

УДК 616.126.52
DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-33-39

Д. И. КУЛИКОВ¹, Д. А. ЗВЕРЕВ^{2, 3}, Д. А. СТРЕЛКОВ²,
А. С. ПИЩУГИН²

Значение площади поясничной мышцы в качестве показателя неблагоприятных исходов после транскатетерного протезирования аортального клапана

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санкт-Петербургская клиническая больница Российской академии наук», Санкт-Петербург, Россия
194017, Россия, Санкт-Петербург, пр. Тореза, д. 72, лит. А

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Калининград, Россия
238312, Россия, Калининградская область, Гурьевский р-н, пос. Родники, ш. Калининградское, д. 4
E-mail: dockulikov@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 15.06.22 г.; принята к печати 26.08.22 г.

Резюме

Введение. Хрупкость пациента, важнейшим компонентом которой является мышечная гипотрофия, имеет значение при определении тактики лечения сердечно-сосудистых заболеваний в связи со снижением физиологического резерва. Объективная оценка уровня дистрофических изменений общей мышечной массы возможна с помощью определения площади поперечного сечения поясничной мышцы (РМА). **Целью** исследования явился поиск взаимосвязи площади поясничной мышцы (РМА) с неблагоприятными исходами после транскатетерного протезирования аортального клапана (TAVI). **Материалы и методы.** В исследование включены 51 пациент с критическим симптоматическим аортальным стенозом и высокими факторами рисков по EuroScore II и STS. Исследование представляет собой ретроспективный, одноцентровый анализ взаимосвязи РМА по результатам предоперационной мультиспиральной компьютерной томографии с неблагоприятными исходами после TAVI. РМА рассчитывалась как среднее значение площади левой и правой поясничных мышц. Измерения РМА затем были нормализованы по площади поверхности тела пациента (м²) и представлены как индекс поясничной мышцы (iРМА, см²/м²). **Результаты.** Средний возраст пациентов составил 78,2±9,3 года, из них 29 (56,9 %) женщин. Так как iРМА не имел нормального распределения, были проанализированы медианные значения: медиана iРМА для мужчин – 4,35 см²/м² и для женщин – 3,55 см²/м². В ходе проведенного нами исследования было установлено, что iРМА был ниже у пациентов с ранним неблагоприятным исходом (3,21±0,42 vs 5,47±0,43 см²/м²; p=0,017). Пациентам с низким iРМА (62,8 %) потребовалась более длительная госпитализация, также низкий iРМА можно считать предиктором более высоких затрат ресурсов клиники (p=0,056). **Заключение.** Наше исследование продемонстрировало, что iРМА, рассчитанный с помощью компьютерной томографии, является простым и объективным предиктором осложнений в раннем послеоперационном периоде и длительной госпитализации после TAVI и, как следствие, более высоких затрат ресурсов клиники.

Ключевые слова: хрупкость пациента, мышечная гипотрофия, площадь поперечного сечения поясничной мышцы (РМА), транскатетерное протезирование аортального клапана

Для цитирования: Куликов Д. И., Зверев Д. А., Стрелков Д. А., Пищугин А. С. Значение площади поясничной мышцы в качестве показателя неблагоприятных исходов после транскатетерного протезирования аортального клапана. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2022;21(3):33–39. Doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-33-39.

UDC 616.126.52
DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-33-39

D. I. KULIKOV¹, D. A. ZVEREV^{2, 3}, D. A. STRELKOV²,
A. S. PISHCHUGIN²

Role of psoas muscle area as an indicator of adverse outcomes after transcatheter aortic valve implantation

¹ Saint-Petersburg city clinical hospital of Russian Scientific Academy, Saint Petersburg, Russia
72, Toreza str., Saint Petersburg, Russia, 194017

² V. A. Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia
2, Akkuratova str., Saint Petersburg, Russia, 197341

³ Kaliningrad Federal Cardiovascular Surgery Center, Kaliningrad, Russia
4, Kaliningrad Highway, Rodniki, Guryevsky district, Kaliningrad region, Russia, 238312
E-mail: dockulikov@rambler.ru

Received 15.06.22; accepted 26.08.22

Summary

Introduction. Patient frailty, having muscle hypotrophy as the main component, is important in determining the treatment tactics of cardiovascular diseases due to a decrease in the physiological reserve. An objective assessment of dystrophic changes

level in the total muscle mass is possible by measuring the cross-sectional area of the psoas muscle (PMA). *Aim* was to determine if the psoas muscle area (PMA) could predict adverse outcomes and to investigate its utility in patients after transcatheter aortic valve implantation (TAVI). *Materials and methods*. The study included 51 patients with critical symptomatic aortic stenosis and high risk factors according to EuroScore II and STS. The study is a retrospective, single-centre analysis of the association of PMA from preoperative multislice computed tomography with adverse outcomes after TAVI. PMA was calculated as the average area of the left and right psoas. PMA measurements were then normalized to the patient's body surface area (m^2) and showed as psoas muscle index (iPMA; cm^2/m^2). *Results*. The mean age of the patients was 78.2 ± 9.3 years, where 29 (56.9 %) were women. Since iPMA was not normally distributed, median values were analyzed: median iPMA for men $4.35 cm^2/m^2$ and for women $3.55 cm^2/m^2$. In our study, we found that iPMA was lower in patients with an early adverse outcome than in patients without an early adverse outcome (3.21 ± 0.42 vs $5.47 \pm 0.43 cm^2/m^2$; $p=0.017$). Patients with low iPMA (62.8 %) required long-term hospitalization, and low iPMA can be considered a predictor of higher hospital resource costs ($p=0.056$). *Conclusion*. Our study demonstrated that computed tomography-calculated iPMA is a simple and objective predictor of early postoperative complications and prolonged hospital stay after TAVI, and consequently higher hospital resource costs.

Keywords: patient frailty, muscular wasting, psoas muscle cross-sectional area (PMA), transcatheter aortic valve implantation

For citation: Kulikov D. I., Zverev D. A., Strelkov D. A., Pishchugin A. S. Role of psoas muscle area as an indicator of adverse outcomes after transcatheter aortic valve implantation. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2022;21(3):33–39. Doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-33-39.

Введение

Транскатетерная имплантация аортального клапана (TAVI) – это вариант лечения критического стеноза аортального клапана у пациентов, которым было отказано в традиционном кардиохирургическом лечении из-за высоких рисков осложнений [1, 2]. Таким образом, большинство пациентов, которым выполняется TAVI, являются пожилыми и ослабленными. Предоперационная оценка риска осложнений и смертности у таких пациентов имеет решающее значение.

В последние годы растет интерес к хрупкости как предиктору исходов после TAVI у ослабленных пациентов, так как у данной категории пациентов хрупкость тесно связана с плохими конечными точками, такими как инвалидность, более длительная госпитализация и смертность [3–8]. Однако хрупкость достаточно трудно определить объективно, так как часто она оценивается на основе клинических суждений, субъективных оценок и опросников функциональных возможностей пациента [9, 10] в сочетании с оценкой рисков по шкале Общества торакальных хирургов (STS) [11].

Объективным количественным показателем слабости считается мышечная масса. Низкая масса скелетных мышц, определяемая площадью поперечного сечения мышц на компьютерной томографии (КТ), была связана с плохими результатами у различных групп пациентов, включая хирургических, онкологических и пожилых пациентов [12, 13]. В частности, площадь поперечного сечения поясничной мышцы (psoas muscle area, PMA) была подтверждена как суррогат общей мышечной массы [14, 15]. Так как КТ обычно выполняется перед TAVI для оценки анатомии корня аорты, характера кальциноза аортального клапана и сосудистого доступа, данное КТ-исследование можно легко использовать для расчета PMA с целью исследования его прогностической ценности для результатов TAVI. Измерение PMA с помощью КТ-изображений на уровне позвонков L3 или L4 поясничного отдела позвоночника становится все более популярным у исследователей, занимающихся вопросом оценки рисков осложнений у пациентов перед TAVI [16–20].

В настоящем исследовании мы изучали влияние PMA на протекание раннего и позднего послеопера-

ционных периодов у пациентов после TAVI, а именно – оценивали смертность в раннем и позднем периоде, осложнения в раннем периоде и длительность госпитализации.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на базе отделения рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова и представляет собой ретроспективный, одноцентровый анализ PMA по результатам предоперационной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

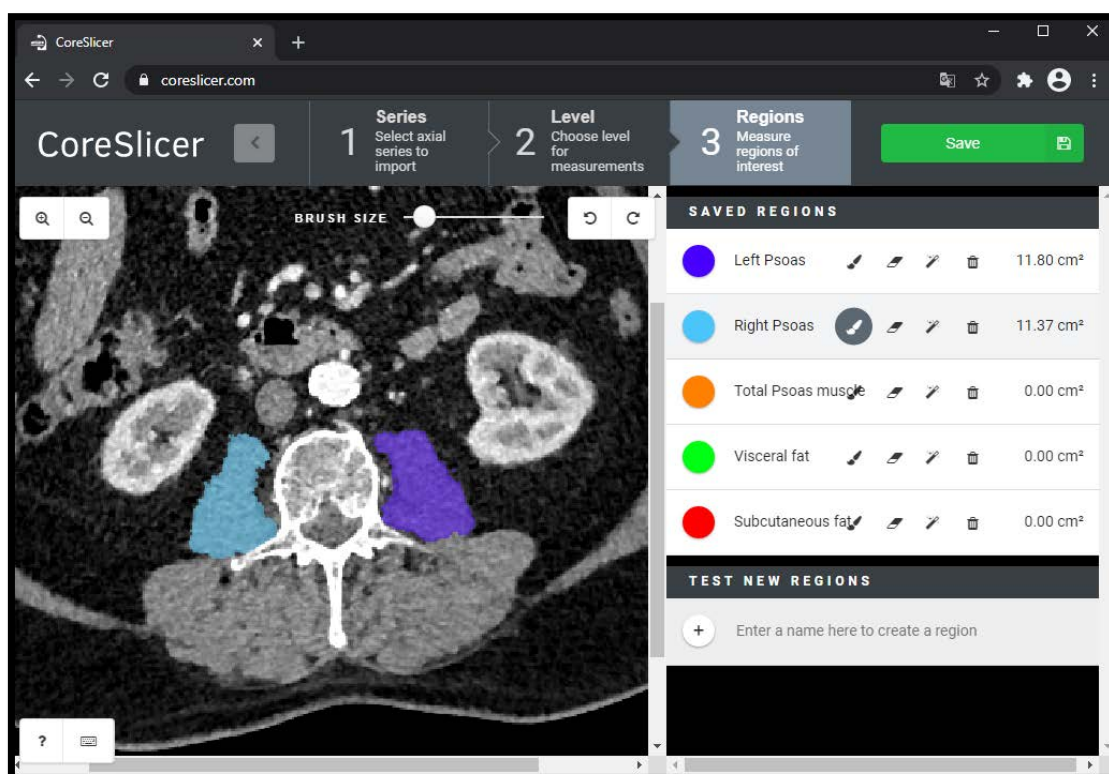
В группу исследования включены пациенты с критическим симптоматическим аортальным стенозом (площадь отверстия аортального клапана $\leq 1 cm^2$) и высокими факторами рисков по EuroScore II и STS, которым за период 2017–2019 гг. выполнено TAVI. Исходные клинические характеристики пациентов включали в себя возраст, пол, рост, вес, индекс массы тела, площадь поверхности тела, сопутствующую патологию, клинический и биохимический анализы крови, прогнозируемые риски осложнений TAVI.

Хирургический риск был рассчитан для каждого пациента с использованием шкалы STS и шкалы рисков при кардиальной хирургии EuroScore II.

Клинические точки исследования включали в себя ранний неблагоприятный исход (смертность в раннем послеоперационном периоде (1-й месяц), инсульт, инфаркт миокарда, значимые нарушения ритма и проводимости, осложнения сосудистого доступа), летальность в течение 1 года и использование ресурсов клиники (длительная госпитализация >7 дней или повторная госпитализация в течение 30 дней).

Статус пациентов в конце первого месяца после операции и через год узнавался во время визитов в клинику или по телефону.

PMA измеряли на изображениях КТ, выполненных перед операцией, с использованием веб-пакета программного обеспечения «CoreSlicer.com» (версия 1.0.0; Монреаль, Квебек, Канада), как показано на рисунке. Данные КТ были открыты в виде многоплоскостной реконструкции для определения оптимального среза тела L3 поясничного позвонка в сагиттальной плоско-



Измерение площади поясничной мышцы с помощью программного обеспечения «CoreSlicer.com»
Psoas muscle area measured by CoreSlicer.com software

сти с хорошо видимыми поперечными отростками. Показано, что на этом уровне среза площадь поясничных мышц оптимально коррелирует с общим объемом скелетной мускулатуры и хрупкостью пациента [19, 20]. Измерения проводили в полуавтоматическом режиме с ручным очерчиванием границ мышц «кистью» и установкой порога плотности от 30 до 150 ед. Хаунсфилда (HU) [21].

РМА рассчитывалась как среднее значение площади левой и правой поясничных мышц. Измерения РМА затем были нормализованы по площади поверхности тела пациента (m^2) и представлены как индекс поясничной мышцы (iPMA; cm^2/m^2). Наличие хрупкости определялось, если iPMA был меньше медианы.

База данных пациентов создана в программе «MS Excel». Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного обеспечения «IBM SPSS Statistics v.20.0».

Непрерывные переменные с нормальным распределением были выражены как среднее $\pm$ стандартное отклонение, а непрерывные переменные без нормального распределения – как медиана (межквартильный размах). Категориальные переменные выражались в процентах. Категориальные переменные сравниваются между группами с помощью критерия хи-квадрат. Тест Колмогорова – Смирнова использовался для определения того, имеют ли непрерывные переменные нормальное распределение. Непрерывные переменные с нормальным распределением сравнивали между группами с помощью t-критерия Стьюдента и без нормального распределения – с помощью U-критерия Манна – Уитни. Корреляция между двумя переменными рассчитывалась с помощью теста корреляции Пирсона. Результаты оценивались

с доверительным интервалом 95 %, статистически значимым считалось $p < 0,05$.

План и дизайн исследования согласованы и одобрены локальным этическим комитетом ФГБУ НМИЦ им. В. А. Алмазова от 11 февраля 2019 г. (выписка № 37).

Результаты исследования и их обсуждение

В исследование были включены 51 пациент, которым была выполнена TAVI. Всем пациентам операция была выполнена феморальным доступом. Средний возраст составил $78,2 \pm 9,3$ года, из них 29 (56,9 %) женщин.

Другие клинко-демографические характеристики исследуемой когорты обобщены в табл. 1. Непрерывные переменные были выражены как среднее $\pm$ стандартное отклонение, а категориальные переменные – как n (%).

Осложнения в раннем послеоперационном периоде наблюдались у половины пациентов (49 %). Смерть через 30 дней как ранний неблагоприятный исход наступила у 2 (3,9 %) пациентов; у 3 (5,9 %) был инсульт; у 7 (13,7 %) – сосудистые осложнения в месте доступа (гематома), потребовавшие дополнительного лечения; а у 13 (25,5 %) – значимые нарушения ритма и проводимости, потребовавшие повторной госпитализации для имплантации ПЭКС. Инфаркт миокарда у пациентов зарегистрирован не был. В среднем iPMA был ниже у пациентов с ранним неблагоприятным исходом, чем у пациентов без раннего неблагоприятного исхода ($3,21 \pm 0,42$ vs $5,47 \pm 0,43$ cm^2/m^2 ; $p = 0,017$) (табл. 2).

Так как iPMA не имел нормального распределения, были проанализированы медианные значения:

Таблица 1

Клинико-демографические характеристики больных (n=51)

Table 1

Clinical and demographic characteristics of patients (n=51)

Параметр	Значение
Возраст, лет, n (%)	78,2±9,3
Пол, n (%): женский мужской	29 (56,9) 22 (43,1)
Индекс массы тела, кг/м ²	28,13±6,25
Площадь поверхности тела, кг/м ²	1,84±0,21
Нарушение ритма и проводимости, n (%)	20 (39,2)
Аортокоронарное шунтирование в анамнезе, n (%)	7 (13,7)
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, n (%)	19 (37,3)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	23 (45,1)
Хроническая сердечная недостаточность ≥III функционального класса (NYHA), n (%)	38 (74,5)
Хроническая ишемия нижних конечностей, n (%)	5 (9,8)
Сахарный диабет, n (%)	12 (23,5)
Хроническая болезнь почек ≥III стадии, n (%)	7 (13,7)
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе (ОНМК), n (%)	17 (33,3)
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	19 (37,3)
Онкологическое заболевание, n (%)	15 (29,4)
EuroSCORE II, баллы	7,15±2,98
STS SCORE, %	6,73±3,41

Таблица 2

Характеристика осложнений и их распределение в зависимости от iPMA

Table 2

Characteristics of complications and their distribution depending on iPMA

Осложнения	Число пациентов, n (%)			p-value
	абс. (n=51)	распределение осложнений в зависимости от iPMA		
		<медианы (n=25)	>медианы(n=26)	
Смерть в течение 1-го года(поздний п/о период), n (%)	7 (13,7)	4 (16)	3 (11,5)	0,651
Осложнения в раннем п/о периоде (30 дней), n (%)	25 (49)	16 (64)	8 (30,8)	0,017
Смерть в раннем п/о-периоде, n (%)	2 (3,9)	2 (8)	0	0,146
ОНМК, n (%)	3 (5,9)	2 (8)	1 (3,9)	0,538
Значимые нарушение ритма и проводимости, n (%)	13 (25,5)	7 (28)	5 (19,2)	0,471
Сосудистые осложнения доступа, n (%)	7 (13,7)	5 (20)	2 (7,7)	0,209
Длительная госпитализация (>7 дней), n (%)	32 (62,8)	19 (76)	13 (50)	0,056

медиана iPMA для мужчин – 4,35 см²/м² и для женщин – 3,55 см²/м².

В табл. 2 приведены ранние и поздние результаты на основе iPMA. В послеоперационном периоде общая летальность составила 9 человек. В течение 1-го года наблюдения умерли 7 (13,7 %) пациентов.

Хрупкость (выражающаяся как низкий iPMA, который меньше медианы) не была связана с годичной летальностью (16 % для пациентов с iPMA<медианы, по сравнению с 11,5 % для пациен-

тов с iPMA>медианы, p=0,651). Наконец, 32 (62,8 %) пациентам в нашей когорте исследования потребовались более длительная госпитализация и, как следствие, большее использование ресурсов клиники. Более низкий iPMA можно было считать предиктором более высоких затрат ресурсов (76 % для пациентов с iPMA<медианы, по сравнению с 50 % для пациентов с iPMA>медианы, p=0,056).

Хрупкость пациента определяется повышенной чувствительностью к стрессорным факторам из-за снижения физиологического резерва организма и его

функциональной способности, что, в свою очередь, приводит к длительной госпитализации и высокой смертности. Это связано с увеличением частоты послеоперационных осложнений при проведении хирургических операций [22].

В кардиохирургии для определения послеоперационных осложнений наиболее часто используются шкалы EuroScore и STS. Однако эти модели были разработаны для кардиохирургии и неполноценно отражают риски в группах пациентов высокого риска для TAVI. Хрупкость является важным параметром в определении осложнений и прогноза у пациентов после TAVI.

Несмотря на то, что существует множество тестов и шкал для оценки хрупкости, они не являются объективными методами. К тому же тесты, основанные на измерении повседневной активности и переносимости физических нагрузок, такие как тест на 5-минутную ходьбу, из-за ортопедических проблем у пожилых людей не могут выполняться адекватно [23]. В то же время исследователи из США [24] показали тесную взаимосвязь между повседневной активностью и скоростью ходьбы с годовой смертностью у 159 пациентов с TAVI. В качестве более точного и количественного определения хрупкости в последнее время стал активно изучаться и использоваться РМА.

Однако прогностическое значение общего объема скелетных мышц (SMA) и РМА в результатах TAVI остается спорным. Исследователи из Израиля [25] сообщили, что индекс скелетных мышц (SMI) не оказал значительного влияния на продолжительность госпитализации и смертность после TAVI, в то время как исследователи из Японии [26] обнаружили, что увеличение SMI было связано со значительным снижением длительности госпитализации. В канадском исследовании [27] уровень поздней смертности был выше у пациентов с саркопенией, определяемой низким SMI, однако кривые выживаемости Каплана – Мейера для групп с саркопенией и без были очень похожи через 1 год. На сегодняшний день существуют исследования, которые показали, что низкий РМА был связан с более высокой среднесрочной смертностью после TAVI у женщин, но не у мужчин [28, 29].

Исследователи, которые изучали ценность РМА в некардиальной хирургии, заметили, что низкий индексированный РМА был связан с плохими результатами в раннем послеоперационном периоде [30–33]. Осложнения в раннем послеоперационном периоде приводят к длительной госпитализации, к более высокому уровню использования ресурсов и увеличению вероятности повторной госпитализации. Это может иметь огромное значение для общественного здравоохранения.

Добавление измерения РМА к шкале STS или EuroScore может привести к улучшению прогнозирования рисков осложнений после TAVI. Помимо роли прогностического фактора риска осложнений, РМА потенциально может служить инструментом скрининга для выявления хрупких пациентов, которых можно было бы дополнительно корректировать по мышечной массе и силе перед хирургическим вмешательством.

Результаты данного исследования следует интерпретировать с осторожностью, поскольку исследование является ретроспективным, одноцентровым, с небольшой выборкой. К тому же мы проводили измерение РМА на уровне позвонка L3 поясничного отдела, который стал активно использоваться в последних исследованиях; в то время как в более поздних исследованиях для расчета РМА использовался уровень L4 [34]. Необходимо дальнейшее исследование этого вопроса, для подтверждения прогностической ценности РМА для результатов после TAVI.

Закключение

Наше исследование продемонстрировало, что iРМА, рассчитанный с помощью компьютерной томографии, является простым и объективным предиктором осложнений в раннем послеоперационном периоде и длительной госпитализации после TAVI, и как следствие, более высоких затрат ресурсов клиники. Необходимы дальнейшие исследования для проверки прогностической ценности iРМА в большей популяции пациентов и выяснения связи между iРМА и долгосрочными клиническими исходами TAVI.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Литература / References

1. Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, Tuzcu EM, Webb JG, Fontana GP, Makkar RR, Brown DL, Block PC, Guyton RA, Pichard AD, Bavaria JE, Herrmann HC, Douglas PS, Petersen JL, Akin JJ, Anderson WN, Wang D, Pocock S; PARTNER Trial Investigators. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery // *N Engl J Med*. 2010 Oct 21;363(17):1597–1607. Doi: 10.1056/NEJMoa1008232. Epub 2010 Sep 22. PMID: 20961243.
2. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, Tuzcu EM, Webb JG, Fontana GP, Makkar RR, Williams M, Dewey T, Kapadia S, Babaliaros V, Thourani VH, Corso P, Pichard AD, Bavaria JE, Herrmann HC, Akin JJ, Anderson WN, Wang D, Pocock SJ; PARTNER Trial Investigators. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients // *N Engl J Med*. 2011;364(23):2187–2198. Doi: 10.1056/NEJMoa1103510. Epub 2011 Jun 5. PMID: 21639811.
3. Ishii H, Tsutsumimoto K, Doi T, Nakakubo S, Kim M, Kurita S, Shimada H. Effects of comorbid physical frailty and low muscle mass on incident disability in community-dwelling older adults: A 24-month follow-up longitudinal study // *Maturitas*. 2020;(139):57–63. Doi: 10.1016/j.maturitas.2020.04.018. PMID: 32747041.
4. Alqahtani BA, Alshehri MM, Elnaggar RK, Alsaad SM, Alsayer AA, Almadani N, Alhowimel A, Alqahtani M, Alenazi AM. Prevalence of Frailty in the Middle East: Systematic Review and Meta-Analysis // *Healthcare (Basel)*. 2022;10(1):108. Doi: 10.3390/healthcare10010108. PMID: 35052272; PMCID: PMC8775476.
5. Chou HH, Lai TJ, Yen CH, Chang PS, Pan JC, Lin PT. Sarcopenic Obesity Tendency and Nutritional Status Is Related to the Risk of Sarcopenia, Frailty, Depression and Quality of Life in Patients with Dementia // *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(5):2492. Doi: 10.3390/ijerph19052492. PMID: 35270185; PMCID: PMC8908993.

6. Green P, Arnold SV, Cohen DJ, Kirtane AJ, Kodali SK, Brown DL, Rihal CS, Xu K, Lei Y, Hawkey MC, Kim RJ, Alu MC, Leon MB, Mack MJ. Relation of frailty to outcomes after transcatheter aortic valve replacement (from the PARTNER trial) // *Am J Cardiol*. 2015;116(2):264–269. Doi: 10.1016/j.amjcard.2015.03.061. PMID: 25963221; PMCID: PMC4475494.
7. Schoenenberger AW, Stortecky S, Neumann S, Moser A, Jüni P, Carrel T, Huber C, Gandon M, Bischoff S, Schoenenberger CM, Stuck AE, Windecker S, Wenaweser P. Predictors of functional decline in elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI) // *Eur Heart J*. 2013;34(9):684–692. Doi: 10.1093/eurheartj/ehs304. Epub 2012 Sep 24. PMID: 23008508.
8. Green P, Woglom AE, Genereux P, Daneault B, Paradis JM, Schnell S, Hawkey M, Maurer MS, Kirtane AJ, Kodali S, Moses JW, Leon MB, Smith CR, Williams M. The impact of frailty status on survival after transcatheter aortic valve replacement in older adults with severe aortic stenosis: a single-center experience // *JACC Cardiovasc Interv*. 2012;5(9):974–981. Doi: 10.1016/j.jcin.2012.06.011. PMID: 22995885; PMCID: PMC3717525.
9. Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, Cortina J, David M, Faichney A, Gabrielle F, Gams E, Harjula A, Jones MT, Pintor PP, Salamon R, Thulin L. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients // *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;15(6):816–822; discussion 822–3. Doi: 10.1016/S1010-7940(99)00106-2. PMID: 10431864.
10. Tu JV, Jaglal SB, Naylor CD. Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay, and overall hospital length of stay after cardiac surgery. Steering Committee of the Provincial Adult Cardiac Care Network of Ontario // *Circulation*. 1995;91(3):677–684. Doi: 10.1161/01.cir.91.3.677. PMID: 7828293.
11. Shroyer AL, Coombs LP, Peterson ED, Eiken MC, DeLong ER, Chen A, Ferguson TB Jr, Grover FL, Edwards FH; Society of Thoracic Surgeons. The Society of Thoracic Surgeons: 30-day operative mortality and morbidity risk models // *Ann Thorac Surg*. 2003;75(6):1856–1864. Doi: 10.1016/S0003-4975(03)00179-6. PMID: 12822628.
12. Mourtzakis M, Prado CM, Lieffers JR, Reiman T, McCargar LJ, Baracos VE. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care // *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33(5):997–1006. Doi: 10.1139/H08-075. PMID: 18923576.
13. Brandt E, Tengberg LT, Bay-Nielsen M. Sarcopenia predicts 90-day mortality in elderly patients undergoing emergency abdominal surgery // *Abdom Radiol (NY)*. 2019;44(3):1155–1160. Doi: 10.1007/s00261-018-1870-z. PMID: 30600384.
14. Boutin RD, Yao L, Canter RJ, Lenchik L. Sarcopenia: Current Concepts and Imaging Implications // *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(3):W255–266. Doi: 10.2214/AJR.15.14635. Epub 2015 Jun 23. PMID: 26102307.
15. Beetz NL, Geisel D, Maier C, Auer TA, Shnayien S, Malinka T, Neumann CCM, Pelzer U, Fehrenbach U. Influence of Baseline CT Body Composition Parameters on Survival in Patients with Pancreatic Adenocarcinoma // *J Clin Med*. 2022;11(9):2356. Doi: 10.3390/jcm11092356. PMID: 35566483; PMCID: PMC9105849.
16. Mamane S, Mullie L, Piazza N, Martucci G, Morais J, Vigano A, Levental M, Nelson K, Lange R, Afilalo J. Psoas Muscle Area and All-Cause Mortality After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The Montreal-Munich Study // *Can J Cardiol*. 2016;32(2):177–182. Doi: 10.1016/j.cjca.2015.12.002. PMID: 26821840.
17. Michel J, Pellegrini C, Rheude T, von Scheidt M, Trenkwalder T, Elhmidi Y, Mayr NP, Brecker S, Kasel AM, Kastrati A, Schunkert H, Husser O, Bleiziffer S, Hengstenberg C. The Clinical Impact of Psoas Muscle Cross-Sectional Area on Medium-Term Mortality After Transcatheter Aortic Valve Implantation // *Heart Lung Circ*. 2020;29(6):904–913. Doi: 10.1016/j.hlc.2019.05.095. Epub 2019 May 23. PMID: 31182269.
18. Garg L, Agrawal S, Pew T, Hanzel GS, Abbas AE, Gallagher MJ, Shannon FL, Hanson ID. Psoas Muscle Area as a Predictor of Outcomes in Transcatheter Aortic Valve Implantation // *Am J Cardiol*. 2017;119(3):457–460. Doi: 10.1016/j.amjcard.2016.10.019. PMID: 27931723.
19. Nemec U, Heidinger B, Sokas C, Chu L, Eisenberg RL. Diagnosing Sarcopenia on Thoracic Computed Tomography: Quantitative Assessment of Skeletal Muscle Mass in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement // *Acad Radiol*. 2017;24(9):1154–1161. Doi: 10.1016/j.acra.2017.02.008. PMID: 28365235.
20. Gallone G, Depaoli A, D'Ascenzo F, Tore D, Allois L, Bruno F, Casale M, Atzeni F, De Lio G, Bocchino PP, Piroli F, Angelini F, Angelini A, Scudeler L, De Lio F, Andreis A, Salizzoni S, La Torre M, Conrotto F, Rinaldi M, Fonio P, De Ferrari GM. Impact of computed-tomography defined sarcopenia on outcomes of older adults undergoing transcatheter aortic valve implantation // *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2022;16(3):207–214. Doi: 10.1016/j.jcct.2021.12.001. Epub 2021 Dec 7. PMID: 34896066.
21. Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lyons W, Gallagher D, Ross R. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography // *J Appl Physiol* (1985). 1998;85(1):115–122. Doi: 10.1152/jappl.1998.85.1.115. PMID: 9655763.
22. Koh LY, Hwang NC. Frailty in Cardiac Surgery // *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(2):521–531. Doi: 10.1053/j.jvca.2018.02.032. PMID: 29580797.
23. Rosenhek R, Iung B, Tornos P, Antunes MJ, Prendergast BD, Otto CM, Kappetein AP, Stepinska J, Kaden JJ, Naber CK, Acartürk E, Gohlke-Bärwolf C. ESC Working Group on Valvular Heart Disease Position Paper: assessing the risk of interventions in patients with valvular heart disease // *Eur Heart J*. 2012;33(7):822–828, 828a, 828b. Doi: 10.1093/eurheartj/ehr061. PMID: 21406443; PMCID: PMC3345545.
24. Green P, Woglom AE, Genereux P, Daneault B, Paradis JM, Schnell S, Hawkey M, Maurer MS, Kirtane AJ, Kodali S, Moses JW, Leon MB, Smith CR, Williams M. The impact of frailty status on survival after transcatheter aortic valve replacement in older adults with severe aortic stenosis: a single-center experience // *JACC Cardiovasc Interv*. 2012;5(9):974–981. Doi: 10.1016/j.jcin.2012.06.011. PMID: 22995885; PMCID: PMC3717525.
25. Nemec U, Heidinger B, Sokas C, Chu L, Eisenberg RL. Diagnosing Sarcopenia on Thoracic Computed Tomography: Quantitative Assessment of Skeletal Muscle Mass in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement // *Acad Radiol*. 2017;24(9):1154–1161. Doi: 10.1016/j.acra.2017.02.008. Epub 2017 Mar 30. PMID: 28365235.
26. Dahya V, Xiao J, Prado CM, Burroughs P, McGee D, Silva AC, Hurt JE, Mohamed SG, Noel T, Batchelor W. Computed tomography-derived skeletal muscle index: A novel predictor of frailty and hospital length of stay after transcatheter aortic valve replacement // *Am Heart J*. 2016;182:21–27. Doi: 10.1016/j.ahj.2016.08.016. Epub 2016 Sep 12. PMID: 27914496.
27. Mok M, Allende R, Leipsic J, Altisent OA, Del Trigo M, Campelo-Parada F, DeLarochellière R, Dumont E, Doyle D, Côté M, Freeman M, Webb J, Rodés-Cabau J. Prognostic Value

of Fat Mass and Skeletal Muscle Mass Determined by Computed Tomography in Patients Who Underwent Transcatheter Aortic Valve Implantation // *Am J Cardiol*. 2016;117(5):828–833. Doi: 10.1016/j.amjcard.2015.12.015. Epub 2015 Dec 13. PMID: 26754122.

28. Mamane S, Mullie L, Piazza N, Martucci G, Morais J, Vigano A, Levental M, Nelson K, Lange R, Afilalo J. Psoas Muscle Area and All-Cause Mortality After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The Montreal-Munich Study // *Can J Cardiol*. 2016;32(2):177–182. Doi: 10.1016/j.cjca.2015.12.002. Epub 2015 Dec 9. PMID: 26821840.

29. van Mourik MS, Janmaat YC, van Kesteren F, Vendrik J, Planken RN, Henstra MJ, Velu JF, Vlastra W, Zwinderman AH, Koch KT, de Winter RJ, Wykrzykowska JJ, Piek JJ, Henriques JPS, Lanting VR, Baan J Jr, Latour C, Lindeboom R, Vis MM. CT determined psoas muscle area predicts mortality in women undergoing transcatheter aortic valve implantation // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019;93(4):E248–E254. Doi: 10.1002/ccd.27823. PMID: 30208263; PMCID: PMC6585699.

30. Meyer F, Valentini L. Disease-Related Malnutrition and Sarcopenia as Determinants of Clinical Outcome. *Visc Med*. 2019;35(5):282–291. Doi: 10.1159/000502867. PMID: 31768391; PMCID: PMC6873090.

31. Thurston B, Pena GN, Howell S, Cowled P, Fitridge R. Low total psoas area as scored in the clinic setting independently predicts midterm mortality after endovascular aneurysm repair in male patients // *J Vasc Surg*. 2018;67(2):460–467. Doi: 10.1016/j.jvs.2017.06.085. PMID: 28843791.

32. Peng YC, Wu CH, Tien YW, Lu TP, Wang YH, Chen BB. Preoperative sarcopenia is associated with poor overall survival in pancreatic cancer patients following pancreaticoduodenectomy // *Eur Radiol*. 2021;31(4):2472–2481. Doi: 10.1007/s00330-020-07294-7. PMID: 32974690.

33. Liu YW, Lu CC, Chang CD, Lee KC, Chen HH, Yeh WS, Hu WH, Tsai KL, Yeh CH, Wee SY, Yin SM, Wang CC, Hung CH. Prognostic value of sarcopenia in patients with colorectal liver metastases undergoing hepatic resection // *SciRep*. 2020;10(1):6459. Doi: 10.1038/s41598-020-63644-x. PMID: 32296122; PMCID: PMC7160152.

34. Kleczynski P, Tokarek T, Dziewierz A, Sorysz D, Bagien-ski M, Rzeszutko L, Dudek D. Usefulness of Psoas Muscle Area and Volume and Frailty Scoring to Predict Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Implantation // *Am J Cardiol*. 2018;122(1):135–140. Doi: 10.1016/j.amjcard.2018.03.020. PMID: 29703441.

Информация об авторах

Куликов Дмитрий Игоревич – врач РХМДиЛ, Санкт-Петербургская клиническая больница Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: dockulikov@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-5157-3755.

Зверев Дмитрий Анатольевич – канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии, НМИЦ им. В. А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия; зав. отделением РХМДиЛ, ФЦМБТ, г. Калининград, Россия, e-mail: dmitry_zverev@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-1447-3509.

Стрелков Дмитрий Алексеевич – младший научный сотрудник, врач РХМДиЛ, НМИЦ им. В. А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: dmitristrelkov111@gmail.com, ORCID 0000-0002-4273-5086.

Пишугин Александр Сергеевич – аспирант, врач РХМДиЛ, НМИЦ им. В. А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: pishuginalexander@gmail.com, ORCID 0000-0003-1540-5337.

Authors information

Kulikov Dmiitriy I. – X-ray surgeon, Saint-Petersburg city clinical hospital of Russian Scientific Academy, Saint Petersburg, Russia, e-mail: dockulikov@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-5157-3755.

Zverev Dmiitriy A. – Ph. D., Associate Professor at the Department of General Surgery, V. A. Almazov NMRC, Saint Petersburg, Russia; Head of the Department of X-ray Surgery, FCHMT, Kaliningrad, Russia, dmitry_zverev@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-1447-3509.

Strelkov Dmiitriy A. – Research Assistant, X-ray surgeon, V. A. Almazov NMRC, Saint Petersburg, Russia, e-mail: dmitristrelkov111@gmail.com, ORCID 0000-0002-4273-5086.

Pishchugin Aleksandr S. – Postgraduate, X-ray surgeon, V. A. Almazov NMRC, Saint Petersburg, Russia, e-mail: pishuginalexander@gmail.com, ORCID 0000-0003-1540-5337.