G. Baykina, T.A. Silkina, K.M. Ivanov

*Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia*

**Objective.** To determine, according to anthropometry, caliperometry, and dynamometry, the parameters determining individual physical development and somatotypes, as well as to identify their relationship with the strength of the respiratory muscles (RM) in the initial and clinically pronounced stages of chronic heart failure (CHF) with a preserved left ventricular ejection fraction. **Materials and methods.** 58 patients of both sexes aged 45 to 72 years were examined. The patients were divided into two groups: the main group (patients with CHF) and the comparison group (patients without CHF). All patients underwent anthropometric measurements, caliperometry, and dynamometry. The strength of RM was determined. Statistical processing was carried out using nonparametric methods. The indicators were considered reliable at  $p < 0.05$ . **Results.** When determining somatotypes, a high incidence of endomorphic type was revealed in patients with CHF with a preserved left ventricular ejection fraction. The indices of RM strength did not significantly differ in both groups. The analysis of anthropometry parameters revealed high values in patients with weakness of inspiratory and expiratory muscles in CHF with preserved left ventricular ejection fraction. **Conclusion.** (1) Endomorphic somatotype was more common in patients with clinically pronounced CHF with preserved ejection fraction. (2) In the patients with CHF and RM weakness, the level of the N-terminal fragment of natriuretic cerebral propeptide was higher compared to the patients with CHF with a preserved fraction of the left ventricle with preserved RM strength ( $p = 0.05$ ). (3) With an increase in the functional class of CHF, the tendency to decrease the strength of inspiratory muscles increases ( $F = 3,3; p = 0,027$ ). (4) In all examined patients, a positive correlation was found between the strength of RM and the results of carpal dynamometry. In the CHF patients with preserved left ventricular fraction, anthropometry parameters correlated only with the maximum expiratory pressure (MEP), while those in patients without CHF correlated both with maximum inspiratory pressure (MIP) and MEP.

**Keywords:** chronic heart failure, somatotype, anthropometry, respiratory muscle strength

Received 27 February 2024; Revised 6 March, 13 April, 17 June 2024; Accepted 9 July 2024

**For citation:** Baykina N.G., Silkina T.A., Ivanov K.M. Relationship between anthropometric indicators and respiratory muscle strength in chronic heart failure. *Pacific Medical Journal*. 2024;3:14–19. doi: 10.34215/1609-1175-2024-3-14-19

**Corresponding author:** Natalia G. Baykina, Assistant of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases of Orenburg State Medical University (6 Sovetskaya str., Orenburg, 460014, Russia). ORCID: 0000-0002-0777-3909; phone: +7 (932) 841-70-02; e-mail: natasha\_shkatova@mail.ru

Среди сердечно-сосудистой патологии ХСН остается одной из ведущих проблем кардиологии, которая носит глобальный характер, затрагивая значительную часть взрослого населения во всем мире [1, 2]. Известно, что ХСН приводит к патоморфологическим изменениям в скелетных мышцах, в основе которых лежат нарушения метаболизма и кровоснабжения мышечных волокон, сопровождающихся снижением содержания мышечной массы, увеличением количества жировой и соединительной ткани [3, 4]. При тяжелой ХСН вследствие нарастающей одышки ДМ испытывают значительную перегрузку, сопровождающуюся снижением их функционального состояния с развитием утомления и слабости [5]. Изучение функционального состояния ДМ при начальной и клинически выраженной стадиях ХСН с сохраненной фракцией выброса практически не проводилось, а также не исследовалась возможная взаимосвязь силы ДМ при ХСН с сохраненной фракцией выброса левого желудочка и параметрами, определяющими индивидуальное физическое развитие пациентов с ХСН.

Развитие скелетной мускулатуры, ее функциональное состояние и индивидуальное физическое развитие в значительной степени определяется соматотипом. Соматотип представляет собой наиболее доступную изучению составляющую конституции, генетически детерминированную и относительно устойчивую в онтогенезе [6]. В основе определения соматотипа лежит оценка степени развития жировой ткани (эндоморфия), скелета и мышц (мезоморфия) и вытянутости тела (экторморфия) [7]. Имеется предрасположенность к развитию соматической патологии при наличии того или иного соматотипа [8].

**Цель исследования** определить по данным антропометрии, калиперометрии и динамометрии параметры, определяющие индивидуальное физическое развитие и соматотипы, а также выявить их взаимосвязь с силой ДМ при начальной и клинически выраженной стадиях ХСН с сохраненной фракцией выброса левого желудочка.

---

#### Материалы и методы

---

Исследование получило одобрение локального этического комитета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 281 от 30.09.2021 г.).

В одномоментном сравнительном исследовании согласно критериям включения было обследовано 58 пациентов обоего пола в возрасте от 45 до 72 лет, которые были разделены на 2 группы: основную и группу сравнения. Основную группу составили 30 пациентов с ХСН с сохраненной фракцией выброса с начальной стадией (ХСН I, 13 пациентов) и клинически выраженной стадией (ХСН IIА, 17 пациентов). Причинами ХСН в основной группе были артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца. Группу сравнения составили 28 пациентов без ХСН.

Критериями включения были согласие пациента на участие в исследовании; мужской и женский пол;

средний и пожилой возраст (45–74 года). Критерии исключения включали: отказ от участия в исследовании; острые формы ишемической болезни сердца; сложные нарушения ритма и проводимости сердца; нарушение мозгового кровообращения в анамнезе; острые и хронические заболевания органов дыхания; сахарный диабет; ожирение 3-й степени (индекс массы тела > 40 кг/м<sup>2</sup>); наличие выраженных деформаций грудной клетки; прием препаратов, замедляющих нервно-мышечную проводимость.

ХСН оценивалась на основании критериев и классификаций, изложенных в клинических рекомендациях Российского кардиологического общества (2020). Диагностика артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца осуществлялась на основании рекомендаций Российского кардиологического общества (2020). Эхокардиография проводилась в покое в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии и Европейской ассоциации сердечно-сосудистой визуализации. Параметры оценивались в М-и В-режимах с применением доплерографии на аппарате Philips EpiQ 7 (Нидерланды). Фракция выброса левого желудочка определялась по Simpson. Тест 6-минутной ходьбы проводился на ровной поверхности с подсчетом дистанции в метрах, пройденной пациентом за 6 минут без вынужденных остановок. N-терминальный фрагмент натрийуретического мозгового пептида определялся в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа («Вектор-Бест»).

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике В.В. Бунака [9]. Изучали следующие морфометрические параметры пациентов: длина и масса тела с расчетом индекса массы тела, окружность шеи, окружность грудной клетки в покое, окружность грудной клетки на вдохе и выдохе, окружность живота, талии и бедер, окружность плеча, окружность и диаметр дистального эпифиза плеча, окружность средней трети бедра, окружность и диаметр дистального эпифиза бедра, окружность голени. Толщина подкожного жирового слоя определялась с помощью ручного калипера с измерением кожных складок в III межреберье по окологрудной линии; на середине задней поверхности плеча; под нижним углом лопатки; на боку между подвздошной костью и нижним краем грудной клетки; на заднелатеральной поверхности верхней части голени. С помощью кистевого динамометра ДК-50 (Нижнетагильский медико-инструментальный завод, Россия) определялась сила мышц кисти и предплечья в деканьютонах (даН). На основании полученных показателей антропометрии у каждого пациента определяли соматотип по Хит-Картеру с использованием рекомендованных формул [10] с выделением эндоморфного, мезоморфного и эктоморфного типов. Эндоморфный тип был выявлен на основании измерения кожных складок, показавших преимущественное развитие жировой ткани. Для определения мезоморфного типа учитывались морфометрические параметры конечностей. При подсчете формулы для эктоморфного типа учитывалось росто-весовое соотношение.

Сила ДМ определялась на основании рекомендаций, разработанных совместно Американским торакальным и Европейским респираторным обществами (ATS/ERS, 2002). В положении сидя проводилось трехкратное измерение MIP и MEP, создаваемого на уровне полости рта, на аппарате MicroRPM (CareFusion, Великобритания). Временной интервал между попытками составлял не менее 1 минуты.

Статистическая обработка осуществлялась в пакете прикладных программ «Statistica 10.0» (Statsoft Inc., США). Данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей (Me (Q1; Q3)). Проверку соответствия закону нормального распределения изучаемых параметров проводили с помощью критериев Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова. Поскольку распределение в группах было отличным от нормального, сравнительный анализ групп проводился с помощью непараметрических методов (критерий Манна – Уитни). Для сравнения частоты явления в исследуемых группах использовался  $\chi^2$  Пирсона. Корреляционный анализ проводился с использованием критерия ранговой корреляции Спирмена. Показатели считались достоверными при  $p < 0,05$ . Для оценки взаимосвязи между изучаемыми признаками использовался однофакторный анализ.

#### Результаты исследования

Клиническая характеристика больных в исследуемых группах представлена в таблице 1.

Группы были рандомизированы по возрасту и гендерному составу – в обеих группах преобладали мужчины. Все пациенты с ХСН имели артериальную гипертонию, у 15 была диагностирована ишемическая болезнь сердца, из них 13 перенесли инфаркт миокарда. В группе сравнения у 21 пациента была гипертоническая болезнь I стадии, артериальная гипертония 1-й степени, но ни у одного – ишемической болезни сердца и перенесенного инфаркта миокарда. Наблюдались различия между группами по величине фракции выброса левого желудочка, которая была ниже на 20% у пациентов с ХСН, и в результатах

теста с 6-минутной ходьбой. Проведенный тест с 6-минутной ходьбой показал, что 22 пациента из основной группы имели I ФК, 3 – II ФК и 5 – III ФК.

При сравнении показателей антропометрии, калиперометрии и динамометрии в обследованных группах были выявлены достоверные различия в показателях окружности живота, талии, бедер и диаметре дистального эпифиза плеча (табл. 2).

Измерение подкожно-жировой клетчатки выявило более высокие показатели в основной группе с достоверными различиями между группами в показателях распределения подкожно-жировой клетчатки на боку, в III межреберье и под нижним углом лопатки.

При определении соматотипов было выявлено, что по мере утяжеления ХСН эндоморфный соматотип встречался в большем проценте случаев: при ХСН I стадии – у 66,7%, при ХСН IIА стадии – у 88,2% пациентов ( $\chi^2 = 3,88$ ;  $p = 0,049$ ) (табл. 3). Также достоверно чаще встречался эндоморфный соматотип в группе пациентов с ХСН по сравнению с пациентами без ХСН ( $\chi^2 = 4,0$ ;  $p = 0,046$ ) и у пациентов с ХСН IIА по сравнению с пациентами без ХСН ( $\chi^2 = 4,77$ ;  $p = 0,029$ ). Помимо эндоморфного соматотипа в 33,3% случаев у пациентов с ХСН I стадии и в 11,8% случаев у пациентов с ХСН IIА стадии наблюдался мезоморфный соматотип. В группе пациентов без ХСН у 57,1% диагностирован эндоморфный соматотип и в 42,9% случаев – мезоморфный соматотип. Эктоморфный соматотип не был диагностирован ни у одного пациента.

Показатели силы ДМ в обследованных группах достоверно не различались ( $p > 0,05$ ). В обеих группах примерно равное количество пациентов не достигло должных значений MIP: 53,3% в основной группе и 50% – в группе сравнения. Не достигли должных значений MEP 43% пациентов в группе с ХСН и 57,1% – в группе без ХСН. При этом в 36,7% случаев снижение силы инспираторных мышц сочеталось со снижением силы экспираторных мышц в основной группе и только в 17,8% – в группе сравнения ( $\chi^2 = 2,56$ ;  $p = 0,1$ ).

Таблица 1

Клиническая характеристика групп обследованных пациентов

Клинико-anamnestический фактор	Основная группа (ХСН I, IIА), n = 30	Группа сравнения, n = 28	p
Возраст, лет	63,0 [59,0; 67,0]	57,0 [53,5; 64,0]	0,068
Мужской пол/женский пол, %	70 / 30	52,9 / 47,1	0,39
Наличие АГ, %	100	75	0,008*
Наличие ИБС, %	73,3	0	< 0,001*
Инфаркт миокарда в анамнезе, %	53,3	0	< 0,001*
Результаты ТШХ, м	401,0 [352,0; 508,0]	560,0 [551,0; 580,0]	< 0,001
Уровень NT-proBNP, пг/мл	143,0 [131,2; 198,3]	13,0 [10,3; 20,2]	< 0,001
ФВ ЛЖ, %	54,5 [50,5; 57,5]	68,2 [61,7; 72,2]	0,02

Примечание: АГ – артериальная гипертония; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ТШХ – тест с 6-минутной ходьбой; NT-proBNP – N-терминальный фрагмент натрийуретического мозгового пропептида; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; \* – уровень значимости для частоты явления в обследованных группах ( $\chi^2$  Пирсона).

Таблица 2

Показатели антропометрии, калиперометрии и динамометрии в обследованных группах

Показатель	Обследованные группы		p
	Основная группа (ХСН I, IIА ст.) (n = 30), Me [Q1; Q3]	Группа сравнения (n = 28), Me [Q1; Q3]	
1	2	3	4
ИМТ	28,3 [25,2; 31,4]	28,5 [25,3; 31,2]	0,523
Окружность шеи, см	41,0 [39,0; 42,5]	40,8 [37,3; 42,4]	0,323
Окружность грудной клетки в покое, см	108,0 [100,0; 112,0]	106,5 [102,0; 114,1]	0,086
Окружность грудной клетки на вдохе, см	111,0 [102,5; 113,5]	104,0 [98,1; 110,0]	0,057
Окружность грудной клетки на выдохе, см	107,0 [99,0; 111,0]	103,0 [94,8; 106,0]	0,072
Амплитуда грудной клетки на вдохе и выдохе, см	3,5 [2,0; 4,0]	3,5 [3,0; 4,0]	0,956
Окружность живота, см	108,0 [102,0; 111,0]	99,5 [94,8; 104,0]	0,004
Окружность талии, см	104,0 [99,0; 108,0]	95,0 [90,5; 102,5]	0,008
Окружность бедра, см	107,0 [102,0; 113,0]	101,0 [94,5; 108,5]	0,006
ОТ/ОБ	0,97 [0,92; 0,99]	0,93 [0,90; 1,00]	0,984
Окружность плеча, см	33,0 [31,0; 33,5]	31,2 [29,3; 34,0]	0,101
Окружность дистального эпифиза плеча, см	29,0 [27,0; 30,0]	28,2 [27,0; 30,0]	0,351
Диаметр дистального эпифиза плеча, см	8,5 [7,8; 9,2]	8,1 [7,1; 9,2]	0,043
Окружность средней трети бедра, см	48,5 [46,5; 50,2]	51,7 [48,8; 53,0]	0,193
Окружность дистального эпифиза бедра, см	42,0 [40,0; 43,5]	43,5 [40,0; 45,6]	0,863
Диаметр дистального эпифиза бедра, см	9,5 [9,0; 10,4]	9,8 [8,9; 12,2]	0,903
Окружность средней трети голени, см	37,5 [35,0; 39,0]	37,5 [34,0; 40,0]	0,842
ПЖК под лопаткой, мм	40,0 [35,0; 45,0]	34,0 [25,0; 41,0]	0,005
ПЖК в 3 м/р, мм	23,0 [20,0; 25,0]	17,5 [14,5; 20,2]	0,005
ПЖК на боку, мм	50,0 [40,0; 65,0]	40,0 [29,8; 50,0]	0,001
Сила правой кисти, даН	28,0 [20,0; 35,0]	27,0 [23,5; 42,5]	0,944
Сила левой кисти, даН	25,0 [20,0; 33,0]	25,0 [18,2; 41,2]	0,369

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ОТ/ОБ – отношение окружности талии к окружности бедер;  
ПЖК – подкожно-жировая клетчатка; м/р – межреберье.

Анализ показателей антропометрии выявил различия у пациентов со слабостью ДМ. У пациентов с ХСН со слабостью инспираторных мышц по сравнению с пациентами со слабостью без ХСН наблюдались большие значения окружности грудной клетки в покое на 9,5% ( $p = 0,048$ ), на вдохе – на 8,6% ( $p = 0,039$ ), на выдохе – на 9,4% ( $p = 0,041$ ), окружности живота – на 14,1% ( $p = 0,004$ ) и плеча – на 7,5% ( $p = 0,01$ ) при одинаковой распространенности соматотипов в группах обследованных. У больных с ХСН со слабостью инспираторных мышц эндоморфный соматотип наблюдался в 70,6% случаев, мезоморфный соматотип – в 29,4%. У пациентов без ХСН соответственно – в 71,5 и 28,5% случаев ( $\chi^2 = 0,003$ ;  $p = 0,96$ ). Сравнение антропометрических показателей у больных ХСН со слабостью инспираторных мышц и сохраненной силой инспираторных мышц не выявило различий. Однако пациенты с ХСН и слабостью инспираторных мышц имели более высокий ФК ХСН ( $\chi^2 = 5,735$ ;  $p = 0,017$ ) и уровень N-терминального фрагмента натрийуретического мозгового пропептида, составляющий 322,7 [143,7; 592,0] пг/мл, что более чем в 2,4 раза превышал

уровень N-терминального фрагмента натрийуретического мозгового пропептида в группе пациентов с ХСН без слабости инспираторных мышц – 134,7 [130,5; 149,4] пг/мл ( $p = 0,05$ ).

Для сравнения влияния тяжести ХСН по ФК на величину МПР был выполнен однофакторный дисперсионный анализ. Медиана МПР для I ФК ХСН составила 88 [70,5; 100,0] мм вод. ст., для II – 89 [80,0; 94,25] мм вод. ст., для III – 57 [47,0; 72,5] мм вод. ст., и было показано, что имеется статистически значимая разница в МПР как минимум между двумя группами ( $F = 3,3$ ;  $p = 0,027$ ).

Аналогичная закономерность отмечалась у пациентов со слабостью экспираторных мышц. У больных с ХСН со слабостью экспираторных мышц антропометрические показатели были выше, чем у пациентов без ХСН со слабостью экспираторных мышц при одинаковой распространенности соматотипов в обследованных группах, которые у больных ХСН были представлены эндоморфным соматотипом в 75% и мезоморфным в 25% случаев, а в группе пациентов без ХСН со слабостью экспираторных мышц – в 68,8% и 31,2%

Таблица 3

Компоненты соматотипов по Хит-Карттеру в обследованных группах

Параметр	Основная группа (ХСН I, IIА ст.) (n = 30), Ме [Q1; Q3]		Группа сравнения (n = 28), Ме [Q1; Q3]	p
	ХСН I ст., n = 13	ХСН IIА ст., n = 13		
	1	2	3	
Эндоморфия	8,86 [7,41; 9,71]	9,44 [8,72; 10,08]	8,95 [7,72; 9,84]	$p_{1-2} = 0,39$ $p_{2-3} = 0,15$ $p_{1-3} = 0,59$
Мезоморфия	7,32 [6,08; 9,17]	5,11 [4,35; 6,22]	8,87 [7,34; 10,85]	$p_{1-2} = 0,04$ $p_{2-3} = 0,001$ $p_{1-3} = 0,25$
Эктоморфия	0,17 [0,1; 1,30]	0,88 [0,15; 1,37]	0,1 [0,1; 0,73]	$p_{1-2} = 0,13$ $p_{2-3} = 0,15$ $p_{1-3} = 0,88$

соответственно ( $\chi^2 = 0,17$ ;  $p = 0,68$ ). Различия были выявлены по показателям окружности шеи – на 3,8% ( $p = 0,031$ ), окружности грудной клетки в покое – на 7,9% ( $p = 0,018$ ), на вдохе – на 7,0% ( $p = 0,048$ ), окружности живота – на 15,0% ( $p = 0,001$ ), окружности талии – на 12,2% ( $p = 0,01$ ), окружности бедра – на 13,7% ( $p = 0,012$ ). Сравнение антропометрических показателей у пациентов с ХСН со слабостью экспираторных мышц и с сохраненной силой экспираторных мышц не выявило различий, но показало разницу по более высокому уровню N-терминального фрагмента натрийуретического мозгового пропептида у больных ХСН со слабостью экспираторных мышц на 24,8% ( $p = 0,05$ ), который составил 163,4 [140,5; 521,0] пг/мл.

При проведении корреляционного анализа были выявлены связи между показателями МПР и МЕР с показателями антропометрии, калиперометрии и динамометрии, различающиеся в обследованных группах. У пациентов группы сравнения была выявлена закономерная тесная связь с антропометрическими показателями, прежде всего теми, которые связаны с работой ДМ – с размерами грудной клетки и живота. Так показатель МПР коррелировал с показателями окружности шеи ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,011$ ), окружности грудной клетки в покое ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,002$ ), на вдохе ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,003$ ) и выдохе ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,002$ ), окружности живота ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,001$ ). МЕР коррелировал с окружностью грудной клетки на вдохе ( $r = 0,39$ ;  $p = 0,038$ ) и окружностью живота ( $r = 0,42$ ;  $p = 0,027$ ). У пациентов с ХСН по большинству показателей такая связь утрачивалась прежде всего с МПР и выявлялась с МЕР по показателю окружности шеи ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,013$ ) и окружностью грудной клетки на вдохе ( $r = 0,43$ ;  $p = 0,034$ ). В этой группе появлялась связь между показателями силы ДМ – МПР ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,042$ ) и МЕР ( $r = 0,44$ ;  $p = 0,031$ ) с толщиной ПЖК в 3-м межреберье по данным калиперометрии. Обращала на себя внимание сильная корреляционная связь между показателями силы ДМ и показателями

кистевой динамометрии в обеих группах. У пациентов с ХСН показатель МПР имел коэффициент корреляции  $r = 0,69$  ( $p = 0,0001$ ) с силой правой кисти,  $r = 0,69$  ( $p = 0,0001$ ) с силой левой кисти. У пациентов без ХСН, соответственно,  $r = 0,58$  ( $p = 0,001$ ) и  $r = 0,49$  ( $p = 0,008$ ). Показатель МЕР у больных с ХСН имел связь  $r = 0,61$  ( $p = 0,001$ ) с силой правой руки и  $r = 0,68$  ( $p = 0,0002$ ) с силой левой руки, в группе сравнения соответственно –  $r = 0,67$  ( $p = 0,0001$ ) и  $r = 0,64$  ( $p = 0,0002$ ).

## Обсуждение полученных результатов

Выявленное преобладание эндоморфного соматотипа у пациентов с начальной и клинически выраженной стадиями ХСН с сохраненной фракцией выброса объясняется степенью развития жировой ткани, поскольку несмотря на отсутствие статистически значимых различий в показателях индекса массы тела в основной группе и группе сравнения, в группе пациентов с ХСН наблюдались более высокие значения распределения подкожно-жировой клетчатки. Это согласуется с результатами исследования I-PRESERVE и более поздними публикациями, согласно которым наличие ожирения наиболее характерно для ХСН с сохраненной фракцией выброса в сравнении с ХСН с низкой фракцией выброса левого желудочка [11, 12].

Полученные антропометрические данные выявили, что слабость ДМ сочетается с одинаковой распространенностью эндоморфного соматотипа у больных с ХСН и в группе сравнения. Слабость ДМ при ХСН сопровождается более высокими значениями N-терминального фрагмента натрийуретического мозгового пропептида по мере увеличения ФК ХСН, что отчасти подтверждается результатами других исследований [13]. С увеличением ФК ХСН увеличивается тенденция к снижению силы инспираторных мышц. Связь слабости ДМ, в частности диафрагмы, с ограничением физической активности у больных ХСН изучалась в работе К. Yamada, однако данный вопрос требует дальнейшего изучения [14].

В литературе имеются публикации, посвященные изучению изменений инспираторных мышц при ХСН [5]. В. J. Taylor и S. T. Bowen в своей обзорной статье указали, что в ряде исследований были выявлены изменения силы и выносливости ДМ при ХСН, однако часть из них носила экспериментальный характер с изучением только диафрагмы. Вопрос, касающийся силы инспираторных и экспираторных мышц при ХСН, оставался недостаточно изученным. Проведенное исследование показало, что снижение силы инспираторных и экспираторных мышц в два раза чаще встречалось при ХСН, чем в группе сравнения.

#### Выводы

1. У пациентов с клинически выраженной стадией ХСН с сохраненной фракцией выброса чаще встречался эндоморфный соматотип по сравнению с начальной стадией ( $\chi^2 = 3,88$ ;  $p = 0,049$ ).

2. У больных с ХСН с сохраненной фракцией выброса и слабостью дыхательных мышц уровень N-терминального фрагмента натрийуретического мозгового пропептида был выше по сравнению с больными с ХСН с сохраненной фракцией выброса с сохраненной силой инспираторных ( $p = 0,05$ ), так и экспираторных мышц ( $p = 0,05$ ).

3. При увеличении ФК ХСН с сохраненной фракцией выброса возрастает тенденция к снижению силы инспираторных мышц ( $F = 3,3$ ;  $p = 0,027$ ).

4. У всех обследованных пациентов была выявлена тесная положительная корреляционная связь между силой дыхательных мышц и результатами кистевой динамометрии. При ХСН с сохраненной фракцией выброса была выявлена положительная связь только между МЕР и окружностью шеи, грудной клетки на вдохе, а у пациентов без ХСН параметры антропометрии, связанные с работой дыхательных мышц, коррелировали как с МР, так и с МЕР.

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источники финансирования:** авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из собственных средств.

#### Литература / References

- Savarese G, Becher PM, Lund LH, Seferovic P, Rosano G, Coats AJ. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovascular research journal*. 2023;118(17):3272–3287. doi: 10/1093/cvr/cvac013
- Резник Е.В., Ушакова Н.А., Ершов Н.С., Крупнова Е.С., Платонова Е.Н., Гаврилова О.В., Голухов Н.Г. Гендерные и возрастные особенности больных с хронической сердечной недостаточностью в реальной клинической практике. *PMJ. Медицинское обозрение*. 2023;7(1):13–21 [Reznik EV, Ushakova NA, Ershov NS, Krupnova ES, Platonova EN, Gavrilova OV, Golukhov NG. Gender and age characteristics of patients with chronic heart failure in real clinical practice. *RMZh. Meditsinskoye Obzrenie*. 2023;7(1):13–21 (In Russ.)]. doi: 10.32364/2587-6821-2023-7-1-13-21
- Арутюнов А.Г., Ильина К.В., Арутюнов Г.П., Колесникова Е.А., Пчелин В.В., Кулагина Н.П., Токмин Д.С., Тулякова Э.В. Морфофункциональные особенности диафрагмы у больных с хронической сердечной недостаточностью. *Кардиология*. 2019;59(1):12–21. [Arutyunov AG, Ilyina KV, Arutyunov GP, Kolesnikova EA, Pchelina VV, Kulagina NP, Tokmin DS, Tulyakova EV. Morphofunctional features of the diaphragm in patients with chronic heart failure. *Kardiologiya*. 2019;59(1):12–21 (In Russ.)]. doi: 10.18087/cardio.2019.1.2625
- Lindsay D, Lovegrove C, Dunn M, Bennett J, Pepper J, Yacoub M, Poole-Wilson P. Histological abnormalities of muscle from limb, thorax and diaphragm in chronic heart failure. *European heart journal*. 1996;17:1239–1250. doi: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a01542
- Taylor BJ, Bowen ST. Respiratory muscle weakness in patients with heart failure: time to make it standard clinical marker and a need for novel therapeutic interventions? *Journal of cardiac failure*. 2018;24(4):217–218. doi: 10.1016/j.cardfail.2018.02.007
- Дорохов Р.Н. Соматотипирование детей и подростков. *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии*. 1986;3:66–71. [Dorokhov RN. Somatotyping of children and adolescents. *Arkhiv Anatomii, Gistologii i Embriologii*. 1986;3:66–71 (In Russ.)].
- Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Анисимова А.В., Година Е.З. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела. *Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология*. 2016;4:4–13. [Kolesnikov VA, Rudnev SG, Nikolaev DV, Anisimova AV, Godina EZ. About a new protocol for assessing the somatotype according to the Hit-Carter scheme in the software of the bioimpedance analyzer of body composition. *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2016;4:4–13 (In Russ.)].
- Балева Е.С., Алешкина О.Ю., Кром И.Л. Антропометрические предикторы сердечно-сосудистого континуума больных ишемической болезнью сердца. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2015;11(4):520–523. [Baleva ES, Aleshkina OYu, Krom IL. Anthropometric predictors of the cardiovascular continuum of patients with coronary heart disease. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2015;11(4):520–523 (In Russ.)].
- Бунак В.В., Нестурх М.Ф., Рогинский Я.Я. Антропология. Краткий курс: Учебное пособие для университетов. Под редакцией В.В. Бунака. Москва: Государственное учебно-педагогическое издательство НАРКОМПРОСа РСФСР, 194–376с. [Bunak VV, Nesturkh MF, Roginsky YaYa. Anthropology. Short course: A textbook for universities. Edited by V.V. Bunak. Moscow: State Educational and Pedagogical Publishing House of the People's Commissariat of the RSFSR, 194–376 s. (In Russ.)].
- Carter JEL. The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual. Department of exercise and Nutritional Sciences San Diego State University. San Diego, CA. 92182–7251. U.S.A. 2002;26.
- Haass M, Kitzman DW, Anand IS, Miller A, Zile MR, Massie MB, Carson PE. Body mass index adverse cardiovascular outcomes in heart failure patients with preserved ejection fraction: results from the Irbesartan in Heart Failure with Preserved Ejection (I-PRESERVE) trial. *Circulation: Heart Failure*. 2011;4(3):324–31. doi: 10/1161/CIRCHEARTFAILURE.110.959890
- Aryee EK, Ozkan B, Ndumele C. Heart failure and obesity: the latest pandemic. *Cardiovascular diseases*. 2023;78:43–48. doi: 10.1016/j.pcad.2023.05.003
- Воронина Л.П., Полунина Е.А., Белякова И.С. Анализ уровня N-концевого предшественника натрийуретического пептида С-типа и эндотелина-1 при хронической сердечной недостаточности. *Вестник новых медицинских технологий*. 2019;26(1):10–13. [Voronina LP, Polunina EA, Belyakova IS. Analysis of the level of the N-terminal precursor of natriuretic peptide C-type and endothelin-1 in chronic heart failure. *Journal of New Medical Technologies*. 2019;26(1):10–13 (In Russ.)]. doi: 10.24411/1609-2163-2019-16232
- Yamada K, Kinugasa Y, Sota T, Miyagi M, Sugihara S, Kato M, Yamamoto K. Inspiratory muscle weakness is associated with exercise intolerance in patients with heart failure with preserved ejection fraction: a preliminary study. *Journal of cardiac failure*. 2016;22(1):38–47. doi: 10.1016/j.cardfail.2015.10.010