



Состояние скелетных мышц у больных хронической сердечной недостаточностью в листе ожидания трансплантации сердца: клинко-инструментальные ассоциации

Сумин А. Н., Щеглова А. В., Голубовская Д. П., Брюханов Я. И., Федорова Д. Н., Анькова М. И., Печерина Т. Б.

Цель. Изучить клинко-инструментальные корреляции мышечного статуса у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, находящихся в листе ожидания на трансплантацию сердца.

Материал и методы. В исследование включены 30 пациентов (89% мужчины; медиана возраста 61,5 [51,0;65,0] лет). Оценивали параметры эхокардиографии, катетеризацию правых камер сердца, сосудистую жесткость (CAVI), биоимпедансометрию, шкалы тревоги и депрессии (HADS), динамометрию мышц нижних конечностей и силы хвата кистей.

Результаты. В исследуемой выборке выявлена выраженная коморбидность, снижение фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ); дилатация камер сердца; повышение среднего давления в легочной артерии (ДЛА ср.), повышенная жесткость артерий CAVI, изменения состава тела; снижение силы мышц конечностей с асимметрией. Сила мышц разгибателей правого колена ассоциирована с баллами по шкале HADS ($p=0,002$), уровнем депрессии ($p=0,016$), индексом объема левого предсердия ($p=0,007$); индексом объема правого предсердия (ИОПП) ($p=0,051$); размерами аорты ($p=0,003$); ФВ ЛЖ ($p=0,001$); ДЛА ср. ($p=0,021$); CAVI ($p=0,017$). При пошаговой линейной регрессии ИОПП, систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE) и ФВ ЛЖ были независимыми предикторами силы мышц разгибателей правого колена. Сила мышц разгибателей левого колена ассоциирована с баллами по шкале HADS ($p=0,001$), индексом объема левого предсердия ($p=0,049$); индексом массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) ($p=0,008$); размерами аорты ($p=0,004$); ДЛА ср. ($p=0,013$); CAVI ($p<0,001$). При пошаговой линейной регрессии ИОПП, TAPSE и ФВ ЛЖ были независимыми предикторами силы мышц разгибателей правого колена. Сила мышц сгибателей правого колена была ассоциирована с баллами по шкале HADS ($p=0,005$), размерами аорты ($p=0,012$); ФВ ЛЖ ($p=0,015$); ДЛА ср. ($p=0,03$); CAVI ($p=0,005$). Сила мышц сгибателей левого колена была ассоциирована с баллами по шкале HADS ($p=0,041$). Независимыми факторами, ассоциированными с силой различных групп мышц, были показатели правых отделов сердца (ИОПП TAPSE, ДЛА ср.), левых отделов сердца (ФВ ЛЖ, размеры аорты, ИММЛЖ и ИММЛЖ), показатели зондирования полостей сердца (транспульмональный градиент и легочное сосудистое сопротивление). **Заключение.** У пациентов с хронической сердечной недостаточностью перед трансплантацией сердца снижена мышечная сила конечностей, ассоциированная с параметрами функции сердца. Данные могут быть использованы при разработке реабилитационных программ с электростимуляцией мышц.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, трансплантация сердца, мышечная сила, электростимуляция.

Отношения и деятельность. При поддержке Российского научного фонда № 25-15-20054 "Методика физической реабилитации в виде пассивных физических тренировок с использованием электростимуляции у пациентов с тяжелой сердечной недостаточностью из листа ожидания на ортотопическую трансплантацию сердца".

ФГБНУ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия.

Сумин А.Н.* — д.м.н., зав. лабораторией коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-0963-4793, Щеглова А.В. — к.м.н., с.н.с. лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-4108-164X, Голубовская Д.П. — к.м.н., м.н.с. лаборатории фиброгенеза миокарда, ORCID: 0000-0002-3922-009X, Брюханов Я.И. — специалист по клиническим исследованиям отдела организации инновационных и клинических исследований, лаборант-исследователь лаборатории патологии миокарда и трансплантации сердца, ORCID: 0000-0002-1573-538X, Федорова Д.Н. — лаборант лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-0308-8760, Анькова М.И. — лаборант лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0001-7975-2173, Печерина Т.Б. — д.м.н., главный врач, ORCID: 0000-0002-4771-484X.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
an_sumin@mail.ru

ВАШ — визуально-аналоговая шкала, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ИОПП — индекс объема левого предсердия, ИОПП — индекс объема правого предсердия, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ТС — трансплантация сердца, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ФТ — физическая тренировка, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЭМС — электромиостимуляция, ЭхоКГ — эхокардиография, CAVI — сердечно-лодыжный сосудистый индекс, HADS — госпитальная шкала тревоги и депрессии, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

Рукопись получена 17.11.2025

Рецензия получена 04.12.2025

Принята к публикации 15.12.2025



Для цитирования: Сумин А.Н., Щеглова А.В., Голубовская Д.П., Брюханов Я.И., Федорова Д.Н., Анькова М.И., Печерина Т.Б. Состояние скелетных мышц у больных хронической сердечной недостаточностью в листе ожидания трансплантации сердца: клинко-инструментальные ассоциации. *Российский кардиологический журнал*. 2026;31(1):6686. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6686. EDN: WEJUBY

Skeletal muscle status in patients with heart failure on the heart transplant waiting list: clinical and paraclinical associations

Sumin A. N., Shcheglova A. V., Golubovskaya D. P., Bryukhanov Ya. I., Fedorova D. N., Anchkova M. I., Pecherina T. B.

Aim. To study clinical and paraclinical correlations of muscle status in patients with heart failure on the heart transplant waiting list.

Material and methods. The study included 30 patients (men, 89%; median age, 61,5 [51,0;65,0] years). Echocardiography parameters, right heart catheterization, vascular stiffness (CAVI), bioelectrical impedance analysis, the hospital anxiety and depression scale (HADS), lower extremity muscle strength test, and hand-grip test were assessed.

Results. The study sample showed significant comorbidity, decreased left ventricular ejection fraction (LVEF), cardiac dilation, increased mean pulmonary artery pressure (mPAP), increased arterial stiffness (CAVI), body composition changes, and decreased limb muscle strength with asymmetry. Right knee extensor muscle strength was associated with HADS scores ($p=0,002$), depression level ($p=0,016$), left atrial volume index ($p=0,007$), right atrial volume index (RAVI) ($p=0,051$), aortic size ($p=0,003$), LVEF ($p=0,001$), mPAP ($p=0,021$), and CAVI ($p=0,017$). In step-

wise linear regression, RAVI, tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) and LVEF were independent predictors of right knee extensor muscle strength. Left knee extensor muscle strength was associated with HADS scores ($p=0,001$), left atrial volume index ($p=0,049$), left ventricular mass index (LVMI) ($p=0,008$), aortic size ($p=0,004$), mPAP ($p=0,013$), and CAVI ($p<0,001$). In stepwise linear regression, RAVI, TAPSE and LVEF were independent predictors of right knee extensor muscle strength. Right knee flexor muscle strength was associated with HADS scores ($p=0,005$), aortic size ($p=0,012$), LVEF ($p=0,015$), mPAP ($p=0,03$), and CAVI ($p=0,005$). Left knee flexor muscle strength was associated with HADS scores ($p=0,041$). Independent factors associated with the strength of various muscle groups included right heart parameters (TAPSE, mPAP), left heart parameters (LVEF, aortic size, LVM, and LVMI), and cardiac catheterization parameters (transpulmonary gradient and pulmonary vascular resistance).

Conclusion. In patients with heart failure before heart transplantation, limb muscle strength associated with cardiac function parameters is reduced. These data can be used to develop rehabilitation programs using electrical muscle stimulation.

Keywords: heart failure, heart transplants, muscle strength, electrical muscle stimulation.

Relationships and Activities. Russian Science Foundation № 25-15-20054 "Physical Prehabilitation Methodology in the Form of Passive Exercise Using Electrical Muscle

Stimulation in Patients with Severe Heart Failure on the Waiting List for Orthotopic Heart Transplantation".

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia.

Sumin A. N.* ORCID: 0000-0002-0963-4793, Shcheglova A. V. ORCID: 0000-0002-4108-164X, Golubovskaya D. P. ORCID: 0000-0002-3922-009X, Bryukhanov Ya. I. ORCID: 0000-0002-1573-538X, Fedorova D. N. ORCID: 0000-0002-0308-8760, Anchkova M. I. ORCID: 0000-0001-7975-2173, Pecherina T. B. ORCID: 0000-0002-4771-484X.

*Corresponding author:
an_sumin@mail.ru

Received: 17.11.2025 **Revision Received:** 04.12.2025 **Accepted:** 15.12.2025

For citation: Sumin A. N., Shcheglova A. V., Golubovskaya D. P., Bryukhanov Ya. I., Fedorova D. N., Anchkova M. I., Pecherina T. B. Skeletal muscle status in patients with heart failure on the heart transplant waiting list: clinical and paraclinical associations. *Russian Journal of Cardiology*. 2026;31(1):6686. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6686. EDN: WEJUBY

Ключевые моменты

- У пациентов с хронической сердечной недостаточностью перед трансплантацией сердца зафиксировано снижение мышечной силы конечностей и силы сжатия кисти.
- Подтверждена связь мышечной силы с ключевыми эхокардиографическими показателями.
- Результаты позволяют персонифицировать реабилитационные программы для кандидатов на трансплантацию сердца, включая методы электростимуляции мышц.

Трансплантация сердца (ТС) продолжает оставаться наиболее оптимальным методом лечения для пациентов с терминальной стадией хронической сердечной недостаточности (ХСН) [1]. Хотя история ТС началась более 50 лет назад, до недавних пор оптимальная профилактика у реципиентов ТС не была сформулирована. Только в 2024г опубликован клинический консенсус европейских экспертов [2], в котором подчеркнута важность профилактики и реабилитации после ТС, а также выделены факторы риска, которые следует учитывать после ТС для улучшения функциональных возможностей пациентов, их качества жизни и выживаемости. В настоящее время признано, что скелетные мышцы являются ключевым периферическим органом после ТС, который ограничивает функциональные возможности, но поддается коррекции посредством продолжительной тренировки мышц [2]. После ТС у пациентов наблюдаются многочисленные нарушения в скелетных мышцах, включая потерю массы и функции, а также признаки митохондриальных нарушений, сдвиг в сторону

Key messages

- Patients with heart failure prior to heart transplantation showed decreased limb muscle strength and handgrip strength.
- A relationship between muscle strength and key echocardiographic parameters was confirmed.
- The results allow for the personalization of rehabilitation programs for heart transplant candidates, including electrical muscle stimulation methods.

более утомляемых гликолитических волокон II типа и снижение капиллярности волокон [3]. Дефицит скелетных мышц после ТС может сохраняться в течение нескольких месяцев и тесно коррелирует с показателями физической работоспособности [4]. В силу этих данных основное внимание клиницистов и исследователей уделяется программам физической тренировки (ФТ) после успешной ТС. Так, традиционные режимы тренировок после ТС в течение 3-6 мес. способны увеличить силу мышц и их массу, что сопровождается улучшением функции/морфологии митохондрий, хотя низкий коэффициент капиллярности волокон сохраняется [3].

Существенно меньше внимания уделяется состоянию скелетных мышц у больных в листе ожидания ТС. Прежде всего, это может объясняться существующим мнением о трудности проведения традиционных программ физической реабилитации этой категории больных. Тем не менее отдельные исследования показывают возможность использования ФТ у больных в листе ожидания ТС [5], а также использование специальных видов тренировок у данной категории больных. В частности, показано эффектив-

ное использование электромиостимуляции (ЭМС) скелетных мышц при выраженной ХСН [6], в предоперационной подготовке перед кардиохирургическими операциями [7], а также у больных с осложненным течением послеоперационного периода [8]. Вполне вероятно, что ЭМС может благоприятно воздействовать на состояние скелетных мышц у больных в листе ожидания ТС, что будет способствовать меньшей их дезадаптации и большей эффективности программ физической реабилитации после ТС. Вышеприведенные соображения подчеркивают целесообразность более тщательного изучения состояния скелетных мышц у данной категории больных. Соответственно, целью настоящего исследования являлось изучение клинико-инструментальных корреляций мышечного статуса у пациентов, находящихся в листе ожидания ТС.

Материал и методы

В исследование включены 38 пациентов с диагнозом ХСН, которые находились в листе ожидания на ТС или рассматривались как кандидаты на включение в лист ожидания на базе ФГБУ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ). Из них 33 мужчины (89,0%) и 5 женщин (11,0%). Средний возраст пациентов составил $58,3 \pm 9,6$ года. Критерии включения: подтвержденный диагноз ХСН, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) $<40\%$, отсутствие острых состояний в последние 3 мес. Критерии исключения: наличие онкологических заболеваний, тяжелых неврологических нарушений, дефекты опорно-двигательного аппарата, жизнеугрожающие нарушения ритма/проводимости, нестабильная гемодинамика, клинически значимая легочная гипертензия, отказ от участия. Согласно критериям включения и исключения в окончательный анализ вошли 30 пациентов. От всех участников было получено информированное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом НИИ КПССЗ (протокол № 5 от 07.04.2025).

В ходе исследования оценивался стандартный комплекс клинических и инструментальных показателей: сбор анамнеза, физикальное обследование пациентов, анализ медицинской документации, а также эхокардиография (ЭхоКГ), катетеризация правых камер сердца, оценка сосудистой жесткости и показателей гемодинамики.

Для оценки психоэмоционального статуса применялась госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS). Качество жизни измерялось с помощью опросника EQ-5D-3L, включающего визуально-аналоговую шкалу (ВАШ) от 0 (наихудшее состояние здоровья) до 100 баллов (наилучшее).

Для оценки состава тела и жидкостного баланса у пациентов с ХСН применялась биоимпедансометрия на аппарате TANITA BC-587 (Китай). Динамометрия

Таблица 1

Демографическая и клиническая характеристика больных с ХСН

Показатель	Общая выборка
Мужчины/женщины (n, %)	26 (86,7)/4 (13,3)
Возраст (лет, Me [LQ; UQ])	61,5 [51,0;65,0]
Антропометрические показатели	
Рост (см, Me [LQ; UQ])	176 [170,0;181,0]
Вес (кг, Me [LQ; UQ])	89,6 [72,0;105,0]
Индекс массы тела (лет, Me [LQ; UQ])	29,5 [25,9;31,4]
Анамнестические данные	
Инфаркт миокарда в анамнезе (n, %)	15 (50,0)
Ишемическая болезнь сердца (n, %)	26 (76,5)
Артериальная гипертензия в анамнезе (n, %)	28 (93,3)
Ожирение (n, %)	8 (26,7)
Инсульт в анамнезе (n, %)	1 (3,3)
ТЭЛА в анамнезе (n, %)	1 (3,3)
Сахарный диабет в анамнезе (n, %)	8 (26,7)
ЧТКА в анамнезе (n, %)	17 (56,7)
КШ в анамнезе (n, %)	4 (13,3)
КДФ в анамнезе (n, %)	17 (56,7)
ХСН >III ФК	8 (26,7)
Показатели сосудистой жесткости и гемодинамики	
САД (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	125,0 [116,0;136,0]
ДАД (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	78,0 [72,0;86,0]
ПАД (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	44,0 [32,0;53,0]
ЧСС (уд./мин, Me [LQ; UQ])	72,0 [65,0;85,0]
CAVI (Me [LQ; UQ])	8,5 [6,5;9,7]
ЛПИ (Me [LQ; UQ])	0,96 [0,8;1,0]
Психосоциальный статус и оценка качества жизни	
HADS	
Уровень тревоги (баллы, Me [LQ; UQ])	3,0 [1,0;4,0]
Уровень депрессии (баллы, Me [LQ; UQ])	3,0 [2,0;4,0]
EQ-5D-3L	
Визуально-аналоговая шкала (баллы, Me [LQ; UQ])	60,0 [50,0;75,0]

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, КДФ — кардиовертер-дефибриллятор, КШ — коронарное шунтирование, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, ПАД — пульсовое артериальное давление, САД — систолическое артериальное давление, ТЭЛА — тромбоэмболия легочной артерии, ФК — функциональный класс, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЧТКА — чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика, ЧСС — частота сердечных сокращений, CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс.

мышц нижних конечностей проводилась с использованием ручного изокинетического динамометра Lafayette MMT 01165 (США). Прибор позволяет в режиме реального времени визуализировать результаты на встроенном экране с фиксацией показателя максимальной силы сокращения. Последовательно осуществлялись четыре парных упражнения на различные мышечные группы с оценкой силы: четырехглавой мышцы бедра, сгибателей коленного сустава, сгибателей и разгибателей стопы.

Для измерения силы хвата применялся динамометр ДК-100 (Российская Федерация). Проводились парные измерения силы хвата правой и левой кисти с последующей регистрацией полученных показате-

лей. Все процедуры выполнялись в соответствии со стандартизированным протоколом, обеспечивающим воспроизводимость измерений.

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программных пакетов STATISTICA (версия 12.0, STATSOFT) и SPSS (версия 17.0). Непрерывные переменные представлялись либо в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$), либо в виде медианы с указанием межквартильного диапазона (Q_1 – Q_3) — в зависимости от характера распределения данных. Категориальные показатели приводились в абсолютных значениях и процентах. Для оценки значимости ассоциации силы различных групп мышц нижних конечностей и силы сжатия кисти с клинико-инструментальными показателями применялся множественный линейный регрессионный анализ (использовали Enter метод). Для выявления независимых показателей, ассоциированных с данными мышечного статуса, использовали множественный линейный регрессионный анализ с пошаговым отбором. Уровень статистической значимости (p) принимался равным 0,05.

Результаты

В таблице 1 представлен анализ клинико-анамнестических данных, функционального статуса и параметров гемодинамики у пациентов с ХСН. Обследованная когорта отличалась высокой распространенностью метаболических нарушений и коморбидностью: ишемическая болезнь сердца выявлена у 86,7% пациентов, артериальная гипертензия — у 93,3%, перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе — у 50,0%. Значительная доля больных имела интервенционные вмешательства (чрескожное коронарное вмешательство — 56,7%, коронарное шунтирование — 13,3%, имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор — 56,7%). Анализ гемодинамических параметров выявил контролируемые уровни систолического (Me 125 мм рт.ст.) и диастолического (Me 78 мм рт.ст.) артериального давления, вероятно, обусловленные эффективной антигипертензивной терапией. Умеренное повышение пульсового давления (Me 44 мм рт.ст.) в сочетании с превышением порогового значения сердечно-лодыжечного сосудистого индекса ($CAVI$) $>8,0$ (Me 8,5) свидетельствует о повышенной жесткости крупных артерий у обследованных пациентов. По данным шкалы HADS, уровни тревоги и депрессии находились в пределах нормы (0–7 баллов), что свидетельствует об отсутствии клинически выраженных тревожных или депрессивных расстройств. Согласно ВАШ EQ-5D-3L, медиана субъективной оценки качества жизни составила 60,0 баллов, что указывает на сниженный уровень восприятия качества жизни у пациентов с ХСН.

Структура этиологии ХСН представлена на рисунке 1. Ведущей причиной ХСН в исследуемой когорте стала ишемическая кардиомиопатия, составившая половину

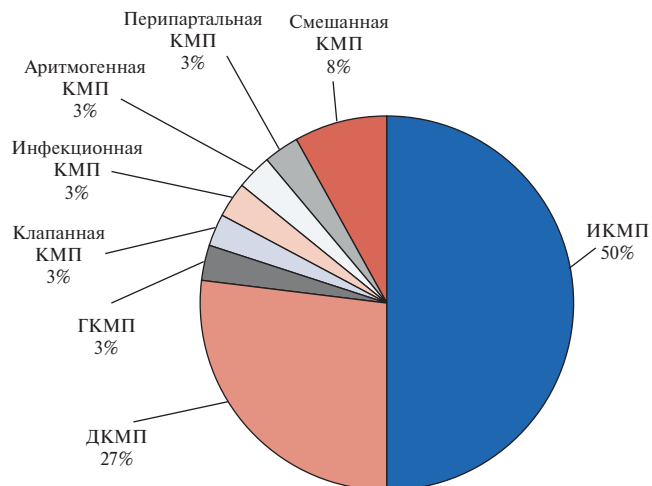


Рис. 1. Структура этиологии ХСН.

Сокращения: ГКМП — гипертрофическая кардиомиопатия, ДКМП — дилатационная кардиомиопатия, ИКМП — ишемическая кардиомиопатия, КМП — кардиомиопатия.

Таблица 2

Результаты зондирования полостей сердца

Показатель	Общая выборка
ДЛА инв. сист. (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	24,0 [22,0;40,0]
ДЛА инв. ср. (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	29,0 [22,0;40,0]
ДЗЛК (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	20,0 [14,0;26,0]
СИ (л/мин/м ² , Me [LQ; UQ])	2,1 [1,8;2,4]
СВ (л/мин, Me [LQ; UQ])	4,3 [3,35;5,0]
ТПГ (мм рт.ст., Me [LQ; UQ])	9,0 [7,0;11,0]
ЛСС (ед. Вуда, Me [LQ; UQ])	1,8 [1,4;2,8]

Сокращения: ДЗЛК — давление заклинивания легочных капилляров, ДЛА инв. сист. — систолическое давление в легочной артерии, измеренное инвазивным методом, ДЛА инв. ср. — среднее давление в легочной артерии, измеренное инвазивным методом, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, СВ — сердечный выброс, СИ — сердечный индекс, ТПГ — транспульмональный градиент.

всех случаев. На втором по частоте месте оказалась дилатационная кардиомиопатия — ее доля составила 27% наблюдений. Совокупная доля прочих этиологических вариантов (гипертрофическая, клапанная, инфекционная, аритмогенная, перипартальная кардиомиопатии, а также смешанные формы) составила 23%, такое распределение этиологических факторов в нашей когорте согласуется с современными эпидемиологическими тенденциями в структуре ХСН [9].

Результаты инвазивного зондирования полостей сердца у пациентов с ХСН приведены в таблице 2. Данные указывают на умеренное повышение давления в малом круге кровообращения, а также на отсутствие признаков прекапиллярной легочной гипертензии, что соответствует картине систоло-диастолической дисфункции при ХСН.

Данные ЭхоКГ подтверждают тяжелое ремоделирование сердца с комбинированной систоло-диасто-

Таблица 3

Основные показатели ЭхоКГ
у пациентов ХСН

Показатель	Общая выборка
Структурные и функциональные показатели левых отделов сердца	
Аорта восходящая (см, Me [LQ; UQ])	3,5 [3,3;4,0]
АК регург., (ст., Me [LQ; UQ])	0,0 [0,0;1,0]
МК регург., (ст., Me [LQ; UQ])	1,0 [1,0;2,0]
КДР ЛЖ, (мм, Me [LQ; UQ])	7,5 [6,8;8,0]
КСР ЛЖ, (мм, Me [LQ; UQ])	6,5 [6,0;7,1]
КДО ЛЖ, (мл/м ² , Me [LQ; UQ])	202,0 [181,0;290,0]
КСО ЛЖ, (мл/м ² , Me [LQ; UQ])	150,0 [140,0;239,0]
ФВ ЛЖ, (%), Me [LQ; UQ])	22,0 [18,0;31,0]
КДИ ЛЖ (мл/м ² , Me [LQ; UQ])	112,0 [90,0;139,0]
КСИ ЛЖ (мл/м ² , Me [LQ; UQ])	86,0 [66,0;107,0]
УО ЛЖ (мл, Me [LQ; UQ])	53,0 [35,0;79,0]
МЖП (см, Me [LQ; UQ])	1,0 [0,9;1,2]
ЗС ЛЖ (см, Me [LQ; UQ])	1,0 [8,0;]
ОТС ЛЖ (см, Me [LQ; UQ])	0,25 [0,23;0,29]
ЛП (см, Me [LQ; UQ])	5,20 [4,6;5,8]
ЛП4х1размер (см ² , Me [LQ; UQ])	5,1 [4,7;5,6]
ЛП4х2размер (см ² , Me [LQ; UQ])	6,7 [6,1;7,9]
Площадь ЛП (см ² , Me [LQ; UQ])	108,0 [82,0;130,0]
ММ, по Penn (г, Me [LQ; UQ])	334,0 [306,0;443,0]
ИММ (г/м ² , Me [LQ; UQ])	170,0 [131,0;205,0]
ЛП ind (мл/м ² , Me [LQ; UQ])	49,0 [46,0;60,0]
МК_пик Е (см/сек, Me [LQ; UQ])	66,0 [42,0;86,0]
МК_пик А (см/сек, Me [LQ; UQ])	67,5 [23,0;74,0]
МК_Е/А, (Me [LQ; UQ])	1,2 [0,6;3,2]
МК_Е/е', (Me [LQ; UQ])	13,5 [7,2;17,2]
Структурные и функциональные показатели правых отделов сердца	
ТК регург. (ст., Me [LQ; UQ])	1,0 [1,0;2,0]
ПП4х1размер (см ² , Me [LQ; UQ])	5,0 [4,5;5,3]
ПП4х2размер (см ² , Me [LQ; UQ])	6,2 [5,5;6,9]
ПЖ выв., (мм, Me [LQ; UQ])	2,4 [1,6;3,0]
S КД ind (см ² /м ² , Me [LQ; UQ])	12,0 [10,5;15,9]
S КС ind (см ² /м ² , Me [LQ; UQ])	8,0 [6,5;14,0]
ФИП ПЖ (%), Me [LQ; UQ])	35,5 [27,5;41,5]
Объем ПП (мл, Me [LQ; UQ])	80,0 [62,0;112,0]
ПП ind (мл/м ² , Me [LQ; UQ])	39,5 [30,5;49,5]
ТК_TAPSE (см, Me [LQ; UQ])	1,6 [1,2;2,1]
ДЛА ср., (Me [LQ; UQ])	28,0 [23,8;31,5]
ДЛА сист., (Me [LQ; UQ])	45,0 [37,5;51,5]
ДЛА диаст., (Me [LQ; UQ])	20,5 [17,0;23,0]

Сокращения: АК — аортальный клапан, ДЛА диаст. — диастолическое давление в легочной артерии, ДЛА сист. — систолическое давление в легочной артерии, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ЗС — задняя стенка, ИММ — индекс массы миокарда, КДИ — конечный диастолический индекс, КДО — конечный диастолический объем, КДР — конечный диастолический размер, КСО — конечный систолический объем, КСИ — конечный систолический индекс, КСР — конечный систолический размер, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, МЖП — межжелудочковая перегородка, МК — митральный клапан, ММ — масса миокарда, ОТС — относительная толщина стенки, ПЖ — правый желудочек, ПП — правое предсердие, ТК — трикуспидальный клапан, УО — ударный объем, ФВ — фракция выброса, ФИП — фракционное изменение площади, А — пиковая скорость кровотока на митральном клапане в фазу позднего наполнения, Е — пиковая скорость кровотока на митральном клапане в фазу раннего наполнения, Е/А — соотношение скоростей раннего и позднего наполнения левого желудочка, Е/е' — соотношение скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка к скорости движения миокарда в области митрального кольца в раннюю диастолу, S КД ind — индексированная площадь в конце диастолы, S КС ind — индексированная площадь в конце систолы, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

Таблица 4

Биоимпедансометрия у пациентов с ХСН

Показатель	Общая выборка
Вес (кг, Me [LQ; UQ])	90,0 [70,0;100,0]
Процент жира (%), Me [LQ; UQ])	27,0 [20,5;31,6]
Висцеральный жир (кг, Me [LQ; UQ])	9,0 [7,5;16,0]
Вода (%), Me [LQ; UQ])	49,9 [49,2;53,1]
Мышцы (кг, Me [LQ; UQ])	54,0 [52,9;60,9]
Физический рейтинг (Me [LQ; UQ])	2,0 [2,0;4,0]
Костная масса (кг, Me [LQ; UQ])	2,9 [2,1;3,1]
Биологический возраст (лет, Me [LQ; UQ])	50,0 [27,0;50,0]
Основной обмен (ккал, Me [LQ; UQ])	1665 [1576;1885]

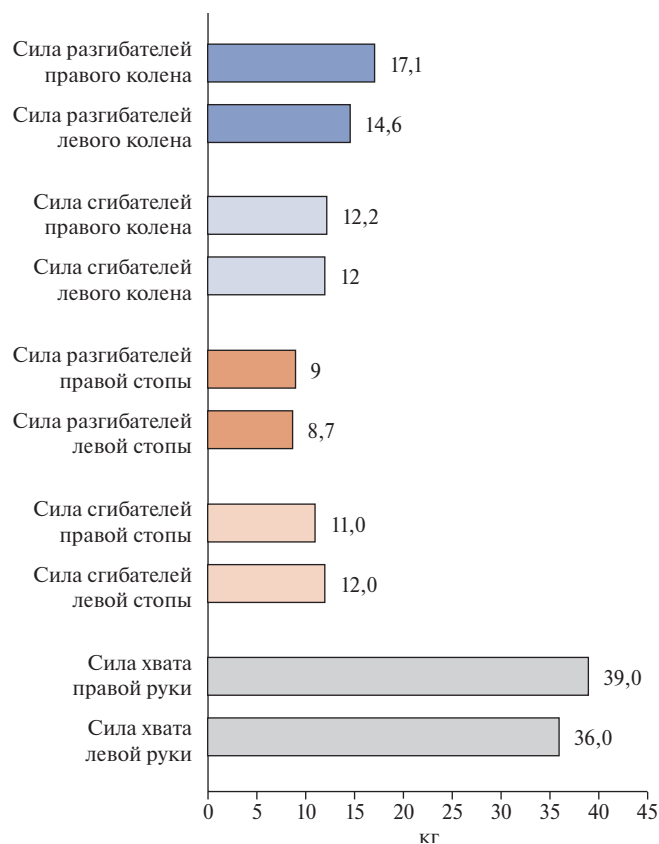


Рис. 2. Мышечный статус у больных ХСН.

лической дисфункцией и повышенным давлением в малом круге кровообращения (табл. 3). Выявлено значимое снижение ФВ ЛЖ (Me 22,0%). Отмечена дилатация как левых, так и правых отделов сердца. Кроме того, зафиксировано повышение давления в легочной артерии (ДЛА) (систолическое: Me 45,0 мм рт.ст.; среднее (ДЛА ср.): Me 28,0 мм рт.ст.).

Совокупность данных биоимпедансометрии демонстрирует изменения компонентного состава тела, характерные для пациентов с ХСН (табл. 4): повышенное содержание жировой массы (Me 27,0%), в т.ч. висцерального жира (Me 9,0 кг), относительно сохранная мышечная масса (Me 54,0 кг), сниженные показатели физической

Таблица 5

**Ассоциация силы мышц разгибателей правого колена с клинико-инструментальными показателями
(линейный регрессионный анализ, Enter method)**

Показатели	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	75,593	15,297		4,942	0,000
Возраст	0,051	0,063	0,100	0,811	0,430
Вес	0,014	0,035	0,057	0,396	0,697
Баллы по шкале HADS	3,685	0,965	1,532	3,820	0,002
Баллы депрессии	-1,519	0,557	-0,461	-2,726	0,016
Баллы ВАШ EQ-5D-5L	0,030	0,051	0,075	0,594	0,561
ИОЛП	0,412	0,133	1,066	3,105	0,007
ИОПП	-0,219	0,103	-0,520	-2,121	0,051
ММЛЖ	-0,004	0,017	-0,096	-0,231	0,820
ИММЛЖ	-0,033	0,032	-0,378	-1,041	0,314
Аорта	-16,447	4,659	-1,202	-3,530	0,003
ФВ ЛЖ	-0,424	0,106	-0,945	-4,009	0,001
TAPSE	1,498	2,667	0,110	0,562	0,583
ДЛА ср.	-1,259	0,488	-1,998	-2,581	0,021
ДЛА сист.	0,215	0,239	0,530	0,898	0,384
CAVI право	-3,606	1,348	-1,745	-2,676	0,017
CAVI лево	4,158	1,534	1,890	2,710	0,016
ЛСС	-0,769	1,079	-0,232	-0,713	0,487
ТПГ	0,351	0,371	0,303	0,945	0,359

Сокращения: ВАШ — визуальная аналоговая шкала в опроснике качества жизни, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ДЛА сист. — систолическое давление в легочной артерии, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ИОЛП — индекс объема левого предсердия, ИОПП — индекс объема правого предсердия, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ТПГ — транспульмональный градиент, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, CAVI — сердечно-лодыжный сосудистый индекс, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

активности, подтвержденные низким значением физического рейтинга (Me 2,0). При этом содержание общей воды в организме находилось в пределах нормальных значений (Me 49,9%), а показатели основного обмена (Me 1665 ккал) и костной массы (Me 2,9 кг) не выявили критических отклонений. Биологический возраст (Me 50,0 лет) в ряде случаев превышал календарный.

По результатам исследования мышечного статуса у пациентов с ХСН (рис. 2) были зафиксированы сниженные показатели силы мышц конечностей: медиана силы разгибателей правого колена составила 17,05 кг, левого — 14,6 кг, что выявило асимметрию между конечностями. Медиана силы сгибателей правого колена достигла 12,2 кг, левого — 11,9 кг, демонстрируя близкие значения для обеих ног. Для разгибателей стоп показатели медианы равнялись 9,0 кг правая и 8,7 кг левая, для сгибателей — 11,0 кг правая и 12,0 кг левая, что указывало на небольшое преобладание силы сгибателей. Медиана силы хвата правой руки составила 39,0 кг, левой — 36,0 кг, также с заметной асимметрией. Полученные данные свидетельствовали об общем снижении силовых показателей, межконечностной асимметрии и относительно лучшем сохранении силы сгибателей в дистальных отделах конечностей, что соответствует характерным проявлениям мышечной слабости и саркопении при ХСН.

Для оценки ассоциации силы мышц нижних конечностей и сжатия кисти с клинико-инструментальными показателями (возраст, вес, опросники HADS, шка-

ла EQ-5D-5L, данные ЭхоКГ, зондирование полостей сердца, данные биоимпедансометрии, результаты оценки сосудистой жесткости) использовали множественную линейную регрессию (табл. 5-8).

Сила мышц разгибателей правого колена (табл. 5) была ассоциирована с баллами по шкале HADS ($\beta=1,532$; $p=0,002$), уровнем депрессии ($\beta=-0,461$; $p=0,016$), индексом объема левого предсердия (ИОЛП) ($\beta=1,066$; $p=0,007$); индексом объема правого предсердия (ИОПП) ($\beta=-0,520$; $p=0,051$); размерами аорты ($\beta=-1,202$; $p=0,003$); ФВ ЛЖ ($\beta=-0,945$; $p=0,001$); ДЛА ср. ($\beta=-1,998$; $p=0,021$); CAVI справа ($\beta=-1,745$; $p=0,017$) и слева ($\beta=1,890$; $p=0,016$). При пошаговой линейной регрессии (табл. 9) ИОПП, систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE) и ФВ ЛЖ были независимыми предикторами силы мышц разгибателей правого колена.

Сила мышц разгибателей левого колена (табл. 6) была ассоциирована с баллами по шкале HADS ($\beta=1,357$; $p=0,001$), ИОЛП ($\beta=0,626$; $p=0,049$); индексом массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) ($\beta=-0,946$; $p=0,008$); размерами аорты ($\beta=-0,980$; $p=0,004$); ДЛА ср. ($\beta=-1,863$; $p=0,013$); CAVI справа ($\beta=-2,749$; $p<0,001$) и слева ($\beta=3,015$; $p<0,001$). При пошаговой линейной регрессии (табл. 9) ИОПП, TAPSE и ФВ ЛЖ были независимыми предикторами силы мышц разгибателей правого колена.

Сила мышц сгибателей правого колена (табл. 7) была ассоциирована с баллами по шкале HADS ($\beta=1,829$;

Таблица 6

**Ассоциация силы мышц разгибателей левого колена с клинико-инструментальными показателями
(линейный регрессионный анализ, Enter method)**

Показатели	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	65,321	13,700		4,768	0,000
Возраст	0,050	0,057	0,094	0,891	0,387
Вес	-0,005	0,032	-0,019	-0,155	0,879
Баллы по шкале HADS	3,427	0,864	1,357	3,967	0,001
Баллы депрессии	-0,037	0,499	-0,011	-0,075	0,941
Баллы ВАШ EQ-5D-5L	-0,072	0,046	-0,170	-1,589	0,133
ИОЛП	0,254	0,119	0,626	2,138	0,049
ИОПП	-0,067	0,092	-0,152	-0,728	0,478
ММЛЖ	0,028	0,015	0,654	1,846	0,085
ИММЛЖ	-0,088	0,029	-0,946	-3,056	0,008
Аорта	-14,085	4,173	-0,980	-3,375	0,004
ФВ ЛЖ	-0,106	0,095	-0,224	-1,115	0,282
TAPSE	-2,177	2,389	-0,152	-0,911	0,376
ДЛА ср.	-1,233	0,437	-1,863	-2,821	0,013
ДЛА сист.	0,277	0,214	0,651	1,291	0,216
CAVI право	-5,965	1,207	-2,749	-4,941	0,000
CAVI лево	6,963	1,374	3,015	5,067	0,000
ЛСС	-1,635	0,966	-0,469	-1,692	0,111
ТПГ	0,288	0,333	0,237	0,865	0,401

Сокращения: ВАШ — визуальная аналоговая шкала в опроснике качества жизни, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ДЛА сист. — систолическое давление в легочной артерии, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ИОЛП — индекс объема левого предсердия, ИОПП — индекс объема правого предсердия, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ТПГ — транспульмональный градиент, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, CAVI — сердечно-лodyжечный сосудистый индекс, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

Таблица 7

**Ассоциация силы мышц сгибателей правого колена с клинико-инструментальными показателями
(линейный регрессионный анализ, Enter method)**

Показатели	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	46,495	13,389		3,473	0,003
Возраст	0,029	0,055	0,093	0,534	0,601
Вес	0,010	0,031	0,064	0,318	0,755
Баллы по шкале HADS	2,741	0,844	1,829	3,247	0,005
Баллы депрессии	-0,567	0,488	-0,276	-1,162	0,263
Баллы ВАШ EQ-5D-5L	-0,004	0,045	-0,017	-0,098	0,924
ИОЛП	0,221	0,116	0,920	1,908	0,076
ИОПП	0,011	0,090	0,041	0,118	0,908
ММЛЖ	-0,019	0,015	-0,755	-1,295	0,215
ИММЛЖ	0,003	0,028	0,051	0,100	0,922
Аорта	-11,613	4,078	-1,361	-2,847	0,012
ФВ ЛЖ	-0,253	0,093	-0,906	-2,736	0,015
TAPSE	5,630	2,335	0,662	2,412	0,029
ДЛА ср.	-1,024	0,427	-2,608	-2,398	0,030
ДЛА сист.	0,187	0,209	0,741	0,893	0,386
CAVI право	-3,574	1,180	-2,775	-3,030	0,008
CAVI лево	4,371	1,343	3,188	3,254	0,005
ЛСС	-0,131	0,944	-0,063	-0,139	0,891
ТПГ	-0,254	0,325	-0,352	-0,780	0,447

Сокращения: ВАШ — визуальная аналоговая шкала в опроснике качества жизни, ДЛА сист. — систолическое давление в легочной артерии, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ИОЛП — индекс объема левого предсердия, ИОПП — индекс объема правого предсердия, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, ТПГ — транспульмональный градиент, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, CAVI — сердечно-лodyжечный сосудистый индекс, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

$p=0,005$), размерами аорты ($\beta=-2,847$; $p=0,012$); ФВ ЛЖ ($\beta=-2,736$; $p=0,015$); ДЛА ср. ($\beta=-2,398$; $p=0,03$); CAVI справа ($\beta=-3,030$ $p=0,008$) и слева ($\beta=3,254$; $p=0,005$).

Сила мышц сгибателей левого колена (табл. 8) была ассоциирована только с баллами по шкале HADS ($\beta=2,231$; $p=0,041$).

Таблица 8

**Ассоциация силы мышц сгибателей левого колена с клинико-инструментальными показателями
(линейный регрессионный анализ, Enter method)**

Показатели	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	34,904	17,665		1,976	0,067
Возраст	0,037	0,073	0,103	0,502	0,623
Вес	0,017	0,041	0,098	0,409	0,688
Баллы по шкале HADS	2,485	1,114	1,488	2,231	0,041
Баллы депрессии	-0,524	0,644	-0,229	-0,815	0,428
Баллы ВАШ EQ-5D-5L	0,051	0,059	0,180	0,860	0,403
ИОЛП	0,201	0,153	0,751	1,315	0,208
ИОПП	-0,018	0,119	-0,062	-0,151	0,882
ММЛЖ	-0,008	0,019	-0,294	-0,425	0,677
ИММЛЖ	-0,013	0,037	-0,219	-0,363	0,722
Аорта	-9,927	5,381	-1,044	-1,845	0,085
ФВ ЛЖ	-0,147	0,122	-0,472	-1,205	0,247
TAPSE	3,669	3,080	0,387	1,191	0,252
ДЛА ср.	-0,852	0,563	-1,947	-1,513	0,151
ДЛА сист.	0,197	0,276	0,700	0,713	0,487
CAVI право	-2,524	1,556	-1,759	-1,622	0,126
CAVI лево	3,313	1,772	2,169	1,870	0,081
ЛСС	-0,114	1,246	-0,049	-0,091	0,929
ТПГ	-0,364	0,429	-0,454	-0,850	0,409

Сокращения: ВАШ — визуальная аналоговая шкала в опроснике качества жизни, ДЛА сист. — систолическое давление в легочной артерии, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ИОЛП — индекс объема левого предсердия, ИОПП — индекс объема правого предсердия, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, ТПГ — транспульмональный градиент, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, CAVI — сердечно-лодыжный сосудистый индекс, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

В таблице 9 представлены данные пошаговой линейной регрессии по выявлению независимых факторов, ассоциированных с силой различных групп мышц. Среди таких факторов были показатели правых отделов сердца (ИОПП TAPSE, ДЛА ср.), левых отделов сердца (ФВ ЛЖ, размеры аорты, масса миокарда ЛЖ и ИММЛЖ), а также показатели зондирования полостей сердца (транспульмональный градиент и легочное сосудистое сопротивление). Показатели жесткости артериальной стенки (CAVI справа и слева) не были независимо ассоциированы с силой ни одной из мышечных групп, несмотря на данные однокфакторной линейной регрессии.

Обсуждение

Среди обследованных больных ХСН из листа ожидания ТС (или обследованных перед включением в лист ожидания) отмечено снижение силы мышц нижних конечностей и силы сжатия кисти. Выявлена ассоциация силы мышц как с отдельными ЭхоКГ показателями правых и левых отделов сердца, так и данных зондирования полостей сердца. Не удалось выявить независимой ассоциации показателей жесткости артериальной стенки с силой изученных мышечных групп при множественной пошаговой линейной регрессии.

В ранее опубликованных исследованиях состояние скелетных мышц в таком ракурсе не изучалось. У больных в листе ожидания ТС мышечный статус во

многоч определяет не только функциональные возможности, но и прогноз пациентов после ТС [10]. Длительный период пребывания в листе ожидания ТС, особенно при необходимости инотропной поддержки больных, сопровождается развитием саркопении. После этого даже проведение успешной ТС сопряжено с более тяжелым послеоперационным периодом [11]. Более того, мышечная масса у больных в листе ожидания была независимым фактором риска экстренной имплантации устройства механической поддержки или смерти во время ожидания ТС [12]. Существуют несколько методов предотвращения прогрессивного снижения мышечного статуса у больных в листе ожидания ТС. Например, имплантация устройства механической поддержки кровообращения позволяет активизировать больных: показана потенциальная обратимость нарушений мышечного статуса функции через 2-6 мес. после имплантации даже без программы физических упражнений при достаточном лечении сердечной недостаточности [13, 14]. По данным метаанализа 12 исследований [15] показано, что ФТ после имплантации устройства вспомогательного кровообращения ЛЖ сопровождалось более выраженным улучшением функциональной способности больных по сравнению со стандартной терапией. Тем не менее механизмы улучшения состояния скелетных мышц остаются не до конца ясными [16].

Целенаправленное изучение состояния скелетных мышц в настоящем исследовании и ассоциации их

Таблица 9

**Ассоциация силы мышц конечностей с клинико-инструментальными показателями
(линейный регрессионный анализ, stepwise method)**

Показатели	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Сила мышц разгибателей правого колена					
(Constant)	42,835	4,364		9,815	0,000
ИОПП	-0,300	0,055	-0,713	-5,420	0,000
TAPSE	-6,072	1,777	-0,445	-3,416	0,002
ФВ ЛЖ	-0,165	0,059	-0,367	-2,787	0,009
Сила мышц разгибателей левого колена					
(Constant)	27,021	7,369		3,667	0,001
ИОПП	-0,348	0,061	-0,790	-5,744	0,000
TAPSE	-6,753	1,835	-0,471	-3,681	0,001
Аорта	3,888	1,894	0,271	2,053	0,049
Сила мышц сгибателей правого колена					
(Constant)	20,561	2,001		10,274	0,000
ИОПП	-0,116	0,039	-0,444	-2,993	0,005
ДЛА ср.	-0,123	0,058	-0,312	-2,104	0,044
Сила мышц сгибателей левого колена					
(Constant)	20,888	1,986		10,516	0,000
ИОПП индекс	-0,136	0,042	-0,466	-3,266	0,003
ТПГ	-0,274	0,115	-0,341	-2,386	0,023
Сила мышц разгибателей правой стопы					
(Constant)	-7,982	3,963		-2,014	0,053
Аорта	5,910	1,149	0,734	5,143	0,000
ИОПП	-0,140	0,035	-0,568	-4,045	0,000
ЛСС	0,959	0,260	0,490	3,684	0,001
Сила мышц сгибателей левой стопы					
(Constant)	17,012	1,890		9,002	0,000
ИОПП	-0,081	0,029	-0,361	-2,824	0,009
ФВ ЛЖ	-0,166	0,038	-0,694	-4,412	0,000
Баллы HADS	0,921	0,205	0,718	4,492	0,000
ДЛА ср.	-0,210	0,050	-0,624	-4,202	0,000
ЛСС	0,789	0,239	0,446	3,303	0,003
Сила сжатия кисти справа					
(Constant)	38,442	2,421		15,876	0,000
ЛСС	-2,611	0,863	-0,472	-3,026	0,005
Сила сжатия кисти слева					
(Constant)	46,050	4,180		11,018	0,000
ЛСС	-2,817	0,653	-0,609	-4,315	0,000
ИММЛЖ	-0,139	0,036	-1,127	-3,826	0,001
ММЛЖ	0,045	0,017	0,806	2,712	0,011

Сокращения: ДЛА сист. — систолическое давление в легочной артерии, ДЛА ср. — среднее давление в легочной артерии, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ИОПП — индекс объема правого предсердия, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ТПГ — транспульмональный градиент, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, TAPSE — систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана.

силы с клинико-инструментальными показателями позволяет лучше представить портрет больного ХСН в листе ожидания ТС. В частности, в последующем это позволит выделить наиболее предпочтительные мышечные группы для проведения пассивных ФТ тренировок в виде ЭМС. Это позволит проводить программы физической реабилитации в амбулаторных условиях, на дому. До настоящего времени программы мультимодальной преабиляции у больных в листе ожидания ТС проводились в условиях стационара, была показана их возможность и эффективность [17].

Ограничения исследования. При оценке результатов настоящего исследования следует учитывать его

ограничения. Во-первых, исследование проводилось в одном центре, и его результаты могут различаться с данными в других клиниках. Во-вторых, в исследование были включены относительно небольшое число пациентов. Однако мы были ограничены актуальным числом больных в листе ожидания ТС, которое не имело смысла существенно увеличивать с учетом ежегодного числа трансплантаций в клинике (около 10). В-третьих, для оценки мышечного статуса мы оценивали только мышечную силу, но не использовали инструментальных методов оценки структурных изменений мышц (ультразвуковые методы, компьютерная томография) [12]. В настоящем исследовании

оценка силы мышц нижних конечностей проводилась целенаправленно, поскольку в последующих исследованиях планируется ЭМС именно этих групп мышц.

Заключение

У больных ХСН, обследованных перед включением в лист ожидания ТС, отмечается снижение мышечной силы мышц нижних конечностей и силы сжатия кисти. При линейном регрессионном анализе отмечены ассоциации мышечной силы с ЭхоКГ показателями левых (ФВ ЛЖ, ИММЛЖ, размеры аорты) и правых (ИОПП, ДЛЖ ср. и TAPSE) отделов сердца, а также с данными зондирования полостей сердца (транспульмональный градиент и легочное сосудистое сопротивление). При одновариантном анали-

зе были выявлены ассоциации мышечной силы САVI, показателем жесткости артериальной стенки, но при множественном регрессионном анализе независимой ассоциации между ними не выявлено. Полученные результаты будут полезны при разработке программ реабилитации для данной категории больных с использованием ЭМС изученных мышечных групп.

Отношения и деятельность. При поддержке Российского научного фонда № 25-15-20054 "Методика физической преабиляции в виде пассивных физических тренировок с использованием электромиостимуляции у пациентов с тяжелой сердечной недостаточностью из листа ожидания на ортотопическую трансплантацию сердца".

Литература/References

- Chambers DC, Perch M, Zuckermann A, et al. The International Thoracic Organ Transplant Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-Eighth Adult Lung Transplantation Report — 2021; Focus on Recipient Characteristics. *J Heart Lung Transpl.* 2021;40:1060-72. doi:10.1016/j.healun.2021.07.021.
- Simonenko M, Hansen D, Niebauer J, et al. Prevention and Rehabilitation After Heart Transplantation: A Clinical Consensus Statement of the European Association of Preventive Cardiology, Heart Failure Association of the ESC, and the European Cardio Thoracic Transplant Association, a Section of ESOT. *Transpl Int.* 2024;37:13191. doi:10.3389/ti.2024.13191.
- Tucker WJ, Beaudry RI, Samuel TJ, et al. Performance Limitations in Heart Transplant Recipients. *Exerc Sport Sci Rev.* 2018;46(3):144-51. doi:10.1249/Jes.000000000000149.
- Fernandes LCBC, de Oliveira IM, Fernandes PFCBC, et al. Impact of Heart Transplantation on the Recovery of Peripheral and Respiratory Muscle Mass and Strength in Patients With Chronic Heart Failure. *Transplant Direct.* 2018;4(11):e395. doi:10.1097/TXD.0000000000000837.
- Poty A, Krim F, Lopes P, et al. Benefits of a Supervised Ambulatory Outpatient Program in a Cardiovascular Rehabilitation Unit Prior to a Heart Transplant: A Case Study. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:811458. doi:10.3389/fcvm.2022.811458.
- Sumin AN. Local physical training using electrical stimulation of skeletal muscles in patients with CHF. *Journal of Heart Failure.* 2009;10(1):37-42. (In Russ.) Сумин А. Н. Локальные физические тренировки с применением электростимуляции скелетных мышц у больных ХСН. *Журнал сердечная недостаточность.* 2009;10(1):37-42.
- Sumin AN, Oleinik PA, Bezdenezhnykh AV, Bezdenezhnykh NA. Prehabilitation in Cardiovascular Surgery: The Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation (Randomized Clinical Trial). *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(3):2678. doi:10.3390/ijerph20032678.
- Sumin AN, Oleinik PA, Bezdenezhnykh AV. The possibility of using skeletal muscle electrical stimulation in the rehabilitation of patients after cardiac surgery. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2019;8(4S):70-81. (In Russ.) Сумин А. Н., Олейник П. А., Безденежных А. В. Возможность использования электростимуляции скелетных мышц в реабилитации больных после кардиохирургических операций. *Комплексные про-*
- блемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019;8(4S):70-81. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-4S-70-81.
- Galyavich AS, Tereshchenko SN, Uskach TM, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology.* 2024;29(11):6162. (In Russ.) Галевич А. С., Терещенко С. Н., Ускач Т. М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал.* 2024;29(11):6162. doi:10.15829/1560-4071-2024-6162.
- Yoo TK, Miyashita S, Stein A, et al. Malnutrition risk, weight loss, and subsequent survival in patients listed for heart transplantation. *JHLT Open.* 2024;7:100162. doi:10.1016/j.jhlto.2024.100162.
- Vest AR, Price LL, Chanda A, et al. Cardiac Cachexia in Left Ventricular Assist Device Recipients and the Implications of Weight Gain Early After Implantation. *J Am Heart Assoc.* 2023;12(13):e029086. doi:10.1161/JAHA.122.029086.
- Roehrich L, Suendermann SH, Just IA, et al. Impact of Muscle Mass as a Prognostic Factor for Failed Waiting Time Prior to Heart Transplantation. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:731293. doi:10.3389/fcvm.2021.731293.
- Maurer MS, Horn E, Reyentovich A, et al. Can a left ventricular assist device in individuals with advanced systolic heart failure improve or reverse frailty? *J Am Geriatr Soc.* 2017;65:2383-90. doi:10.1111/jgs.15124.
- Vest AR, Wong WW, Chery J, et al. Skeletal Muscle Mass Recovery Early After Left Ventricular Assist Device Implantation in Patients With Advanced Systolic Heart Failure. *Circ Heart Fail.* 2022;15(5):e009012. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.121.009012.
- Wang Y, Wu Y, Wei S, et al. Effectiveness of exercise-based cardiac rehabilitation for patients with left ventricular assist device: A systematic review and meta-analysis. *Perfusion.* 2025;40(2):317-27. doi:10.1177/02676591241245876.
- Celkupa D, Sweigart BA, Chery J, et al. Evaluation of potential mechanisms for skeletal muscle mass recovery early after left ventricular assist device implantation. *JHLT Open.* 2025;9:100338. doi:10.1016/j.jhlto.2025.100338.
- Appiani F, Abara B, Ramirez I, et al. Multimodal Inpatient Prehabilitation Prior to Heart or Lung Transplantation in a Latin American Transplant Reference Center. *Transplant Proc.* 2025;57(2):348-54. doi:10.1016/j.transproceed.2024.11.034.

Адреса организаций авторов: ФГБНУ "Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний", бульвар имени академика Л. С. Барбараша, д. 6, Кемерово, 650001, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Acad. L. S. Barbarash Boulevard, 6, Kemerovo, 650001, Russia.