Дата публикации: 01.09.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_32
УДК 796.92

Publication date: 01.09.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_32
UDC 796.92

СОЧЕТАНИЕ ТРЕНИРОВОЧНОЙ НАГРУЗКИ АЭРОБНО-СИЛОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В ЛЫЖНЫХ ГОНКАХ

В.Ю. Куимов, А.И. Чикуров
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

Аннотация. Цель исследования: провести анализ выполненного объема тренировочной нагрузки аэробно-силовой направленности в лыжных гонках. Методологию исследования составляет анализ научной литературы на тему распределения тренировочной нагрузки аэробно-силовой направленности в сочетании мощности и выносливости мышечных сокращений. В исследованиях уделяется особое внимание распределению тренировочной нагрузки по направленности, интенсивности, форме, типу и т.д. Для представителей циклических видов спорта характерно выполнение большого объема тренировочной нагрузки аэробной направленности. Активное использование поляризованной тренировочной модели в подготовке лыжников-гонщиков указывает на превалирующие показатели тренировок в аэробной зоне интенсивности. В процессе подготовки лыжников-гонщиков направленность нагрузки в аэробной зоне интенсивности имеет различные формы и воздействия на клеточную структуру мышц. Формирование оптимального для предъявляемой нагрузки сочетания мощности и выносливости мышечных сокращений позволит повысить эффективность спортивной подготовки лыжников-гонщиков.
Ключевые слова: аэробная выносливость, тренировочная нагрузка, силовая выносливость, лыжные гонки, сочетание тренировочной нагрузки.

COMBINATION OF AEROBIC AND STRENGTH TRAINING LOAD IN SKI RACING

V.Yu. Kuimov, A.I. Chikurov
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. Aim of the study: to analyze the aerobic and strength training load performed in ski racing. The study methodology includes an analysis of the scientific literature on the distribution of aerobic and strength training load in a combination of power and endurance of muscle contractions. The research pays special attention to the distribution of training load by direction, intensity, form, type, etc. For athletes of cyclic sports, it is characteristic to perform great volumes of aerobic and training load. The active use of a polarized training model in the training of ski racers indicates the prevailing training rates in the aerobic intensity zone. In the process of training ski racers, the direction of the load in the aerobic intensity zone has various forms and effects on the cellular structure of the muscles. The formation of an appropriate combination of power and endurance of muscle contractions for the imposed load will increase the effectiveness of sports training of ski racers.
Keywords: aerobic endurance, training load, strength endurance, ski racing, combination of training load.

Введение. Лыжные гонки претерпели существенные изменения в специальной физической подготовке. Развитию изменений в подготовке лыжников-гонщиков поспособствовали инновационные технологии в производстве экипировки, появление нового формата соревнований, увеличение контактных дисциплин и высокий уровень конкуренции [1]. Контактные дисциплины характеризуются проявлением высокопороговых единиц мощности в определённый период времени. Возросло требование к развитию силовых и скоростно-силовых способностей в процессе специальной физической подготовки лыжников-гонщиков. В то же время задача оптимизации

процесса силовой подготовки относительно аэробной выносливости вызывает трудности у многих тренеров.

Сочетание аэробной и анаэробной выносливости во взаимодействии тренировок, направленных на преодоление внешнего сопротивления, т.е. силовых и скоростно-силовых нагрузок, можно отметить в следующих исследованиях [1-4].

Считается, что одновременно увеличивать аэробные и скоростно-силовые возможности мышц достаточно сложно [5]. Во время силовых нагрузок происходит значительное накопление метаболитов, что может отрицательно сказываться на функционировании митохондрий [6-7] и окислительных возможностях мышц [8-9].

По этой причине интенсивная силовая тренировка может привести к снижению аэробных возможностей. С другой стороны, интенсивные аэробные нагрузки способствуют снижению размеров мышечных волокон и силы тренируемых мышц [10].

Выполнение тренировочной нагрузки в аэробном режиме можно осуществлять с помощью различных подходов и методов тренировки. Использование поляризованной модели тренировок способствует лаконичному развитию аэробно-анаэробных качеств и локальной мышечной выносливости [11]. Обладая высоким потенциалом развития аэробных способностей, спортсмены имеют отличительные характеристики физиологических особенностей в процессе совершенствования физических качеств. Наличие внешних факторов при подготовке лыжников-гонщиков занимает ключевую роль. Использование пересеченной местности при подготовке оказывает влияние на все системы организма. Отличительные особенности стоит отметить при часто сменяющемся уровне наклона подъема лыжной трассы. Выделяя в тренировочном процессе аэробную подготовку на различном уровне градиента рельефа как основную компоненту развития функциональных возможностей организма, нужно подчеркнуть характерные черты физиологического состояния организма в момент выполнения тренировочной нагрузки аэробной или силовой направленности. Циклическое движение аэробного характера может иметь различный тип воздействия на сократительную способность двигательных единиц мышечного волокна. Сокращения мышечного волокна в аэробном режиме имеет различную степень сопротивления за счет внешних усилий. Формирование рационального сочетания аэробной и силовой нагрузки на выносливость представляет высокий потенциал для развития аэробной мощности.

Цель исследования – провести сравнительный анализ сочетания тренировочной нагрузки аэробно-силовой направленности в лыжных гонках.

Методы и организация исследования. В рамках проведенного исследования было изучено 23 оригинальные статьи зарубежных и отечественных авторов (статьи, тезисы докладов, материалы конференций, журналы). Найденные зарубежные источники переводились на русский язык и подвергались научному редактированию и интерпретированию.

Результаты исследования и их обсуждение. Процесс аэробного энергообеспечения организма протекает в условиях без накопления значительных показателей лактата в крови, с участием кислорода. Усилие и соотношение механических величин (сила, скорость) в период аэробной подготовки на различном уровне градиента рельефа имеют свои особенности. Прямолинейная зависимость частоты сердечных сокращений и усилий со стороны внешних факторов, оказывающих влияние на аэробную производительность лыжников-гонщиков в период тренировочной сессии, характерна для планирования нагрузки определенной продолжительности и направленности.

Гармоничное сочетание циклической нагрузки в тренировочном процессе лыжников-гонщиков рассматривается во многих исследованиях [12-14]. Направленность тренировочной нагрузки является одной из ключевых особенностей

построения годичного макроцикла в системе специальной подготовки лыжников-гонщиков. При сочетании тренировочной нагрузки на развитие аэробной и силовой выносливости влияют продолжительность и биомеханические характеристики двигательного действия в момент выполнения специальной физической нагрузки с учетом внешних факторов, оказывающих воздействие на тело (рельеф местности, ветер, инвентарь и т. п.).

John O. Osborne и др. в научных исследованиях отмечают высокие показатели часов тренировок на выносливость в течение годичного цикла подготовки (700-950 часов в год) для лыжников и биатлонистов мирового класса с типичным распределением интенсивности тренировок: 88-91% тренировок низкой интенсивности, 3-7% тренировок средней интенсивности и 5-8% тренировок высокой интенсивности [15].

Новикова Н.Б. отмечает количественные результаты о выполненной нагрузке силовой направленности в течение подготовительного периода подготовки высококвалифицированных (n=12, МС) лыжников-гонщиков.

В таблице 1 показано соотношение объемов силовых нагрузок различной направленности в подготовительном периоде в процентном соотношении от общего объема физической подготовки. Силовые нагрузки измерялись в часах, время отдыха между упражнениями входило в общее время силовой подготовки. Были отмечены три показателя развития силовых способностей: сила (упражнения с преодолением внешнего отягощения), аэробно-силовые способности (специальные силовые упражнения на лыжах и лыжероллерах и на тренажере), объем физической подготовки (упражнения с элементами круговой тренировки).

Объем нагрузки аэробно-силовой направленности составляет 1/4-1/3 от общего объема нагрузки, направленной на развитие силы. Процентное соотношение показателей аэробно-силовых способностей отмечено в таблице 2.

Таблица 1

Соотношение силовых нагрузок в процентах от общего объема физической подготовки

Год	Нагрузка различной направленности		
	Сила	Аэробно-силовые способности	ОФП
2012	7,34%	1,31%	2,42%
2013	7,29%	3,87%	3,57%
2014	5,56%	2,79%	1,71%
2015	6,09%	3,92%	1,84%
2016	6,29%	3,93%	1,85%
2017	6,54%	3,18%	1,85%
2018	6,51%	2,92%	1,60%

Примечание: ОФП – объем физической подготовки; составлено по [16]

Таблица 2

Процентное соотношение аэробно-силовых способностей в зависимости от общего объема силовой нагрузки лыжников гонщиков

Год	Соотношение от общего количественного объема силовой нагрузки, %
2012	12
2013	26
2014	28
2015	33
2016	33
2017	27
2018	26

Примечание: составлено по [16]

Новикова Н.Б. также выделяет процентное соотношение специальной силовой работы в аэробном режиме обеспечения. К специальным силовым упражнениям относятся упражнения на тренажерах лыжника, а также силовая работа на лыжероллерах и лыжах. Это широко используемые средства, традиционно относимые к силовой подготовке и составляющие около 20% от ее общего объема, которые на самом деле направлены на повышение аэробных свойств мышц [16-17].

Миссина С.С. и соавт. выделяют аэробно-силовой метод (АСМ) – режим циклической нагрузки (лыжи, лыжероллеры, лыжная имитация), выполняемый с низкой скоростью передвижения, но с высокой интенсивностью сокращения мышц, интервально или непрерывно по пересеченной местности или с дополнительным сопротивлением. Объем данной нагрузки в рамках исследования фиксировался в часах или в подходах (дифференцированные режимы). По результатам расчета тренировочного объема силовой нагрузки в подготовительном периоде лыжников-гонщиков высокого класса стоит отметить показатели аэробно-силового режима нагрузки. Наиболее высокие показатели выполненного объема данной нагрузки наблюдаются в среднегорном мезоцикле подготовительного периода. Количественный объем в данном мезоцикле составил 13 часов нагрузки аэробно-силового характера. На среднегорном этапе обращает на себя внимание, во-первых, реципрокное распределение медленных «гипертрофических режимов», сконцентрированных в 1 и 2-м микроциклах, и быстрых интенсивных «режимов», имеющих тенденцию к возрастанию, в 3-м и даже 4-м микроциклах. Во-вторых, на этом этапе используются максимальные объемы тренировки «на максимальную силу» и минимальные объемы тренировки «взрывной» и «быстрой» силы [2, 18].

А.И. Головачев, В.И. Колыхматов провели сравнительную характеристику соотношения выполненной нагрузки при распределении общего объема циклической нагрузки по зонам интенсивности и регламентированной мышечной нагрузки в годичном цикле подготовки лыжников-гонщиков. В исследовании участвовали 7 лыжников-гонщиков, специализировавшихся в спринтерских дисциплинах и имевших квалификацию от МС до ЗМС, проходивших подготовку к Олимпийским зимним играм 2014 г. в городе Сочи. Общий объем циклической нагрузки составил 6954,0 км, относительно небольшой показатель объема сложился из-за системного применения регламентированных мышечных нагрузок. Регламентированные мышечные нагрузки оказывают особое влияние при распределении нагрузки по зонам интенсивности. Авторы в исследовании отмечают, что на долю высокоинтенсивной работы было выполнено 13,9%, оставшиеся 86,1% выполнены в низкой интенсивности. Данное соотношение указывает на применение в подготовке поляризованной модели. Объем, выполненный в рамках регламентированной мышечной нагрузки, составил 18% от общего объема. Соотношение регламентированной мышечной нагрузки к объему, выполненному в 1-ой зоне интенсивности, составил 18,5%, во 2-ой зоне интенсивности – 14%, в 3-ей – 19,7%; в 4-ой – 55,4%. По количеству и продолжительности выполнения регламентированных мышечных нагрузок преобладают 1-ая и 2-ая зона интенсивности – 731,4 км и 285,3 км соответственно. Исследователи отчетливо показали взаимосвязь регламентированной мышечной нагрузки и показателя высокой зоны интенсивности. Соотношение объема регламентированной мышечной нагрузки в низкой зоне интенсивности находится на достаточно высоком уровне и имеет превосходство в количественном объеме перед объемом в более высоких зонах интенсивности [19].

Е.Б. Мякинченко и А.С. Крючков в своем исследовании представили показатели годовых объемов тренировочных нагрузок лыжников-гонщиков. В исследовании приняли участие лыжники-гонщики

сборной команды России, протестированные в сезонах 2014/15-2020/21 гг. Общий тренировочный объем в течение годичного цикла составил 969±46 ч, объем в низкой зоне интенсивности – 715±45 ч, объем аэробно-силового метода тренировок – 66±18 ч, общий объем силовых работ в тренажерном зале – 81±12 ч [3, 20].

С.С. Миссина, А.С. Крючков и др. раскрыли периодизацию тренировки силовой направленности в лыжных гонках и биатлоне. В исследовании приняли участие 26 лыжников-гонщиков мужского пола и 18 человек женского пола. Все спортсмены в течение 1-5 лет тренировались в основном составе национальной команды России в сезонах 2014/15-2018/19 гг. Авторы отмечают, что больший объем силовой подготовки в режиме низкоинтенсивной циклической нагрузки у лыжников-гонщиков позволяет им иметь большую мышечную массу к соревновательному периоду.

По результатам исследования было обнаружено, что в период максимальных объемов циклической и силовой подготовки (май-август) мышечная масса у лыжников-гонщиков не растет. Реализация начинается позже, в период снижения объемов тренировочной нагрузки с сентября по октябрь (рис.) [4].

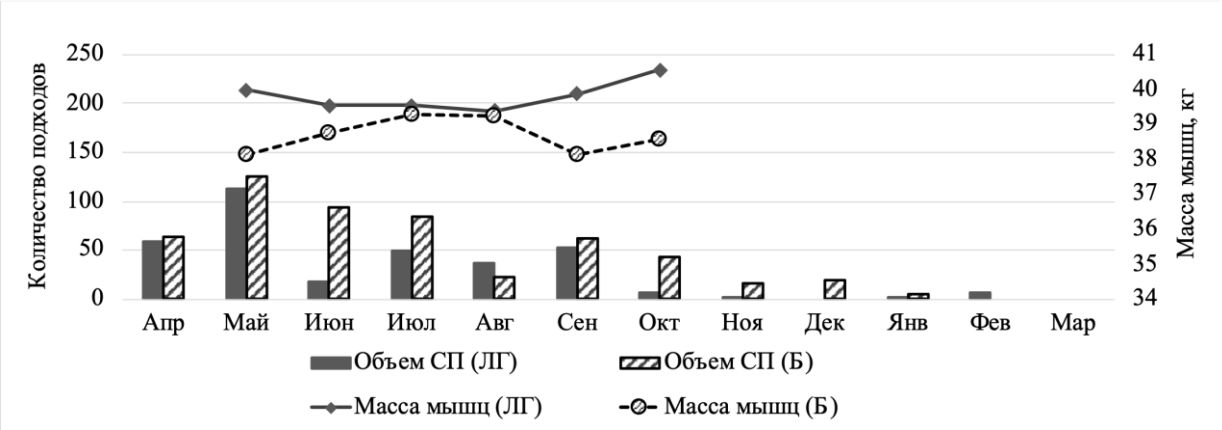


Рис. Динамика показателей массы мышц в подготовительном периоде и объем силовой подготовки «на гипертрофию» у лыжников-гонщиков

Примечание: СП – силовая подготовка; ЛГ – лыжники-гонщики; Б – биатлонисты; представлено из материалов исследования С.С. Миссиной, А.С. Крючкова [4]

Изучением распределения тренировочной нагрузки в течение годичного цикла подготовки занимаются и зарубежные специалисты. G.S. Solli, E. Tonnessen, O. Sandbakk изучили распределение тренировочной нагрузки успешной лыжницы из Норвегии – Марит Бьерген в течение 5-ти наиболее успешных лет, с 2010 по 2015 год. В исследовании проанализированы ежедневные данные тренировочного дневника самоконтроля. Тренировочные данные систематизированы: по типу тренировки (выносливость, сила, скорость); интенсивности (низкая, средняя, высокая); средствам подготовки (бег, велосипед, лыжи/лыжероллеры). За последние 5 лет подготовки было отмечено, что тренировочный объём стабилизировался. Ежегодный тренировочный объем составил 937±25 ч, этот объем выполнялся за 543±9 тренировок. Количество тренировок на выносливость составило 90,6%, силовых тренировок – 8,0%, скоростных тренировок – 1,4% [21].

Время тренировок на выносливость по интенсивности распределилось следующим образом: 92,3±0,3% низкоинтенсивных тренировок, 2,9±0,5% среднеинтенсивных тренировок, 4,8±0,5% высокоинтенсивных тренировок. Время тренировок на выносливость в низкой зоне интенсивности было распределено на 21% разминок/заминок, 14% тренировок продолжительностью

менее 90 минут; 65% длительных тренировок продолжительностью более 90 минут. Время низкоинтенсивных тренировок в течение годичного цикла разделялось по фазам на общую подготовку (76 часов/месяц), специальную подготовку (65 часов/месяц), соревновательную фазу (55 часов/месяц). Тренировочный объем специальной подготовки в подготовительном периоде составляет 50-60% от общего объёма [21].

J. Walther, T. Haugen, G.S. Soli и др. провели сравнительную характеристику выполненной ранее тренировочной нагрузки в юниорском и старшем возрасте. Участниками исследования являются наиболее успешные лыжники-гонщики из Норвегии, завоевавшие медали чемпионатов мира и олимпийских игр. Количество часов тренировочной нагрузки на выносливость в юниорском возрасте составило 584,4±98,1, в старшем возрасте – 781,8±62. Объем специальной тренировочной нагрузки составил в юниорском возрасте 406,2±78,8, а в старшем возрасте – 544,5±66,8. Объем тренировочной нагрузки относительно интенсивности в юниорском возрасте имел следующие показатели – 530,2±92,7 и 715,7 ±59 в старшем возрасте. Стоит отметить значительное увеличение показателей тренировочного объема низкой интенсивности. Высокие показатели тренировок в низкой интенсивности указывают на актуальность сбалансированного развития аэробной выносливости лыжников-гонщиков. Прирост тренировочного объема интенсивности, приведенный выше, является показателем для развития аэробной выносливости [22].

G.S. Solli и соавт. указывают на то, что общий объем тренировочных часов в годичном цикле подготовки у 6 высококвалифицированных лыжников-гонщиков составил 649±108 ч. Тренировочный объем, выполненный на развитие и совершенствование показателя выносливости, составил 585±101 ч. В результате распределения тренировочного объема на выносливость по зонам интенсивности были сформированы количественные показатели объема в низкой (до АэП), средней (от АэП до АнП), высокой (выше АнП) интенсивности. Тренировочный объем в низкой интенсивности составил 522±93 ч из 585 ч, что в очередной раз отражает использование в тренировочном процессе большого объема тренировок в аэробной зоне интенсивности. Нагрузки на совершенствование специальной физической подготовки составило 371±108 ч [23]. Тренировочный объем в течение годичного цикла подготовки у женщин составил 558±43 ч, объем тренировок на выносливость составил 486±53 ч, тренировочный объем нагрузки в низкой-аэробной зоне интенсивности составил 436±56 ч [23].

Одним из направлений в развитии локальной мышечной выносливости спортсменов высокого класса в циклических видах спорта на сегодняшний день является использование для этих целей специально-подготовительных упражнений с отягощением в условиях тренажерного зала или «силового» городка. Анализ тренировочной нагрузки, выполненной лидерами мужской сборной команды России по лыжным гонкам в сезоне 2018-2019 гг, показал, что около 39% от общего объема силовой работы в тренажерном зале приходится на развитие силовой выносливости. Еще более высокие показатели выполненных нагрузок с целью развития силовой выносливости, которые в 2018-2019 гг составили около 40 % от всего объема силовой работы, наблюдаются у мужчин-биатлонистов сборной команды России. Таким образом, можно утверждать, что решению задач развития выносливости с использованием упражнений с отягощением в сборных командах нашей страны уделяется пристальное внимание. А.С. Крючков и Е.Б. Мякинченко подчеркивают, что тренировочная нагрузка в тренажерном зале на развитие силовой выносливости составляет 40% от общей тренировочной нагрузки в тренажерном зале. Достаточно высокие показатели процентного соотношения тренировочной нагрузки на силовую выносливость характерны для представителей циклических

видов спорта, а именно лыжных гонок по различному рельефу.

Заключение. Таким образом, по результатам изучения ряда исследований следует отметить, что методика тренировочных нагрузок и их сочетаний – это достаточно сложная задача, требующая организационного подхода многонедельных и даже многомесячных физиологических экспериментов. Существуют различные подходы по распределению тренировочной нагрузки в течение годичного цикла. Наиболее известное распределение тренировочной нагрузки относительно пульса частоты сердечных сокращений. Чаще всего в тренировочном процессе у лыжников-гонщиков используется поляризованная модель подготовки с проявлением аэробных качеств. Распределение тренировочной нагрузки аэробно-силового метода тренировки относительно тренировочной нагрузки, выполненной на развитие силы в годичном цикле подготовки, отмечено С.С. Миссиной, А.С. Крючковым, Е.Б. Мякинченко и др. Использование данного метода подготовки по результатам аналитического обзора дневников самоконтроля и тренировочной программы составляет 40% и 26-30%. Данные сведения высоких показателей использования аэробно-силового метода подготовки подтверждают необходимость лаконичного сочетания аэробной и силовой выносливости как в силовой тренировке (подготовке), так и в подготовке на развитие выносливости. Формирование оптимального для предъявляемой нагрузки сочетания мощности и выносливости мышечных сокращений позволит повысить эффективность спортивной подготовки лыжников-гонщиков

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новикова, Н. Б. Влияние многолетней силовой подготовки на результативность лыжников-гонщиков высокого класса / Н. Б. Новикова, Г. Г. Захаров, Н. Б. Котелевская // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 7 (173). – С. 147-152.
2. Модели периодизации нагрузок силовой направленности в мезоциклах подготовки лыжников-гонщиков высокого класса / С. С. Миссина, Н. В. Адодин, А. С. Крючков, Е. Б. Мякинченко // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2022. – Т. 17. – № 3. – С. 23-30
3. Сравнение тренировочных нагрузок и показателей подготовленности биатлонистов и лыжников высокого класса / П. Е. Мякинченко, А. С. Крючков, Н. В. Адодин, Е. Б. Мякинченко // Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы X всероссийской научно-практической конференции. – Омск, 2022. – С. 3-19.
4. Средства, методы и периодизация тренировки силовой направленности в циклических видах спорта на выносливость / С. С. Миссина, А. С. Крючков, Н. В. Адодин, Е. Б. Мякинченко // Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2021. – С. 84-89.
5. The effect of strength training on performance in endurance athletes / K. Beattie, I. C. Kenny, M. Lyons, B. P. Carson // Sport medicine. – 2014. – № 44 (6). – P. 845-846.
6. Chen, J. Effect of exercise on hexokinase distribution and mitochondrial respiration in skeletal muscle / J. Chen, P. D. Gollnick // Pflugers Arch. – 1994. – Vol. 427. – № 3-4. – P. 257-263.
7. The effect of high-intensity exercise on the respiratory capacity of skeletal muscle / Gollnick P. D., Bertocci L. A., Kelso T. B. [et al] // Pflugers Arch. – 1990. – Vol. 415. – № 4. – P. 407-413.
8. Мякинченко, Е. Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е. Б. Мякинченко, В. Н. Селуянов. – М.: ТВТ Дивизион, 2005. – 338 с.
9. Chilibeck, P. D. The effect of strength training on estimates of mitochondrial density and distribution throughout muscle fibres / P. D. Chilibeck, D. G. Syrotuik, G. J. Bell // Eur. J. Appl. Physiol Occup. Physiol. – 1999. – Vol. 80. – № 6. – P. 604-609.
10. Попов, Д. В. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне / Д. В. Попов, А. А. Грушин, О. Л. Виноградова. – М.: Советский спорт, 2014. – 78 с.

11. Бурмистров, А. Д. Особенности использования поляризованной модели тренировок в годичном цикле подготовки лыжников-гонщиков / А. Д. Бурмистров, А. И. Чикуров, В. Ю. Куимов // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2022. – Т. 60. – № 2. – С. 67-76.
12. Грушин, А. А. Ретроспективный анализ выявления рационального общего объема циклической нагрузки / А. А. Грушин // Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации: материалы V Всероссийской научно-практич. конференции, г. Сочи. – Смоленск: СГАФКСТ, 2020. – С. 6-13.
13. Реуцкая, Е. А. Анализ распределения тренировочных нагрузок лыжников-гонщиков на различных этапах спортивной подготовки в годичном макроцикле / Е. А. Реуцкая // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12 (202) – С. 318-323.
14. Федотова, Е. В. Оптимальные модели распределения нагрузки и использование целевых тренировочных зон в циклических видах спорта на выносливость (анализ зарубежных исследований) / Е. В. Федотова, П. А. Сиделев // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 6. – С. 17-22.
15. Osborne J.O. Annual Volume and Distribution of Physical Training in Norwegian Female Cross-Country Skiers and Biathletes: A Comparison Between Sports, Competition Levels, and Age Categories-The FENDURA Project / Osborne J. O., Solli G. S., Engseth T. P. [et al] // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2023. – Vol 19. – № 1. – P. 19-27. DOI: 10.1123/ijspp. 2023-0067.
16. Новикова, Н. Б. Специальная подготовка лыжников-гонщиков высокого класса в годичном цикле: методические рекомендации / Н. Б. Новикова. – Санкт-Петербург: СПбНИИФК, 2019. – 44 с.
17. Новикова, Н. Б. Варианты распределения нагрузок лыжников-гонщиков высокого класса в годичном цикле подготовки / Н. Б. Новикова, Н. Б. Котелевская, Г. Г. Захаров // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 7 (173). – С. 142-147.
18. Модели периодизации тренировочных нагрузок лыжников высокого класса в годичном макроцикле / С. С. Миссина, Н. В. Адодин, А. С. Крючков, Е. Б. Мякинченко // Вестник спортивной науки. – 2022. – № 4. – С. 9-13.
19. Головачев, В. И. Построение тренировочного процесса, направленного на развитие специальной выносливости лыжников-гонщиков высокой квалификации, специализирующихся спринтерских видах гонки / А. И. Головачев, В. И. Колыхматов // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 5. – С. 7-12.
20. One-year periodization of training loads of Russian and Norwegian elite cross-country skiers / E. B. Myakinchenko, A. S. Kriuchkov, N. V. Adodin, M. A. Dikunets // Journal of Human sport and exercise. – 2021. – № 3 (16). – P. 701-710
21. Solli, G. S. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier / G. S. Solli, E. Tonnessen, O. Sandbakk // Frontiers in Physiology. – 2017. – Vol. 8. – P. 1069. DOI: 10.3389/fphys.2017.01069
22. From juniors to seniors: changes in training characteristics and aerobic power in 17 world-class cross-country skiers / Walther J., Haugen T., Soli G. S. [et al] // Frontiers in Physiology. – 2023. – Vol. 14. – P. 1288606.
23. Sex-based differences in speed, sub- technique selection, and kinematic patterns during low- and high-intensity training for classical cross-country skiing / Solli G. S., Kocbach J., Seeberg T. M. [et al] // PLOS ONE. – 2018. – Vol. 13(11). – P. e0207195. DOI: 10.1371/journal.pone.0207195

REFERENCES

1. Novikova N.B., Zakharov G.G., Kotelevskaya N.B. Influence of long-term strength training on elite cross-country skiers' performance. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 7 (173), pp. 147-152. (in Russ.)
2. Missina S.S.. Adodin N.V., Kryuchkov A.S., Myakinchenko E.B. The models of strength-oriented loads periodization in mesocycles of training high-class racing skiers. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2022, vol. 17, no. 3, pp. 23-30. (in Russ.)
3. Myakinchenko E.B., Kryuchkov A.S., Adodin N.V., Myakinchenko E.B. Comparison of training loads and fitness indicators of biathletes and high-class skiers. Modern System of Sports Training in Biathlon: materials of the X All–Russian Scientific and Practical Conference. Omsk, 2022. pp. 3-19. (in Russ.)
4. Missina S.S. Kryuchkov A.S., Adodin N.V., Myakinchenko E.B. Means, methods and periodization of strength training in cyclic endurance sports. Physical Culture, Sport, Tourism: Scientific and Methodological Support: materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Perm, 2021. pp. 84-89. (in Russ.)

5. Beattie K., Kenny I.C., Lyons M., Carson B.P. The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sport medicine*, 2014, no. 44 (6), pp. 845-846.
6. Chen J., Gollnick P.D. Effect of exercise on hexokinase distribution and mitochondrial respiration in skeletal muscle. *Pflugers Arch*, 1994, vol. 427, no 3-4, pp. 257-263.
7. Gollnick P.D., Bertocci L.A., Kelso T.B., Witt E.H., Hodgson D.R. The effect of high-intensity exercise on the respiratory capacity of skeletal muscle. *Pflugers Arch*, 1990, vol. 415, no. 4, pp. 407-413.
8. Myakinchenko, E.B., Seluyanov V.N. Development of local muscular endurance in cyclic sports. Moscow: TVT Division, 2005. 338 p. (in Russ.)
9. Chilibeck P.D., Syrotuik D.G., Bell G.J. The effect of strength training on estimates of mitochondrial density and distribution throughout muscle fibres. *Eur. J. Appl. Physiol Occup. Physiol*, 1999, vol. 80, no. 6, pp. 604-609.
10. Popov D.V., Grushin A.A., Vinogradova O.L. Physiological foundations of assessing aerobic capabilities and selecting training loads in ski racing and biathlon. Moscow: Sovetskij sport, 2014. 78 p. (in Russ.)
11. Burmistrov A.D., Chikurov A.I., Kuimov V.Yu. Application of polarized training model in annual cycle of training ski racers. *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University Named After V.P. Astafyev*, 2022, vol. 60, no. 2, pp. 67-76. (in Russ.)
12. Grushin A.A. Retrospective analysis of the identification of the rational total volume of cycling load. Relevant Issues in Training Elite Ski Racers: materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference, Sochi. Smolensk: Smolensk State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, 2020. pp. 6-13. (in Russ.)
13. Reutskaya E.A. Analysis of the distribution of training loads of cross-country skiing at stages of sports training in the training macrocycle. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 12 (202), pp. 318-323. (in Russ.)
14. Fedotova E.V., Sidelev P.A. Efficiency of training load distribution models and use of target training zones in endurance sports (analysis of foreign research). *Sports science bulletin*, 2021, no. 6, pp. 17-22. (in Russ.)
15. Osborne J.O., Solli G.S., Engseth T.P., Welde B., Morseth B., Noordhof D.A., Sandbakk O., Andersson E.P. Annual Volume and Distribution of Physical Training in Norwegian Female Cross-Country Skiers and Biathletes: A Comparison Between Sports, Competition Levels, and Age Categories-The FENDURA Project. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2023, vol 19, no. 1, pp. 19-27. DOI: 10.1123/ijspp. 2023-0067.
16. Novikova N.B. Special training of elite ski racers in the annual cycle: methodological guidelines. St. Petersburg: Saint Petersburg Research Institute of Physical Culture, 2019. 44 p. (in Russ.)
17. Novikova N.B., Kotelevskaya N.B., Zakharov G.G. Variants of training loads distribution for high-performance cross-country skiers in annual period. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 7 (173), pp. 142-147. (in Russ.)
18. Missina S.S., Adodin N.V., Kryuchkov A.S., Myakinchenko E.B. Models of Periodization of high-class cross-country skiers' loads in an annual macrocycle. *Sports science bulletin*, 2022, no. 4, pp. 9-13. (in Russ.)
19. Golovachev V.I., Kolykhmatov V.I. Special endurance training process for highly qualified cross-country sprint skiers. *Sports science bulletin*, 2014, no. 5, pp. 7-12. (in Russ.)
20. Myakinchenko E.B., Kriuchkov A.S., Adodin N.V., Dikunets M.A. One-year periodization of training loads of Russian and Norwegian elite cross-country skiers. *Journal of Human sport and exercise*, 2021, no. 3 (16), pp. 701-710
21. Solli G.S., Tonnessen E., Sandbakk O. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Frontiers in Physiology*, 2017, vol. 8, p. 1069. DOI: 10.3389/ fphys.2017.01069.
22. Walther J., Haugen T., Soli G.S., Tonnessen E., Sandbakk O. From juniors to seniors: changes in training characteristics and aerobic power in 17 world-class cross-country skiers. *Frontiers in Physiology*, 2023, vol. 14, p. 1288606.
23. Solli G.S., Kocbach J., Seeberg T.M., Tjonnas J., Hoel Rindal O.M., Haugnes P., Torvik P.O., Sandbakk O. Sex-based differences in speed, subtechnique selection, and kinematic patterns during low- and high-intensity training for classical cross-country. *PLOS ONE*, 2018, vol. 13(11), p. e0207 195. DOI: 10.1371/journal.pone.0207195.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Вадим Юрьевич Куимов – аспирант, Институт физической культуры, спорта и туризма, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: Vadim.Cuimow@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7658-790X.

Александр Игнатович Чикуров – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретических основ и менеджмента физической культуры и туризма, Институт физической культуры, спорта и туризма, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: chikurov71@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1073-3120.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Vadim Yu. Kuimov – Post-Graduate Student, Institute of Physical Culture, Sport and Tourism, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: Vadim.Cuimow@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7658-790X
Aleksandr I. Chikurov – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Theoretical Foundations and Management of Physical Culture and Sport, Institute of Physical Culture, Sport and Tourism, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: chikurov71@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1073-3120

Для цитирования: Куимов, В. Ю. Сочетание тренировочной нагрузки аэробно-силовой направленности в лыжных гонках / В. Ю. Куимов, А. И. Чикуров // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_32

For citation: Kuimov V.Yu., Chikurov A.I. Combination of aerobic and strength training load in ski racing. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_32