Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9
УДК 796.526

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9
UDC 796.526

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ СКАЛОЛАЗОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЛАЗАНИЕ НА СКОРОСТЬ»

Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В статье представлен анализ показателей морфофункционального статуса и физической подготовленности спортсменов в дисциплине «лазание на скорость». ***Методы.*** Для 46 спортсменов ($n_{муж}$=26, $n_{жен}$=20) с квалификацией от кандидата в мастера спорта до мастера спорта международного класса выполнялись антропометрия, тесты на гибкость, подтягивание на перекладине, вертикальные прыжки из приседа и с подседанием, 10 повторных вертикальных прыжков, прыжок с повышающейся высоты, кистевая динамометрия, изометрическая тяга верхнего блока, изокинетическое тестирование разгибателей-сгибателей бедра, тесты PWC170 и Вингейт. ***Результаты.*** Выявлены достоверные квалификационные различия показателей морфофункционального статуса и двигательных способностей спортсменов с учетом пола, определяющих успешность выступления в дисциплине «лазание на скорость». ***Заключение.*** Результаты комплексного тестирования физической подготовленности отражают направленность и специфику спортивного отбора скалолазов высокой квалификации в многолетней подготовке по дисциплине «лазание на скорость».
Ключевые слова: спортсмены высокой квалификации, дисциплина «лазание на скорость», физическая подготовленность, морфофункциональный статус.

MORPHOLOGICAL STATUS AND PHYSICAL FITNESS OF HIGHLY QUALIFIED CLIMBERS IN SPEED CLIMBING

Yu.S. Zemtsova, T.F. Abramova
Federal Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The article presents the analysis of the morphofunctional status and physical fitness indicators of athletes in speed climbing. ***Methods.*** Anthropometric measurement, flexibility tests, pull-ups on a horizontal bar, squat jump and counter movement jump, 10/5 repeat jump test, drop jump, wrist dynamometry, isometric traction of the upper block, isokinetic test of hip extensors and flexors, PWC-170 and Wingate tests were performed for 46 athletes (men = 26, women = 20) with qualification of Candidate for Master of Sport to International Master of Sport. ***Results.*** Significant qualification differences have been identified in morphofunctional status and motor abilities of athletes, which determine success in the speed climbing. ***Conclusion.*** The results of the comprehensive physical fitness testing reflect the orientation and specifics of the sports selection of highly qualified climbers in long-term training in speed climbing.
Keywords: highly qualified athletes, speed climbing, physical fitness, morphofunctional status.

Введение. Дисциплина «лазание на скорость» представляет собой преодоление стандартизированной вертикальной трассы за минимальное время с верхней страховкой. Биомеханическая структура соревновательного упражнения характеризуется высокоинтенсивными ускорениями, чередованием взрывных разгибательных и толчковых движений, а также повторяющимися циклами растяжения-укорочения мышц. Эффективное выполнение двигательных действий требует высокой точности и координации движений верхних и нижних конечностей наряду с оптимизацией распределения массы тела для улучшения взаимодействия с опорными поверхностями. Эти аспекты подчеркивают важность индивидуальных морфологических характеристик, специфических скоростно-силовых, силовых и анаэробных способностей как ведущих детерминант спортивной результативности в лазании на скорость [1]. Формирование и проявление данных характеристик обусловлено уровнем спортивной квалификации и гендерными различиями, влияющими на адаптационные реакции и

механизмы энергообеспечения мышечной деятельности. Несмотря на наличие исследований по отдельным аспектам морфофункционального статуса и физической подготовленности скалолазов комплексный сравнительный анализ параметров с учетом квалификационного уровня и пола остается недостаточно разработанным, что затрудняет объективную идентификацию ключевых детерминант успешности спортсменов в данной дисциплине [2]. Цель исследования заключалась в выявлении квалификационных особенностей, а также определяющих успешность выступления в дисциплине «лазание на скорость» показателей морфофункционального статуса и физической подготовленности скалолазов высокой квалификации с учетом пола.

Методы и организация исследования. Исследование проведено в лабораторных условиях на базе ГКУ «Центра спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Москомспорта в 2021-2022 гг. Тестирование осуществлялось дважды в год: по завершении первого и второго подготовительного периодов. В выборку вошли 46 спортсменов ($n_{муж}$=26, $n_{жен}$=20) с квалификацией: кандидат в мастера спорта (КМС), возраст – 17,2±2,0 лет; мастер спорта (МС), возраст – 22,9±2,6 года; мастер спорта международного класса (МСМК), возраст – 26,7±2,6 лет. Все участники имели медицинский допуск и предоставили добровольное согласие на обработку персональных данных.

Морфологический статус спортсменов определялся антропометрическим измерением: длина тела – ростомером (Seca-222, Германия); масса тела – электронными весами (Seca-769, Германия); высота антропометрических точек – лазерным антропометром (КАФА, Россия); диаметры тела и конечностей – большим толстотным циркулем (КАФА-600, Россия); обхватные размеры – сантиметровой лентой (Айрис, Китай); толщина подкожно-жировых складок – калипером (Lange, Beta Technology, США). Продольные, поперечные и обхватные размеры фиксировались с точностью до 2 мм, толщина складок – до 0,5 мм, масса тела – до 50 г. Измерения проводились в первой половине дня, натощак, одним квалифицированным специалистом, при строгом соблюдении стандартных процедур и требований. Лабильные компоненты состава тела – скелетно-мышечная, жировая и костная масса спортсмена (в кг и % от массы тела) – определялись по формулам Й. Матейки, модифицированным Научно-исследовательским институтом антропологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Амплитуда движений оценивалась педагогическими тестами на гибкость: подвижность в плечевых суставах – тестом «выкрут прямых рук вперед-назад с гимнастической палкой» с регистрацией минимального расстояния между кистями рук (см) [3]; подвижность в тазобедренном суставе – тестом «лягушка в положении лежа на животе» с фиксацией расстояния от лобкового симфиза до пола (см) [4]; подвижность позвоночного столба – тестом «мостик» с измерением расстояния от дистальной фаланги среднего пальца кисти до наиболее выступающей точки на пятке (см).

Скоростно-силовые способности мышц верхних конечностей оценивали подтягиванием на высокой перекладине прямым средним хватом с помощью линейного цифрового энкодера (GymAware Power Tool, Австралия), закрепленного на поясе спортсмена. Выполнялись три взрывных подтягивания с прыжком вверх без маховых движений ног, чтобы подбородок располагался выше уровня перекладины. Интервал отдыха между попытками составлял не менее 90 с. Фиксировались средняя относительная мощность (Вт/кг) и пиковая скорость за концентрическую фазу подтягивания (м/с).

Скоростно-силовые способности мышц нижних конечностей определяли вертикальным прыжковым тестом с двух ног из приседа (Squat Jump, SJ) и с подседанием (Counter Movement Jump, CMJ) [5] на динамометрической платформе AMTI (Advanced Mechanical Technology Inc., США). Спортсмен выполнял три попытки с интервалом отдыха 30 с. Оценивались средняя высота прыжка (м) и относительная максимальная мощность прыжка (Вт/кг).

Для оценки реактивной силы мышц нижних конечностей применяли два теста. Первый – повторные вертикальные прыжки (10/5 Repeated Jump Test) на платформе AMTI – включал выполнение 10 прыжков при минимальном времени контакта с опорой и максимальной высоте. [6]. Оценивался средний индекс реактивной силы (м/с) как отношение высоты прыжка (м) ко времени контакта с опорой (с) по пяти лучшим попыткам. Второй тест представлял прыжки с плиометрических тумб различной высоты (22,5-90 см, шаг 7,5 см). Спортсмен выполнял три попытки на каждой высоте с интервалом отдыха 60-90 с. Измерения завершались после фиксации максимального индекса реактивной силы (м/с) на электронной системе OptoGait (MicroGate, Италия).

Изометрическая сила мышц кисти и предплечья измерялась цифровым динамометром (SmartLead, Noraxon, США). Спортсмен максимально сжимал устройство нейтральным хватом на протяжении 5 с, удерживая прямую руку перпендикулярно в сторону. Для каждой руки выполнялось по три попытки попеременно с интервалом отдыха 45-60 с. По значениям трех лучших попыток анализировались абсолютная максимальная сила захвата (кг) и скорость нарастания силы (Н/м/кг) [7].

Максимальную изометрическую силу мышц спины оценивали на тренажере тяги верхнего блока (LifeFitness, США) с использованием цифрового тензодатчика на рукояти (Noraxon, США). Перекладина фиксировалась на уровне глаз. Выполнялось 5-секундное максимальное усилие в упражнении «тяга к груди широким хватом»; по три попытки с интервалом отдыха не менее 60 с. Фиксировалось лучшее значение абсолютной максимальной силы мышц спины (кг) и относительной максимальной силы (кг/кг массы тела).

Силовые показатели мышц бедра определяли на изокинетическом динамометре (Humac Norm, США). Испытуемого фиксировали ремнями безопасности в индивидуально настроенном кресле. Проводили изолированное концентрическое сгибание и разгибание в коленном суставе при постоянных угловых скоростях 300, 180 и 60 °/с [8]. Тест включал 5 повторений на каждой скорости для обеих ног, с интервалами отдыха между повторениями 10 с, между скоростями – не менее 60 с. Регистрировалась абсолютная максимальная сила мышц разгибателей и сгибателей бедра (Н*м).

Физическую работоспособность оценивали по тесту PWC170 на велоэргометре (Excalibur Sport, Lode, Нидерланды) с постоянным контролем частоты сердечных сокращений (ЧСС) нагрудным пульсометром (Polar H10, Финляндия). Выполнялись две ступенчатые нагрузки по 5 минут с частотой педалирования 60-65 об/мин и интервалом отдыхом 3 минуты между ними. Мощность нагрузки подбиралась индивидуально для достижения ЧСС 120-130 уд/мин на первой и 155-160 уд/мин на второй ступени. Фиксировались ЧСС и мощность нагрузок для расчета абсолютного (Вт) и относительного значений PWC170 (Вт/кг) по формуле В.Л. Карпмана [9].

Мощность алактатной системы энергообеспечения нижних конечностей определяли на велоэргометре Excalibur Sport после 5-минутной разминки. Тест по протоколу Вингейт длился 30 с с нагрузочным коэффициентом 0,67 для женщин и 0,7 для мужчин [10]. Исходная частота вращения составляла 70-75 об/мин, далее испытуемый максимально быстро набирал скорость и старался удерживать ее до конца теста. Оценивались абсолютная (Вт) и относительная (Вт/кг) максимальная и средняя мощности, время (с) и скорость достижения максимальной мощности (м/с).

Обработка данных проводилась в MS Excel 2019 и Statistica 10. Применялись описательная статистика и параметрический однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с поправкой Тьюки-Крамера с учетом проверки нормальности распределения по критерию Шапиро-Уилка ($n<50$).

Результаты исследования и их обсуждение. Квалификационные различия показателей морфофункционального статуса (табл. 1) скалолазов высокой квалификации (КМС, МС, МСМК) в дисциплине «лазание на скорость» определялись с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

Таблица 1

Морфофункциональные показатели спортсменов разного пола и квалификации в дисциплине «лазание на скорость», M±σ

Показатель		Мужчины			Женщины		
		КМС	МС	МСМК	КМС	МС	МСМК
Тотальные размеры	Длина тела, см	171±6,3*	179,7±6,2	174,1±3,4	164,3±5,5	164,8±5,1	164,2±1
	Масса тела, кг	63,3±7,5*	75,2±7,1	70,2±3,9	53,6±6,4	58,6±7	56,2±1,3
	Индекс массы тела, кг/м^2	21,6±2,2	23,3±1,4	23,2±1,1	19,8±1,5	21,6±1,8	20,9±0,3
	Абсол. поверх. тела, м^2	1,7±0,1*	1,9±0,1	1,8±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1	1,6±0
	Отн.поверх. тела, см^2/г	27,7±1,8*	26±1	26,3±0,8	29,6±1,6*	28±1,6	28,5±0,3
Лабильные компоненты	Жировая масса, кг	6,8±1,5	7±1,9	5,8±1	8±1,9	6,8±2,2	5,9±1,5
	Мышечная масса, кг	32,3±4,7*	39,7±4,2	37,3±2,4***	25,8±3,1	30±4,8	29±1,7
	Костная масса, кг	11,3±1,1	12±1,2	10,9±0,8	9,8±3,6	9±1	8,3±0,3
	Жировая масса, %	10,7±1,8	9,3±2,2	8,2±1,2	14,8±2,5*	11,5±2,7	10,5±2,7
	Мышечная масса, %	51±2,2	52,8±2,6	53,1±1,4	48,2±2,9	51±2,7	51,7±2,7
	Костная масса, %	17,9±1,1	16±0,9	15,6±1,2	18,4±7	15,5±1,1	14,8±0,2
Продольные размеры	Длина верх. отрезка, см	31,6±2*	34,3±1,6	33,9±1,7***	30,8±1,8	30,7±1,2	30,2±0,6
	Длина туловища, см	52,4±2,4	54,6±3,1	52,2±3,9	52,8±2,1	49,9±3,5	48,3±0,2
	Длина руки, см	75,2±3,4*	80,2±4,2	77,4±1,5	71,5±2,2	71±8,1	72,9±2
	Длина плеча, см	30,3±3,6*	33,1±2,6	32,8±0,9	27,7±2	30,2±1,8	29,4±1,2
	Длина предплечья, см	24,8±3	25,8±2,4	24,9±1	23±2,4	23,5±3,9	24,1±1
	Длина кисти, см	20,2±2,3	21,3±2,3	19,7±1,1	20,7±2,8	17,4±8,9	19,4±0,4
	Длина ноги, см	91,1±4,5*	96,6±4,6	93,2±3,2	86,2±3,3	89,2±3,7	90,1±1,9
	Длина бедра, см	46,3±3,3	48±2,9	46,2±1,4	42,4±2,3	44,3±1,9	47,9±1,9***
	Длина голени, см	36,7±3,4	39,8±2,9	37,5±3	36,4±2,7	36,9±4,2	33,9±1,7
	Высота мыщелк., см	8,1±1	8,7±1,2	9,6±1,7***	7,4±0,8	7,9±0,9	8,3±1,3
Пропорции тела и конечностей	Длина туловища/ длину тела, %	30,6±1,2	30,4±1,4	30±2,1	32,1±1*	30,3±1,9	29,4±0,3
	Длина туловища/ длину ноги, %	57,6±3,6	56,6±3,8	56,1±5,5	61,3±2,6*	56,1±4,9	53,6±1,4
	Длина ноги/ длину тела, %	53,3±1,6	53,7±1,4	53,5±1,6	52,4±0,9*	54,1±1,4	54,9±0,8
	Длина бедра/ длину ноги, %	50,8±2,3	49,7±1,7	49,6±1,7	49,3±2,2	49,8±2,9	53,2±2
	Длина голени/ длину ноги	40,3±3	41,3±2,4	40,2±2,3	42,2±2,5	41,3±3,5	37,7±2,1
	Длина голени/ длину бедра, %	79,7±9,4	83,3±7,4	81,2±6,6	86±9,4	83,7±11,6	71±6,3
	Длина руки/ длину тела, %	44±0,8	44,6±1,5	44,4±0,7	43,5±1,1	43,2±5	44,4±1,5
	Длина плеча/ длину руки, %	40,2±3,7	41,3±2,4	42,4±1,2	38,8±2,4	43,3±8,1	40,3±1
	Длина предплечья/ длину руки, %	33±4,2	32,1±2,3	32,2±1,1	32,3±3,5	33,6±7,4	33±0,7
	Длина предплечья/ длину плеча, %	83,4±16,8	78,2±9,1	75,9±4	83,6±10,7	78,4±14,4	81,8±3,4
Тесты на гибкость	Размах рук, см	175,6±6,1*	185,6±7,3**	178,2±2,5	163,5±4,4	167,7±6,9	167±1,2
	Выкрут рук, см	85,4±15,6	83,8±14	82±10,3	73,3±10	70,5±25,1	72,3±9,8
	Лягушка, см	52,5±47	46,9±44,3	22±26,7	42,1±46,3	39,6±42,8	30±47,3
	Мостик, см	71,3±18,9	54,2±21,6	71,5±13	52,4±15,7	62±21,8	54,6±5,8
	Обезьяний индекс, см	4,6±3,3	5,9±5	4,2±2,3	-0,8±3,2	2±4,5	2,8±2

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; * – статистически значимые различия между КМС и МС; ** – статистически значимые различия между МС и МСМК; *** – статистически значимые различия между КМС и МСМК.

У мужчин отмечается статистически значимое увеличение длины (p=0,001) и массы тела (p=0,000) при переходе к квалификационному уровню МС с последующим снижением у спортсменов МСМК (рис. 1), что связано с особенностями целенаправленного спортивного отбора для формирования оптимальной стратегии преодоления соревновательной трассы. У женщин выявлены статистически незначимые различия по длине и массе тела, которые сопровождаются сужением диапазона изменчивости соответствующих параметров по мере повышения спортивной квалификации. Группы скалолазов обоих полов отличаются статистически значимым снижением относительной площади поверхности тела при достижении квалификации МС (у мужчин p=0,013, у женщин p=0,042) с последующей стабилизацией значений при уменьшении диапазона вариативности к МСМК.

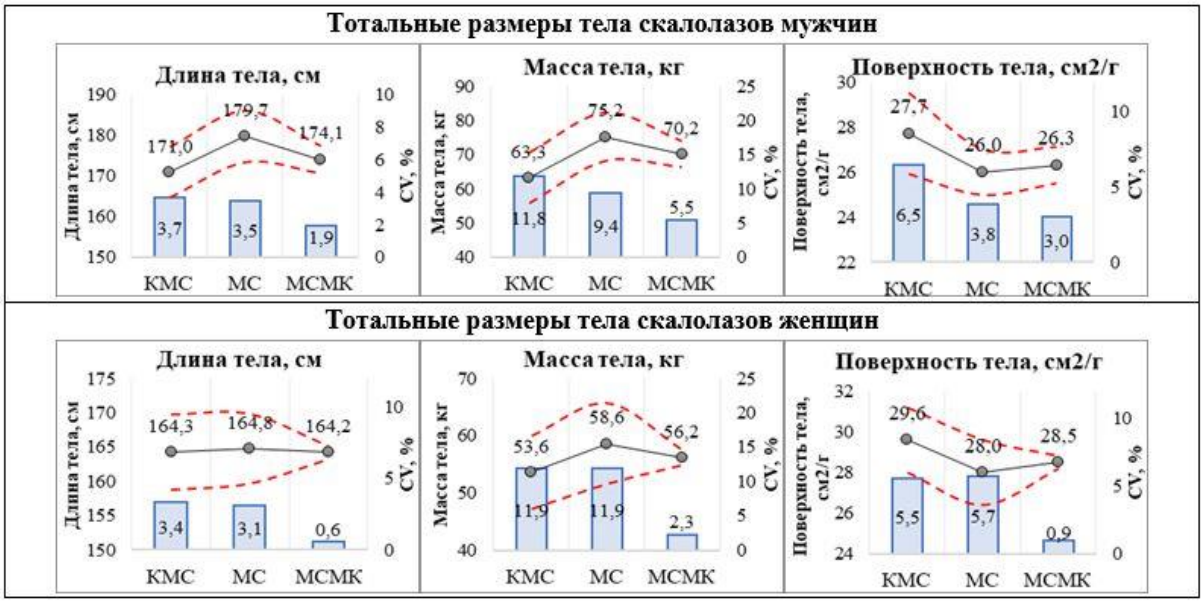


Рис. 1. Динамика тотальных размеров тела с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац., %.

Квалификационный рост скалолазов сопровождается увеличением мышечной массы (у мужчин p=0,000*, p=0,047***) при одновременном снижении жирового (у женщин p=0,003*) и костного компонентов (рис. 2), что отражает процессы долговременной адаптации к интенсивной физической нагрузке и селективные преимущества спортсменов с более легким костным скелетом, формируя комплексный адаптационный механизм, направленный на оптимизацию функциональных возможностей организма и обеспечение высокой эффективности спортивной деятельности.

Продольные размеры и пропорции тела скалолазов (рис. 3) обнаруживают разнонаправленные тенденции по мере роста спортивной квалификации. У мужчин к уровню МС выявлено увеличение длины верхнего отрезка (p=0,001), руки (p=0,024), в частности плеча (p=0,018), а также длины ноги (p=0,004) за счет мыщелковой высоты, различающей КМС и МСМК (p=0,047). У женщин, напротив, отмечено снижение длины верхнего сегмента тела при увеличении длины ноги (p=0,012*) за счет бедра (p=0,037***) и стабильных показателей длины верхних конечностей. Выявленные изменения пропорций тела и конечностей являются результатом селективного отбора, обеспечивающего биомеханическую и метаболическую оптимизацию выполнения специфических двигательных задач в лазании на скорость с учетом половых различий.

Для квалификационной дифференциации показателей физической подготовленности скалолазов высокой квалификации (табл. 2) в дисциплине «лазание на скорость» применялся однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с поправкой Тьюки-Крамера.

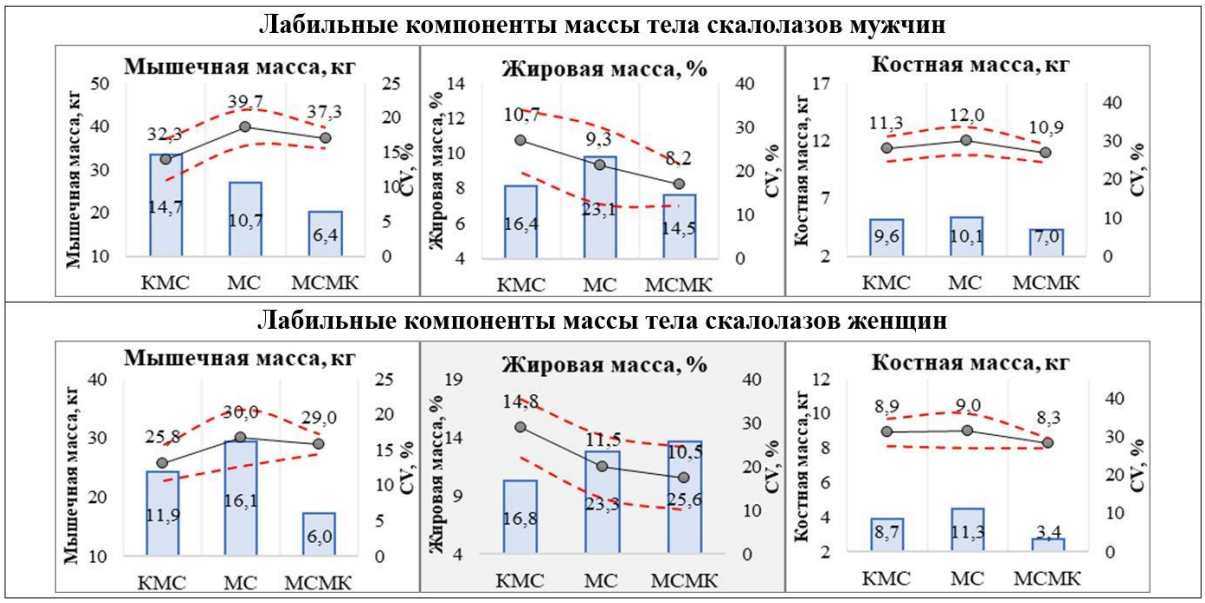


Рис. 2. Динамика лабильных компонентов массы тела с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

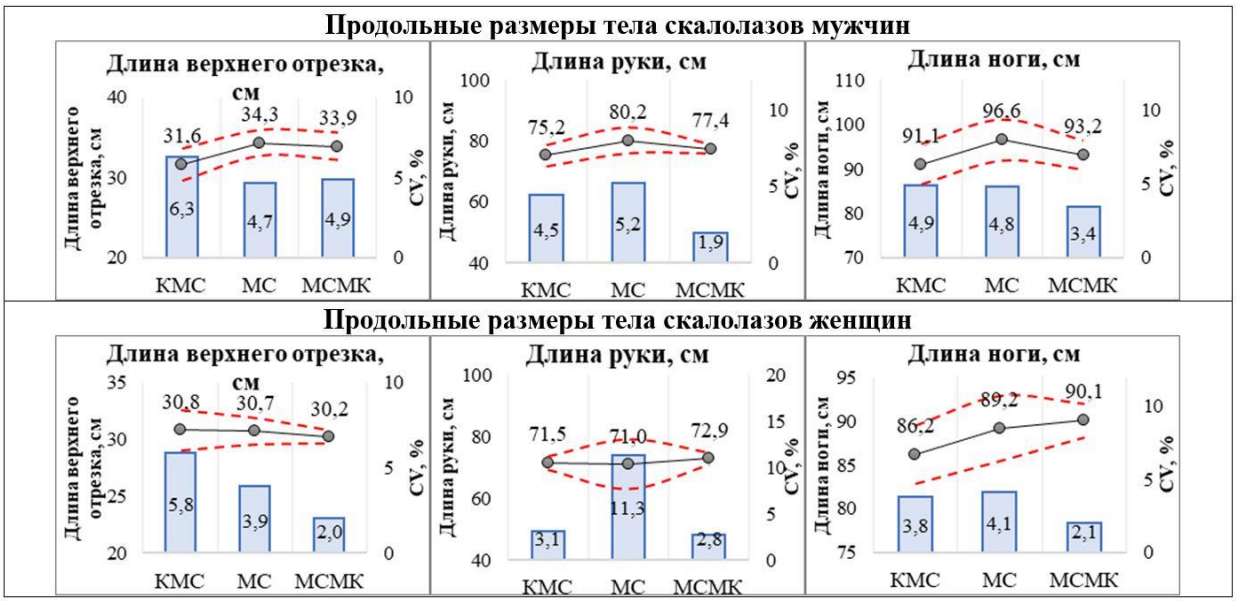


Рис. 3. Динамика продольных размеров тела скалолазов с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

У мужчин выявлены статистически значимые различия показателей взрывной и реактивной силы мышц нижних конечностей (рис. 4) между КМС и МСМК по высоте и относительной мощности прыжка из приседа (p=0,001; p=0,001) и прыжка с подседанием (p=0,001; p=0,034); у женщин обнаружены достоверные различия взрывной силы нижних конечностей между КМС и МС по относительной мощности прыжка из приседа (p=0,018), а также между КМС и МСМК по высоте (p=0,044) и относительной мощности прыжка из приседа (p=0,037). Повышение спортивной квалификации у мужчин и женщин сопровождается выраженным изменением взрывных способностей (быстрое нарастание мышечной силы) и реактивных способностей мышц нижних конечностей (использование энергии упругой деформации в цикле растяжения-укорочения мышц), что подчеркивает необходимость целенаправленного развития скоростно-силовых способностей в процессе спортивной подготовки.

Таблица 2

Показатели физической подготовленности спортсменов разного пола и квалификации в дисциплине «лазание на скорость», M±σ

Упражнение	Показатель	Мужчины			Женщины		
		КМС	МС	МСМК	КМС	МС	МСМК
Прыжок с рук из виса	Отн. средн. мощность, Вт/кг	11,7±3,5	11,7±2,2	12,3±2,2	8,3±2,6	9,5±4,1	9,1±3
	Пиковая скорость, м/с	2,3±0,3	2,3±0,3	2,4±0,3	1,5±0,4	1,7±0,3	1,8±0,4
Прыжок из приседа	Высота прыжка SJ, м	0,4±0,1	0,4±0	0,4±0***	0,3±0	0,3±0	0,4±0***
	Отн. макс. мощность, Вт/кг	34±6,3	37,6±4	41,4±5,9***	25,6±4*	31,3±2,4	34,5±2***
Прыжок с подсед.	Высота прыжка CMJ, м	0,4±0,1	0,4±0	0,5±0***	0,3±0	0,3±0	0,4±0
	Отн. макс. мощность, Вт/кг	36,6±7,4	38,1±3,8	42,1±5,1***	27,5±5,1	31,6±2,6	35,8±1,6
Прыжок в глубину	Индекс реактив. силы, м/с	2,4±0,4	2,7±0,5	2,4±0,4	1,7±0,3	1,9±0,4	1,9±0,2
	Высота тумбы, см	35,3±11,8*	49,2±16,8	34,5±7,2	31,3±11	29,4±9,9	28,1±3,8
Тест 10/5	Индекс реактив.силы, м/с	1,5±0,5	1,6±0,3	1,5±0,3	1,6±0,5	1,5±0,4	1,6±0,2
Динамометрия рук	Абс. сила правой руки, кг	56±10,6*	66,8±11,4	67,1±10***	36,7±5,8	44,9±10,1	47,1±8,5
	Абс. сила левой руки, кг	54,5±10,2*	66,1±10,9	64,6±8,7***	35,3±6,6	40,1±6,9	42,7±9,3
Изом. тяга блока	Абс. сила тяги блока, кг	135,4±20,1*	157,4±16	148±16,1	90±15,6	104,3±14	108,9±8,4
	Отн. сила тяги блока, кг/кг	2±0,2	2,1±0,2	2,1±0,2	1,7±0,2	1,8±0,2	1,9±0,2
Изокин. сила мышц бедра	Максим. сила разгиб. ПБ, Н/м	203,1±59	240,1±48	235,9±32	137,9±30	173,8±21	178,1±27
	Максим. сила разгиб. ЛБ, Н/м	185,6±55	223,8±38	224±23	129,1±27	164,1±25	176,2±29
	Максим. сила сгиб. ПБ, Н/м	114,8±26	134±21	138,9±16***	74,8±13	94,1±10	89,4±15
	Максим. сила сгиб. ЛБ, Н/м	106,2±26*	127,9±19	132,1±15***	69±14	86,8±12	89,5±19
	Сил. вынос-ть разгиб. ПБ, Н/м	141,2±48*	175,4±26	169±25	89,5±20*	119,7±12	126±9
	Сил. вынос-ть разгиб. ЛБ, Н/м	136,5±42*	165±24	161,5±18	89,3±15	113,9±11	120,8±17
	Сил. вынос-ть сгиб. ПБ, Н/м	81,9±21	98,7±17	103,9±16***	53,6±8	66,8±6	68,4±9
	Сил. вынос-ть сгиб. ЛБ, Н/м	78,2±19*	97,6±18	102,8±11***	49,8±9	63,2±6	67,1±10
	Скорост. сила разгиб. ПБ, Н/м	106,4±41	129,1±22	130,1±18	68,7±19	89,7±9	95,3±6
	Скорост. сила разгиб. ЛБ, Н/м	101,4±39	124,3±24	125,3±19	70±15	87,2±10	90,7±8
	Скоростная сила сгиб. ПБ, Н/м	61±18	71,5±12	77,2±14***	39,7±6	47,6±3	54,5±6
	Скоростная сила сгиб. ЛБ, Н/м	58,5±17*	73,1±15	76±12***	37,7±8	46,3±6	51,5±7
Тест PWC-170	Мощность 1 нагрузки	95,8±29,6*	122,3±12	120,4±14,1***	56,3±14,2*	77,5±9,4	83±4,5
	ЧСС 1 нагрузки, уд/мин	125,2±6,5	123±7,6	125,2±6,9	128,4±6,3	128,3±9,2	125,8±5,1
	Мощность 2 нагрузки, Вт	158,9±54,1*	196,2±20	180,4±20,5	91,8±22,9	123,6±21	123±9,7
	ЧСС 2 нагрузки, уд/мин	156,7±7,4	156,6±8,7	155,5±10,5	155,2±8,1	157,4±7,9	152,4±4,2
	Мощность PWC-170, Вт	194,2±67,5	228,4±30	213,1±39,4	115,4±32	144,1±26	149,3±14
Тест Вингейт	Абс. макс. мощность, Вт	760,8±136,9*	909±100	846,4±82,5	497,7±77	579±126,9	582,8±18
	Абс. сред. мощность, Вт	629,4±118,8*	767,2±84	742,6±73,5***	436,3±62	476,4±64	502,3±18
	Время дост. макс. мощ., с	8,2±1,6	7,7±1,7	8,2±2,3	8,1±1,4	7,5±2,2	9,1±1,4
	Ско-ть дост. макс. мощ., м/с	1,4±0,4	1,6±0,4	1,5±0,3	1,1±0,3	1,4±0,4	1,1±0,2

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; * – статистически значимые различия между КМС и МС; SJ – вертикальный прыжок с двух ног из приседа; CMJ – вертикальный прыжок с подседанием; ПБ – правое бедро; ЛБ – левое бедро; ЧСС – частота сердечных сокращений; ** – статистически значимые различия между МС и МСМК; *** – статистически значимые различия между КМС и МСМК.

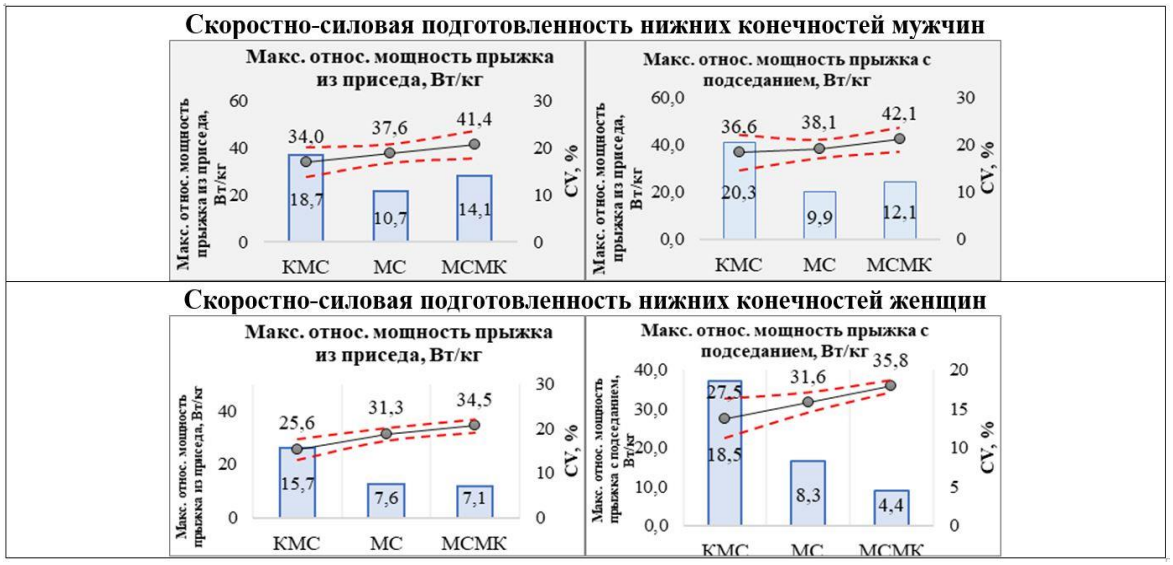


Рис. 4. Динамика скоростно-силовой подготовленности с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

У мужчин выявлены статистически значимые межквалификационные различия показателей силовой подготовленности верхних конечностей и мышц спины (рис. 5): от КМС до МС возрастает абсолютная максимальная сила мышц правой (p=0,019) и левой рук (p=0,003), а также верхних конечностей и спины (p=0,015); между КМС и МСМК отмечен рост абсолютной максимальной силы правой (p=0,032) и левой рук (p=0,038). У женщин зафиксирована тенденция к увеличению абсолютной силы с ростом спортивного мастерства, однако достоверных различий между квалификационными группами не выявлено. Таким образом, повышение спортивной квалификации у мужчин сопряжено с существенным приростом силы соответствующих мышечных групп, тогда как у женщин изменения носят преимущественно трендовый характер и могут объясняться долговременной адаптацией к специфическим тренировочным воздействиям в данном виде спорта.

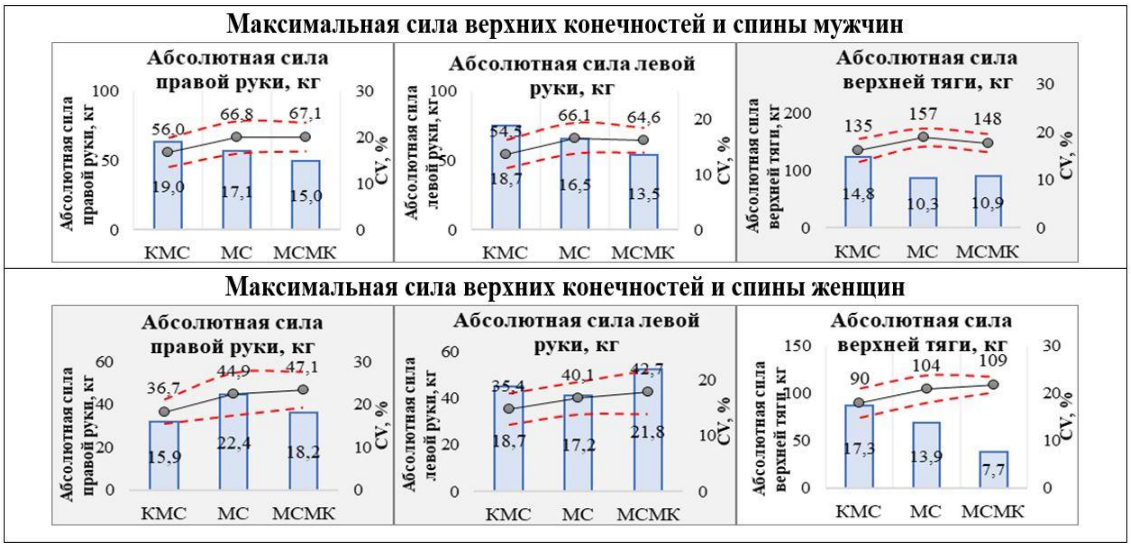


Рис. 5. Динамика силовой подготовленности верхних конечностей и спины с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

Увеличение силовых показателей мышц нижних конечностей (рис. 6) отмечается в дисциплине «лазание на скорость» при переходе от КМС к МС: у мужчин статистически значимо повышаются максимальная сила (p=0,031), силовая выносливость (p=0,009) и скоростная сила сгибателей левого бедра (p=0,039), а также силовая выносливость разгибателей правого (p=0,023) и левого (p=0,034) бедер; у женщин – силовая выносливость разгибателей правого бедра (p=0,047). Вероятной причиной половых различий является более раннее достижение дефинитивного статуса у женщин. Сопоставление МС и МСМК выявляет лишь умеренное нарастание силовых показателей, что указывает на достижение высоких функциональных возможностей и формирование относительного плато развития силы на данном уровне спортивной квалификации.

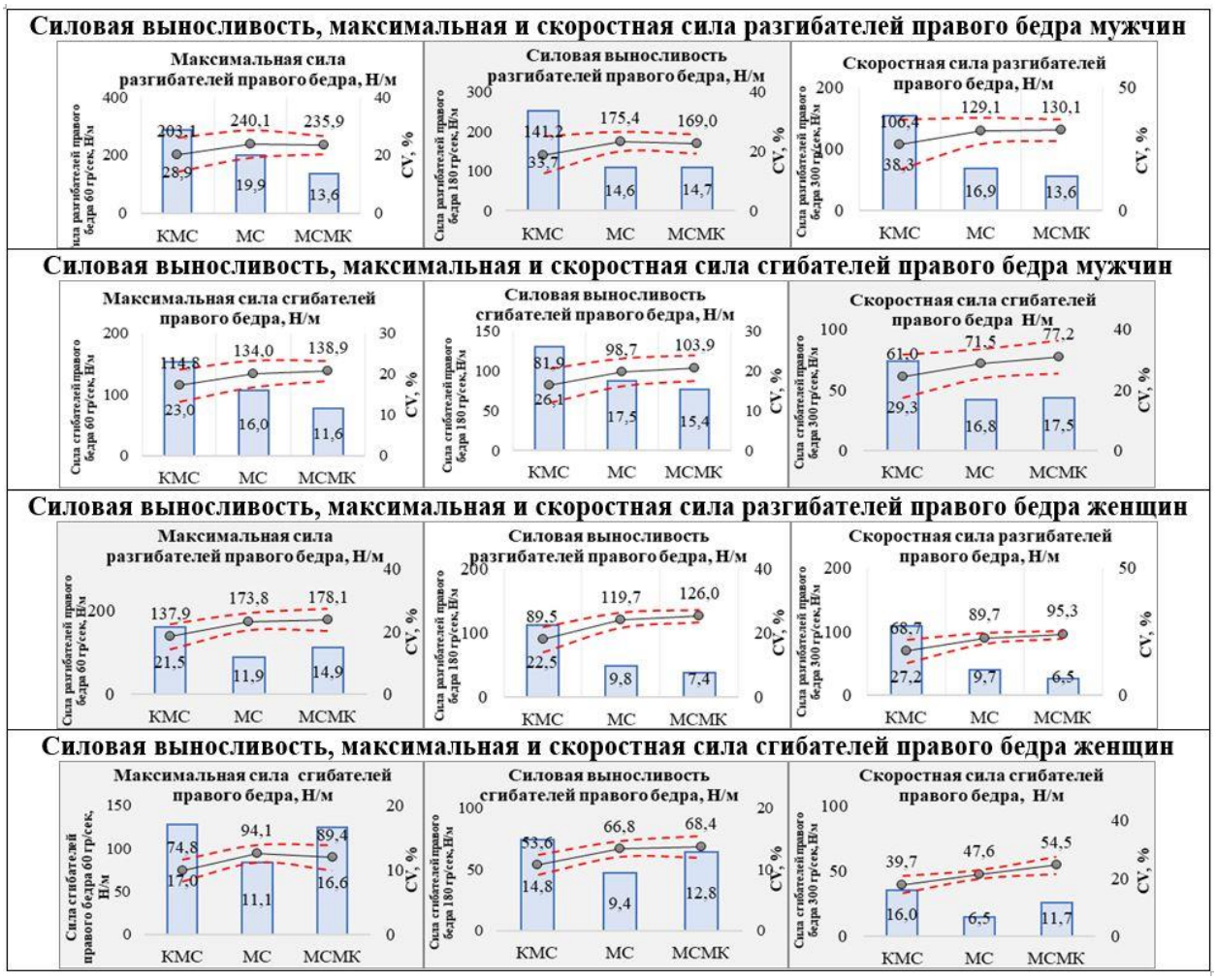


Рис. 6. Динамика силовой подготовленности нижних конечностей с учетом спортивной квалификации

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

Повышение физической работоспособности в тесте PWC170 (рис. 7) отмечается у скалолазов обоих полов по мере роста спортивной квалификации, что отражает адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы к систематическим тренировочным нагрузкам: между КМС и МС выявлены статистически значимые различия мощности первой и второй нагрузки у мужчин (p=0,000; p=0,004) и первой нагрузки у женщин (p=0,003). Прирост анаэробно-алактатной производительности при переходе от КМС к МС наблюдается у мужчин по показателям абсолютной максимальной (p=0,000) и средней (p=0,004) анаэробно-алактатной мощности в тесте Вингейт; у женщин наблюдается аналогичная тенденция без статистической значимости. Выявленные

закономерности могут объясняться особенностями системы спортивной подготовки, предполагающей целенаправленное воздействие на аэробные и анаэробные механизмы энергообеспечения. На уровне МСМК наблюдается уменьшение вариативности показателей, что может объясняться более жесткими требованиями к функциональным системам энергообеспечения у спортсменов высокой квалификации.

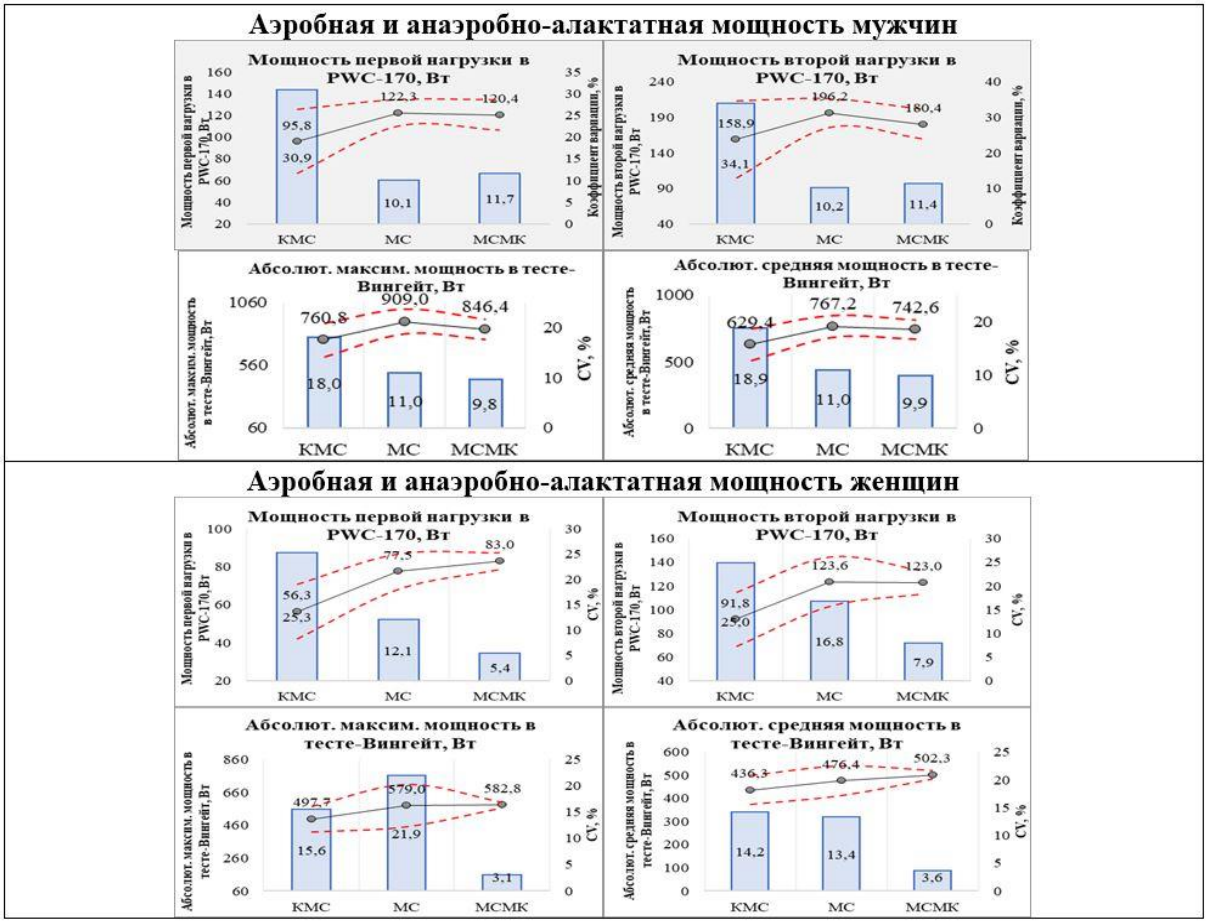


Рис. 7. Динамика аэробной и анаэробно-алактатной мощности с учетом спортивной квалификации

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

Заключение. В исследовании морфофункциональных и физических показателей скалолазов высокой квалификации, специализирующихся в дисциплине «лазание на скорость», выявлены квалификационные различия с учетом пола по комплексу параметров, отражающие направленность и специфику спортивного отбора в многолетней спортивной подготовке:

- особенности телосложения: длина тела у мужчин варьирует в пределах 171-177 см, у женщин – от 163 до 165 см; преимущество имеют мужчины с более удлиненными туловищем и верхней конечностью (включая плечо), женщины – с более длинной нижней конечностью за счет бедра;

- компонентный состав тела: направленное увеличение мышечной массы (мужчины – до 52-54%, женщины – до 48-54%) при снижении жировой (мужчины – до 7-9%, женщины – до 8-12%) и костной массы (мужчины – до 14-16%, у женщин – до 14%);

- взрывная сила: для нижних конечностей – статистически значимый прирост до 42 Вт/кг у мужчин и 35 Вт/кг у женщин; для верхних конечностей – равномерное, статистически незначимое увеличение до 12 Вт/кг у мужчин и 9 Вт/кг у женщин;

- силовые способности мышц туловища и рук: у мужчин – достоверное повышение до 2,1 кг/кг и 1,0 кг/кг соответственно; у женщин – направленный, но менее

выраженный прирост без статистической значимости (до 1,9 кг/кг для мышц туловища и 0,8 кг/кг для мышц рук);

- силовые способности мышц нижних конечностей: при переходе от КМС к МС увеличение максимальной силы разгибателей и сгибателей бедра до 3,3 и 2,0 Н/м/кг у мужчин и 3,1 и 1,6 Н/м/кг у женщин; силовой выносливости – до 2,2 и 1,4 Н/м/кг у мужчин и 2,1 и 1,2 Н/м/кг у женщин; между уровнями МС и МСМК формируется функциональное «плато»;

- физическая работоспособность (3 Вт/кг у мужчин, 2,6 Вт/кг у женщин) и максимальная анаэробно-алактатная мощность (12 Вт/кг у мужчин, 10,3 Вт/кг у женщин) увеличиваются к уровню МС; на этапе МСМК вариативность показателей снижается вследствие ужесточения требований к системам энергообеспечения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земцова, Ю.С. Особенности морфофункционального статуса и физической подготовленности спортсменов, влияющие на успешность выступления в дисциплине «лазание на скорость» (анализ зарубежных публикаций) / Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова // Вестник спортивной науки. – 2024. – № 4. – С. 85-89.
2. Земцова, Ю.С. Методы оценивания физической подготовленности в дисциплине «лазание на скорость» / Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова // Вестник спортивной науки. – 2025. – № 4. – С. 14-20.
3. A Comparison of Male and Female Teenage Sport Rock Climbers from a High School Climbing League / C. Moss, M. Kunz, K.J. Adams [et al.] // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2001. – Vol. 33. – No. 5. – P. 247.
4. Magiera, A. The Climbing Preferences of Advanced Rock Climbers / A. Magiera, R. Roczniok // Human Movement. – 2013 – Vol. 14(3). – P. 254-264.
5. Informativeness of Vertical Jump Attempts with Deferring Spatial Structure in Speed Climbing / M. Krawczyk, M. Pociecha, M. Ozimek, P. Draga // Journal of Kinesiology and Exercise Sciences. – 2021. – Vol. 31(95). – P. 11-16.
6. Harper, D. The 10 to 5 Repeated Jump Test. A New Test for Evaluating Reactive Strength / D. Harper, S. Hobbs, J. Moore // Annual Student Conference, Integrations and Innovations: An Interdisciplinary Approach to Sport and Exercise Science, University of Chester, 12-13 April 2011. – Chester, 2011. – P. 120.
7. An Attempt to Identify Meaningful Descriptors of Handgrip Strength Using a Novel Prototype: Preliminary Study / D. Urbano, M.T. Restivo, T.F. Amaral [et al.] // Information (Switzerland). – 2020. – Vol. 11(12). – P. 546-556.
8. Isokinetic Strength of Knee Flexors and Extensors in Very Young Soccer Players / T. Maly, F. Zahalka, L. Mala, J. Teplan // British journal of sports medicine. – 2013. – Vol. 47(10). – P. 53-60.
9. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
10. Bar-Or, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity / O. Bar-Or // Sports medicine. – 1987. – Vol. 4(6). – P. 381-394.

REFERENCES

1. Zemtsova Yu.S., Abramova T.F. Features of morphofunctional status and physical fitness of athletes influencing success in the discipline “speed climbing” (analysis of foreign publications). *Bulletin of Sports Science*, 2024, no. 4, pp. 85-89. (in Russ.)
2. Zemtsova Yu.S., Abramova T.F. Methods for assessing physical fitness in the discipline “speed climbing”. *Bulletin of Sports Science*, 2025, no. 4, pp. 14-20. (in Russ.)
3. Moss C., Kunz M., Adams K.J. et al. A Comparison of Male and Female Teenage Sport Rock Climbers from a High School Climbing League. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001, vol. 33, no. 5, p. 247.
4. Magiera A., Roczniok R. The Climbing Preferences of Advanced Rock Climbers. *Human Movement*. 2013, vol. 14, no. 3, pp. 254-264.
5. Krawczyk M., Pociecha M., Ozimek M., Draga P. Informativeness of Vertical Jump Attempts with Deferring Spatial Structure in Speed Climbing. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. 2021, vol. 31, no. 95, pp. 11-16.
6. Harper D., Hobbs S., Moore J. The 10 to 5 Repeated Jump Test. A New Test for Evaluating Reactive Strength. *Annual Student Conference, Integrations and Innovations: An Interdisciplinary Approach to Sport and Exercise Science*. University of Chester in April 12-13, Chester, 2011, p. 120.
7. Urbano D., Restivo M.T., Amaral T.F., Abreu P., Chouzal M.D. An Attempt to Identify Meaningful Descriptors of Handgrip Strength Using a Novel

Prototype: Preliminary Study. *Information (Switzerland)*. 2020, vol. 11, no. 12, pp. 546-556.
8. Maly T., Zahalka F., Mala L., Teplan J. Isokinetic Strength of Knee Flexors and Extensors in Very Young Soccer Players. *British journal of sports medicine*. 2013, vol. 47, no. 10, pp. 53-60.
9. Karpman V.L., Belotserkovsky Z.B., Gudkov I.A. Testing in sports medicine. Moscow: Fizicheskaya kul'tura i sport, 1988, 208 p. (in Russ.)
10. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports medicine*. 1987, vol. 4, no. 6, pp. 381-394.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Сергеевна Земцова – аспирант, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», Москва, e-mail: yulia_sergeevna_97@mail.ru.
Тамара Федоровна Абрамова – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории проблем комплексного сопровождения спортивной подготовки, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», Москва, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Yulia S. Zemtsova – Postgraduate Student, Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, e-mail: yulia_sergeevna_97@mail.ru.
Tamara F. Abramova – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Problems of Integrated Support of Sports Training, Federal Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.

Для цитирования: Земцова, Ю.С. Морфологический статус и физическая подготовленность скалолазов высокой квалификации в дисциплине «лазание на скорость» / Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9

For citation: Zemtsova Yu.S., Abramova T.F. Morphological status and physical fitness of highly qualified climbers in speed climbing. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9