

двигательных задач соревновательного упражнения этот процесс формируется в соответствии с важнейшими двигательными установками финального разгона снаряда.

В методическом аспекте очень важно учитывать действие на этот сустав значительных инерционных сил, воз-

никающих при реализации системы двигательных действий конечной фазы финального разгона. Недостаточный уровень специальной силовой подготовленности приводит к разгибанию кисти в данный момент, что особенно негативно сказывается на управлении осевым снарядом.

1. Матвеев, Е. Н. Метание копья / Е. Н. Матвеев // Легкая атлетика : учеб. ин-тov физ. культуры ; под ред. Н. Г. Озолина, В. И. Воронкина, Ю. Н. Примакова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – С. 522–549.
2. Сулиев, Л. Г. Метание копья / Л. Г. Сулиев. – М. : Физкультура и спорт. – 1961. – 254 с.
3. Позюбанов, Э. П. Биомеханические особенности работы дистального звена верхней конечности в бросковых движениях / Э. П. Позюбанов, А. И. Терлюкевич, А. А. Жданович // Мир спорта. – 2020. – № 2. – С. 8–13.
4. Bartonietz, K. The throwing events at the World !? Championships in Athletics 1995, Göteborg – Technique of the world's best athletes. Part 2 : Discus and javelin throw / K. Bartonietz, R. J. Best, A. Borgström // New Studies in Athletics, 1996. – № 1. – Р. 19–44.
5. Tidow, G. Model technique analysis sheets – Part X : The javelin throw / G. Tidow. – New Studies in Athletics IAAF/ – 1996. – № 1. – Р. 45–62.
6. Мехрикадзе, В. В. Метание копья : пособие / В. В. Мехрикадзе, Э. П. Позюбанов, Б. В. Ермолов. – Минск : БГУФК, 2010. – 32 с.
7. Тутевич, В. Н. Теория спортивных метаний / В. Н. Тутевич. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 256 с.
8. Баранцев, С. А. Возрастная биомеханика основных видов движения школьников / С. А. Баранцев. – М. : Советский спорт, 2014. – 304 с.
9. Донской, Д. Д. Биомеханика : учеб. для ин-тov физ. культуры / Д. Д. Донской, В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
10. Чхайдзе, Л. В. Об управлении движениями человека / Л. В. Чхайдзе. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 145 с.

УДК 796.83:796.012.1

ПОПОВ Валерий Прокофьевич, канд. пед. наук, доцент
СЕРГЕЕВ Сергей Александрович, канд. пед. наук, доцент
ЕРМАЛОВИЧ Олег Ольгертович, магистр пед. наук
 Белорусский государственный университет физической культуры,
 Минск, Республика Беларусь

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ БОКСЕРОВ

Статья посвящена теоретическому и экспериментальному обоснованию инновационного метода оценки мощности спортсмена. Исследование проводилось на спортсменах разного возраста и спортивной квалификации. Полученные результаты подтверждают необходимость включения теста «Мощность» в батарею тестов физических способностей спортсмена.

Ключевые слова: тест; скоростно-силовые способности; мощность.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL BACKGROUND FOR IMPROVEMENT A POWER MEASURING METHODOLOGY OF BOXERS

The article is devoted to theoretical and experimental substantiation of an innovative method for assessing an athlete's power. The study was conducted on athletes of different ages and sports qualifications. The results obtained confirm the need to include the "Power" test in a series of tests of physical abilities of athletes.

Keywords: test; speed-strength abilities; power.

Введение. Физическая подготовленность спортсменов в своем общем и специальном выражении вне всякого сомнения является базовым компонентом высокого уровня спортивного мастерства. Многосоставная структура двигательных и психофизических качеств боксеров включает, в том числе, и скоростно-силовые способности, играющие в условиях эффективной соревновательной деятельности одну из самых важных ролей. Большинство специалистов теории и методики спорта, совершенно справедливо склонны придавать им самостоятельное значение, наравне с традиционно существующими физическими качествами [1]. Обладая достаточно высокой информативностью, в практике спорта и профильных исследованиях скоростно-силовые способности оцениваются посредством раздельной фиксации уровня развития скоростного и силового компонентов, объединяясь впоследствии в единое целое. Вместе с тем, в физиологии и биомеханике имеет место такое понятие, как мощность развиваемых усилий или перемещения звеньев тела, участвующих в движении. Не углубляясь в чисто биологический аспект, целесообразно более детально остановиться на кинематических взаимодействиях, так как ряд видов спорта, главным образом, связаны с упражнениями, имеющими одномоментный характер [2]. Как правило, комплексное и наиболее выраженное проявление, с точки зрения эффективности уже специальной деятельности, определяется относительно простым и общепринятым тестом – прыжком в длину с места, который фактически безапелляционно считается наиболее адекватным при оценке скоростно-силовой подготовленности. При этом в частных подходах полностью игнорируются особенности проявления

мощности в видах спорта, где соревновательная деятельность однозначно детерминирована принадлежностью к конкретным морфофункциональным и антропологическим признакам, в частности, определенной весовой категорией в боксе. Это значит, что одни и те же оценочные критерии спортсменов различных весовых групп не могут отражать реальное состояние реализуемых динамических усилий, которые, очевидно, имеют свои специфические рамки и закономерности. Таким образом, в плане повышения степени актуальности можно констатировать, что состояние вопроса о структуре скоростно-силовой подготовленности и ее метрологии не отличается четкой определенностью в объективности оценки полученного результата тестирования [3, 4]. Для уточнения представления о сущности скоростно-силовых способностей требует рассмотреть эти способности с точки зрения классической физики.

Поскольку выполнение физического упражнения представляет собой работу (A) по преодолению собственного веса или противодействие внешнему сопротивлению (F), то это явление описывается известной формулой $A=FS$, где S понимается как путь приложения силы (F). В соревновательных упражнениях мы, как правило, соревнуемся в скорости выполнения работы, например, бег на время, ударные действия в боксе и др. Тогда $A/t = FS/t = FV = W$ дает нам важную для дальнейшей работы величину – МОЩНОСТЬ (W), «связывающую» скорость и силу. Этот показатель представляет интерес, поскольку во многих видах спорта результат зависит не только от силы, но и от скорости ее проявления. В окружающей нас технической и биологической среде показателем, объединяющим скорость и силу, является

мощность, измеряемая в лошадиных силах (л.с.) или в ваттах (Вт). В спортивной литературе и практике спорта это понятие известно давно, однако внедрения в процесс тестирования и процесс физической подготовки пока не произошло. Для справки: в Международной системе (СИ) единицей мощности является Ватт (Вт), который равен мощности силы, совершающей работу в 1 Дж за 1 секунду или, когда груз массой 100 г поднимают на высоту, 1 м за 1 с.

Рассматривая мощность применительно к спорту, нельзя не отметить, что она является одной из важнейших энергетических характеристик двигательных способностей человека. Мощность, проявляемая организмом человека, имеет значительный диапазон значений от уровня мощности сердца порядка 2 Вт до нескольких киловатт в упражнениях взрывного характера. Считается, что в среднем мощность человека при спокойной ходьбе равна приблизительно 0,1 л. с., т. е. 70–90 Вт. При беге, прыжках и метаниях человек может развивать мощность во много раз большую – до 3,3 кВт [2].

При одинаковой скорости движения мощность больше, когда больше сила против которой совершается работа (например, собственный вес), и наоборот. Данный факт имеет решающее значение при оценке скоростных и силовых возможностей спортсмена в процессе физической подготовки и состязаний. В таких видах спорта, как спринтерский бег, прыжки и метания организм спортсмена должен обладать способностью развивать значительную мощность, хотя бы на короткий промежуток времени.

Однако нельзя думать, что, просто увеличив мышечную силу или скоростные параметры движения, мы получим существенный прирост мощ-

ности. Закон Хилла [5], описывающий зависимость между силой и скоростью сокращения мышцы, позволил в последующих исследованиях на материале спорта установить, что максимальная мощность реализуется не в случае максимального проявления силы и скорости, что, как оказывается, невозможно, а при определенном их соотношении. Уже здесь появляется понимание, что скорость выполнения работы (это отражается в результате соревновательной деятельности) определяется показателем развиваемой спортсменом мощности, а сила и скоростные показатели являются лишь компонентами мощности. В качестве иллюстрации ошибочности оценки скоростно-силовых способностей спортсмена является результат теста в вертикальном прыжке с места или в длину двух спортсменов с разной массой тела и показавших одинаковый результат. Очевидно, что они проделали неодинаковую работу по перемещению массы тела. Однако по существующей традиционной методике они получат одинаковую оценку. Понятно, что показатели работы и проявленной каждым из них мощности будут различаться.

С целью оперативного измерения мощности спортсмена в ваттах разработана программа [3, 4], позволяющая на основе показателей массы тела испытуемого и длины прыжка с места рассчитать мгновенную механическую мощность, развиваемую спортсменом. Данная программа размещается на внешнем накопителе информации (флеш-карта, планшет, телефон) и позволяет создать базу данных с возможностью обрабатывать результаты тестирования в файлах *Excel*.

Основная часть. Целью настоящего исследования являлась экспериментальная апробация оперативного метода расчета проявляемой спортсменом

максимальной мощности. Для расчета проявляемой спортсменом максимальной мощности требуется значение массы тела и результат прыжка в длину с места. Для анализа вклада в показатель мощности силового компонента изменилась максимальная сила динамометрическим устройством в упражнении «силовая тяга». Исследование проводилось на контингенте боксеров СДЮСШОР, БГУФК (35 спортсменов – КМС и I разряд одного возраста) и спортсменах национальной команды Республики Беларусь (10 боксеров высокой квалификации). На данном (поисковом) этапе исследовательских процедур, в силу ограниченности выборки, не ставилась задача формирования модельных характеристик и оценочных шкал. Между тем, выявление определенных особенностей проявления специальных скоростно-силовых способностей с различной долей участия составляющих и в комплексном проявлении несомненно будет выступать одной из главных предпосылок для формирования целесообразных средств, форм и методов тренировочного воздействия в условиях оперативной диагностики мощности как базового критерия уровня специальной физической подготовленности боксеров с последующим комплексным влиянием, либо дифференциацией направленного совершенствования скоростных и силовых компонентов. Указанные положения предопределили направленность исследовательских процедур, в частности, подходы к разделению контингента спортсменов. Так, испытуемые (боксеры молодежной возрастной группы) в связи с поисковым характером исследований и ограниченным составом участников эксперимента, были условно распределены по двум статистически равнозначным выборкам, но не по весовым катего-

риям, а по собственной массе тела, что позволяло определить принципиальные особенности проявления мощности при приблизительной дифференциации спортсменов на потенциально «легких» (до 60 кг, n=19) и «тяжелых» (свыше 60 кг, n=16) весовых группах.

Первичное статистическое упорядочение фактических данных проведенного исследования и соответствующий сравнительный анализ одномерных характеристик по принципу выделения доверительного интервала не показал достоверных различий на 95 %-ном уровне значимости между спортсменами выделенных групп в расчетном параметре мощности (таблица 1). Однако в частном тестировании абсолютной силы и традиционной диагностики скоростно-силовых способностей данные закономерности проявляются статистически отчетливо ($P<0,05$).

Таблица 1. – Результаты сравнительного анализа показателей уровня развития скоростно-силовых качеств боксеров молодежной возрастной группы по различным тестовым испытаниям

Тест	Группа боксеров	\bar{X}	$S\bar{x}$	V(%)	$\pm m$	$\pm \mu$	P
Сила тяги (кг)	«легкие»	134,0	20,770	15,5	4,765	9,530	<0,05
	«тяжелые»	177,5	28,578	16,1	7,144	15,146	
Прыжок в длину с места (см)	«легкие»	189,4	18,512	9,8	4,247	8,494	<0,05
	«тяжелые»	213,3	21,143	9,9	5,285	11,206	
Мощность (Вт)	«легкие»	1306,5	323,1	24,7	74,123	148,245	>0,05
	«тяжелые»	1620,6	322,4	19,9	80,600	170,872	

Указанное можно объективно оценить как естественный рост уровня физической подготовленности в рамках индивидуально предопределенного про-

цесса – более развитые подростки показывают и лучшие результаты, особенно в показателях, характеризующих общие кондиции. Детализированный в разрезе взаимосвязи компонентов параметр мощности, на наш взгляд, соотносится с более тонкими механизмами проявления подготовленности и глубже отражает специальные компоненты физических качеств.

В данном контексте наиболее интересны результаты многомерного анализа тестовых заданий и морфологических особенностей испытуемых (таблица 2).

Таблица 2. – Уровень взаимосвязи результатов тестирования

№	Показатели	Коэффициенты корреляции			
		1	2	3	4
1	Масса тела	X	0,622	0,424	0,954
2	Сила тяги		X	0,289	0,681
3	Прыжок в длину с места			X	0,543
4	Мощность				X

Так, показатели мощности, даже в обобщенном варианте анализа (без деления спортсменов по весу), имеют высокую степень взаимосвязи с массой тела спортсмена (коэффициент корреляции – 0,95). Средний уровень корреляции отмечается с максимальной силой и результатом в прыжке в длину с места, где значения составляют 0,69 и 0,59 соответственно. Относительно низкая взаимосвязь обнаружена между результатом в прыжке в длину и показателями силы тяги, массы тела. Выявленная относительная автономность показателей объясняется высокой скоростной составляющей в прыжке в длину и невозможностью реализовать максимальный силовой потенциал в этом упражнении, что соответствует закону мышечного сокращения А. Хилла. Таким образом,

можно отметить, что интегральный параметр скоростно-силовой подготовленности как «мощность проявляемых усилий» является достаточно информативным для спортсменов этой возрастной группы.

Анализ результатов тестирования боксеров национальной команды подтверждает аналогичную взаимосвязь показателей на фоне более высоких абсолютных величин у взрослых спортсменов (таблица 3).

Таблица 3. – Результаты тестовых испытаний по оценке мощности боксеров национальной команды

№	Испытуемые (квалификация)	Масса тела, кг	Бег 30 м, с	Прыжок, м	Тяга, кг	Мощность, Вт
1	Б-р Л. (МСМК)	54,7	4,0	2,50	186	1557
2	Б-р А. (ЗМС)	59,1	4,3	2,16	217	1561
3	Б-р С. (МС)	62,5	3,9	2,35	195	1725
4	Б-р Е. (МС)	64,8	3,7	2,52	220	1852
5	Б-р В. (МС)	65,5	4,1	2,30	210	1789
6	Б-р Кс. (МСМК)	70,3	3,8	2,60	216	2032
7	Б-р Г. (МСМК)	75,4	3,8	2,25	200	2026
8	Б-р Н. (МСМК)	81,0	4,0	2,47	214	2292
9	Б-р М. (МСМК)	83,5	4,0	2,42	205	2339
10	Б-р Кр. (ЗМС)	91,6	4,1	2,41	270	2539
Корреляция		-0,01	0,12	0,64	0,99	
Корреляция		-0,58	0,23	-0,09		
Корреляция		0,03	0,26			
Корреляция		0,63				

Однако, что особенно важно, высокая степень взаимосвязи отмечается между проявляемой мощностью и массой тела (0,99), а также силой тяги (0,64). Прыжок в длину, популярный тест скоростно-силовых способностей соответственно слабо коррелирует с

показателем мощности на уровне 0,26, что подтверждает нашу концепцию о недостаточной объективности «прыжковых» тестов. Результаты в прыжке с места и бег 30 м показали средний уровень взаимосвязи (0,58). Это позволяет полагать, что парциальный вклад в мощность «массы тела» больше скоростной составляющей. Это говорит о том, что с приобретением большего стажа занятий и повышением уровня квалификации, мощность спортсмена усиливает свое влияние в общей структуре специальной физической подготовленности. Результаты тестирования спортсменов национальной команды следует интерпретировать с учетом небольшого числа обследуемых, широкого диапазона весовых категорий, а также известного негативного отношения профессиональных спортсменов к максимальным тестам.

Заключение. Полученные результаты тестирования силовых, скоростных и скоростно-силовых способностей, а также мощности юных и высококвалифицированных боксеров дали материал для обсуждения по широкому кругу вопросов подготовки. Не останавливаясь на физиологическом прочтении мощности, достаточно объективную информацию несет биомеханический аспект выполнения упражнения, тем более, что исследуемые движения имеют одномоментный характер.

Полученные результаты подтверждают концепцию представления о мощности как интегрального показателя скоростных и силовых проявлений в реальном движении.

Прежде всего, стоит обратить внимание на показатели массы тела. При одинаковом паспортном возрасте, очевидно, что в период активного полового созревания биологический возраст юных спортсменов значительно отличается.

При среднем значении массы тела (51,38 кг) стандартное отклонение равно 9,15, что, несомненно, следует учитывать при планировании тренировочного процесса. Рассматривая показатель «сила тяги» как показатель абсолютной силы, можно заметить, что различие в массе тела существенно влияет на силовой показатель. Средний уровень силы группы равен 153,3 кг при стандартном отклонении 36,35 кг. Показательно, что взаимосвязь массы тела и максимальной силы достаточно сильная ($r=0,62$). Прыжок в длину с места в настоящее время традиционно рассматривается как показатель скоростно-силовых способностей, однако в свете полученных результатов расчета мощности он не является объективным. Кроме этого, указанное подтверждает, что мощность как интегральный показатель характеризует несколько другой спектр скоростно-силовых способностей и более конкретизирован в индивидуальном рассмотрении, что усиливает его прикладное значение и информативность как потенциально более эффективного критерия уровня специальной физической подготовленности в условиях оптимизации и управления тренировочным процессом, именно для спортсменов высшего эшелона спортивного мастерства.

Можно правомерно предположить, что увеличение выборки испытуемых и дальнейшее разведение боксеров по официальным весовым категориям позволит выявить более существенные и яркие закономерности динамики коэффициента мощности как объективного и оперативного средства диагностики интегральной специальной физической подготовленности боксеров. Тем не менее, практическая значимость полученных результатов рассматривается как исходная информация, характеризующая

уровень силовых и скоростно-силовых способностей (мощности) на конкретном этапе подготовки. В ходе дальнейших этапов обследования эти показатели позволяют получить достоверную информацию о результатах выполненной тренировочной программы, индивидуальной реакции спортсмена на предъявляемую нагрузку, а тренеру оценить эффективность тренировочных воздействий.

Практические рекомендации:

1. Методика измерения максимальной мощности спортсмена позволяет в условиях тренировочного процесса без контактных ковриков и электронных устройств оперативно и систематически получать важную информацию.

2. Полученные результаты позволяют рекомендовать для повышения максимальной мощности боксеров применять комплексы тренировочных заданий для избирательного совершенствования скоростных и силовых возможностей с дальнейшей коррекцией их соотношения по результатам тестирования.

3. В процессе тестирования были отмечены проблемы с координацией движений

при исполнении прыжка с места в длину. Спортсмены не смогли обеспечить передачу энергии (нарушалась последовательность включения мышц) в биомеханической цепи движения: «голова – руки – разгибание туловища – ноги». Разнообразные прыжковые упражнения, а также подвижные игры с элементами прыжков будут способствовать улучшению общей (неспецифической, базовой) координации движений. Аналогичная проблема наблюдалась также при выполнении силовой тяги, где требовалось последовательно включать мышцы-разгибатели ног и мышцы-разгибатели туловища.

4. Систематический мониторинг проявляемой максимальной мощности спортсмена может использоваться как индикатор состояния нервно-мышечной системы, уровня восстановления организма после предыдущего тренировочного дня и готовности спортсмена к тренировочной нагрузке скоростно-силовой направленности.

1. Верхошанский, Ю. В. *Методика оценки скоростно-силовых способностей спортсменов / Ю. В. Верхошанский* // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 2. – С. 7–11.
2. Дубровский, В. И. *Биомеханика : учеб. для вузов / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова*. – М. : Владос, 2003. – С. 91–95.
3. Попов, В. П. *Мощность как физическое качество спортсмена / В. П. Попов, И. Ф. Зайцев* // Мир спорта. – 2016. – № 2. – С. 13–18.
4. Попов, В. П. *Измерение мощности человека / В. П. Попов*. – Режим доступа : <http://docendo50.ru>, рубрика 6. – Дата доступа: 14.05.2020.
5. Хилл, А. *Механика мышечного сокращения : старые и новые опыты / А. Хилл ; пер. с англ.* – М. : Мир, 1972. – С. 183.