

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук" Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта

Ответственный редактор Д.м.н., профессор Е.Р.Бойко

Сыктывкар - 2019

УДК 796.01:612 ББК 28.707.3 Б72

Б72 **Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной** деятельности зимних циклических видов спорта / Отв.ред. Е.Р.Бойко. — Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2019. — 256 с. ISBN 978-5-7934-0813-4

Рецензенты:

Д.п.н, профессор *Гурский Александр Викторович* (Смоленская государственная академия физкультуры, спорта и туризма)

Д.п.н. *Курьянович Елена Николаевна* (Военный институт физической культуры Министерства обороны Российской Федерации)

В монографии обобщены материалы, полученные за 8 лет коллективом Отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми НЦ УрО РАН. На его базе сформирована комплексная группа, обеспечивающая научное сопровождение подготовки и участия в соревновательной деятельности сборных команд Республики Коми по лыжным гонкам. Представленные в книге материалы позволяют расширить наши представления о состоянии и функционировании различных систем организма и обменных процессов у высококвалифицированных лыжников-гонщиков на разных этапах подготовительного этапа и в условиях соревновательной деятельности.

Издание адресовано тренерам, работающим в циклических видах спорта, спортсменам, научным работникам и специалистам по спортивной медицине и реабилитологии.

Работа выполнена в рамках тем

«Метаболическое обеспечение физической работоспособности у человека в условиях Севера и разработка способов ее повышения» по Программе ФНИ на 2017–2020 гг.. (№ ГР АААА-А17-117012310157-7);

«Разработка способа повышения физической работоспособности путем коррекции метаболизма жиров в организме человека»

по Программе Президиума РАН на 2018-2020 гг.. (№ ГР АААА-A18-118012290367-6)

ISBN 978-5-7934-0813-4

© ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019

АВТОРСКИЙ СПИСОК

Бойко Евгений Рафаилович Введение, Гл.1,2,3,5,6,8,9,14,15,

заключение

Логинова Татьяна Петровна Гл.2,3,5,6,14,15

Варламова Нина Геннадьевна Гл.3,6,14,15

Марков Александр Леонидович Гл.4,5,6,8

Солонин Юрий Григорьевич Гл.5,6,8

Дерновой Бронислав Федорович Гл.7

Паршукова Ольга Ивановна Гл.5,9

Монгалев Николай Петрович Гл.10

Людинина Александра Юрьевна Гл.4.2,11,13

Потолицына Наталья Николаевна Гл.2,5,6,10,12,15

Есева Татьяна Валерьевна Гл.13

Гарнов Игорь Олегович Γ л.2,3,5,6,8,14,15

Ветров Александр Иванович Гл.2

Нутрихин Андрей Владимирович Гл.2,5,6,8,9,13

Черных Алексей Анатольевич Гл.3,5,6,8,15

Прошева Валентина Ивановна Гл.7

Ватлин Александр Витальевич Гл. 8

Рубцова Лидия Юрьевна Гл.10

Кучин Александр Васильевич Гл.14

Ценке Дитер Гл.14

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1 Медико-биологические подходы к физиологическим	
исследованиям	8
ГЛАВА 2 Динамика функциональных показателей,	
характеризующих порог анаэробного обмена, в	
велоэргометрическом тесте до отказа у юношей-лыжников 1	13
2.1 Подходы к определению функционального состояния	
спортсменов	13
2.2 Лактатная кривая в ходе выполнения теста «до отказа» 2	20
2.3 Сравнительный анализ уровня лактата и других	
метаболитов у лыжников-гонщиков после соревнований 2	23
ГЛАВА 3 Динамика порога анаэробного обмена у лыжников-	
гонщиков в годовом тренировочном цикле и кардиореспираторные	
предикторы завершения теста «до отказа»	27
3.1 Тесты с максимальной физической нагрузкой	28
3.2 Динамика кардиореспираторных показателей в зоне	
порога анаэробного обмена у лыжников-гонщиков в годовом	
тренировочном цикле	12
ГЛАВА 4 Вариабельность сердечного ритма у лыжников-	
гонщиков Республики Коми 5	52
4.1 Вариабельность сердечного ритма у юношей и девушек 15–18	
	52
4.2 Связь вариабельности сердечного ритма с содержанием n-3	
, I	56
	50
ГЛАВА 6 Влияние тренировки в горах на организм лыжников-	
1	59
ГЛАВА 7 Сердечно-сосудистая система у элитных лыжников-	
, <u>1</u> ,, , , , , , , , , , , , , , , , , ,	77
ГЛАВА 8 Гендерные различия организма лыжников-гонщиков	
<i>y</i>	34
ГЛАВА 9 Маркеры сосудистого тонуса в крови	
1 ' 1	93
ГЛАВА 10 Реактивность нормоцитов красной крови человека в	
условиях физической нагрузки и острой нормобарической	
гипоксии	02

ГЛАВА 11 Роль жирных кислот в энергообеспечении физической
работоспособности и повышении функционального состояния
спортсменов
11.1 Влияние физической нагрузки на профиль жирных кислот
11.2 Роль n-3 полиненасыщенных жирных кислот в повышении
физической работоспособности спортсменов
11.3 Скорость окисления жиров – как маркер аэробной
работоспособности
ГЛАВА 12 Витаминный статус у представителей циклических
зимних видов спорта
12.1 Роль витаминов в спорте. Особенности витаминного
статуса спортсменов
12.2 Методы оценки обеспеченности витаминами организма
спортсменов
12.3 Витаминный статус у лыжников-гонщиков и биатлонистов
12.4 Витаминный статус у представителей циклических зимних
видов спорта на различных этапах годового тренировочного
цикла
12.5 Способы коррекции витаминного статуса с помощью
функциональных продуктов питания
ГЛАВА 13 Фактическое питание лыжников-гонщиков Республики
Коми: состояние и рекомендации
ГЛАВА 14 Коррекция функционального состояния лыжников-
гонщиков с использованием фитоскипидарных ванн и
электромагнитного излучения крайне высокой
частоты
ГЛАВА 15 Влияние максимальной физической нагрузки на
координационные способности лыжников-гонщиков и
биатлонистов
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
Список сокращений
Список литературы
Приложения
1 Публикации Отдела экологической и медицинской физиологии
Института физиологии по обследованиям спортсменов (2014-2019 гг)
2 Разработки Отдела экологической и медицинской физиологии ИФ
Коми НЦ УрО РАН, применяемые в работе со спортсменами
3 Принципы питания спортсмена в схемах

ВВЕДЕНИЕ

Раскрытие физиологических механизмов, обеспечивающих работу функциональных систем организма человека в условиях внешних экстремальных воздействий, имеет большое теоретическое и практическое значение. В этом отношении предельные физические нагрузки являются удобной моделью физиологического наблюдения, а спорт высоких достижений, помимо его прикладных аспектов, может рассматриваться в качестве своеобразного физиологического эксперимента.

изложенного. наш особый позиций на взгляд. интерес представляют циклические виды спорта, где само условие проведения подразумевает непрерывную физическую максимальной мощности. В этих условиях включаются сформировавшиеся в организме спортсмена различные механизмы обеспечения физической максимально возможной мощности. Стандартизация условий соревнований, мотивация спортсменов проведения на максимального результата, способны обеспечить при использовании соответствующего физиологического инструментария получение новых знаний, практическое применение которых несомненно.

Среди циклических видов спорта есть зимние и летние виды. Поскольку коллектив авторов много лет занимается исследованием влияния природно-климатических факторов Севера и высоких широт на организм человека, то естественным представляется наше обращение к зимним циклическим видам спорта. На наш взгляд, исключительно удобной физиологической моделью являются лыжные гонки, поскольку в этом виде спорта можно подробно рассмотреть влияние максимальной физической нагрузки, в том числе нагрузки разной длительности и интенсивности в сопоставлении с воздействием температурного фактора.

В настоящей монографии коллективом авторов представлены результаты многолетнего наблюдения высококвалифицированных лыжников-гонщиков, действующих членов сборных команд Республики Коми и Российской Федерации, среди которых призеры и участники чемпионатов мира и олимпийских игр.

Создание монографии было бы невозможным без поддержки тренеров, сервисменов, руководителей спортивной отрасли республики Коми, специалистов, обеспечивающих соревновательный процесс, и, конечно же, самих спортсменов, за что коллектив авторов выражает всем искреннюю и глубокую признательность. В ходе проведения работы

сложилось устойчивое взаимодействие научных сотрудников Института физиологии Коми Научного центра УрО РАН и тренерского штаба сборных команд Республики Коми, и для нас всех особенное значение имеет тот факт, что в составе авторского коллектива есть и исследователи, и тренеры, ведущие практическую работу по подготовке спортсменов.

Особую благодарность хотелось бы высказать руководителю ГАУ Республики Коми «Центр спортивной подготовки сборных команд», члену Президиума Федерации лыжных гонок России Гордееву Николаю Александровичу. Именно при неоценимой фундаментальной поддержке Николая Александровича и начались наши исследования, одним из научных результатов которых является настоящая коллективная монография.

Коллектив авторов надеется, что предлагаемая вниманию читателей монография будет интересна для медиков, занимающихся вопросами спортивной медицины, тренеров и специалистов спортивной отрасли, а также научных работников.

Доктор медицинских наук, Бойко Евгений Рафаилович

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Бойко Е.Р.

Изучению механизмов адаптации организма человека к воздействию экстремальных внешних раздражителей посвящена достаточно обширная литература. Среди используемых подходов можно выделить следующие:

- 1. исследования на животных с последующей трансформацией полученных результатов на организм человека. Очевидно, что чем дальше по эволюционной лестнице располагается организм модельного животного, тем сложнее, а зачастую невозможными, становятся интерпретация и использование полученных материалов.
- Изучение функциональных систем организма исследования отдельных тканей, клеточных и внутриклеточных структур, метаболических обособленных путей, создание экспериментальных моделей из элементов тканей и функциональных систем. В последнее время популярность приобрели построение математических и пространственных моделей. Полученные в таких экспериментах данные имеют несомненную научную и практическую значимость. Этот подход позволяет понять отдельные базовые элементы общего механизма формирования адаптивного ответа организма человека в ответ на действие внешнего раздражителя.
- Тестирование целостного организма человека, представляет собой сложную систему. Поэтому ответ на уровне организма формируется во взаимодействии различных функциональных систем, и зачастую, может отличаться от ожидаемого. При проведении таких особое значение приобретает идеология исследований эксперимента и его методическая составляющая. Это один из самых сложных и в то же время простых подходов - изучать человека и его организм как целостный объект наблюдения.

Коллектив исследователей, представленный сотрудниками Отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, в течение многих лет ведет изучение физиологических механизмов, обеспечивающих адаптивный ответ организма человека на воздействие внешних экстремальных и критических раздражителей. Влияние отдельных внешних факторов нами рассматривается с позиций изучения комплекса изменений в конкретных функциональных системах и метаболических путях, что в совокупности позволяет раскрывать реальную картину происходящего. Основное наше внимание мы обращаем на изучение

влияния на организм человека отдельных факторов Севера и Арктики - низкие температуры, контрастная фотопериодика, гелио-геофизические факторы. Поскольку объектом нашего исследования является человек, то реально мы вынуждены обращать внимание на влияние техногенных загрязнителей, связанных с производствами, присутствующими на Севере. Разумеется, также нельзя упустить особенности питания и влияние социальной составляющей.

В условиях Севера у человека меняется метаболизм и физиологические процессы в отдельных функциональных системах — в первую очередь, в дыхательной, сердечно-сосудистой и эндокринной.

Более чем за 30-летний период в коллективе сформировалась передовая методология проведения комплексных физиолого-биохимических исследований на целостном организме человека, критерием эффективности которой является практическое значение полученных новых научных данных.

Кроме того, вследствие влияния факторов Севера могут развиваться элементы адаптивного универсального ответа систем и метаболических путей, характерных при гипоксических состояниях. В этой связи коллективом исследователей была проведена серия экспериментов по изучению адаптивных механизмов, развивающихся при критической гипоксии у человека — тестирования с выполнением проб ГГС8 и ГГС9 у добровольцев.

В условиях Севера человеку зачастую приходится переносить тяжелые физические нагрузки, воздействие которых усиливается влиянием природно-климатических факторов. Надежно установлен факт, что при выполнении работы одной и той же мощности в стандартизованных условиях тестирования у одних и тех же жителей Севера в зимнее и летнее время коэффициент использования кислорода различается — в зимнее время он больше (Солонин, Варламова, 1991; Евдокимов. и др., 2007; Бойко и др., 2007; Адаптация человека..., 2012; Варламова, Бойко, 2014; Гарнов и др., 2016). Понимание механизмов происходящего имеет высокую практическую и теоретическую значимость.

Физические нагрузки высокой интенсивности и мощности в целом представляют собой хорошую физиологическую модель для исследования. Среди имеющихся видов спорта особый интерес имеют циклические виды, в которых условие проведения соревнования подразумевает длительную, зачастую непрерывную, физическую нагрузку максимальной мощности. Если к этим нагрузкам добавить влияние природно-климатических факторов Севера, то мы получаем удобную экспериментальную модель,

позволяющую нам сделать новый шаг вперед в понимании механизмов адаптивного ответа организма человека на Севере.

Рассматривая спорт высоких достижений качестве физиологической модели, мы оказались в выгодной ситуации, поскольку в нашем регионе – Республике Коми - имеется одна из сильнейших в России сборных команд по лыжным гонкам. Успехи лыжников нашего региона имеют мировое признание и многолетние традиции. Мировую славу имеют многократная олимпийская чемпионка, змс Р.П.Сметанина, олимпийские чемпионы, змс Н.П.Бажуков, змс В.П.Рочев, олимпийские призеры змс В.В.Рочев, змс Ю.С.Белорукова, чемпионы и призеры чемпионатов мира. За период выполнения проекта, результаты которого представлены настоящей монографии, сборная региона стабильно входила в тройку сильнейших команд России по лыжным гонкам, многие лидеры сборной команды России представляли Республику Коми, завоевали награды Олимпийских игр и чемпионатов мира и России.

Учитывая то, что в лыжных гонках представлены различные по длительности дистанции — от спринта до марафона и супермарафона — у исследователей появляется дополнительная возможность стандартизовано оценивать различные по длительности и интенсивности нагрузки максимальной мощности, как в тренировочном процессе, так и в условиях реальной соревновательной деятельности.

В ходе проведения работы был отработан алгоритм взаимодействия с тренерами и спортсменами. Он позволял, с одной стороны, получать приоритетный научный материал, а с другой - реализовал интерес тренеров и спортсменов о текущем функциональном состояния лыжников, формировании перегрузов в их организме. Эти данные позволили нам выйти на разработку оригинальных подходов физиологической коррекции развивающихся перегрузов и реабилитации спортсменов. Стандартизация условий проведения соревнований, мотивация спортсменов на получение максимального результата, способны обеспечить при использовании соответствующего физиологического инструментария получение новых знаний, практическое применение которых, на наш взгляд, достаточно высоко.

Материалы, полученные в нашем исследовании с использованием подходов фундаментальной науки для решения прикладных задач, неоднократно представлялись на российских и международных научных мероприятиях, докладывались на регулярной конференции, проводимой Федерацией лыжных гонок России в Смоленской академии физической культуры (г.Смоленск), опубликованы в журналах, включенных в научные базы данных (Приложение 1).

Авторами была разработана оригинальная методология научного сопровождения лыжников-сборников, учитывающая особенности тренировочного и соревновательного периодов в этом виде спорта. Прежде всего, за основу был взят принцип непрерывного круглогодичного мониторинга спортсменов — только действующих членов сборной команды Республики Коми, часть из которых одновременно являлись членами сборной команды России.

Алгоритм обследования спортсменов В подготовительный соревновательный период существенно различался. Прежде всего, подготовительный период в строго установленные сроки проводилось комплексное обследование спортсменов, основным элементом которого было тестирование «до отказа» с многократным забором крови из пальца в ходе тестирования (рис.1.1) (Есева и др., 2018), что, в частности, позволяло построить лактатную кривую. Одновременно в этот же день выполнялось комплексное обследование спортсменов, в ходе которого оценивался пакет физиологических и биохимических показателей. Первым элементом в изученнии функционального состояния спортсменов был забор крови из натощак, после чего проводились остальные обследования, которые будут подробно рассмотрены в отдельных главах монографии.

							.ПАНС	·	,		
_W, Βτ			0	120	160	200		400			
$ec{v}$, of/muh					60				1		
Время, мин	2	3	1	3	5	7		17	1	3	5
Стадия обследования	поп	кой			нагру	зка			ВО	сстанов	ление
ооследования	лежа	сидя									
• забор крови,	•						•	•			•
🔊 измерение АД	Ø	0	۵	0	0	0	Ø	0	0	0	0

Рисунок 1.1 – Алгоритмы тестирования спортсменов в подготовительный и соревновательный периоды («до отказа» и «до ПАНО» соответветственно)

В подготовительный период по нашему предложению и по согласованию с тренерским штабом нами три раза проводилось комплексное тестирование: в июне (начальный этап подготовки), сентябре (начало специально-подготовительного периода), и октябре (перед снежным этапом подготовки). Помимо этого, при необходимости, или по желанию тренеров и спортсменов могли выполняться в подготовительный

период разовые обследования, для целей уточнения эффективности проводимой работы.

В соревновательный период ситуация менялась – тестирование «до отказа» не выполнялось, а при необходимости уточнения наличия функциональных проблем и/или перегрузов выполнялось тестирование «до ПАНО» (рис.1.1) с обязательной биохимической поддержкой. В этот период с периодичностью примерно один раз в месяц осуществлялся забор венозной крови на биохимическое исследование.

Кроме того, важнейшим и оригинальным элементом нашей работы было проведение обследования спортсменов в ходе соревновательной деятельности. Работа выполнялась в условиях реальных российских стартов, включенных в официальный перечень соревнований, проводимых под эгидой Федерации лыжных гонок России, а также международных стартов под эгидой FIS, и обязательно на чемпионате России. В этих случаях до стартов мы получали разрешение со стороны главного судьи соревнований и организаторов стартов на проведение нашей работы.

Все спортсмены, участвующие в конкретной гонке - а это был весь состав сборной региона - накануне стартов информировались со стороны тренерского штаба о предстоящем обследовании. Исследование состояло в том, что проводился забор крови у спортсменов немедленно после окончания гонок на финише — на 1 минуте после финиша, на 5 минуте и еще несколько раз до 60 минуты после финиша. Для того, что бы многократный забор крови не влиял на спортивное состояние спортсменов, была отработана практика — из цикла гонок выбирались две гонки подряд в два соревновательных дня, что не вызывало возражений со стороны спортсменов и тренеров. Кроме того, по согласованию с тренерами сборной России на отдельных стартах по такой же схеме проходило обследование лыжников-сборников.

Описанная методология показала свою успешность: нами были получены материалы, в том числе от лыжников, ставшими победителями гонок, в том числе чемпионами России и призерами чемпионата России, победителями гонок FIS, обладателями и призерами континентального кубка FIS Восточной Европы. Все эти материалы и представлены в настоящей монографии.

ГЛАВА 2 ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПОРОГ АНАЭРОБНОГО ОБМЕНА, В ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОМ ТЕСТЕ ДО ОТКАЗА У ЮНОШЕЙ-ЛЫЖНИКОВ

Логинова Т. П., Потолицына Н. Н., Гарнов И. О., Нутрихин А.В., Ветров А.И., Бойко Е.Р.

Спортивная физиология — это специальный раздел физиологии человека, изучающий изменения функций организма, их механизмы под влиянием мышечной (спортивной) деятельности и обосновывающий практические мероприятия по повышению ее эффективности. Научное обоснование, разработка и внедрение методов, позволяющих сохранить и повысить функциональные и спортивные возможности атлета, являются важной задачей спортивной физиологии.

Повышение функциональной подготовленности, построение правильного тренировочного процесса достижение высоких И соревновательных результатов невозможно без адекватной и точной оценки текущего состояния спортсмена. Именно эти знания позволяют тренеру планировать объем и интенсивность нагрузок, и в целом формировать тренировочный процесс. Причем, эта информация должна быть простой по содержанию, абсолютно понятной в интерпретации и ее практической реализации.

2.1 Подходы к определению функционального состояния спортсменов

разное время ДЛЯ оценки функционального состояния спортсменов были предложены различные подходы и приемы. Еще в начале ХХ века ученые пришли к выводу о том, что для оценки возможностей спортсмена показатели покоя не несут значительной информации, поэтому широкое применение получили функциональные пробы. Известны пробы Летунова, Руфье, Мартине и Мартине-Кушлевского, гарвардский степ-тест, определение PWC 170 (Physical Working Capacity, значение мощности выполняемой нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 уд/мин), двойное произведение (индекс Робинсона) и другие (Bruce, 1974; Карпман и др., 1988; Михалюк и др., 2010; Прокопьев и др., 2014 и др.). Кроме того, широко применяются пробы, в частности PWC 170 со специфическими нагрузками, характерными для определенного вида спорта: проба с греблей, с плаванием, со штангой и т.д. (Белоцерковский, 2009). В отличие от унифицированных проб, позволяющих проводить сравнительную оценку физических параметров спортсменов спортивных различных 14

специализаций, данные пробы направлены на оценку работоспособности мышечного ансамбля, характерного для определенного вида спорта.

При проведении функциональных проб в качестве маркеров используются время выполнения пробы, объем выполненной работы, максимальная мощность нагрузки (скорость выполнения), максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление, частота дыхания, потребление кислорода, выделение углекислого газа, максимальное потребление кислорода (МПК), максимальная легочная вентиляция, РWС 170, дыхательный коэффициенти т.д. (Bruce, 1974; Карпман и др., 1988; Белоцерковский, 2009).

Наиболее часто при анализе спортивной деятельности используются максимальная ЧСС, МПК и РWC 170. Показатель МПК имеет широкое применение как интегральный показатель работоспособности спортсменов. Известно, что МПК характеризует предельно достижимую мощность аэробного источника энергопродукции, то есть того энергетического ресурса организма, от которого зависит выполнение физических усилий и спортивными результатами, коррелирует со циклических видах спорта (Карпман и др., 1988; Платонов, 1997; Биктимирова и др., 2014; Solli et al.). Однако сама по себе величина МПК может и не отражать уровень аэробной производительности, если одновременно не учитывается мощность той нагрузки, при которой она достигается, кроме того, у спортсменов с одинаковыми значениями МПК может значительно различаться спортивная результативность (Сонькин, 2010). Определение PWC 170 также широко применяется в спортивной медицине, как показатель функциональных возможностей спортсмена. Предложенная изначально в 1947 г. T.Sjostrand методика требовала очень много времени и показатель определялся путем графической интерполяции, поэтому в дальнейшем были предложены другие варианты пробы с использованием тредбана, велоэргометра и степ-нагрузки (Шиян, 2005; Белоцерковский, 2009). Выбор значения пульса 170 уд/мин обусловлен тем, что оно характеризует начало оптимальной зоны функционирования кардиореспираторной системы при нагрузке (Белоцерковский, 2009). К недостаткам этого теста можно отнести то, что он не дает возможности оценить максимальные возможности спортсмена.

В связи с практической необходимостью в последнее время все большее внимание уделяется определению и оценке еще одного показателя - уровня порога анаэробного обмена. Переход к анаэробному механизму энергообмена происходит при выполнении физической нагрузки большой, субмаксимальной и максимальной мощности.

определений ПАНО. настоящее время известно несколько Например, это состояние организма, при котором потребность организма в кислороде превышает возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем обеспечить энергией мышечную деятельность с помощью аэробного механизма энергопродукции (Rusko, 2003). ПАНО — это уровень мощности скорости передвижения, выше нагрузки или которых происходит накопление лактата (Янсен, 2006). Некоторыми авторами понятие ПАНО считается спорным и предлагается использовать понятие «лактатный порог» (lactate threshold) — уровень нагрузки (workload), за которым величина лактата в крови резко возрастает в ходе ступенчатого тестирования с прогрессией (Brooks, 1985; Bourdon, 2000; Методические рекомендации..., 2013 и др.).

Можно сказать, что определение ПАНО имеет преимущества по сравнению, например, с определением МПК или максимальной ЧСС, на которые может оказывать влияние мотивация спортсмена, что может привести к неадекватной оценке состояния респондента.

Существует множество подходов нахождению ПАНО. К К методам ОНЖОМ отнести определение уровня лактата (определение лактатного порога), рН или стандартных бикарбонатов плазмы крови (порог лактатного ацидоза) (Robergs et al., 2004; McMillan et al., 2005; Faude et al., 2009 и др.). Часто порог анаэробного обмена, определяемый по показателям лактата, еще называют лактатным порогом (lactate threshold, LT). При анализе литературы было выделено 25 различных концепций лактатного порога. Среди них можно выделить три основных подхода. Первый - это использование фиксированного значения лактата для ПАНО, например, 4.0 ммол/л; второй – это первое повышение лактата выше базовых уровней, и третий – нахождение быстрого (выраженного) изменения наклона лактатной кривой (рис. 2.1) (Faude et al., 2009).

К косвенным (неинвазивным) методам относятся определение «переломам» графике, построенном ПАНО по В ПО показателям ЧСС/мощность нагрузки, ЧСС/скорость нагрузки (тест Конкони, рис. 2.1), вентиляция, потребление О₂/легочная ЧСС/легочная потребление O_2 /выделение CO_2 или вентиляционному эквиваленту (рис. 2.2) (Грушин, Ростовцев, 2010; Ландырь, Ачкасов, 2011; Мустафина, Черняк, 2013 и др.)

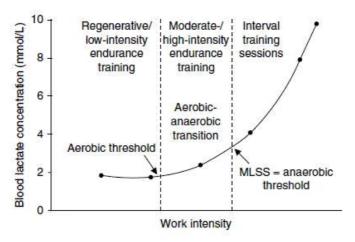


Рисунок 2.1 - Типичный график «лактат-нагрузка», включающий аэробно-анаэробный переход в качестве основы для определения мощности нагрузки в различных зонах интенсивности тренировки. MLSS = устойчивый лактатный максимум (Faude et al., 2009).

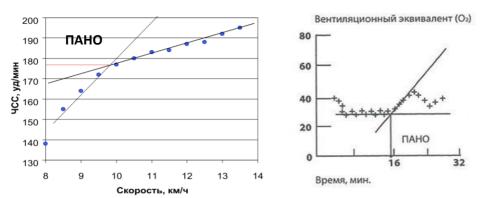


Рисунок 2.2 -. Определение ПАНО по графикам ЧСС-скорость и вентиляционный эквивалент-время нагрузки.

Кроме того, определение ПАНО используется для построения эффективного тренировочного процесса: в зависимости от уровня аэробно-анаэробного перехода определяется диапазон значений ЧСС, используемый для развития определенного физического качества (силы, выносливости, скорости), что особенно важно в условиях высокой специализированности современных видов спорта.

Для эффективного обеспечения тренировочного процесса большое значение имеет использование понятия тренировочных зон или зон физической работоспособности (Ландырь, Ачкасов, 2013). Это понятие также связано с показателем ЧСС - диапазон значений ЧСС, который используют для развития определенного физического качества, называют тренировочной зоной.

Мнения об актуальном числе тренировочных зон в литературе значительно расходятся. Обычно, в зависимости от вида спорта и специализации спортсмена выделяют от 3 до 10 тренировочных зон. Так, по мнению известного спортивного специалиста из Норвегии Stephen Seiler (2018) с точки зрения физиологических реакций имеют значения лишь три зоны интенсивности: 1) до аэробного порога; 2) смешанная зона между аэробным порогом и анаэробным порогом; 3) после анаэробного порога. В работе Sandbakk et al. (2011) у скандинавских лыжников также выделяли три зоны интенсивности:

Зона 1 60-81% от ЧСС мах 1,5-2,5 мМ Зона 2 82-87% от ЧСС мах 2,5-4 мМ Зона 3 >88% от ЧСС мах >4 мМ

Большой вклад в разработку классификации внес заслуженный тренер СССР и России Александр Алексеевич Грушин. По его мнению, необходимо выделять четыре зоны интенсивности (Иванов и др., 1988; Грушин и др., 2013). А.А.Грушиным в его работах для оценки переносимости тренировочной нагрузки разработана система оценки индивидуальных зон интенсивности, которая для каждого спортсмена рассчитывалась следующим образом (необходимо отметить, что в данной работе зона два делится на две подзоны):

1-я зона интенсивности – 65–75% от ЧССмакс, 50–60% от МПК, La = 1,2-2,0 ммоль/л;

2-я зона интенсивности – 76–85% от ЧСС макс, 61–74% от МПК, La = 2,1-3,7 ммоль/л:

- а) подзона совершенствования ПАО 76–80% от ЧСС макс, 61–69% от МПК, La = 2,1-3,0 ммоль/л;
- б) подзона становления ПАНО 81–85% от ЧССмакс, 70–74% от МПК, La =3,1–3,7 ммоль/л;

3-я зона интенсивности — 86–94% от ЧСС макс, 75–85% от МПК, La = 3,8–4,2 ммоль/л;

4-я зона интенсивности – 95–100% от ЧСС макс, 86–100% от МПК, La = более 4,2 ммоль/л (Грушин, Ростовцев, 2010).

В последнее время очень часто выделяют пять зон интенсивности (Borresen, Lambert, 2008; Ландырь и др., 2013). Отделение Норвежского олимпийского и паралимпийского комитетов, Норвежской конфедерации спортивного союза Olimpiatoppen выделяют восемь зон интенсивности, но для лыжных гонок используется пять (Seiler, Tonnessen, 2009):

Зона 1: 45-65% от VO2max; 60-72% от ЧСС макс, лактат 0,8-1,5 мМоль/л⁻¹;

Зона 2: 66-80% от VO2max; 75-85% от ЧСС макс, лактат 1,5-2,5 мМоль/л⁻¹;

Зона 3: 81-87% от VO2max; 85-90% от ЧСС макс, лактат 2,5-4 мМоль/л⁻¹;

Зона 4: 88-93% от VO2max; 90-95% от ЧСС макс, лактат 4-6 мМоль/л⁻¹;

Зона 5: 94-100% от VO2max; 95-100% от ЧСС макс, лактат 6-10 мМоль/л⁻¹.

В фитнес-браслетах, которые широко используются не только любителями, но и профессиональными спортсменами, также рекомендуется пять тренировочных зон:

Зона 1 (очень легкая): 50-60% от ЧСС макс;

Зона 2(легкая): 60-70% от ЧСС макс;

Зона 3(средняя): 70-80% от ЧСС макс; Зона 4(тяжелая): 80-90% от ЧСС макс;

Зона 5(максимальная): 90-100% от ЧСС макс.

Встречаются работы, где выделяют шесть и более зон интенсивности (Bourdon, 2000; Impellizzeri et al., 2004), но недостатком такого деления является очень узкий диапазон зоны, что затрудняет тренировку в диапазоне необходимой интенсивности (Ландырь, Ачкасов, 2011). В таблице 2.1 приведено распределение на тренировочные зоны велосипедистов.

Таблица 2.1 - Рекомендованные тренировочные зоны для велосипедистов (Friel, 1998)

Зона	%ЧСС	Продолжительность	Характеристика зоны
	от ПАНО	тренировки/метод	
1	65-81	Короткая	Активное восстановление
2	82-88	Продолжительная	Экстенсивная аэробная
			выносливость
3	89–93	Средняя	Интенсивная аэробная
			выносливость
4	94–99	Интервальный/скоростной	Развитие переносимости
			лактата
5a	100-102	Интервальный/скоростной	Интервальная/скоростная
5б	103-105	Интервальный	Развитие аэробной мощности
5в	106+	Спринт	Развитие анаэробной мощности

Существует несколько принципов выделения тренировочных зон: по максимальной частоте сердечных сокращений, с использованием объективных (лактат, ЧСС) и субъективных показателей (ощущение тяжести нагрузки спортсменом), по значению ЧСС в зоне ПАНО (Bourdon, 2000; Laursen, Jenkins, 2002; Edwards et al., 2003; Impellizzeri et al., 2004; Янсен, 2006; Грушин, Ростовцев, 2010; Гарганеева и др., 2012). В последнее время наибольшее значение приобрела комбинированная система деления на зоны. При распределении на тренировочные зоны учитывается направленность тренировочного процесса, интенсивность тренировки по отношению к уровню ПАНО, особенности энергопродукции и основные используемые тренировочные методы (Ландырь, Ачкасов, 2011).

большую взгляд, роль алгоритме тренировочных зон наряду с особенностями вида спорта играет техническая оснащенность групп исследователей. Если в руках исследователей имеется и высокочувствительная измерительная аппаратура, то высокоточная именно она во многом определяет идеологию выделения тренировочных зон. В нашем исследовании мы в последние годы при работе с элитными спортсменами успешно применяем эргоспирометрическую «OxvconPro» (CareFusion. Jaeger. Германия). поскольку кардиореспираторное нагрузочное тестирование является универсальным и адекватным методом оценки функциональных возможностей спортсмена 2013: Биктимирова (Мустафина, Черняк, 2014). И др., чувствительность и точность этой техники послужила основой идеологии всего нашего исследования, материалы которого представлены в настоящей монографии. эргометрической нагрузки была выбрана качестве велоэргометрия, поскольку В случае тредмил-нагрузки, характеристиками являются скорость движения ленты и угол ее наклона, затруднено дозирование нагрузки И расчета скорости эргометрически эквивалентной показателям физической работоспособности, полученным при велоэргометрии (Набибулин и др., 2000).

нашей работе параллельный МЫ используем мониторинг биохимических (лактат, мочевина, параметры глюкоза, кислотнощелочного равновесия крови и др.) и кардиореспираторных показателей давление, потребление артериальное кислорода, выделение углекислого газа, частоту дыхания, дыхательный коэффициент и др.) в динамике непрерывной ступенчато повышающейся нагрузки. Этот подход имеет не только важное теоретическое значение, позволяя детализировать механизмы функционирования организма процессе спортивной деятельности, важное практическое применение, позволяя 20

формировать комплекс рекомендаций для сохранения и повышения спортивной результативности.

В основе распределения на тренировочные зоны лежал процент от максимальной ЧСС с учетом перехода от аэробного к анаэробному механизму энергообеспечения:

1 зона - 50-60% от максимальной ЧСС, 2 зона - 60-70%, 3 зона - 70-80%, 4 зона - 80-90%, 5 зона - 90-100% от максимальной ЧСС. Максимальную ЧСС вычисляли по формуле М. Карвонена: 220-возраст (Ландырь, Ачкасов, 2011). В конце третьей и начале четвертой зоны находится порог анаэробного обмена. Смещение ПАНО относительно нормированных значений может приводить vменьшению 30H К (увеличению) диапазона зон ЧСС и даже их исчезновению. Необходимо отметить, что при использовании данного способа выделения ТЗ возможно контролировать изменения порога ПАНО и зон работоспособности в подготовительный и соревновательные периоды, а также составлять индивидуальный прогноз эффективности горной подготовки.

Важнейшим итогом нашей работы является создание простого и понятного для спортсменов и тренеров инструмента контроля порога ПАНО и зон работоспособности в динамике тренировочного процесса (Прил. 2.1). Так же разработана компьютерная модель, позволяющая наглядно и информативно представлять результаты тестирования «до отказа» с выделением тренировочных зон, точно описывающих анаэробную и анаэробную работоспособность спортсменов высокой квалификации (Есева и др., 2018).

2.2 Лактатная кривая в ходе выполнения теста «до отказа»

Одним из возможных способов проверки надежности избранной нами методики выделения тренировочных зон (Логинова и др., 2016) является построение реальной лактатной кривой. Принцип построения основан на многократном определении уровня лактата (ЛАК) в динамике выполнения теста до отказа (рис.1.1). На рисунке 2.3 представлена кривая, полученная нами в ходе одного из тестирований.

В качестве примера в данной работе нами представлен тест, который выполнял высококвалифицированный лыжник-гонщик, член сборной команды России, чемпион России. До начала тестирования с ним были согласованы все условия его проведения, в том числе получено согласие на многократный забор крови из пальца. Всего в ходе выполнения теста до отказа 10 раз был произведен забор капиллярной крови, что позволило построить подробный график, описывающий динамику ЛАК в ходе выполнения пробы.

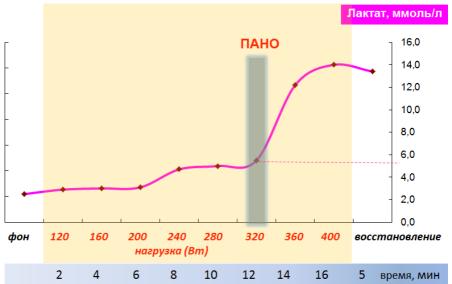


Рисунок 2.3 - Показатель лактата у лыжника-гонщика при тестировании «до отказа» на комплексе «ОхусопРго»

До начала теста, как и ожидалось, фоновый уровень данного показателя не превышал 2,0 ммоль/л. В ходе выполнении теста по мере увеличения мощности нагрузки наблюдался постепенный и длительный прирост концентрации ЛАК. При этом до нагрузки 200 Вт уровень ЛАК менялся незначительно, что свидетельствует о высоком уровне подготовки спортсмена. На уровнях нагрузки 240 Вт показатель ЛАК вырос до 4,0-4,5 ммоль/л, что в целом соответствует литературным данным (Янсен, 2006). В качестве дискуссии хотелось бы отметить, что до порога ПАНО уровень ЛАК должен составлять порядка 4,0 ммоль/л, но в реальности это может быть не совсем так. Оказать влияние на уровень ЛАК могут небольшие колебания между достижением порога ПАНО и моментом забора крови, который начинается в момент достижения показателей RER равным 1,0 по данным визуального мониторирования (15 секундные отсечки выдачи информации на монитор). Также могут сказаться различия в толщине кожного покрова в месте забора крови и особенности локальной сосудистой сети.

Эта проблема во многом решается опытом команды, проводящей тестирование. Вместе с тем, в ряде случаев, например, в ходе

соревновательной деятельности, регистрируются действительно высокие показатели ЛАК на пороге ΠAHO .

На рисунке 2.3 прохождение порога ПАНО происходило при уровне нагрузки 320 Вт, и уровень ЛАК в это время составлял 5,3 ммоль/л. При дальнейшем удержании этой нагрузки после прохождения порога ПАНО, как следует из данных, представленных на рис.2.3, отмечается резкий, «лавинообразный» прирост концентрации ЛАК в 2-3 раза. Практически уровень ЛАК в этот очень узкий интервал времени достигал значений порядка 12,0 ммоль/л. Эти изменения у данного лыжника были отмечены при выполнении нагрузки в 320-360 Вт. В дальнейшем, увеличение нагрузки до 400 Вт и выше сопровождалолсь незначительными по отношению к достигнутому уровню приростами показателя ЛАК. В итоге уровень ЛАК в конце нагрузки повысился до 14,0 ммоль/л. Общий прирост ЛАК в ходе выполнения всего теста составил 700%.

Хотелось бы обратить внимание, что концентрация ЛАК на ПАНО является приблизительной и может отличаться у разных спортсменов (рис.2.4).

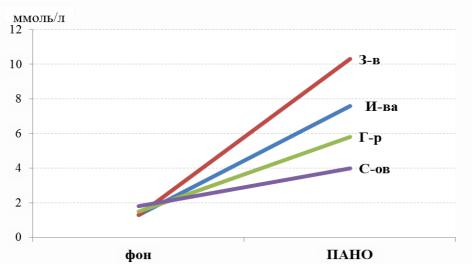


Рисунок 2.4 - Индивидуальные показатели лактата на пороге ПАНО при тестировании «до отказа»

Так, разница индивидуальных значений ЛАК на ПАНО между минимумом и максимумом составила 2,5 раза. Столь значимое различие между спортсменами одной дисциплины (лыжники-гонщики) требует отдельного рассмотрения При обсуждении предполагаемых причин такого

расхождения в уровне ЛАК на пороге ПАНО в ходе теста, прежде всего, следует указать на возможные технические погрешности при процедуре забора крови. Однако этот довод может быть снят при повторном проведении теста через несколько дней. Кроме того, в условиях достаточно массовых обследований подобного рода погрешности легко выявляются. Возможные погрешности также могут быть связаны с недостаточно четкой работой аппаратуры, или неточным определением момента прохождения порога ПАНО. Эти ошибки также могут быть устранены при четкой работе команды исследователей, выполняющих тест, хорошего знания ими своей аппаратуры. Одним из важных аспектов возникновения ошибок в ходе теста может быть несоответствие «посадки» спортсмена на велоэргометр — следует обращать особое внимание на невысоких и очень высоких спортсменов, и тщательно обеспечивать им комфортное проведение теста.

Если исключаются все указанные методические ошибки проведения теста, то тогда наиболее вероятной причиной высоких показателей ЛАК на пороге ПАНО становится плохое функциональное состояние спортсмена. Особенно часто нами наблюдались такие случаи в ходе соревновательного сезона, и ближе к его окончанию. В таком случае именно отсутствие хорошего спортивного результата позволит выявить причину высоких показателей ЛАК на пороге ПАНО. Повышение ЛАК в этих случаях может быть связано либо с недостатками его метаболизации, либо с избыточной наработкой вследствие подключения дополнительных которые обычно не столь активно включаются при выполнении теста, и разной степенью тренированности групп мышц, задействованных в ходе велоэргометрического теста. Нами накоплен достаточно фактический материал, подтверждающий последнее предположение, тем спортивные результаты, более если речь высококвалифицированных спортсменах, официально отражаются на сайте Федерации лыжных гонок России и FIS.

Следует особо отметить, что информативность показателя ЛАК в ходе теста, и при его исследовании в условиях реальной соревновательной деятельности различается.

2.3 Сравнительный анализ уровня лактата и других метаболитов у лыжников-гонщиков после соревнований

Исследование проводилось на различных дистанциях — спринт (пролог), 5/10 км, 10/15 км, скиатлон (женщины 15 км, мужчины 30 км), марафон (женщины 30 км, мужчины 50 км) во время проведения наиболее крупных всероссийских спортивных мероприятий, в том числе на Чемпионатах России по лыжным гонкам, в течение двух годичных 24

соревновательных циклов: 2013/2014 и 2014/2015 гг. Стиль передвижения на лыжах не учитывался. Не менее 70% лиц были обследованы во всех лыжных дисциплинах. В качестве фонового уровня ЛАК у них использовали данные, полученные перед отъездом на вышеуказанные соревнования.

Фоновый уровень ЛАК до гонки находился в районе 1,9-2,4 ммоль/л, что несколько выше допустимых границ нормы. Наиболее вероятной причиной повышенного уровня может быть то, что в данной работе мы разрешали спортсменам перед забором крови «легкий» завтрак, моделируя состояние перед гонкой, а в таком случае, уровень ЛАК может быть слегка повышенным (Мандра и др., 2016). Также возможной причиной может быть недостаточное восстановление, так называемая «мышечная усталость», что часто бывает во второй половине соревновательного этапа (Янсен, 2006).

Показатели уровня ЛАК после финиша у лыжников в значительной степени зависели от длительности и особенностей дистанции (рис.2.5).

Наиболее высокие показатели ЛАК сразу после гонок (3-я минута после финиша) были обнаружены в спринте: значения медианы у женщин - 13,7 ммоль/л, у мужчин — 15,7 ммоль/л. Уровень данного метаболита относительно фона повысился в среднем в 6,4 раза у мужчин и 6,5 раза у женщин (у отдельных лиц в 12,5 раз). Следует отметить большой разброс индивидуальных показателей ЛАК у спортсменов, учувствовавших в данной лыжной дисциплине.

На дистанциях 5/10 км, 10/15 км и 15/30 км содержание ЛАК практически не отличалось у мужчин и женщин и находилось в пределах 12,2-13,4 ммоль/л. Концентрация данного метаболита относительно фона повышалась в 5,0-5,5 раз.

Наиболее низкие послегоночные концентрации ЛАК показаны после марафона, где значения медианы были равны 9,5 ммоль/л у женщин и 6,3 ммоль/л у мужчин. Концентрация данного метаболита по сравнению с фоном повышлась в 4,4 и 2,6 раза соответственно. На этих же дистанциях наблюдался наибольший, относительно всех остальных дистанций, разброс индивидуальных показателей ЛАК.

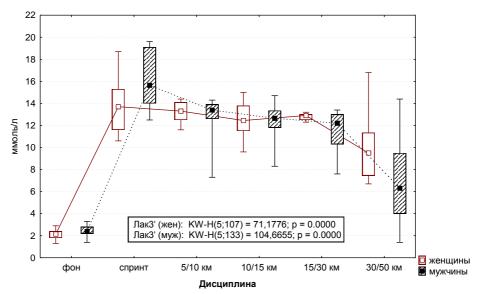


Рисунок 2.5 - Уровень лактата у лыжников на 1-3-ей минуте после прохождения дистанций различной продолжительности Примечание: данные представлены в виде Ме (точка), 25%-75% (прямоугольник), min-max (усики)

Снижение показателей ЛАК к 15-ой минуте после забегов не превысило 14,6%. Однако, именно уровень восстановления ЛАК к 15-ой минуте после финиша, как у мужчин, так и у женщин обратно коррелировал с итоговым местом на соревнованиях (p<0,01), т.е. чем сильнее произошло снижение ЛАК, тем выше место в итоговом протоколе занял спортсмен. Естественно, что при проведении корреляции были исключены люди, у которых в процессе гонки были серьезные причины, помешавшие показать высокое итоговое место (поврежден инвентарь, падение в конце дистанции и т.д). Если рассматривать по отдельным дисциплинам, то у мужчин быстрее всех восстановление произошло после марафона, а медленнее – после дистанции 5/10 км, а у женщин – наоборот, восстановление быстрее происходило на спринте, а в остальных случаях – примерно одинаково. Кроме того, можно отметить, что величина разброса показателей ЛАК между спринтом и марафоном была более выражена у мужчин (в 2,5 раза), по сравнению с женщинами (в 1,4 раза).

Таким образом, данная работа позволила охарактеризовать степень биохимических изменений в организме лыжника на крупных

соревнованиях. Так, обследование практически одних и тех же лыжников на разных дистанциях соревнований отражает высокую степень адаптации их организма к нагрузкам различной интенсивности и использования разных субстратов окисления для синтеза АТФ. За исключением марафона у лиц обоего пола и 30 км скиатлона у мужчин, прохождение остальных, менее продолжительных дистанций, а особенно заключительного отрезка, сопровождалось значительным приростом показателей ЛАК до уровня, соответствующего анаэробной зоне (Toubekis et al, 2013). Восстановление ЛАК к 15-ой минуте в целом у женщин происходило быстрее на более коротких дистанциях (спринт), у мужчин — на скиатлоне и марафоне, кроме того, именно данный показатель обратно коррелировал с итоговым местом в соревновании. Функциональные резервы организма по метаболизации ЛАК вносят важнейший вклад в достижение высокого спортивного результата, и это представляет собой определенные методологические перспективы.

Отдельно хотелось бы отметить, что высокие уровни ЛАК не всегда адаптации К значительным показателем нагрузкам. проведенные нами исследования у лыжников-гонщиков в предолимпийский важнейших соревнований. являющимся этапом на одном из Восточной Европы, выявили Континентального Кубка ситуацию. Самые высокие значения ЛАК (более 19 ммоль/л) в спринте были показаны лыжниками, которые заняли итоговые места в 8-9 десятке. На наш взгляд, одной из наиболее вероятных причин данного факта может быть ситуация, когда в ходе слишком высоко поднятого для них темпа, развитого лидерами гонок, начинает «ломаться» (нарушается) техника передвижения на лыжах. В таком случае движения менее подготовленных спортсменов становятся более лихорадочными, «энергоемкими», и уровень ЛАК становится слишком высоким, что, как правило, в дальнейшем очень медленно восстанавливается.

ГЛАВА З ДИНАМИКА ПОРОГА АНАЭРОБНОГО ОБМЕНА В ГОДОВОМ ТРЕНИРОВОЧНОМ ЦИКЛЕ И КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ ЗАВЕРШЕНИЯ ТЕСТА С МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ – ГОНЩИКОВ

Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Гарнов И.О., Черных А.А., Бойко Е.Р.

В современном спорте управление тренировочным процессом требует использования объективной срочной информации о физической работоспособности и подготовленности спортсмена (Карпман и др., 2012). Для этого рекомендовано проведение проб с физической нагрузкой с целью определения состояния организма спортсмена, что необходимо при планировании оптимальной тренировочной программы, снижения риска травм и болезней, продления спортивной жизни и достижения максимальных результатов (Швеллнус, 2011).

Изучение физиологических характеристик спортсменов в циклических видах спорта показывает, что спортивный успех в наибольшей мере определяется такими параметрами, как экономичность использования кислорода, эффективность аэробного и анаэробного обмена, адаптация клеточных и биохимических компонентов к специфическим нагрузкам (Быков и др., 2018).

Одним из важнейших условий функционирования органов и тканей является необходимость ИХ непрерывного кислородного снабжения и удаления углекислоты. Это обеспечивается согласованной сердечнососудистой И дыхательной систем объясняет система". использование понятия "кардиореспираторная объединяющий фактор формирования и регуляции кардиореспираторной системы продолжает оставаться предметом исследования. Отклонения давления крови и уровней содержания в ней углекислого газа и кислорода воспринимаются рецепторами рефлексогенных зон в области дуги аорты, разветвления сонных артерий, устьев вен у предсердий и в области ствола мозга, которые, действуя через нейронные сети, влияют на дыхательную и сердечно - сосудистую функции. При этом активируются как собственные рефлексы в кардиореспираторной системе, так и сопряженные с другими системами организма (Диверт и др., 2015).

функциональной Одной из важнейших задач подготовки спортсменов является целенаправленное повышение экономичности функционирования физиологических тех систем организма,

обусловливают и лимитируют специальную физическую работоспособность организма спортсменов (Быков и др., 2018).

Установлено, что процесс формирования новых нейровисцеральных взаимодействий, который происходит под влиянием индивидуального тренировочного процесса, отражается на реактивности сердечнососудистой и дыхательной систем организма в ответ на гипоксию. Полученные результаты свидетельствуют, что спортивные нагрузки формируют специфическую настройку механизмов хеморефлекторной регуляции кардиореспираторной системы (Кривощеков, Балиоз, 2014).

По результатам функциональной диагностики можно проследить фазы достижения, сохранения и временной утраты состояния спортивной формы спортсменов, что является ключевой задачей тренера и спортсмена для выхода на максимальные спортивные результаты к главным запланированным стартам сезона (Быков и др., 2018).

Иногда при нагрузочном тестировании возможны синкопальные и другие, связанные с нарушением состояния здоровья состояния, поэтому определение предикторов завершения нагрузки имеет большое практическое значение.

Таким образом, кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников позволят более безопасно проводить оценку физической работоспособности спортсменов.

3.1 Тесты с максимальной физической нагрузкой

На сегодняшний день проба с физической нагрузкой является распространенным и относительно доступным методом функциональной диагностики, клинического и скринингового обследования (Мустафина, Черняк, 2013).

Исследование сердечной гемодинамики занимает центральное место в спортивной медицине. Именно состояние сердечнососудистой системы как определяет максимальную работоспособность здоровых спортсменов, так и ограничивает их достижения. Обоснованные, правильно отобранные и информативные наиболее параметры, отражающие функциональные кровообращения, обеспечивающие возможности аппарата работоспособность квалифицированных спортсменов с учетом специфики вида спорта и периодов подготовки, позволяют оперативно оценить воздействие тренировочных и соревновательных нагрузок на организм, дифференцированно проводить профилактические своевременно И мероприятия, предупреждающие возникновение предпатологических и патологических состояний (Гарганеева и др., 2010).

В начале физической нагрузки в вертикальном положении человека происходит увеличение сердечного выброса, которое реализуется через повышение ЧСС и механизм Франка-Старлинга. При нарастании нагрузки основным механизмом роста сердечного выброса является дальнейшее повышение ЧСС. У здоровых лиц на протяжении нескольких минут после начала ФН достигается стабильное состояние (steady-state); после этого ЧСС, сердечный выброс, уровень артериального давления (АД) и легочная вентиляция поддерживаются на относительно одинаковом уровне. При интенсивной ФН симпатическая активация достигает максимального уровня. парасимпатическая резко снижается. Это приводит вазоконстрикции, которая не распространяется на сосуды церебрального и При бассейнов. дальнейшем повышении увеличивается кровоток в скелетных мышцах, втрое увеличивается потребление кислорода, уменьшается общее периферическое сосудистое систолического АД, сопротивление, повышается уровень гемодинамического и пульсового АД. Уровень диастолического АД может остаться неизмененным или незначительно уменьшиться. Во выраженной ФН в вертикальном положении сердечный выброс может увеличиться в 4-6 раз по сравнению с исходным. Особенностью влияния ФН на легочное сосудистое русло является отсутствие значительного повышения давления в легочной артерии при выраженном повышении сердечного выброса. После прекращения нагрузки гемодинамические показатели возвращаются к исходному уровню на протяжении 6-10 мин. Восстановление гемодинамики показателей может детренированных или определенных людей при патологических состояниях. Показатели, определяемые в процессе проведения пробы: ПК; потребление кислорода миокардом, косвенно оцениваемое по величине двойного произведения ЧСС•САД; ЧСС; АД; время выполнения нагрузки и время восстановительного периода; достигнутый максимальный объем выполненной ФН, выраженный в метаболических эквивалентах (МЕТ); динамика ЭКГ - позволяют оценить способность пациента выполнить ФН и адаптивные возможности организма (Мустафина, Черняк, 2013).

Пробы с ФН имеют как положительные, так и отрицательные стороны. К положительным сторонам относятся: относительная простота проведения и доступность, оценка функционального статуса человека, невысокая стоимость, физиологичность, возможность повторить ФН, точность установления дозированной мышечной работы, возможность регистрировать ЭКГ непосредственно в условиях выполнения безопасность (риск смерти 0,005-0,01%, риск остановки сердца 0,02%), чувствительность при поражении высокая основного ствола 30

коронарной артерии и трехсосудистом поражении. К недостаткам пробы с ФН относятся: низкая частота диагностики ишемической болезни сердца поражении, более низкая чувствительность однососудистом специфичность у женщин; более высокая чувствительность и низкая специфичность у пациентов пожилого возраста; необходимость достижения >85% максимальной ЧСС получения результатов; ДЛЯ надежных невозможность локализации окклюзирующего поражения на основании депрессии сегмента ST ЭКГ (топическая диагностика возможна только при элевации сегмента ST); технические погрешности: смещение электродов, помехи. связанные c движением И дыхательными экскурсиями, неспособность некоторых пациентов выполнять дозированную (детренированность, наличие сопутствующих заболеваний, выраженная дыхательная недостаточность, ортопедические дефекты) (Мустафина, Черняк, 2013).

Чувствительность и специфичность пробы с ФН составляет 68-85% и 80-88% (Воронина и др., 2015).

В работе Гарганеевой Н.П. с соавторами (2010) выявлена и оценена значимость наиболее ранних маркеров, отражающих состояние дезадаптации аппарата кровообращения в мониторинге текущего состояния и их динамику в подготовительном и соревновательном периодах учебнотренировочного цикла спортсменов с разной спецификой вида спорта. Не являющиеся клинически значимыми для лиц, не занимающихся большим спортом, выявленные нарушения способны оказывать влияние на адаптационные механизмы при больших физических нагрузках.

Ранними признаками дезадаптации сердечнососудистой системы и работоспособность факторами, нарушающими физическую клинико-функциональные квалифицированных спортсменов, являются кардиалгического развития ТИПУ психоэмоционального напряжения, выявленные аритмии, неспецифические нарушения процессов реполяризации миокарда, а также патологические гемодинамические сдвиги, значительное увеличение частоты которых зарегистрировано на этапах напряженных тренировок в соревновательном учебно-тренировочного процесса. Изменения параметров гемодинамики даже в пределах диапазона компенсаторных возможностей тшательного контролирования В процессе медицинского диспансерного наблюдения для оценки развития риска кардиоваскулярных осложнений у квалифицированных спортсменов (Гарганеева и др., 2010).

По данным литературы важным прогностическим параметром функционального состояния системы внешнего дыхания и аэробных возможностей человека является определение парциального давления

углекислого газа в артериальной крови (PACO2) в процессе выполнения физических упражнений (Найдич С.И., 2010) и концентрация тропонина (Смоленский и др., 2010). Чем больше возрастает PACO2 при стандартной нагрузке или чем позже оно снижается при максимальной нагрузке, тем выше уровень работоспособности и аэробных возможностей организма человека (Найдич С.И., 2010).

Изменения концентрации тропонина наблюдаются у практически здоровых спортсменов, без признаков структурного повреждения миокарда, однако с обратимыми нарушениями диастолической функции. Исследования показали, что повышение тропонина после интенсивной физической нагрузки коррелирует с обратимой кардиальной дисфункцией, а также может отражать тонкие повреждения миокарда. Взаимосвязь нарушений процессов реполяризации у спортсменов с повышением уровня тропонина на физическую нагрузку, возможно, обусловлена метаболическими нарушениями (Смоленский и др., 2010).

В доступной отечественной и зарубежной литературе нами не найден анализ физиологических показателей за минуту до окончания теста с максимальной физической нагрузкой, поэтому целью нашей работы было определение предикторов завершения теста у лыжников – гонщиков.

До начала обследования все спортсмены подписали добровольное согласие, текст которого одобрен комитетом по биоэтике ИФ Коми НЦ УрО РАН. У спортсменов измеряли с помощью медицинского весоростомера: рост и массу тела. Лыжники — гонщики выполняли тест «до отказа» (Бутулов и др., 2004; Варламова и др., 2015) на велоэргометре с использованием эргоспирометрической системы «Охусоп Pro» (Erich Jaeger) в режиме «breath by breath» с усреднением показателей по 15-ти секундным отрезкам. Респираторный порог анаэробного обмена определяли в момент достижения дыхательным коэффициентом единицы (Логинова и др., 2016).

У обследуемых спортсменов в покое сидя, а также в начале и конце последней минуты следующие нагрузки ДО отказа, определяли респираторные и гемодинамические параметры: дыхательный объем и МОД, ЧД, ПК, выделение углекислого газа, дыхательный коэффициент, коэффициент использования кислорода, отношение объема «мертвого дыхательному объему, ЧСС, сатурацию кислородный пульс, мощность выполненной нагрузки до отказа и МПК. Рассчитывали МПК на кг массы тела. Методом Короткова на правой руке измеряли САД и ДАД.

На уровне ПАНО регистрировали ЧСС, ПК, КП, N. По результатам теста «до отказа» определяли МПК. Рассчитывали: МПК/кг, процент

разницы между ЧСС и расчетной ЧСС, характерной для третьей зоны, а также процент ПК в зоне ПАНО от МПК.

Результаты проверены на нормальность распределения с помощью показателей скоса и эксцесса. Дальнейшие расчеты выполнены с применением методов параметрической статистики: однофакторного дисперсионного анализа с определением F - критерия Фишера, множественных (по месяцам) сравнений - с помощью *t*-критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони и парного *t*-критерия Стьюдента (Гланц, 1999).

Характеристика контингента для определения предикторов завершения теста с максимальной нагрузкой. Проведено 27 обследований 13-ти лыжников – гонщиков, членов сборных команд, кмс и мс в возрасте 20-29 лет, проживающих на Европейском Севере (62° с.ш., 51° в.д.). 11 лыжников были обследованы от одного до трех раз.

Таблица 3.1 - Общая характеристика обследованного контингента

пдагол оощая парапта	pii tiiiiiiii o o tii taa	willier e Relition Villa
Показатели	X±SD	Минимум-максимум
Возраст, лет	23.1±3.3	20.0 - 29.0
Рост, см	179.3±4.1	172.0 - 186.0
Масса тела, кг	69.9±5.8	54.8 - 87.5
PWC170, BT	314.8±42.1	240 - 400
МПК/кг, мл/мин/кг	65.6±7.2	50.8 - 75.9

У лыжников значения ДО, ЧД, МОД, ПК, ВУГ, ДК, КИО2, кроме ОМП/ДО (табл. 3.2), характеризующие респираторную функцию, имели статистические различия (р<0.001, f-критерий) в покое и нагрузке «до отказа». Гемодинамические показатели: ЧСС, КП, САТ $_{02}$, САД, кроме ДАД у спортсменов (табл. 3.3) в покое и нагрузке, также различались (р<0.01 - 0.001, f-критерий). В начале и конце последней минуты нагрузки у лыжников статистически различались (р<0.001 – 0.05, t критерий) только МОД, ЧД (прирост соответственно на 17.6 и 13.5% к концу минуты) и КИО2 (уменьшение к окончанию теста на 11.3%) (табл. 3.2). Мощность нагрузки в начале и конце последней минуты не имела статистических различий, хотя отмечен ее прирост на 5.7%.

Таблица 3.2 - Респираторная функция у лыжников в покое, в начале и конце последней минуты теста «до отказа» (X±SD)

Состояние (этап теста)	ê = #	ЧД, 1/мин ##	МОД, л/мин ###	ПҚ, л/мин ##	ВУТ, л/мин ###	Ě	KMO2, May/meh
Покой сидя (1)	0,816±0,218	14,9±3,6	11,7±2,8 ***2,3	0,361±0,085	0,297±0,079 ***2,3	0,82±0,08	30,8±3,0 **2,3
Начало последней минуты (2)	3,044±0,442	44,4±10,2 ***1, *3	133,9± 29,5	133,9±29,5 4,392±0,525 ***1, **3 ***1	4,545±0,730 ***1	1,03±0,07	32,8±1,8 **1,***3
Конец последней минуты (3)	2,998±0,420 ***1	50,4±10,5	50,4±10,5 157,4±37,1 ***1, *2 ***1, **2	4,574±0,526	4,844±0,760 ***1	1,06±0,08	29,1±1,4

Примечание: ### - p<0,001 (f критерий); достоверные различия между этапами теста *** - p<0,001, ** - p<0,01, *- p<0,01, *- p<0,05 (t критерий)

Таблица 3.3 - Гемодинамические показатели и мощность нагрузки у лькжников в покое, в начале и в конце последней минуты теста «до отказа» (X±SD)

Состояние (этап теста и мощность нагрузки)	ЧСС, 1/мин ###	Сатурация, % ##	КП, #%	САД, мм.рт.ст. ###	ДАД. мм.рт.ст.
Покой сидя (1)	61,6±10,5	97,9±1,8	6,03±1,70	122,2±9,6	77,7±8,9
	***2,3	***2,3	***2,3	***2,3	
Начало	174,9±12,9	92,0±4,4	25,14±2,44	193,6±20,9	76,8±24,6
последней минуты 339,3±39,0 Вт (2)	***1	***1	***1	***1	
Конец	179,8±13,6	87,5±14,2	25,13±2,50	199,1±20,2	78,4±24,7
последней минуты 358.5±45.0 Вт (3)	***	***	***1	***1	Q A

Примечание: ### - р<0,001, ## - р<0,01 (f критерий); достоверные различия между этапами теста *** - р<0,001 (t критерий).

Индивидуальный анализ изученных показателей выявил два варианта завершения теста с нагрузкой «до отказа»: первый вариант - на уровне пикового потребления кислорода и второй вариант - через некоторое время после достижения МПК (соответственно 55.6 и 44.4% спортсменов). Тест на уровне пикового ПК закончили 66.7% лыжников с САД более 200 мм рт.ст. и 33.3% - с меньшим значением САД. При завершении теста после достижения МПК 58.3% лиц закончили его с САД больше 200 мм рт.ст. и 41.7% - с меньшим систолическим артериальным давлением.

При обследовании украинских спортсменов (n=319) кандидатов и мастеров в разных видах спорта (легкая атлетика, триатлон, гребля на байдарках и каное, гребной слалом, баскетбол, хоккей, биатлон, лыжные гонки и др.) с использованием комплекса «Охісоп Pro» максимальная мощность работы, ПК, ВУГ, ЧСС и КП (Лисенко, 2012) были больше (p<0.05-0.001), чем у лыжников-гонщиков аналогичной спортивной квалификации, проживающих в условиях Севера. Известно (Авцын и др., 1985; Евдокимов и др., 2007), что холодный климат способствует формированию ряда адаптивных признаков, затрагивающих функцию кардиореспиратороной системы, и может негативно сказываться на уровне физической работоспособности.

У лыжников ЧСС, КП, ОМП/ДО статистически не различались от таковых у украинских спортсменов (Лисенко, 2012). Однако, спортсмены (Лисенко, 2012) имели в покое (p<0.05-0.01) более высокий уровень ПК, ВУГ, МОД и ЧД (соответственно: 419.3± 6.1 мл/л, 330.7±5.1 мл/л, 13.3±0.2 л/мин, 16.4±0.2 дыханий в мин), что может свидетельствовать о меньшей глубине покоя перед нагрузочным тестированием. При выполнении теста с максимальной нагрузкой у спортсменов (Лисенко, 2012) была достигнута большая мощность работы (397.8±3.6 Вт), более высокое ВУГ (5157.5±43.2 мл/л) и ЧСС (190.2±0.6 уд/мин), но отношение ОМП/ДО было меньше (14.9±0.5%, p<0.05-0.001), чем у лыжников. Ряд показателей: ПК, КП, МОД и ЧД имели тенденцию к более высоким значениям у спортсменов (Лисенко, 2012), что связано, вероятно, с большей мощностью выполненной ими нагрузки на велоэргометре.

При выполнении максимального теста у спортсменов (Лисенко, 2012) увеличились МОД, ДО, ЧД, ПК и ВУГ (соответственно, до 1201%, 358%, 321%, 1141%, 1560%). Однако, прирост значений показателей при нагрузке, по сравнению с покоем был больше у обследованных нами лыжников: для МОД - 1345%, ДО – 368%, ЧД - 338%, ПК – 1267%, ВУГ – 1631%, что, по-видимому, отражает исходный уровень покоя в момент обследования. В нашем обследовании ЧСС и КП изменились меньше, чем у спортсменов (Лисенко, 2012), что определяется меньшей мощностью

достигнутой нагрузки лыжниками. Для ОМП/ДО выявлен прирост при нагрузке у лыжников до 105% и уменьшение у спортсменов (Лисенко, 2012) до 78%. В конце последней минуты нагрузки ОМП/ДО (14.9 ± 0.5) у спортсменов (Лисенко, 2012) было меньше (p<0.001), чем у лыжников (18.9 ± 1.4), что может свидетельствовать о менее эффективной вентиляции легких у последних.

Результаты обследования позволили определить три группы кардиореспираторных показателей с различной величиной их прироста во время нагрузки «до отказа», по сравнению с покоем. В первую группу вошли максимально лабильные респираторные показатели: МОД, ПК и ВУГ, которые продемонстрировали прирост над уровнем покоя свыше 1000%. Ко второй группе отнесены: ДО, ЧД, ДК, ЧСС, КП и САД, которые увеличили свои значения в нагрузке, по сравнению с уровнем покоя более, чем на 100%, но менее, чем на 500%. Третья группа - наименее лабильных показателей, которые увеличились при нагрузке примерно на 10% (ОМП/ДО), или уменьшились менее, чем на 10% (САТ_{О2}, ДАД, КИО2).

Респираторные показатели на последней минуте нагрузки. Исследования показали, что по сравнению с началом последней минуты нагрузки к концу этой минуты продолжали увеличиваться показатели: МОД на 17.6%, ЧД — на 13.5%, ПК — на 4.1%, ВУГ на 6.6%, ДК на 2.9%, но уменьшается КИО2 на 11.3%, ДО и ОМП/ДО на 1.0% (рис. 3.1).

- Начало последней минуты нагрузки (принято за 100%)
- Конец последней минуты нагрузки

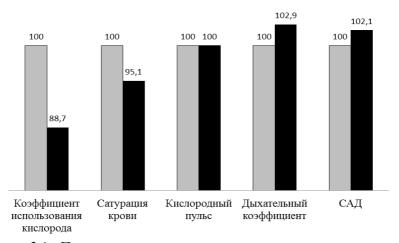


Рисунок 3.1 - Предикторы прекращения нагрузки на велоэргометре «до отказа» (для КИО2 Р<0.001)

Выделение углекислого газа в рассматриваемый период превысило ПК на 2.5%, МОД продолжал расти за счет ЧД, а не ДО, что снизило эффективность дыхания, в связи с тем, что ДО достигал примерно половины ЖЕЛ и включился частотный компонент увеличения легочной вентиляции, так как стало трудно преодолевать возросшее эластическое сопротивление легких (Breslav, Isaew, 1989). В это время отмечается нивелировка индивидуальных различий во вкладах эластического и не эластического сопротивления дыханию перед лицом экстремального гиперпноэ, которое требует максимальной энергетической оптимизации структуры дыхательного цикла (Breslav, Isaew, 1989). У здоровых людей МОД растет за счет увеличения ДО и только при очень интенсивных нагрузках – за счет ЧД (Швеллнус, 2011). Это изменение носит приспособительный характер, более глубокое дыхание способствует эффективной альвеолярной вентиляции. Основную роль здесь играют сложные изменения регуляции дыхания, включая реакции на газовый состав крови и импульсацию от легких и дыхательных мышц (Dempsey et al., 1984).

На биохимическом уровне происходит дальнейшее закисление среды: увеличиваются ДК и ВУГ. Избыточное закисление крови, возникающее у спортсменов, способных выполнять крайне напряженные предельные режимы физических нагрузок, является важным гемическим механизмом оптимизации транспорта кислорода кровью (Карпман, Любина, распаде бикарбонатов дополнительные Образующиеся при количества СО2 вызывают заметные изменения в характере легочного газообмена; скорость выделения СО2 при этом превышает уровень ПК (Бреслав и др., 2013). У здоровых людей МОД растет за счет увеличения ДО и только при очень интенсивных нагрузках – за счет ЧД (Швеллнус, 2011). Это изменение носит приспособительный характер, более глубокое дыхание способствует эффективной альвеолярной вентиляции. Основную роль здесь играют сложные изменения регуляции дыхания, включая реакции на газовый состав крови и импульсацию от легких и дыхательных мышц (Dempsey et al., 1984).

Установлено (Швеллнус, 2011), что МОД при нагрузке может возрастать в 30-40 раз. В нашем исследовании МОД увеличился в 13,5 раз до 157.4 ± 37.1 л/мин, что согласуется с данными литературы (Бреслав и др., 2013) по увеличению МОД от 120 до 160 л/мин при криттической мощности нгрузки.

Раннее показано (Швеллнус, 2011), что у здоровых людей сопротивление дыхательных путей при физической нагрузке не меняется или даже снижается за счет расслабления гладких мышц бронхов. Это

можно объяснить увеличением концентрации таких расширяющих бронхи веществ, как катехоламины, простагландин Е2 и оксид азота, а также растяжением мышечных структур в бронхах при дыхании (Швеллнус, 2011). Развивающийся метаболический ацидоз вследствие накопления значительных количеств молочной кислоты в активно сокращающихся мышечных волокнах сопровождается повышением активности каротидных тел и резким возрастанием уровня легочной вентиляции (респираторная метаболического ацидоза) компенсация (Бреслав тренированных людей не обнаружены значимые связи между аэробной работоспособностью параметрами, характеризующими производительность респираторной системы. Можно предположить (Попов. Виноградова, 2012), что дыхательная система напрямую не лимитирует аэробную работоспособность. Последнее подтверждается тем, что даже у тренированных людей максимальная легочная вентиляция, зарегистрированная во время предельно интенсивных аэробных нагрузок, 70-90% от максимальной составляет лишь произвольной легочной вентиляции в покое (Попов, Виноградова, 2012).

работа сопровождается гипервентиляцией, характеризуется увеличением значений рН внутри клеток (Иржак, 1975). Активность иона водорода существенно изменяет свойства гемоглобина и от величины показателя рН зависит стабильность молекулы гемоглобина: связи между ее субъединицами становятся слабее по мере подкисления среды. Интенсивные тренировки вызывают у спортсменов мирового класса сдвиг кривых диссоциации оксигемоглобина вправо (Иржак, 1975). Сдвиг вправо вызывает снижение сродства гемоглобина к кислороду, вытесняет кислород из связи с гемоглобином и увеличивает количество кислорода, доступного тканям (Иржак, 1975; Морган-мл., Михайл, 2001). Влияние напряжения СО2 на сродство гемоглобина к кислороду имеет важное физиологическое значение; вместе с тем оно вторично по отношению к увеличению концентрации ионов водорода, которая возрастает повышением напряжения СО2. Высокое содержание СО2 в венозном сегменте капилляров, снижая сродство гемоглобина к кислороду, облегчает освобождение кислорода в тканях (Морган-мл., Михаил, 2001). Одним из ключевых контраргументов против теории ограничения МПК только факторами доставки О2 является тот факт, что даже в работающих на уровне МПК мышцах высокотренированных спортсменов не наблюдается полная экстракция О2 из крови. В венозной крови, оттекающей от рабочей мышцы, напряжение O2 v таких спортсменов составляет около 10 мм рт.ст. (Попов, Виноградова, 2012; Knight et al., 1993).

В случае если спортсмен в состоянии продолжить выполнение работы, мощность которой превышает критическую, то у него, после достижения МПК регистрируется уменьшение величины ПК, при этом МПК поддерживается кратковременно. Снижение ПК по отношению к МПК достигает в среднем 5,1% или 0,270 л/мин (Карпман и др., 2012). При изучении гемодинамических механизмов этого уменьшения оказалось, что за него ответственны минутный объем кровообращения (МОК) и артериовенозная разница по кислороду (Карпман и др., 2012). Снижение величины систолического объема крови связано, по-видимому, с тем, что в результате продолжающегося увеличения ЧСС начинают ухудшаться условия диастолического наполнения желудочков кровью, механизм уменьшения артериовенозной разницы по кислороду в этих условиях продолжает оставаться не вполне ясным (Карпман и др., 2012).

На основании полученных результатов можно полагать, что функция дыхательной системы при тренировке выносливости меняется меньше, чем других звеньев переноса кислорода. В то же время в некоторых случаях, особенно у высокотренированных спортсменов, именно дыхательная система может ограничивать доставку кислорода, а тем самым и переносимость аэробной нагрузки (Швеллнус, 2011). По мнению И.С. Бреслава с соавторами (2013) уровень МОД, который достигается при максимально переносимой аэробной мышечной нагрузке, где отмечается МПК, следует считать функциональным резервом дыхания. Именно он, а не максимальная вентиляция легких служит верхней границей физиологического диапазона легочной деятельности.

Гемодинамические показатели на последней минуте нагрузки. Исследования показали (Кылосов, Лысенко, 2013), что некоторые спортсмены-лыжники имеют более пологий график нарастания лактата в крови, но более высокие значения ЧСС. Это позволяет предположить, что лимитирующим звеном, ограничивающим работоспособность, являются низкие возможности сердечнососудистой системы (Кылосов, Лысенко, 2013). Действительно, ЧСС у лыжников практически не изменилась от начала до конца последней минуты нагрузки (прирост на 2.8%), и КП был без динамики. Вероятно, отсутствие прироста или снижение КП может служить предиктором завершения нагрузки.

Считается (Швеллнус, 2011), что динамические нагрузки вызывают заметное увеличение ПК из-за значительного прироста сердечного выброса, ЧСС, ударного объема (УО) и САД. Гемодинамические изменения при динамических упражнениях увеличивают нагрузку объемом на левый желудочек и потребность миокарда в кислороде из-за значительного роста

ЧСС и ударного объема. В целом, величина МПК на 70-85% ограничена максимальным сердечным выбросом (Швеллнус, 2011).

Посленагрузка на левый желудочек прямо пропорциональна артериальному давлению и поэтому уменьшается при снижении общего периферического сопротивления (Швеллнус, 2011). В нашем исследовании к началу последней минуты нагрузки, по сравнению с покоем сидя САД увеличилось в 1,58 раза, а к концу нагрузки — в 1,63 раза (рис). Тест с нагрузкой «до отказа» 58.3% лыжников с САД более 200 мм рт.ст. закончили на уровне МПК, а на уровне пикового ПК - 66.7%. По данным литературы (Дворников и др., 2013) объективными признаками достижения предельной физической нагрузки являются также появление признаков срыва адаптации (повышение систолического АД более 220 мм рт. ст.). В связи с этим повышение САД более 200 мм рт.ст. вполне может служить предиктором завершения нагрузки.

Для жителей Севера характерен более высокий уровень АД и повышенный уровень общего перефирического сопротивления сосудов, особенно в холодное время года (Авцын и др., 1985; Евдокимов и др., 2007), что, вероятно, может влиять и на величину САД при нагрузке и уменьшать ее переносимость. Компенсаторные процессы при занятиях спортом в условиях Севера (по данным обследования 108 спортсменов в зимнее время, кмс и мс, проживающих в Якутии и занимающихся вольной борьбой и боксом) имеют индивидуальные особенности, проявляющиеся в ряде случаев нарушением внутрисистемных взаимодействий, формированием гипертрофии левого желудочка и артериальной гипертензии. В случае развития ГЛЖ по концентрическому типу наблюдается рост общего перефиричесого сопротивлния сосудов, повышение системного давления, ухудшение насосной и сократительной функции сердца, совпадая с таковой у больных артериальной гипертензией (Пинигина и др., 2010).

Сатурация крови у обследованных нами лыжников уменьшалась по сравнению с покоем в начале последней минуты нагрузки на 6%, а к концу нагрузки снизилась на 10.6% (рис), что свидетельствовало о развитии артериальной гипоксемии. По данным литературы (Попов, Виноградова, 2012) артериальная гипоксемия – это значительное снижение (более 5%) артериальной крови кислородом. При различных продолжительности максимальных нагрузках (2-10 минут) многие авторы (Dempsey, Wagner, 1999; Rice et al., 1999; Nielsen et регистрировали снижение сатурации до 80-90%, что приводило к снижению общего количества О2 доставляемого тканям. Снижение сатурации, регистрируемое на периферии, по-видимому, связано с перераспределением крови к наиболее работающим в данный момент системам организма.

При максимальной нагрузке (Швеллнус, 2011; Dempsey, Wagner, 1999) сатурация крови иногда снижается на 3-15% по сравнению с состоянием покоя. Эта нагрузочная гипоксемия развивается примерно у 50% тренированных на выносливость профессиональных спортсменовмужчин (Швеллнус, 2011; Попов, Виноградова, 2012).

Снижение сатурации крови (Попов, Виноградова, 2012) является следствием неадекватного соотношения альвеолярной перфузии. Артериальная гипоксемия встречается и у спортсменов с нормальной респираторной системой. Гипоксемия может быть вызвана недостаточной оксигенацией крови в легких, вследствие усиления кровотока через артериовенозные шунты и увеличения вентиляционноперфузионного коэффициента (Бреслав и др., 2013). Можно представить причин несколько гипотетических возникновения гипоксемии. У высокотренированных людей это явление связывают, прежде всего, с малым временем пребывания эритроцита в зоне газообмена. Респираторная система может в некоторых случаях косвенным образом ограничивать доставку О2 к рабочим мышцам во время работы на уровне МПК как за счет развития артериальной гипоксемии, так и за счет рефлекторного перераспределения кровотока между дыхательными и работающими локомоторными мышцами (Попов, Виноградова, 2012). По данным V. Billat с соавторами (1995), сама по себе гипоксемия, как таковая, непосредственно на время наступления отказа может не Гипоксемия, как было показано (Бреслав, 1984), не находит адекватного отражения в ощущениях человека. Критерием резервов кислородного транспорта служит, как известно, МПК. И естественно, чем ближе мощность мышечной нагрузки к этой величине, тем скорее наступает отказ (Бреслав и др., 2013).

Механизмы нагрузочной гипоксемии не вполне имеющиеся гипотезы основаны на непрямых данных и зачастую носят спекулятивный характер (Швеллнус, 2011). К возможным механизмам этого явления относят: сброс крови справа-налево, неравномерность вентиляционно-перфузионного отношения, неполный газообмен. отсутствие уравновешивания газового состава крови и альвеолярного воздуха в венозном конце легочных капилляров (Dempsey, Wagner, 1999). В то же время получены данные о том, что снижение САТог уменьшает спортивную работоспособность (Koskolou, McKenzie, 1994).

Известно (Швеллнус, 2011), что при тренировке выносливости развиваются многочисленные изменения разных систем, обеспечивающих повышение МПК и переносимости аэробной нагрузки. Очевидно, что главным фактором, ограничивающим аэробную нагрузку у

профессиональных спортсменов, является перенос кислорода. По всей вероятности, основным механизмом приспособления к аэробным нагрузкам является повышение насосной функции сердца, а именно ударного объема и сердечного выброса. Рост ударного объема у высокотренированных обусловлен повышением спортсменов как систолической, диастолической функции, однако увеличение диастолического наполнения сердца, видимо, играет основную роль (Швеллнус, 2011). Корме того, мышцы при длительной изнуряющей нагрузке дыхательные сопровождается снижением утомляться, что сердечнососудистой и дыхательной системы доставлять кислород к работающим мышцам, а, следовательно, и переносимостью аэробной нагрузки и эффективностью ее выполнения (Швеллнус, 2011).

Существует две наиболее популярные гипотезы, объясняющие причину отказа от работы (Попов, 2007). Согласно первой утомление возникает вследствие чрезмерного накопления в мышце продуктов анаэробного гликолиза и, как следствие, снижения ее сократительных возможностей. Альтернативная гипотеза объясняет отказ от работы недостаточной скоростью ресинтеза АТФ в аэробных процессах. Тем не менее, в целом между кислородным обеспечением работающей мышцы и интенсификацией в ней анаэробного гликолиза нет жесткой взаимосвязи (Попов, 2007).

Таким образом, по величине прироста от уровня покоя к моменту завершения нагрузки «до отказа» у лыжников - гонщиков выявлено три группы показателей: максимально лабильных - с увеличением более, чем на 1000%, умеренно лабильных - с увеличением от 100 до 500%, мало лабильных - с увеличением/уменьшением в диапазоне не более 10%. К максимально лабильным отнесены показатели респираторной системы: минутный объем дыхания, потребление кислорода и выделение углекислого газа, к умеренно лабильным – дыхательный объем, частота дыхания, коэффициент, частота пульса, кислородный дыхательный систолическое артериальное давление, к мало лабильным - отношение объема «мертвого пространства» к дыхательному объему, диастолическое артериальное давление и коэффициент использования кислорода. По сравнению с началом последней минуты нагрузки «до отказа», к концу минуты уменьшаются показатели: дыхательный объем, коэффициент использования кислорода, сатурация крови, а респираторная функция и альвеолярная вентиляция становятся менее эффективными.

У квалифицированных спортсменов, достигших максимального потребления кислорода, предиктором прекращения нагрузки может служить снижение его значения, а у спортсменов, завершивших нагрузку на

уровне пикового потребления кислорода - отсутствие прироста кислородного пульса, уменьшение коэффициента использования кислорода до 29 мл/мин и ниже, падение сатурации крови на 10%, увеличение дыхательного коэффициента до 1,05 и систолического артериального давления более 200 мм.рт.ст.

3.2 Динамика кардиореспираторных показателей в зоне порога анаэробного обмена у лыжников-гонщиков в годовом тренировочном никле

Непрерывный мониторинг кардиореспираторных показателей во время тестовых нагрузок на велоэргометре «до отказа» позволяет определить реальные пульсовые зоны частоты сердечных сокращений (ЧСС), оценить уровень физической работоспособности, адекватность тренировочного процесса и предложить корригирующие мероприятия, направленные на улучшение спортивной формы испытуемого. В основе распределения ЧСС на тренировочные зоны лежит величина максимальной ЧСС (ЧССтах) (Ландырь и др., 2013). В современной классификации нагрузок по биоэнергетическим критериям выделяют пять основных зон (Ландырь и др., 2013; Поликарпочкин и др., 2014): аэробную (умеренной физической активности 50-60% от ЧССтах), активации аэробных процессов (60-70% от ЧССтах), устойчивого состояния - преимущественно аэробную с малой долей анаэробного энергообеспечения (70-80% от ЧССтах), развития анаэробных возможностей (80-90% от ЧССтах) и зону максимальной нагрузки с абсолютным преобладанием анаэробной продукции (90-100% от ЧССтах).

Использование на практике пяти расчетных пульсовых зон не дает однозначного ответа о реальном тренировочном пульсе. Тренировки с использованием третьей зоны наиболее широко применяются в базовом для развития специальной периоде подготовки выносливости (Поликарпочкин и др., 2014). Анаэробный порог является высоко воспроизводимым, измеряемым безопасно ОНРОТ И достижимым неинвазивной параметром ДЛЯ оценки индивидуальной кардиопульмональной физической нагрузки (Wasserman et al., 1994).

Важным показателем аэробных возможностей организма является уровень порога анаэробного обмена (ПАНО), который отражает эффективность использования аэробного потенциала (Пучинский, Чиков, 2014). Это надежный физиологический показатель интенсивности тренировочной нагрузки квалифицированных спортсменов. Чем более тренирован спортсмен, тем выше анаэробный порог и он наступает при более высокой ЧСС (Астахов, Щеголев, 2015). Высокий уровень аэробной

производительности позволяет спортсменам выполнять большой объем тренировочной нагрузки без накопления лактата и кислородного долга, что дает возможность выполнять работу с большей интенсивностью. К тому же, спортсмена высокие аэробные возможности позволяют восстановительные процессы, имеющие важное значение при необходимости принимать участие в очередных стартах через небольшой промежуток времени (Маженов и др., 2017).

Важность определения ПАНО заключается ещё и в том, что тренировочная и соревновательная деятельность в этой зоне проходить несколько часов. Известно, что лыжная трасса определенные пропорции равнинных, горных и спусковых участков. Для лыжника - гонщика, периодически выполняющего высокоинтенсивную физическую нагрузку в ходе преодоления подъёмов и не менее важного скоростного спуска в период соревновательной деятельности, одним из главных факторов успешного выступления, не умаляя максимального потребления кислорода, является высокий уровень анаэробной работоспособности (Маженов и др., 2017).

О характере адаптации организма спортсмена к тренировочному процессу, его аэробных возможностях можно судить по изменениям показателей в зоне ПАНО: ЧСС, потребления кислорода, частоты дыхания, минутном объеме дыхания (Логинова и др., 2016). На сегодняшний день скорость передвижения, мощность работы и потребления кислорода на ПАНО являются одними из наиболее информативных характеристик нагрузок и работоспособности спортсмена (Маженов и др., 2017).

В работе Грушина А.А. с соавторами (2013) показано, что трудно обнаружить какие-либо связи между усредненной величиной МПК для команды, полученной в лабораторных тестах, и спортивной успешностью в данном сезоне. Наиболее высокий спортивный результат был достигнут на фоне низкого среднего уровня МПК, тогда как самые высокие величины МПК отмечаются в годы, когда команда не показывала наивысших результатов. Как следствие, мы видим слабую и недостоверную корреляционную связь между МПК и успешностью выступления команды (Грушин и др., 2013).

Совершенно иная картина в другом важнейшем показателе аэробной производительности – ПАНО. Хотя в условиях лабораторного тестирования этот показатель вел себя необычно и не показал высокой взаимосвязи с результатом теста, в данном случае он демонстрирует достаточно тесную взаимосвязь с успешностью выступления команды. Но здесь тоже нет однозначного сочетания самых высоких цифр ПАНО с высшими спортивными достижениями, однако в целом многолетний

функциональный мониторинг подтверждает большой вес этого показателя для формирования командного результата (Грушин, Ростовцев, 2010; Грушин и др., 2013).

В целом ряде работ были обнаружены очень высокие коэффициенты корреляции (r=0,7-0,8) ПАНО со спортивной результативностью в таких видах спорта, как велогонка, бег на длинные дистанции, гребля и конькобежный спорт. В циклических видах спорта, в частности в лыжных гонках, присутствует много факторов, стимулирующих активацию анаэробного метаболизма — значительная сумма перепадов высот на дистанциях, напряженная работа на подъемах, которая может составлять до 60% времени всей соревновательной деятельности, а также большое количество ускорений на дистанции (Грушин и др., 2018).

Обнаружено, что только у высококвалифицированных спортсменов, возможности, существует тренирующих аэробные отрицательная корреляция (r = от -0,59 до -0,87) между финальной концентрацией лактата в крови при отказе от работы в тесте с величиной ПАНО. Одновременно для повышающейся нагрузкой и высококвалифицированных конькобежцев показано, концентрация лактата в крови при отказе от работы тем меньше, а ПК на уровне ПАНО тем больше, чем больше объем, занимаемый мышечными волокнами I типа в основной работающей мышечной группе (r= -0.84 и r = 0.7, соответственно) (Попов и др., 2010).

С ростом тренированности, как в годичном тренировочном цикле, так и от года к году, ПАНО увеличивается, что свидетельствует об увеличении аэробной работоспособности. В подтверждение этого найдена значимая корреляция между ПАНО статистически спортивным результатом на длинных дистанциях (Попов и др., 2010). У наиболее подготовленных спортсменов, тренирующих аэробные возможности, при отказе от работы в тесте с повышающейся нагрузкой наблюдается более низкая концентрация лактата в крови, что может быть как следствием многолетней адаптации к тренировочным нагрузкам, так и следствием спортивного отбора. В результате трехмесячных аэробных тренировок у спортсменов снижается финальная концентрация лактата в крови при отказе от работы с возрастающей нагрузкой и увеличивается потребление на ПАНО. Можно предположить, что у спортсменов, тренирующих аэробные возможности, значение закисления мышц как фактора, ограничивающего аэробную работоспособность, квалификации снижается (Попов и др., 2010).

Уровень физической нагрузки, соответствующий ПАНО, предполагает наибольшую степень мобилизации кислородтранспортной

системы для удовлетворения пролонгированного метаболического запроса со стороны скелетной мускулатуры (Диверт и др., 2015). Исследования показывают, что при хеморецепторной тестовой стимуляции реактивность ответа по ритму сердца проявляется только при гипоксическом воздействии и составляет 35.6% от таковой при пролонгированном метаболическом запросе, инициируемом сократительной активностью скелетных мышц. При гиперкапническом воздействии значимых реакций ЧСС не выявляется. Для реактивности легочной вентиляции хеморецепторной показателя системы внешнего дыхания, наоборот, отмечается очень слабый ответ на гипоксическое воздействие (3%) и хорошо выраженный (на 46,7% от уровня ПАНО) - на гиперкапническое. Полученные данные позволяют заключить, что при избирательном раздражении хеморецепторов гипоксией или гиперкапнией функциональные ответы в кардиореспираторной системе достаточно четко дифференцируются с преобладанием либо кардиального, либо вентиляторного компонента (Диверт и др., 2015). Раздражение периферических хеморецепторов пролонгированной при плавно нарастающей ингаляционной гипоксии вызывает преимущественно кардиальную ответную реакцию. Избирательное раздражение хеморецепторов при ингаляционной нарастающей гиперкапнии в условиях концентрации повышенной кислорода, наоборот, преимущественно вентиляторный ответ системы внешнего дыхания (Диверт и др., 2015).

He всегда используемые программы тренировок достижению оптимального спортивного результата. Так, в работе Гарнова И.О. соавторами (2018)показано, что лыжники-гонщики соревновательный период, по сравнению c подготовительным, характеризовались снижением показателей аэробной производительности и функционирования кардиореспираторной системы на ПАНО, что отражает снижение работоспособности. Оценка баланса «стресс – восстановление» в спорте у лыжников-гонщиков выявила переутомление и недостаточное восстановление. По всей видимости, y лыжников-гоншиков соревновательный первые признаки период появлялись перетренированности, связанные с напряжением регуляторных систем, что вызвано большим объемом нагрузок недовосстановления. Рекомендовано ввести дополнительные методы и средства восстановления в тренировочный процесс лыжников-гонщиков (Гарнов и др., 2018).

Спортсмены, тренирующиеся на открытом воздухе в условиях Севера, находятся в менее комфортных климатических условиях, что может также влиять на достижение спортивного результата. Ранее неоднократно 46

было показано, что у жителей Севера в связи с широтой и усилением холодового фактора возрастает смертность от болезней органов кровообращения. А широтные влияния на сердечно - сосудистую заболеваемость сказываются в целом на уровне здоровья по данным статистики ряда стран мира (Солонин и др., 2018).

Таким образом, показано, что достижение значимого спортивного результата в лыжных гонках является многофункциональной задачей, выполняемой на фоне не вполне благоприятных климатических условий. И для контроля спортивной формы величины тестовых показателей на уровне ПАНО играют даже более значимую роль, чем МПК. Усредненные объемы скоростно-силовой подготовки, выполняемые женской сборной командой России в годичных микроциклах 1994-1998 годов, представлены в литературе (Грушин и др., 2018), однако значения кардиореспираторных показателей в зоне ПАНО у лыжников-гонщиков в разные месяцы годичного тренировочного цикла до сих пор отсутствует.

Характеристика контингента для изучения ежемесячной динамики кардиореспираторных показателей в зоне порога анаэробного обмена у лыжников-гонщиков в годовом тренировочном цикле. Проведено 300 обследований 49 лыжников — гонщиков (юношей и мужчин), первого спортивного разряда, кандидатов (кмс) и мастеров (мс) спорта, членов сборных команд, в возрасте от 15 до 32 лет, проживающих на Европейском Севере России (62° с.ш., 51° в.д.). Спортсмены обследованы от двух до 15 раз.

Результаты обработаны индивидуально, а также по месяцам (кроме августа) годичного тренировочного цикла.

Характеристики обследованного контингента представлены в таблице 3.4

Таблица 3.4 - Характерист	гика обследованного	контингента (X±SD)

Показатели	X±SD	Минимум-максимум
Возраст, лет	19,7±3,9	15 - 32
Рост, см	176,8±4,8	168,0 - 187,0
Масса тела, кг	69,2±4,8	54,0 - 81,6
МПК/кг, мл/мин/кг	63,9±6,0	45,2 - 78,6

В большинстве случаев индивидуальная ЧСС на ПАНО в зоне 70-80% от ЧССтах у лыжников-гонщиков была выше расчетной и включала диапазон 70-85% от ЧССтах. Индивидуальная ЧСС у спортсменов

соответствовала 169.7 ± 14.4 уд/мин, расчетная — 160.3 ± 3.2 уд/мин, что меньше на 5.5%. Размах индивидуальной ЧСС у лыжников — гонщиков был от 103 до 209 уд/мин, расчетной — от 150.4 до 164.8 уд/мин.

Нами проанализирована ежемесячная (кроме августа) динамика физиологических показателей у лыжников — гонщиков, а также изменение показателей в конце (апрель, май, июнь) и начале годичного тренировочного цикла (сентябрь, октябрь, ноябрь) (табл. 3.5), когда было проведено наибольшее число обследований.

Таблица 3.5 - Мощность нагрузки и кардиореспираторные показатели на пороге анаэробного обмена у лыжников-гонщиков в разные месяцы (X±SD, n)

Месяц	N, Bt	ЧСС,	ЧССр,	ПК,	КП,	% ПК от
(номер)	##	уд/мин	уд/мин	л/мин	мл/удар	МПК
		##		###	#	###
Апрель	293,3±26,1	170,2±10,8	161,6±1,1	3,810±0,300	22,4±1,4	86,6±6,6
(1)	12	2	12	12	12	12
Май	278,0±35,5	167,8±21,5	160,4±3,9	3,618±0.478	21,8±3,8	83,8±9,1
(2)	20	20	20	20	20	20
Июнь (3)	284,6±48,4	168,4±13,8	160,0±3,4	3,733±0,660	22,1±3,3	85,8±11,9
	69	69	69	69	69	69
Сентябрь	312,4±44,1	174,6±13,9	160,7±2,6	4,135±0,566	23,7±3,0	91,3±8,0
(4)	84	84 *5	84	84 *5	84	84 *5
Октябрь	295,7±43,3	166,1±12,9	159,5±3,4	3,729±0,516	22,5±2,8	84,8±7,9
(5)	74	4	74	74	74	74
Ноябрь	296,7±39,0	171,7±12,9	160,9±3,4	3,921±0,453	23,0±3,1	88,5±7,5
(6)	24	24	24	24	24	24

Примечание: ### - P<0,001, ## - P<0,01, # - P<0,05 (F-критерий, статистически значимые различия в годовом тренировочном цикле), *-P<0,05 (t-критерий с поправкой Бонферрони, статистически значимые различия между отдельными месяцами).

Как видно из таблицы. 3.5, все показатели, кроме ЧССр, статистически значимо различались в рассматриваемый период времени (Р<0.05-0.001, F-критерий). Наилучшее функциональное состояние организма лыжников - гонщиков было характерно для сентября и сопровождалось на ПАНО пиковыми значениями ЧСС, ПК, КП, мощности нагрузки и процента ПК от МПК. Разница между ЧСС и ЧССр в этот месяц была минимальной и составляла 9.2%. В мае показатели кислородной обеспеченности организма и мощность нагрузки на ПАНО были минимальными, в октябре зарегистрирована самая низкая ЧСС на ПАНО. Разница между ЧСС и ЧССр в октябре и мае составила 9.6%. Выявлены и статистически значимые различия (Р<0.05, t – критерий) между отдельными

месяцами. Так в сентябре ЧСС, ПК и процент ПК от МПК были больше, чем в мае.

В годовом цикле (P<0.05-0.001) изменялись: ЧСС, ЧССр, ПК, КП, МПК, %ПК от МПК, мощность выполненной нагрузки. Максимальная ЧСС на ПАНО была характерна для сентября (174.6+13.9 уд/мин), а минимальная — для января (154.8+19.6 уд/мин). Наиболее благоприятные значения ЧСС на ПАНО были в подготовительный период, а наименее — в соревновательный (рис. 3.2).

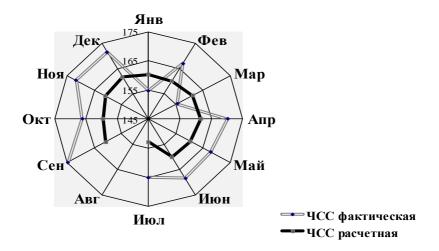


Рисунок 3.2 - Фактическая и расчетная ЧСС на пороге анаэробного обмена у лыжников-гонщиков в годовом тренировочном цикле

Нами проанализированы значения кардиореспираторных показателей у одних и тех же спортсменов при минимальной и максимальной индивидуальной ЧСС на ПАНО (табл. 3.6).

Возраст, рост, месяц обследования у них статистически значимо не различались.

Сравнение показателей на уровне максимальной ЧСС на ПАНО с показателями при минимальной ЧСС (которая оказалась меньше на 14,3%) показало, что у лыжников — гонщиков на фоне максимальных значений ЧСС были выше (P<0.001 t-критерий): МПК — на 6.8%, ПК — на 24.1%, КП — на 8,3%, мощность нагрузки на ПАНО — на 20,3% и процент ПК от МПК — на 16.1% (рис. 3.3).

Таблица 3.6 - Кардиореспираторные показатели на пороге анаэробного обмена при максимальной и минимальной частоте сердечных сокращений у

лыжников-гонщиков (X±SD, n)

Частота	Потребление	Кислородный	Мощность	Процент	
сердечных	кислорода,	пульс,	нагрузки,	потребления	
сокращений,	л/мин	мл/удар	Вт	кислорода от	
уд/мин				МПК, %	
		Максимальна	Я		
181,0±10,4	4,244±0,457	23,5±2,7	318,4±36,5	93,9±5,4	
(49) ***	(49)***	(49) **	(49) ***	(49) ***	
Минимальная					
158,4±16,8	3,421±0,570	21,7±3,9	264,7±44,6	80,9±11,3	
(47) ***	(47)***	(47) **	(47) ***	(47) ***	

Примечание: *** - P< 0,001, ** - P<0,01 (t – критерий).

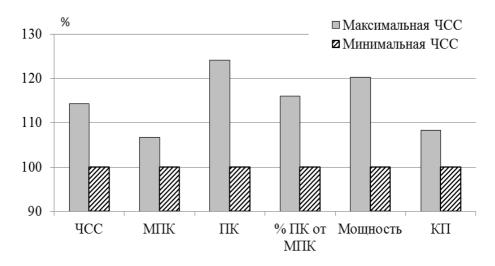


Рисунок 3.3 - Мощность нагрузки и кардиореспираторные показатели на пороге анаэробного обмена у лыжников-гонщиков при максимальных и минимальных индивидуальных значениях ЧСС (P<0.01). Минимальная ЧСС принята за 100%.

Индивидуальная ЧСС на ПАНО у лыжников – гонщиков была выше расчетной ЧСС на 5,5%, и зона три соответствовала 70-85% максимальной ЧСС (Варламова и др., 2017). В работе Moran-Navarro R. с соавторами (2016), выполненной на велосипедистах, выделено также пять зон ЧСС и 50

зона R2, соответствующая нашей зоне три, включала диапазон 74-86% ЧСС, что вполне согласуется с полученными нами данными.

Наиболее благоприятные значения ЧСС на ПАНО в подготовительный период, по сравнению с соревновательными (рис. 3.2), по-видимому, требуют корректировки тренировочного процесса и усиления реабилитационных мероприятий, направленных на восстановление организма после физических и эмоциональных нагрузок.

Индивидуальные значения ЧСС на ПАНО в разные месяцы у лыжников – гонщиков подтверждают не очень благоприятную картину: более низкая ЧСС на ПАНО в соревновательный период по сравнению с подготовительным периодом приводит к тому, что меньшая часть физической нагрузки выполняется в аэробной зоне и быстрее наступает переход в менее физиологически благоприятную анаэробную зону (рис. 3.4).

К сожалению, нам не удалось сопоставить динамику ЧСС на пороге ПАНО со спортивными результатами лыжников-гонщиков, т.к. в сентябре, когда спортсмены показали наилучшие результаты в тесте «до отказа», еще нет снега, и соревнования проводятся на лыжероллерах , поэтому корректное сопоставление результатов соревнований в сентябре и январе – марте невозможно. Результаты подготовительного периода в сентябре выглядят достаточно успешными по показателям кардиореспираторной системы, но в дальнейших периодах годичной подготовки эти наработки утрачиваются, хотя должны нарастать в соревновательный период.

Существует (Borresen, Lambert, 2009) не так много исследований в области количественной оценки учебных тренировочных программ и их влияния на физиологические показатели. В будущем больше внимания должно быть направлено на индивидуальную способность реагирования и адаптацию к обучению. Полагаем, что причиной неблагоприятной динамики на ПАНО в годовом цикле в соревновательный период может быть отсутствие или недостаточная индивидуальная коррекция тренировочного процесса и реабилитационных мероприятий.

Таким образом, увеличение ЧСС на ПАНО в годовом цикле на 20% позволяет спортсмену выполнять более высокие нагрузки в аэробном режиме и увеличить мощность тестовой нагрузки на 20%. Индивидуальная частота пульса на пороге анаэробного обмена у лыжников - гонщиков в годовом цикле имеет дрейф в 5.5% и включает диапазон 70-85% максимальной частоты сердечных сокращений. Наиболее благоприятные значения кардиореспираторных показателей в зоне ПАНО были в подготовительный период, а наименее – в соревновательный, что требует корректировки тренировочного процесса и реабилитационных мероприятий.

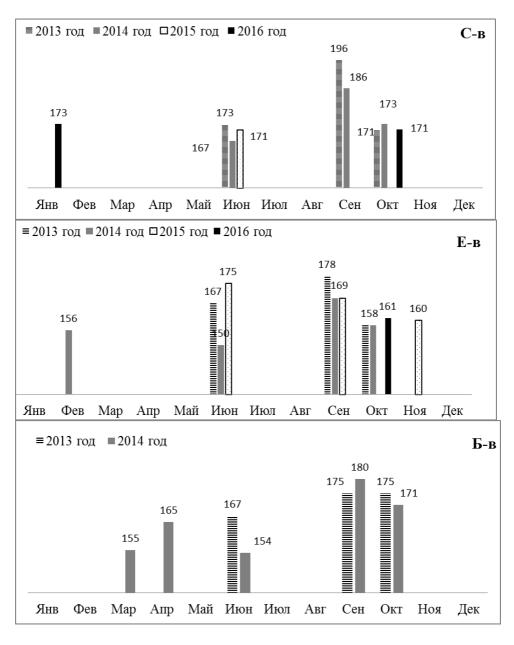


Рисунок. 3.4 - Частота сердечных сокращений на пороге анаэробного обмена в разные месяцы у лыжников-гонщиков

Глава 4 ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Анализ вариабельности сердечного ритма — это современная методология исследования и оценки состояния регуляторных систем организма, в частности функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы. По степени напряжения регуляторных механизмов можно судить об адаптационных возможностях всего организма (Баевский, Берсенева, 2008). Методика проведения анализа ВСР описана в ряде наших статей (Солонин и др., 2015; Людинина и др., 2018).

4.1 Вариабельность сердечного ритма у юношей и девушек 15–18 лет $(Марков\ A.Л.)$

Лыжные гонки – один из наиболее популярных зимних видов спорта. Соревнования по данному виду спорта проводятся в разных возрастных группах. В Российской Федерации соревнования по лыжным гонкам среди юношей и девушек проходят в трех возрастных группах: до 14 лет (младший возраст), 15-16 (средний возраст) и 17-18 лет (старший возраст). В иностранной литературе имеется мало работ, посвященных изучению ВСР у лыжников-гонщиков (Hedelin et al., 2001; Schmitt et al., 2018; Schafer et al., 2015, Mendia-Iztueta et al., 2016), при этом сведения о BCP у лыжников в возрасте от 15 до 18 лет единичны (Hedelin et al., 2000). При анализе отечественной литературы найдено большее количество работ, в которых изучалась ВСР у лыжников (Белова и др., 2009; Сидоренко и др., 2015; Людинина и др., 2018 и др.), однако исследования ВСР у юношей и девушек среднего и старшего возраста также немногочисленны (Шлык, 2009). Кроме того, необходимо учитывать, что в указанных работах спортсмены проживали в разных природно-климатических зонах, и это может накладывать дополнительный отпечаток на их физиологический статус. В предыдущих работах нами были выявлены существенные широтные (Солонин и др., 2015) и долготные (Суханова и др., 2014) различия в показателях ВСР у взрослых лиц, не занимающихся спортом.

Анализ ВСР у лыжников Республики Коми не выявил возрастных и половых различий в положении лежа (табл. 4.1). Отмечено лишь статистически значимое снижение ЧСС у юношей и девушек в возрастной группе 17-18 лет (p=0,044 и p=0,011 соответственно). Также у юношей установлено значимое уменьшение ПАРС с возрастом (p=0,006). При сравнении параметров ВСР у юношей и девушек 15-16 лет выявлены различия только по ПАРС (p=0,023).

Таблица 4.1 - Параметры ВСР у лыжников-гонщиков 15-18 лет в положении

лежа, Медиана (25-75-е персентили)

лежа, итедиана (23-73-е пересптили)						
Параметр	Юноши		Девушки		Факторный анализ	
	15-16 лет (n=19)	17-18 лет (n=27)	15-16 лет (n=23)	17-18 лет (n=25)	Пол	Возраст
ЧСС, уд./мин	61,00 (55,50-73,00)	58,00 [#] (52,50-64,50)	65,00 (57,50-69,50)	59,00 [#] (54,00-65,00)	0,689	0,013
RMSSD,	80,00 (53,75-117,50)	73,00 (60,50-91,00)	77,00 (44,00-87,00)	79,00 (59,00- 104,00)	0,608	0,880
SDNN, MC	73,07 (60,73-102,08)	68,23 (60,86-91,36)	64,25 (47,23-82,73)	66,63 (55,64-88,61)	0,282	0,971
SI, усл. ед.	34,00 (21,25-54,25)	34,00 (19,50-45,00)	43,00 (26,50-97,50)	33,00 (21,00-61,00)	0,164	0,116
ТР, мс ²	4578 (2912-9570)	4132 (3045-5813)	3711 (1832-5865)	3882 (2589-5941)	0,142	0,247
HF, мс ²	1733 (1027-4484)	1818 (1313-2803)	2080 (915-2759)	1635 (1125-2588)	0,046	0,059
LF, мс ²	1241 (789-2620)	1107 (791-1669)	1019 (493-1740)	968 (423-1599)	0,398	0,999
VLF, MC ²	514 (360-779)	550 (326-875)	384 (206-841)	486 (257-769)	0,932	0,618
HF, %	53,30 (36,95-68,10)	49,60 (39,80-55,45)	52,30 (44,10-65,00)	50,90 (38,50-62,50)	0,552	0,510
LF, %	34,50 (23,70-39,80)	33,60 (25,90-38,15)	30,80 (25,00-37,30)	28,70 (23,70-39,80)	0,248	0,824
VLF, %	11,70 (6,90-21,10)	17,60 (11,25-20,95)	15,20 (8,60-19,85)	16,80 (10,10-19,80)	0,636	0,457
LF/HF, усл. ед.	0,77 (0,41-0,93)	0,62 (0,51-0,91)	0,60 (0,38-0,75)	0,49 (0,38-1,00)	0,266	0,625
ПАРС, баллы	5,00 (4,00-6,00)	4,00 ^{##} (3,00-5,00)	4,00* (3,00-5,00)	4,00 (3,00-5,00)	0,366	0,453

Примечание. Статистически значимые различия: по сравнению с юношами: *-p < 0.05; по сравнению с группой 15-16 лет: *-p < 0.05, $*^{\#}-p < 0.01$.

В исследованиях ряда авторов у детей и подростков также не выявлено связи пола и ВСР (Gąsior et al., 2015). У юношей и девушек, занимающихся спортом, различия в ВСР отсутствуют, тогда как у подростков — не спортсменов отмечены половые различия по ряду временных и спектральных параметров ВСР (Sharma et al., 2015). Воbkowski W. et al. (2017), обследовав лица в возрасте 3–18 лет, также не выявили половых различий, но установили корреляционные связи между возрастом

и рядом параметров BCP (SDNN, LF/HF, мощностью LF и VLF). Показано, что возрастные изменения параметров BCP происходят в основном после 20–40 лет (Yukishita et al., 2010).

Двухфакторный дисперсионный анализ стастически значимого влияния возраста и пола на показатели ВСР в положении лежа не выявил. Установлена лишь значимые связи ЧСС с возрастом и абсолютной мощности НF-волн с полом спортсменов. Схожие результаты представлены в работе Paniccia M. et al. (2018). При обследовании 294 юных спортсменов возрастом 13–18 лет множественный регрессионный анализ по большинству параметров ВСР не показал существенных связей с возрастом и полом. Выявлено влияние пола на мощность НF, вследствие чего девушки имели более низкие значения данного показателя по сравнению с юношами.

Несмотря на отсутствие возрастных различий по показателям ВСР, у обследованных юношей и девушек в положении лежа установлено снижение ЧСС с возрастом. Похожие результаты были выявлены и в другом исследовании (Bobkowski et al., 2017). ЧСС отражает конечный результат деятельности многочисленных регуляторных влияний на ритм сердца и потому зависит не только от вегетативной нервной системы.

Ортостатическая проба — широко используемый тест в спортивной физиологии. Благодаря данной пробе можно выявить скрытые изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы и механизмах ее регуляции. Известно, что в норме при переходе в вертикальное положение, как правило, снижаются временные параметры и общая мощность спектра ВСР. При этом в большей степени снижается мощность НF-волн и в меньшей — LF- и VLF-волн (Михайлов, 2000). Аналогичные изменения параметров ВСР установлены и нами. Кроме того, выявлено, что у юношей и девушек 15-16 лет реакция на ортостаз проявляется более выраженной активацией симпатической нервной системы.

В положении стоя у обследованных лыжников выявлен ряд половых и возрастных различий в ВСР (табл. 4.2).

С возрастом ЧСС в положении стоя у юношей и девушек существенно снижается (p=0,001 и p=0,002 соответственно). При этом у юношей возрастает суммарная мощность спектра ВСР (p=0,029) за счет роста мощности LF- и VLF-волн (p=0,014 и p=0,005). Таким образом, в управлении ритмом сердца возрастает роль нейрогуморальных и метаболических уровней регуляции. Ранее было показано (Шлык, Зуфарова, 2013), что у лиц 16–21 года с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма с возрастом происходит увеличение ВСР: повышаются ТР, мощность НF, VLF и снижаются ЧСС, SI, мощность LF. У спортсменов мужского пола, начиная с 15-летнего возраста, отмечена

Таблица 4.2- Параметры ВСР у лыжников-гонщиков 15-18 лет в положении

стоя, Медиана (25-75-е персентили)

Параметр	Юноши		Девушки		Факторный анализ	
	15-16 лет (n=19)	17-18 лет (n=27)	15-16 лет (n=23)	17-18 лет (n=25)	Пол	Возраст
ЧСС, уд./мин	102,00 (84,25-108,75)	85,00 ^{###} (80,50-94,50)	90,00 (86,00-94,00)	82,00 ^{##} (75,50-88,00)	0,021	0,001
RMSSD,	25,50 (21,50-32,00)	29,00 (24,50-36,50)	23,00 (21,00-30,00)	26,00 (22,00-34,00)	0,034	0,040
SDNN, MC	48,60 (38,43-58,52)	62,07 (43,05-72,47)	47,78 (34,47-61,94)	49,14 (43,75-57,86)	0,240	0,222
SI, усл. ед.	87,50 (68,50-139,25)	74,00 (48,50-124,00)	110,00 (76,00-147,00)	90,00 (71,00-128,00)	0,136	0,407
ТР, мс ²	1827 (1488-2524)	3222 [#] (1698-4821)	1724 (1007-3476)	2577* (1283-3177)	0,036	0,043
HF, Mc ²	293 (168-542)	360 (217-615)	253 (181-436)	208 (144-513)	0,013	0,487
LF, Mc ²	868 (650-1344)	1629 [#] (627-2076)	675 (404-1917)	1196* (518-1670)	0,049	0,138
VLF, MC ²	249 (168-402)	460 ^{##} (204-617)	342 (197-492)	401 (310-690)	0,171	0,006
HF, %	17,60 (13,35-31,55)	14,20 (11,80-22,30)	17,00 (12,30-25,60)	19,10 (12,10-26,35)	0,154	0,377
LF, %	63,35 (47,38-69,08)	63,80 (49,15-72,35)	56,70 (48,10-70,30)	53,90* (44,45-65,75)	0,283	0,769
VLF, %	12,45 (9,95-23,28)	18,70 (14,60-24,75)	20,60 (13,70-30,30)	25,60*** (19,15-33,75)	0,001	0,047
LF/HF, усл. ед.	3,88 (1,82-5,14)	4,18 (2,35-5,62)	3,09 (2,04-5,28)	2,89 (1,80-5,62)	0,804	0,195
ПАРС, баллы	6,00 (6,00-7,00)	6,00 (5,00-7,00)	6,00 (5,00-7,00)	5,00**, [#] (3,00-6,50)	0,004	0,031

Примечание. Статистически значимые различия: по сравнению с юношами: *-p < 0.05, **-p < 0.01, ***-p < 0.001; по сравнению с группой 15-16 лет: $^\#-p < 0.05$, $^{\#\#}-p < 0.01$, $^{\#\#\#}-p < 0.001$.

высокая реактивность симпатического звена регуляции сердечнососудистой системы, что повышает эффективность работы сердца при выполнении физических нагрузок (Кудря, 2015). У девушек выявленное нами снижение значений ПАРС с возрастом свидетельствует о росте адаптационных возможностей организма.

Половые различия в вегетативной регуляции ритма сердца отмечены у спортсменов в возрасте 17-18 лет. У юношей по сравнению с девушками

статистически значимо выше TP (p=0,024), абсолютная и относительная мощность спектра LF (p=0,018 и p=0,046 соответственно), ПАРС (p=0,004) и ниже относительная мощность VLF-волн (p=0,001). При ортостазе у девушек отмечен рост активности метаболического звена регуляции ритма сердца, у юношей – активности симпатической нервной системы. Схожие результаты получены и в других исследованиях (Schafer et al., 2015; Dantas et al., 2018). В возрастной группе 15-16 лет различий в вегетативной регуляции ритма между юношами и девушками не установлено.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал статистически значимую связь возраста с ЧСС, RMSSD, ПАРС, ТР, абсолютной и относительной мощностью VLF. Также установлена значимая связь между полом и ЧСС, RMSSD, ПАРС, ТР, абсолютной мощностью HF- и LF-волн, относительной мощностью VLF.

Таким образом, показано, что у юношей и девушек ЧСС снижается с возрастом. При ортостатической пробе выявлено, что как возраст, так и пол спортсмена оказывают существенное влияние на ВСР в положении стоя. Половые различия в вегетативной регуляции ритма сердца установлены в группе лиц 17-18 лет. При ортостазе у юношей выше вклад симпатической нервной системы в регуляцию сердечного ритма и ниже влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, чем у девушек. У юношей 17-18 лет, по сравнению с 15-16-летними спортсменами, выявлен более экономный режим работы сердца.

4.2 Связь вариабельности сердечного ритма с содержанием n-3 полиненасыщенных жирных кислот (Марков А.Л., Людинина А.Ю.)

При обследовании лыжников-гонщиков Республики Коми, исходя из анализа данных ВСР, отмечено смещение вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического звена вегетативной нервной системы, что характерно для элитных спортсменов циклических видов спорта. Выявлены высокие значения pNN50, RMSSD, HF,% (табл. 4.3). Значения ПАРС свидетельствуют о выраженном напряжении регуляторных систем.

По сравнению со спортсменами, развивающими скоростную силу (тхэквандисты), у лыжников статистически значимо ниже ЧСС, SI и выше значения RMSSD, SDNN, TP, HF, LF, VLF (Солонин и др., 2015). Таким образом, вклад парасимпатической нервной системы в регуляцию сердечного ритма лыжников более выраженный.

Функциональное состояние высокотренированного спортсмена обеспечивается сложным механизмом нейроэндокринной регуляции, особую роль в которой играют липиды. Установлена важная роль некоторых фосфолипидов и n-3 полиненасыщенных жирных кислот в реализации сердечно-

Таблица 4.3 - Показатели ВСР лыжников-гонщиков

Показатели	Норматив	Медиана (25-75 персентили)
ЧСС, уд/мин	55-75	57,00 (51,50-64,00)
RMSSD, мс	20-50	65,00 (52,00-79,50)
pNN50, %	15-40	45,40 (28,60-54,50)
SDNN, MC	40-80	65,44 (60,11-87,37)
SI, усл. ед.	50-150	41,00 (26,00-50,50)
TP, мc ²	-	3978,56 (3057,90-5972,84)
HF, Mc ²	-	1562,33 (988,92-1742,63)
LF, mc^2	-	1177,46 (899,86-2166,45)
VLF, Mc ²	-	408,08 (270,81-626,47)
HF, %	15-25	49,00 (25,75-57,55)
LF, %	15-40	38,10 (31,15-53,40)
VLF, %	15-30	12,60 (9,45-15,90)
LF/HF, усл. ед.	-	0,79 (0,55-1,86)
ІС, усл. ед.	-	1,04 (0,74-2,89)
ПАРС, баллы	1-3	4,00 (3,00-6,00)

сосудистой и нервной деятельности (West et al., 2010), улучшении нервномышечных функций спортсменов (Lewis et al., 2015). Отмечено положительное влияние добавок n-3 ПНЖК на сосудистую функцию и оптимизацию физической работоспособности (Xin et al., 2013; Zebrowska et al., 2015).

Методика определения уровня жирных кислот в общих липидах плазмы крови описана в статье Людининой А.Ю. и соавторов (2018). Доля α -линоленовой кислоты (C18:3) в крови спортсменов составила в среднем 0,17% (0,15-0,27%) (норма 0,6%); эйкозапентаеновой (C20:5) - 0,72% (0,56-0,95%) (норма 1,4%); докозагексаеновой (C22:6) - 0,85% (0,74-1,26%) (норма 2,4%). Низкая доля C18:3 отмечена у всех обследованных лиц, C22:6 — 92%. Пониженное содержание n-3 ПНЖК в крови лыжников относительно референсных значений может быть связано, как с недостаточным потреблением эссенциальных кислот с пищей, так и высокой их востребованностью в метаболизме.

Ряд экспериментальных и клинических исследований показывают связь длинноцепочечных n-3 ПНЖК с низкой частотой сердечных сокращений и увеличением ВСР (Billman, Harris, 2011; Christensen, 2011; Zebrowska et al., 2015). Результаты мета-анализа 15 исследований показали, что высокочастотные волны спектра ВСР (НF) существенно возрастают при потреблении рыбьего жира, а индекс вагосимпатического взаимодействия имеет тренд на понижение, что указывает на усиление вагусного тонуса (Xin et al., 2013). Однако следует отметить, что не все исследования сообщают о положительном действии n-3 ПНЖК на ЧСС и ВСР (Кim et al., 2011). La Rovere М.Т. et al. (2013) показали, что при употреблении 1 г/день n-3 ПНЖК в течение 3 месяцев у обследуемых лиц увеличивались длина кардионтервалов, стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов, очень низкочастотный спектр ВСР, однако при употреблении n-3 ПНЖК в течение года значимых изменений ВСР не выявлено.

Корреляционный анализ показателей (табл. высококвалифицированных лыжников-гонщиков выявил существенную отрицательную связь эйкозапентаеновой кислоты c ЧСС. аналогичную тенденцию - для докозагексаеновой кислоты. Существенной связи между а-линоленовой кислотой с ЧСС не установлено. Однако значимая отрицательная связь C18:3 абсолютными относительными значениями LF, а также LF/HF, ІС. Кроме того установлена положительная связь данной кислоты с НF,%.

Billman G.E. (2013) отмечает, что основной причиной снижения ЧСС при потреблении n-3 ПНЖК являются сдвиги в ритме синусового узла и, в меньшей мере, изменения вегетативной регуляции сердца. Также есть мнения, что прием n-3 ПНЖК может иметь непрямое воздействие на снижение ЧСС за счет, например, улучшения диастолического наполнения левого желудочка путей (Mozaffarian, Wu, 2011) или увеличения тонуса блуждающего нерва (O'Keefe et al., 2006).

ПНЖК обладают сильными электрофизиологическими действиями, ингибируя многие ионные каналы и регуляторные кальциевые белки. Mozaffarian D., Wu J.H. (2011) отмечают, что n-3 ПНЖК влияют на множество молекулярных путей, в том числе на изменение физикосвойств клеточных мембран, химических оказывают взаимодействие на модуляцию мембранных белков, регуляцию экспрессии генов с помощью ядерных рецепторов и факторов транскрипции, изменение профиля эйкозаноидов. Однако, механизмы подобной регуляции требуют дальнейшего изучения.

Таким образом, выявлена существенная отрицательная связь эйкозапентаеновой кислоты с ЧСС, а также аналогичная тенденция - для докозагексаеновой кислоты. Корреляционной связи α -линоленовой кислоты с

Таблица 4.4 - Корреляционная связь параметров ВСР и п-3 ПНЖК

Помережани	C18:3 C20:5 C22:6		C20:5		2:6	
Показатели	r_s	P	$r_{\rm s}$	P	r _s	P
ЧСС, уд/мин	0,111	0,652	-0,573	0,010	-0,442	0,058
RMSSD, MC	-0,046	0,853	0,372	0,117	0,071	0,772
pNN50, %	0,207	0,395	0,354	0,137	0,249	0,304
SDNN, MC	-0,279	0,247	0,296	0,218	-0,019	0,937
SI, усл. ед.	0,004	0,986	-0,332	0,165	-0,188	0,441
ТР, мс ²	-0,367	0,123	0,279	0,247	-0,075	0,759
HF, mc ²	0,161	0,509	0,225	0,355	0,144	0,557
LF, Mc ²	-0,461	0,047	0,233	0,336	-0,111	0,652
VLF, Mc ²	-0,226	0,351	0,316	0,188	-0,139	0,571
HF, %	0,465	0,045	-0,023	0,926	0,241	0,320
LF, %	-0,478	0,038	-0,035	0,887	-0,217	0,373
VLF, %	-0,046	0,853	0,079	0,748	-0,154	0,528
LF/HF, усл. ед.	-0,493	0,032	0,012	0,960	-0,228	0,348
ІС, усл. ед.	-0,465	0,045	0,023	0,926	-0,241	0,320
ПАРС, баллы	-0,318	0,184	0,430	0,066	0,072	0,769

ЧСС не установлено, однако показана связь с некоторыми параметрами ВСР. При более высоком уровне С18:3 в крови лыжников-гонщиков отмечено усиление роли парасимпатического звена вегетативной нервной системы и снижение активности симпатической нервной системы. Для остальных n-3 существенных связей параметрами BCP ПНЖК c не выявлено. дефицита Необходимость компенсации n-3 ПНЖК обусловливает разработку мер по коррекции жирового компонента рациона для оптимального развития физических способностей и долговременного поддержания высокого уровня функционального состояния организма спортсменов.

ГЛАВА 5 ВЛИЯНИЕ ШИРОТНОГО ФАКТОРА НА ОРГАНИЗМ ЛЫЖНИКОВ

Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Паршукова О.И., Потолицына Н.Н., Черных А.А.

В последние десятилетия в литературе проявляется интерес к изучению влияния географической широты на организм человека (Солонин, 1996; Rich et al, 2007; Cabrera et al, 2014). Это направление в физиологии по аналогии с «высотной» физиологией было обозначено одним из авторов настоящей статьи как «широтная» физиология (Солонин, 1996). Широтный фактор определяется углом падения солнечных лучей и включает целый ряд составляющих параметров среды: световой климат (инфракрасная, видимая и ультрафиолетовая радиация), температура почвы и окружающих предметов, температура и влажность воздуха, ветер, атмосферное давление, осадки, растительный покров и др. Широтные влияния на физиологический статус четко проявляются при трансширотных перемещениях людей (Кривощеков, Охотников, 2000; Федотов и др., 2017). Имеются данные и об особенностях организма у постоянных жителей разных широт (Солонин, 1996; Гудков и др., 2014; Хаснулин и др., 2015; Солонин, 2017). Нам пока не встретились работы, показывающие влияние широтного фактора на организм спортсменов, родившихся и проживающих на разных широтах в пределах северных регионов.

С целью изучения особенностей физической работоспособности и системы у кардиореспираторной высокотренированных тренирующихся в разных по степени проживающих и суровости климатических зонах Европейского Севера, были обследованы лыжникигонщики мужского пола в возрасте от 15 до 21 года, имеющие достаточно высокую спортивную квалификацию, члены сборной команды Республики Коми. Для сравнения были выделены две группы: «южане» (12 перворазрядников и 12 кандидатов в мастера спорта) и «северяне» (10 перворазрядников и 10 кандидатов в мастера спорта). «Северяне» с рождения проживали в районах Крайнего Севера (Ижемский, Усть-Цилемскийи др. районы – 65-66°с.ш.), а «южане» с рождения проживали в районах, приравненных к районам Крайнего Севера (г. Сыктывкар, Прилузский, Сыктывдинский и др. районы – 61-62°с.ш.).

У спортсменов общепринятыми методами определяли показатели антропометрии (рост и вес), кровообращения (частота сердечных сокращений – ЧСС, артериальное давление - систолическое – САД и диастолическое – ДАД по Короткову). Рассчитывали индекс массы тела.

С помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007» («Медицинские компьютерные системы», г. Зеленоград) у спортсменов, находящихся в покое лежа в течение 5 минут, регистрировали электрокардиограмму и получали показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР): ЧСС, квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN), стресс-индекс (SI), суммарную мощность спектра ВСР (ТР), мощность спектра высоко- (НГ), низко- (LГ), очень низкочастотного (VLF) компонентов ВСР, доли спектров НГ, LГ, VLГ в общей мощности спектров (в процентах), индекс централизации (IС) и показатель активности регуляторных систем (ПАРС) (Баевский и др., 2014).

Спортсмены были протестированы нагрузками «до отказа» на велоэргометре с помощью системы "Охусоп Pro" (Германия) с регистрацией и расчетом кардиореспираторных показателей: ЧСС, САД, ДАД, частота дыхания, дыхательный объем, минутный объем дыхания, потребление кислорода, дыхательный коэффициент, энерготраты, кислородный пульс, дыхательный эквивалент, коэффициент использования кислорода, коэффициент полезного действия, максимальное потребление кислорода, порог анаэробного обмена.

После 5-минутного пребывания в покое на велоэргометре лыжники выполняли двухминутную работу мощностью 120 Вт, с последующим ступенчатым приростом нагрузки на 40 Вт каждые две минуты при частоте педалирования 60 об/мин. Тест продолжался «до отказа».

Для сопоставимой оценки реакций организма лыжников на последней минуте нагрузки в пробе «до отказа» (поскольку конечная нагрузка различалась у разных спортсменов) мы ввели понятие «удельной физиологической стоимости физической нагрузки» (пульсовой, прессорной, респираторной, вентиляционной, кислородной, энергетической), показатели которой получаются путем деления абсолютных значений разных физиологических параметров при максимальной нагрузке на мощность механической работы. По нашему мнению, они позволяют судить о том, во что обходится организму спортсмена единица мощности работы.

Забор крови для биохимического анализа осуществляли утром натощак из локтевой вены при помощи одноразовых систем фирмы "Greiner bio-one" (Австрия). В сыворотке крови с использованием наборов фирмы "Sentihel" (Италия) измеряли концентрацию лактата. Уровень стабильных метаболитов оксида азота: нитриты (NO2), нитраты (NO3) и их сумму (NOx) определяли колориметрическим методом в реакции с реактивом Грисса (Метельская, Гуманова, 2005).

Полученные материалы подвергнуты статистической обработке с помощью программ Statistica 6.0 и Biostat (версия 4.03) с проверкой вариационных рядов на характер распределения (по критерию Шапиро-Уилка). В таблицах приведены средние арифметические величины со стандартным отклонением (М±SD). Различия между выборками «южан» и «северян» принимали статистически значимыми при P<0,05.

Сравнение антропометрических и физиологических данных у перворазрядников и кандидатов в мастера спорта как в группе «южан», так и в группе «северян» показало, что лишь по отдельным параметрам наблюдались статистически значимые различия между лыжниками с разной спортивной квалификацией. Поэтому в объединенные выборки как «южан», так и «северян» нами включены лица с разными, но близкими спортивными разрядами, поскольку не обнаружено заметного влияния спортивной квалификации на организм в диапазоне разрядов от 1-го до кандидата в мастера спорта.

Как видно из таблицы 5.1, выборки «южан» и «северян» идентичны по возрасту и спортивному стажу, близки по росту и ИМТ, но у «северян» статистически значимо ниже масса тела (в среднем на 3,3 кг). По показателям кровообращения и дыхания в покое между группами не найдено заметных различий. Это касается как прямых, так и производных значений, в том числе и показателей эффективности кардиореспираторной системы (КП и КИО2).

В таблице 5.2 сопоставлены показатели в выборках при довольно значительной стандартной нагрузке (200 Вт). При физической нагрузке выявляются различия между спортсменами, связанные с широтным фактором. У «северян» по сравнению с «южанами» статистически значимо выше ЧСС (в среднем на 10 уд/мин), САД (в среднем на 9 мм рт.ст.), ДК (в среднем на 0,05) и статистически значимо ниже КП (в среднем на 1,9 мл/уд). По остальным показателям кровообращения, дыхания, энергетики и КПД не найдено различий между выборками. При стандартной нагрузке 200 Вт у «южан» значения ПК составляют 60,4% от МПК, а у «северян» 70,0% от МПК.

Наряду с абсолютными значениями параметров у спортсменов интересно сравнить и рабочие приросты физиологических показателей при нагрузке 200 Вт. Они составили в среднем соответственно у «южан» и «северян»: ЧСС 151 и 164%, САД 41 и 45%, МОД 589 и 568%, ЧД 105 и 88%, ПК 731 и 703%, КП 239 и 200%. Значение ДАД снизилось соответственно на 4 и 11%.

Показатели на последней минуте нагрузки «до отказа» и параметры физической работоспособности (МПК и ПАНО) представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.1 - Показатели антропометрии, кровообращения и дыхания в покое у лыжников (M \pm SD)

Показатели	Южане (n=24)	Северяне (n=20)	Уровень различий, Р
Возраст, лет	17,7±1,83	17,5±1,82	0,559
Спортивный стаж, лет	6,0±1,12	6,5±1,18	0,603
Рост, см	176,3±4,03	174,5±5,45	0,136
Вес, кг	70,0±4,41	66,7±5.61	0,041
ИМТ, кг/м ²	22,5±0,91	21,9±1,46	0,080
ЧСС, уд/мин	57±8,4	58±9,8	0,540
САД, мм рт.ст.	118±8,8	121±14,4	0,531
ДАД, мм рт.ст.	75±9,6	75±9,2	0,878
МОД, л	9,8±1,90	10,2±2,63	0,774
ЧД в минуту	14,4±3,83	15,5±3,47	0,308
ДО, мл	702±127	670±126	0,316
ПК, мл/мин	347±60	347 ±102	0,934
КП, мл/уд	6,0±1,72	6,1±2,48	0,759
ДЭ	28,5±3,66	30,0±4,70	0,253
КИО2, мл/л	35,6±4,31	33,9±5,07	0,248

Таблица 5.2 - Показатели кровообращения, дыхания и энергетики у лыжников при нагрузке 200 BT (M±SD)

Показатели	Южане (n=24)	Северяне (n=20)	Уровень
Показатели	10жане (11–24)	Северяне (п-20)	различий, Р
ЧСС, уд/мин	143±14,3	153±17,4	0,033
САД, мм рт.ст.	166±12,4	175±14,3	0,050
ДАД, мм рт.ст.	72±9,8	67±14,4	0,249
МОД, л	67,6±9,10	68,5±9,64	0,697
ЧД в минуту	29,6±5,27	29,1±5,90	0,464
ДО, мл	2314±293	2397±302	0,465
ПК, мл/мин	2884±196	2788±132	0,168
ДК	$0,86\pm0,048$	0,91±0,064	0,018
ЭТ, кал/мин	14082±929	13766±667	0,423
КП, мл/уд	20,3±2,32	18,4±2,38	0,008
ДЭ	23,4±2,83	24,5±3,24	0,253
КИО2, мл/л	43,2±5,27	41,3±5,27	0,253
КПД, %	20,4±1,31	20,8±1,06	0,494

Таблица 5.3 - Показатели кровообращения, дыхания и энергетики у

лыжников при нагрузке «до отказа» (M±SD)

Показатели	Южане (n==24)	Северяне (n=20)	Уровень различий, Р
Время нагрузки, мин	12,7±1,40	10,5±1,45	0,000
Мошность нагрузки, Вт	358±32,2	312±40,2	0,000
ЧСС, уд/мин	188±10,0	182±13,9	0,139
САД, мм рт.ст.	189±10,6	183±20,7	0,434
ДАД, мм рт.ст.	71±17,1	67±18,4	0,146
МОД, л	165,2±21,64	123,2±29,78	0,000
ЧД в минуту	55,2±7,74	44,0±9,43	0,000
ДО, мл	3013±345	2802±439	0,120
ПК, мл/мин	4708±300	3929±438	0,000
ДК	1,05±0,048	$1,04\pm0,063$	0,450
ЭТ, кал/мин	24099±1581	20038±2378	0,000
КП, мл/уд	24,8±2,91	21,6±2,71	0,000
ДЭ	33,8±4,55	29,9±5,16	0,010
КИО2, мл/л	28,9±4,13	$33,0\pm 5,77$	0,008
КПД,%	21,3±1,47	22,3±1,85	0,069
МПК, мл/мин	4772±291	3985±392	0,000
МПК, мл/мин*кг	68,2±3,92	59,9±5,48	0,000
ЧСС/мощность, уд/Вт	0,52±0,056	0,59±0,080	0,018
САД/мощность, мм/Вт	0,53±0,056	$0,60\pm0,115$	0,050
МОД/мощность, л/Вт	0,46±0,072	0,39±0,075	0,003
ЧД/мощность, цикл/Вт	0,15±0,026	$0,14\pm0,028$	0,052
ДО/мощность, мл/Вт	8,45±1,07	8,88±1,14	0,278
ПК/мощность, мл/Вт	13,2±0,92	12,6±0,95	0,073
ЭТ/мощность, кал/Вт	67,5±4,59	$64,6\pm5,37$	0,090
ПК при ПАНО, мл/мин	4334±444	3463±423	0,000
Нагрузка при ПАНО, Вт	320±33,4	271±39,0	0,001
ЧСС при ПАНО, уд/мин	179±11,2	177±13,1	0,853

У «северян» по сравнению с «южанами» статистически значимо меньше время выполнения теста на велоэргометре (в среднем на 2,2 мин), достигнутая мощность работы (в среднем на 46 Вт), МОД (в среднем на 43 л), ЧД (в среднем на 12,2 цикла в минуту), ПК (в среднем на 779 мл/мин),

ЭТ (в среднем на 4061 кал/мин), КП (в среднем на 3,2 мл/уд), ДЭ (в среднем на 3,9 ед.), МПК (в среднем на 787 мл/мин), МПК/кг (в среднем на 8,3 мл/мин*кг), МОД/мощность (в среднем на 0,07 л/Вт), ПК при ПАНО (в среднем на 871 мл/мин), нагрузка при ПАНО (в среднем на 49 Вт). В то же время у них статистически значимо выше КИО2 (в среднем на 4,1 мл/л), отношение ЧСС/мощность (в среднем на 0,07 уд/Вт) и отношение САД/мощность (в среднем на 0,07 мм/Вт). В целом у «северян» на фоне меньшей по объему и мощности выполненной нагрузки ниже аэробный и анаэробный потолки и «вентиляционная стоимость» единицы мощности нагрузки, но выше КИО2 и «пульсовая» и «прессорная стоимость» единицы При нагрузке «до отказа» значения ПК как у «южан». мошности работы. так и у «северян» составляют одинаковую долю от МПК (98,6%). Уровень ПАНО достигается у «южан» при ПК 90,8% от МПК, а у «северян» при ПК 86,9% от МПК, т.е. анаэробный порог у них наступает раньше. Примечательно также, что у «южан» только трое из 24 лиц (12,5%) не достигли ПАНО, а у «северян» шестеро из 20 обследованных лиц (30,0%) не достигли ПАНО, что говорит о более низком потолке переносимости нагрузки.

Значения КИО2 и КПД при нагрузке 200 Вт у «южан» и «северян» близки. Но при работе «до отказа» у всех лыжников КПД несколько увеличивается, а КИО2 снижается, причем у «северян» оно статистически значимо выше, чем у «южан», что говорит о повышенной эффективности функций внешнего дыхания, как компенсирующем механизме в связи с меньшими резервами респираторной системы у «северян».

Содержание лактата в крови в покое у «южан» и у «северян» практически одинаково (табл. 5.4) и при нагрузке оно значимо возросло примерно в 4,3 раза. В покое концентрации метаболитов оксида азота в сыворотке крови у лыжников в сопоставляемых группах также не различались. При нагрузке в группе «южан» статистически значимо возросло содержание NOx и имелась тенденция к увеличению NO2 и NO3. У «северян» при нагрузке имелась лишь тенденция к снижению NOx и NO3. При этом у «северян» при нагрузке по сравнению с «южанами» статистически значимо ниже содержание NOx и NO3.

Большинство показателей ВСР у лыжников, живущих на разных широтах, мало различаются. Однако по некоторым показателям выявляются широтные различия (рис. 5.1). Так у «северян» по сравнению с «южанами» статистически значимо выше значения VLF, IC, но ниже значение HF,%, что говорит о большем вкладе симпатической нервной системы и высших вегетативных центров в регуляции ритма сердца, а также о неоптимальным уровне регуляции у «северян».

Таблица 5.4 - Содержание лактата и метаболитов оксида азота у лыжников (M±SD)

Показатели	Состояние	«Южане» (n=12)	«Северяне» (n=10)	Уровень различий, Р
Лактат,	Покой	$1,6\pm0,27$	1,9±0,60	>0,05
ммоль/л	Нагрузка	$7,0\pm1,28**$	8,0±0,94**	>0,05
NOx,	Покой	24,9±4,84	26,2±3,47	>0,05
ммоль/л	Нагрузка	31,2±5,19**	$24,9\pm4,10$	< 0,002
NO2,	Покой	11,6±4,15	12,8±3,16	>0,05
ммоль/л	Нагрузка	$14,1\pm3,80$	$14,0\pm3,47$	>0,05
NO3,	Покой	13,4±4,84	13,4±2,65	>0,05
ммоль/л	Нагрузка	$17,1\pm4,42$	$10,9\pm3,16$	< 0,001

Примечание: ** звездочками обозначены статистически значимые сдвиги показателей от покоя к нагрузке (P<0,01)

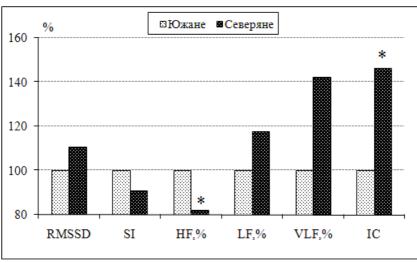


Рисунок 5.1 - Показатели вариабельности сердечного ритма у лыжников в покое лежа. Значения вариабельности сердечного ритма у «Северян» даны по сравнению с «Южанами». * - P<0,05.

Проделанное нами исследование организма высокотренированных лыжников (1-й разряд и кандидаты в мастера спорта) на Европейском Севере показало, что если в покое две сопоставляемые выборки спортсменов близки друг к другу по антропометрическим и некоторым

физиологическим показателям кровообращения и дыхания, то большие физические нагрузки, как стандартные, так и нагрузки «до отказа» выявляют различия в организме «южан» и «северян», несомненно связанные с широтным фактором.

При нагрузке 200 Вт (табл. 2) параметры гемодинамики и КП четко отреагировали на широтный фактор. «Гемодинамическая («пульсовая» и «прессорная») стоимость» стандартной физической нагрузки оказалась выше у «северян». При этом большая доля уровня ПК от МПК (почти на 10%) означает, что у «северян» в гораздо большей степени задействованы резервы кислородтранспортных систем. И по относительному приросту у «северян» по сравнению с «южанами» видна заметная прибавка «пульсовой» и «прессорной стоимости» физической «респираторной» и «кислородной стоимости» выявляется противоположная тенденция, поскольку у «северян» приросты показателей дыхания и ПК менее выражены. Более выраженное уменьшение прироста КП у «северян» свидетельствует о более существенном снижении у них эффективности кардиореспираторной системы.

В тесте «до отказа» в большинстве случаев значения ДК у лыжников превышали единицу, что свидетельствует о преодолении почти всеми спортсменами респираторного анаэробного порога.

Интересной, на наш взгляд, находкой является тот факт, что у «южан» при максимальной нагрузке «до отказа» преобладает респираторный тип адаптации, направленный на расходование резервов в системе внешнего дыхания, а у «северян» как при стандартной, так и при максимальной нагрузках на первое место выступает циркуляторный тип адаптации с усиленным расходованием резервов в системе центральной гемодинамики.

Многие показатели ВСР в покое у лыжников Республики Коми близки к значениям ВСР у лыжников Норвегии, России и Швейцарии (Schafer et al, 2015). По некоторым параметрам ВСР выявлены широтные различия (рис.5.1).

Из литературы известно, что в норме при физических нагрузках система обмена оксида азота существенно активизируется (Манухина, Малышев, 2000; Осипенко, 2014). Отсутствие такой реакции и даже тенденция к снижению NOx (P=0,08) и NO3 (P=0,06) при велоэргометрическом тестировании у «северян» свидетельствуют о недостатках в системе продукции оксидов азота и об ухудшении адаптивных процессов организма при тренировке в условиях высоких широт.

Нам представлялось интересным сравнить спортивную успешность лыжников из сопоставляемых выборок. На Всероссийских соревнованиях «Сыктывкарская лыжня» 28 ноября 2017 года «южане» преодолели дистанцию 10 км в среднем за 28,29 мин, а «северяне» за 28,39 мин. Анализ спортивных 68

результатов лыжников по статистике выступлений по РУС/ФИС в последующем тренировочно-соревновательном периоде показал, что по числу штрафных баллов «северяне» также близки к «южанам». Возникает вопрос — почему «северяне» с более низкими значениями МПК и ПАНО не уступают «южанам» в беге на лыжах? Тут уместно привести следующие объяснения. Как известно из литературы (Сейлер, 2007), на многокилометровых дистанциях нагрузка у лыжников гораздо ниже МПК — у элитных спортсменов она не превышает 80-90% МПК. Это позволяет на дистанции соперничать лыжникам с разным уровнем МПК. И, как было отмечено выше, у «северян» при максимальной нагрузке «до отказа» есть одно преимущество — у них статистически значимо выше значение КИО2, что позволяет им более эффективно извлекать кислород из альвеолярного воздуха. Меньшая масса (в среднем на 3,3 кг) тела также дает определенные преимущества «северянам» (лыжник выполняет меньшую физическую работу на дистанции).

Увеличивающийся с продвижением на Север к полюсу дефицит тепла и воздействие других неблагоприятных факторов высоких 2000; Хаснулин (Кривощеков, Охотников, И др., 2015) дополнительному напряжению организма спортсменов и интенсификации расходования физиологических резервов в одной из наиболее уязвимых для северян системе кровообращения, ограничивают максимальные возможности организма при работе «до отказа». Не случайно у «северян» заметно снижена физическая работоспособность (по объему выполненной физической работы на велоэргометре и достигнутой мощности, значениям МПК и ПАНО).

Широтный фактор, определяемый целым комплексом климатических составляющих в пределах Европейского Севера, проявляет свое негативное влияние не только на организм обычных жителей разных широт в пределах Севера (Солонин, 1996; Солонин, 2017), но и на организм физически высокотренированных лыжников при продвижении к полюсу всего на 4 градуса географической широты (около 600 км). Неоднократно было доказано, что у жителей Севера в связи с широтой и усилением холодового фактора возрастает смертность от болезней органов кровообращения (Хаснулин и др., 2015). А широтные влияния на сердечно-сосудистую заболеваемость проявляются даже в пределах США (Rich et al, 2007) и сказываются в целом на уровне здоровья по данным статистики ряда стран мира (Mindell et al, 2017). Недавно было показано, что даже организм мужчин-северян весьма чувствителен атмосферным геомагнитным факторам (Марков и др., 2013).

Таким образом, широтный фактор оказывает негативное влияние на физическую работоспособность и кардиореспираторную систему у высокотренированных спортсменов лыжников Республики Коми.

ГЛАВА 6 ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ В ГОРАХ НА ОРГАНИЗМ ЛЫЖНИКОВ-СЕВЕРЯН

Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Потолицына Н.Н., Черных А.А.

Данные о влиянии тренировки в горах в условиях гипоксии на спортивные результаты противоречивы (Швеллнус,2011; Иссурин, 2016). При гипоксии и гипоксемии почки вырабатывают эритропоэтин, который воздействует на костный мозг и усиливает продукцию эритроцитов, улучшая доставку кислорода к тканям. Но при этом надо учитывать неблагоприятное влияние гипоксемии на скелетные мышцы, миокард, сосуды легких и головной мозг. Применение управляемой гипоксии для улучшения спортивных результатов разными авторами приводит подчас к противоположным выводам. Международный олимпийский комитет не запрещает, но и не одобряет этот метод.

С целью проверки гипотезы о возможном влиянии горной гипоксии на функциональные возможности и физическую работоспособность спортсменов из Республики Коми случайным методом были отобраны и проанализированы материалы физиологических исследований 25 лыжников-гонщиков мужского пола в возрасте от 15 до 35 лет, с высокой степенью тренированности - от 1-го взрослого разряда до мастера спорта.

Первое исследование было проведено в конце лета — начале осени; второе — после 2-3-недельной тренировки в Алтайских горах на высотах около 2 км осенью (сентябрь - октябрь) на первой неделе после спуска с гор; третье — через месяц после тренировки в горах. Между обследованиями спортсмены выполняли запланированные тренировки на лыжероллерах по месту жительства, бег с имитацией и т.д. Все три исследования проходили в Сыктывкаре в одном и том же помещении с комфортными условиями микроклимата, на одном и том же оборудовании и осуществлены теми же самыми исследователями в первой половине дня.

Изучены физиологические показатели и параметры физической работоспособности в тесте «до отказа» с помощью эргоспирометрической системы Oxycon Pro (Erich Jaeger, Германия). Лыжники выполняли работу на велоэргометре, начиная со 120 Вт, со ступенчатым приростом нагрузки на 40 Вт каждые две минуты при частоте педалирования 60 об/мин. У них регистрировали электрокардиограмму и частоту сердечных сокращений, дыхательный объем частоту дыхания, объем, минутный дыхания, потребление кислорода, выделение углекислоты дыхательный коэффициент, кислородный пульс И дыхательный эквивалент. 70

максимальное потребление кислорода. Систолическое и диастолическое артериальное давление по Короткову определяли в покое и в ходе нагрузки. Рассчитывали энерготраты, удельную физиологическую стоимость нагрузки на велоэргометре и коэффициент полезного действия работы организма.

В литературе широко используются понятия о «физиологической стоимости работы» (Розенблат, Солонин, 1980), об «энергетической мышечной работы» (Волков, Савельев, «энергетической» и «пульсовой стоимости упражнений» (Булгакова и др., 2003), «энергетической стоимости физических упражнений» (Земцова, настоящей работе понятия 2010). МЫ вводим физиологической стоимости физической нагрузки» (пульсовой, прессорной, респираторной, вентиляционной, кислородной, энергетической), показатели которых получаются путем деления абсолютных значений физиологических параметров при нагрузке на мощность механической работы. На наш взгляд, они позволяют судить о том, во что обходится организму человека единица мощности работы.

Забор крови для биохимического анализа осуществляли утром натощак из локтевой вены при помощи одноразовых систем (вакутайнеры "Bekton Dickinson BP", Англия). В плазме крови на биохимическом анализаторе Chem Well-2900 (США) микрометодом иммуноферментного анализа определяли содержание глюкозы, лактата, общего холестерина, триглицеридов, аспартатаминотрансферазы (AcAT), аланинаминотрансферазы (AлAT), общего белка и мочевины. Содержание гемоглобина в крови определяли гемиглобинцианидным методом.

Полученные материалы обработаны статистически с помощью программы Biostat. Распределение изученных показателей приближалось к нормальному, поэтому при обработке материала рассчитывали средние арифметические и стандартные отклонения. Сравнение проводили методом связанной выборки, используя t критерий Стьюдента. Статистически значимыми различиями считали при P < 0.05. Проводили также корреляционный анализ по Пирсону (параметрический метод).

Вначале мы сравнили результаты у лыжников разного возраста (подростки (n=4), юноши (n=13), взрослые (n=8)) и, соответственно, с разной степенью тренированности. Между этими подгруппами наблюдались различия по абсолютным значениям мощности нагрузки, МПК/кг, КПД и др. Но обнаруженные изменения показателей под влиянием горной тренировки в ту или другую сторону не были связаны ни с возрастом, ни с уровнем их спортивного мастерства. Поэтому мы объединили всех спортсменов в одну группу. Данные, полученные при

велоэргометрическом тестировании, представлены в таблице 6.1. видно, по всем показателям не обнаружено статистически значимых различий между результатами в разные моменты исследований. С учетом важности знаний об индивидуальных реакциях человека на различные факторы (Зенченко и др., 2013) мы провели проверку изучаемых показателей у отдельных лиц. При анализе индивидуальных данных выявляется, что на первой неделе после гор по достигнутой мощности нагрузки у восьми человек не было изменений, у девяти человек наблюдалось повышение, а у восьми снижение. По уровню МПК/кг у пяти человек не было изменений, у восьми было повышение, у 12 - снижение. По значениям КПД у девяти лиц не было изменений, у девяти - повышение, у снижение. Через месяц после гор по мощности выполняемой нагрузки у восьми человек не было изменений, у семи лиц наблюдалось повышение, а у пяти - снижение. По уровню МПК/кг у пяти человек не было изменений, у семи лиц было повышение и у восьми - снижение. По значениям КПД у трех человек не было изменений, у девяти было повышение, а у восьми - снижение.

Таблица 6.1 - Максимальные функциональные показатели в конце велоэргометрической нагрузки и ее удельная физиологическая стоимость у лыжников до и после тренировки в горах (M±SD)

После тренировки в горах До тренировки в горах Показатели На первой неделе Через месяц n=25n=25n=20Индекс массы тела, кг/м² $22,4\pm1,61$ $22,7\pm1,52$ $22,8\pm1,87$ ЧСС в покое сидя, 57±7,1 53±8.4 54 ± 8.8 уд/мин Достигнутая мощность 344±48,9 $342\pm48,3$ 350 ± 44.7 нагрузки, Вт Время выполнения $11,9\pm2,18$ $12,1\pm2,02$ $12,5\pm2,31$ нагрузки, мин ЧСС, уд/мин 179±19,6 $178\pm20,5$ $180\pm12,7$ Систолическое АД, мм 193±21,3 191±17,6 193±18,6 рт.ст. Диастолическое АД, мм 76 ± 23.5 82 ± 23.2 70 ± 29.9 рт.ст. ЧД, цикл/мин $54\pm15,7$ 53±15,4 49±12,1

Табл.6.1 - Продолжение

	До тренировки	После тренировки в горах		
Показатели	в горах n=25	На первой неделе n=25	Через месяц n=20	
ДО, мл	2829±499	2830±422	2950±444	
МОД, л	148±33,8	146±36,7	143±28,8	
ПК, мл/мин	4213±598	4244±597	4329±623	
ЭТ, кал/мин	21606±3197	21726±3250	22235±3296	
ДК	1,06±0,08	1,05±0,08	1,07±0,07	
КП, мл/уд	23,3±2,95	23,7±3,56	24,1±3,69	
КИО2 (ПК/МОД), мл/л	29,5±5,57	30,4±6,58	31,1±5,37	
ДЭ (МОД/ПК)	33,4±5,9	32,8±6,3	31,8±5,4	
МПК, мл/мин	4376±618	4346±569	4403±551	
МПК/кг, мл/мин*кг	62,3±8,40	61,4±8,02	62,3±7,21	
Пульсовая (сердечная) стоимость нагрузки, уд/Вт	0,53±0,07	0,53±0,08	0,52±0,07	
Прессорная стоимость нагрузки, мм/Вт	0,57±0,11	0,58±0,12	0,56±0,11	
Респираторная стоимость нагрузки, цикл/Вт	0,16±0,05	0,15±0,05	0,14±0,04	
Объемно-дыхательная стоимость нагрузки, мл/Вт	8,3±1,37	8,3±1,25	8,5±1,52	
Вентиляционная стоимость нагрузки, л/Вт	0,43±0,08	0,42±0,08	0,41±0,07	
Кислородная стоимость нагрузки, мл/Вт	12,4±1,17	12,4±0,85	12,4±1,09	
Энергетическая (калорическая) стоимость нагрузки, кал/Вт	63,5±6,08	63,3±4,26	63,6±5,56	
КПД, %	22,8±2,47	22,8±1,60	22,7±1,84	

В большинстве случаев значения ДК у лыжников в тесте «до отказа» превышали единицу, что свидетельствует о преодолении подавляющим большинством участников тестирования респираторного анаэробного порога. Уровень нагрузки на последней минуте работы по ПК соответствует примерно 96,3% МПК до тренировки в горах, 97,6% МПК на первой неделе после тренировки и 98,3% МПК через месяц после тренировки в горах. Сравнение показывает, что осенняя гипоксическая тренировка в горах неоднозначно влияет на максимальные функциональные способности разных спортсменов и удельную физиологическую стоимость велоэргометрической нагрузки.

Исходная ЧСС у лыжников (меньше 60 уд/мин) гораздо ниже, чем у мужчин-северян (около 70 уд/мин) (Солонин, 1997), что дополнительно характеризует их высокую тренированность. Хотелось бы обратить внимание на тенденцию (без статистической значимости) к снижению разницы между максимальной ЧСС и ЧСС в покое с 127±1,7 уд/мин перед тренировкой в горах до 123±1,8 уд/мин после нее. Это может свидетельствовать о снижении хронотропного резерва сердца под влиянием гипоксической горной тренировки.

Исходя из полученных ранее данных (Солонин, 1987) о роли исходного состояния физиологических функций в реакциях на физическую нагрузку, мы провели корреляционный анализ, который показал, что невысокая и статистически незначимая связь максимальной рабочей и исходной ЧСС (r=0,360; P>0,05) до поездки в горы становится еще слабее после гор (r=0,152; P>0,05).

Между рабочей ЧСС и уровнем САД до гор обнаруживается обратная невысокая и незначимая связь (r = -0.342; P > 0.05), которая совсем исчезает после гор (r = -0.049; P > 0.05). Вместе с тем, при нагрузке «до отказа» ЧСС хорошо коррелирует с уровнем потребления кислорода до гор (r = 0.719; P < 0.01) и после гор (r = 0.529; P < 0.05).

Анализ спортивных результатов лыжников по статистике выступлений РУС/ФИС показал, что в подгруппе со снижением МПК/кг после горной тренировки число штрафных баллов составило 410 ± 128 , а в подгруппе с повышением или отсутствием реакции МПК/кг - 245 ± 68 (различия статистически значимы при P<0,01).

Данные биохимических исследований крови представлены в таблице 6.2. По содержанию глюкозы, лактата, общего холестерина, триглицеридов, AcAT и общего белка у лыжников до тренировки и после тренировки в горах не было различий. Следует только отметить, что у спортсменов как до поездки, так и после нее несколько повышено содержание лактата в крови, что является симптомом гипоксии у лиц, 74

испытывающих большие физические нагрузки. После тренировки в горах у статистически значимо возросло содержание гемоглобина, АлАТ и мочевины. При индивидуальном анализе выявлено, что если содержание мочевины у 17 человек повышалось, а у семи снижалось, то у подавляющего большинства спортсменов содержание гемоглобина (у 21) и АлАТ (у 20) повышалось. Существенное увеличение гемоглобина после горной тренировки является вполне ожидаемым результатом, поскольку высотная гипоксия активизирует красный росток костного мозга, и, по данным литературы (Badau et al, 2016), это сопровождается ростом числа эритроцитов и гемоглобина. Возрастание содержания АлАТ при увеличении концентрации мочевины и отсутствии реакции AcAT может свидетельствовать об усилении использования аминокислот при гипоксии и больших нагрузках горах, когда исчерпываются резервы углеводов.

Таблица 6.2 - Содержание биохимических показателей в венозной крови (утром натощак) у лыжников до и после тренировки в горах (M±SD)

J P C III II W I C EX WIN J VI E I I I I	- /1-	penniperini repun (1/1	/
	До	На первой неделе	
Показатели	тренировки в	после тренировки	P
Tiokasaresin	горах	в горах	1
	n=24	n=24	
Гемоглобин, г/л	149±7,8	165±13,9	<0,001
Глюкоза, ммоль/л	4,30±0,49	4,38±0,54	>0,05
Лактат, ммоль/л	2,50±0,89	2,41±0,44	>0,05
Общий холестерин,	4,51±0,68	4,58±0,71	>0,05
Триглицериды,	0,69±0,25	0,83±0,22	>0,05
АсАТ, Ед/л	23,9±9,16	26,0±5,51	>0,05
АлАТ, Ед/л	22,6±6,15	37,2±5,51	<0,001
Общий белок, г/л	74,5±4,35	75,2±5,10	>0,05
Мочевина, ммоль/л	4,33±1,18	5,40±1,38	<0,05

Корреляционный анализ биохимических показателей обнаружил слабую и незначимую связь содержания АлАТ и мочевины до гор (r=0,322; P>0,05) и дальнейшее её ослабление после гор (r=0,107; P>0,05). Уровень гемоглобина умеренно коррелирует с содержанием АлАТ до гор (r=0,407; P>0,05)

P<0,05) и слабее связан с ним после гор ($r=0,297;\ P>0,05$). Содержание гемоглобина слабо коррелирует с МПК до гор ($r=0,255;\ P>0,05$) и эта связь становится отрицательной после гор ($r=-0,187;\ P>0,05$). Приведенные коэффициенты корреляции физиологических и биохимических параметров показывают, что теснота корреляционных связей между ними после гор во всех случаях становится ниже, чем до гор, что, на наш взгляд, может свидетельствовать о признаках дискоординации физиологических процессов в организме под влиянием гипоксической горной тренировки.

обзорной работе (Bailey, Davies, 1997) положительные эффекты высотной тренировки на метаболизм мускулокардиореспираторные условия транспорта и утилизации кислорода, так и отрицательные влияния, состоящие в уменьшении сердечного выброса и кровотока в скелетных мышцах и склонности к риску развития горной болезни, отеку легких, аритмии сердца и церебральной гипоксии. В более поздних работах были получены противоречивые данные. Венгерские исследователи (Koch, Raschka, 2005) показали, что умеренная 10-дневная 19 волонтеров 1700 тренировка на высоте работоспособность к концу тренировки, и она остается повышенной через четыре недели после спуска с гор. Румынские авторы (Badau et al, 2016) на высоте 1500-1700 м тренировали 10 биатлонистов в течение 28 дней, и нашли существенное повышение в крови эритроцитов, гемоглобина, МПК, улучшение биохимических кислородного пульса И показателей посттренировочном периоде. Французские исследователи (Schmitt et al, 2008) обследовали 11 лыжников-северян на высоте 1200 м в гипоксической комнате (содержание кислорода в воздухе соответствовало высоте 2500-3000 м) и пришли к выводу, что через 2 недели у них не изменились производительность работы в ваттах и МПК. Турецкие авторы (Orhan et al, 2010), обследовавшие девять женщин и 10 мужчин в лыжном лагере на высоте 1880 м, сделали заключение, что умеренная горная тренировка в течение 5 суток не влияет на респираторные параметры в покое и при форсированном дыхании через 10 дней после возвращения на высоту 856 м.

Полученные нами результаты согласуются с данными французских и турецких исследователей об отсутствии однозначного эффекта осенней горной гипоксической тренировки на физическую работоспособность и максимальные функциональные возможности лыжников-гонщиков. Но этот может иметь двоякое значение. С одной стороны, тренировка в функциональные горах улучшает максимальные возможности другой стороны, лыжников-гонщиков. она И не ухудшает поддерживая уровень тренированности, достигнутый в летне-осенний период. Наши данные, полученные после горной тренировки, согласуются с 76

выводами румынских исследователей только в части повышения гемоглобина. По МПК и кислородному пульсу мы не наблюдали заметного эффекта. Отсутствие однозначного результата действия на организм горной тренировки, возможно, связано и с тем, что в сентябре-октябре произошло наложение адаптивных процессов к гипоксии в горах и сезонных климатических перестроек в условиях Севера.

Таким образом, осенняя гипоксическая тренировка в горах Алтая неоднозначно влияет на физическую работоспособность, максимальные функциональные возможности и удельную физиологическую стоимость велоэргометрической нагрузки у разных лыжников Республики Коми. В целом по выборке не выявлено статистически значимых различий.

В первые дни после тренировки в горах в крови лыжников статистически значимо повышается содержание гемоглобина, АлАТ и мочевины, что свидетельствует об активизации кроветворения и белкового обмена; отмечаются признаки дискоординации физиологических процессов в организме (по данным корреляционного анализа); у лиц с положительной динамикой МПК/кг после горной тренировки В последующем обнаружена тренировочно-соревновательном более сезоне высокая спортивная результативность по статистике выступлений.

ГЛАВА 7 СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА ЭЛИТНЫХ СПОРТСМЕНОВ-ЛЫЖНИКОВ В ПЕРИОД СЕЗОННОЙ ПОДГОТОВКИ К СОРЕВНОВАНИЯМ

Дерновой Б.Ф., Прошева В.И.

Одной из актуальных задач, стоящих современной перед физиологией и медициной, остается изучение особенностей адаптации человека к неблагоприятным условиям внешней среды. Во многом это вызвано ростом зимой терминальных событий, в основе которых лежит патология сердца и сосудов (Бойцов и др., 2013; Mohammad, at al., 2018). Установлено, что в холодное время года у человека независимо от состояния здоровья модифицируется деятельность сердечно-сосудистой системы (Бочаров, Дерновой, 2006; Евдокимов и др., 2007; Дерновой, 2016; Дерновой, 2017). Замечено, что модулирующее влияние сезонных природных факторов сохраняется и в период мобилизации организма (Дерновой, Иржак, 2013; Дерновой, 2016; Дерновой, 2017). Вместе с тем, до сих пор, остается мало изученным важный для развития экологической физиологии аспект специфики функционирования сердца и сосудов у северян с высоким уровнем физической подготовки и интенсивно тренирующихся на холоде.

С целью изучения закономерностей функционирования сердечнососудистой системы у высококвалифицированных лыжников-гонщиков при подготовке к соревнованиям в контрастные по температуре сезоны года проведены исследования в период подготовки к национальным соревнованиям (зимой гонки на лыжах, летом на лыжероллерах).

В декабре 2017 г. и в июле 2018 г. (табл.7.1) исследовали одну и ту же группу, состоящую из 16 мужчин (возраст - $30\pm6,7$ лет; рост $177\pm3,1$ см, масса тела зимой $71,6\pm5,6$ кг и летом $70,9\pm5,2$ кг; площадь поверхности тела зимой $1,88\pm0,07$ м² и летом $1,87\pm0,06$ м²), проживающих на Европейском Севере (62° с.ш) в Сыктывкаре.

Таблица 7.1 – Показатели метеорологических условий воздушной среды в контрастные сезоны года

Параметры	Декабрь	Июль
Температура, °С	-7.8	23,8
Атмосферное давление, мм рт.ст.	755	752
Влажность, %	84	60

Примечание: предоставленные данные являются средними значениями в исследуемые периоды.

Испытуемые имели многолетний (от 7 до 17 лет) стаж занятий лыжными гонками (уровень спортивной квалификации - от кандидатов в мастера спорта до мастеров спорта международного класса). Режим и объем сезонных тренировок у спортсменов при подготовке к соревнованиям традиционно высок. Так за предшествующие три недели до исследований тренировочный режим по сезонам соответствовал шести тренировкам в неделю по два-три часа в день, с преодолением расстояния зимой на лыжах, а летом - бег на лыжероллерах или кроссы в среднем по 25-30 км за время тренировки. В день исследований жалоб на плохое самочувствие и объективных отклонений здоровье V испытуемых Инструментальные исследования сердечно-сосудистой системы проводили до приема пищи и тренировок, с 12 до 14 часов дня, в условиях кабинета функциональной диагностики при температуре в помещении зимой 20.0±1.5°С и влажности воздуха 55%, а летом 24.5±1.3 °С, и 68% соответственно.

Исследования проводили с соблюдением этических медикобиологических норм, изложенных в Хельсинской декларации и Директивах Европейского сообщества. Обследуемые предварительно были информированы о целях, задачах, методах проводимых исследований, о существующей возможности отказаться от дальнейшего участия на любом из этапов работ. Свое добровольное согласие на участие в исследовании испытуемые подтверждали письменно.

Эхокардиографическое исследование испытуемых проводили в положении лежа на левом боку, после стабилизации ритма сердца, общепринятым методом (Шиллер, Осипов, 1993) из парастернального и апикального доступа по короткой и длинной оси сердца кардиологическим датчиком 2-5 Мгц с помощью ультразвукового сканера MyLab Class C ESAOTE, (Италия). Методом эходопплеркардиографии (ЭхоКГ) в М и В режиме измеряли в миллиметрах (мм) морфометрические параметры конечно-диастолический размер левого желудочка (КДрЛЖ), конечно-систолический размер левого желудочка (КСрЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (ТМЖПд) и в систолу (ТМЖПс), толщину задней стенки левого желудочка в диастолу (ТЗСЛЖд) и в систолу (ТЗСЛЖс), диастолический размер полости правого желудочка (ДрПрЖ), толщину свободной стенки правого желудочка (ТПрЖ), передне-задний размер полости левого предсердия (дЛПр), продольный и поперечный размер правого предсердия (дПрПр), диаметр корня аорты в систолу (дАо), диаметр корня легочной артерии в систолу (дЛег). Линейную скорость кровотока в корне аорты (VAo), линейную скорость кровотока в корне легочной артерии (VЛег), трансмитральный кровоток раннего (VEм) и

диастолического позднего (VA_M) наполнения левого желудочка, транстрикуспидальный кровоток раннего (VETp) и позднего (VATp) диастолического наполнения правого желудочка, измеряли в режиме импульсного допплеровского исследования в м/с. Скорость регургитации на трикуспидальном клапане (VTp) и градиент давления регургитации на трикуспидальном клапане (РТр) измеряли в режиме постоянно-волнового допплеровского исследования в м/с и в мм рт. ст. соответственно, а время кровотока в корне легочной артерии (ТЛег) оценивали по допплеру в мс. Расчеты фракции выброса (ФВ), фракции укорочения левого желудочка (ФУЛЖ), укорочения толщины межжелудочковой перегородки (УтМЖП), толщины задней стенки левого желудочка (УтЗСЛЖ), vкорочения производили в %, частоту сердечных сокращений (ЧСС), измеряемой в c помощью программы, **установленной** определяли эхокардиографе. Ударный объем (УО) в мл, массу миокарда (ММ) в г, индекс массы миокарда (ИММ) - отношение ММ/ППТ в г/м², конечнодиастолический (КДОЛЖ) и конечно-систолический (КСОЛЖ) объемы левого желудочка, измеряемые в мл³, определяли с помощью программы, имеющейся в ультразвуковом сканере по формуле Тейхольца (Райдинг, 2010). Дополнительно рассчитывали соотношение скоростей потоков -VEм/VAм и VEтр/VAтр (Райдинг, 2010). Относительную толщину задней стенки левого желудочка вычисляли по формуле: (ТЗСЛЖдх2)/КДОЛЖ (Lang at al., 2015). Минутный объем кровообращения рассчитывали в л/мин по общеизвестной формуле (Новиков, Новикова, 2017). Систолическое давление в легочной артерии определяли в мм рт. ст. путем суммирования значений градиента давления регургитации на трикуспидальном клапане и градиента давления в полости правого предсердия, принятого за 5 мм рт. ст. для исследуемых, у которых не выявлено увеличения диаметра нижней полой вены и установлено инспираторное коллабирование одноименной вены более чем на 50% (Новиков, Новикова, 2017).

Систолическое и диастолическое артериальное давление измеряли в мм рт. ст. в ходе проведения эхокардиографического исследования с помощью полуавтоматического измерительного прибора «ОМРОН-М1 Plus» (Япония).

Регистрацию электрокардиограммы в 12 стандартных отведениях (Орлов, 1983) осуществляли после эхокардиографического обследования на аппарате FX-3010 «FUKUDA DENSHI» (Япония). Перед началом записи ЭКГ исследуемый находился в положении лежа на спине с наложенными электродами и с закрытыми глазами в течение пяти минут, после чего осуществлялась запись ЭКГ. Амплитудные и временные параметры ЭКГ определяли автоматически в милливольт (мV) и секундах (с) 80

соответственно, а также согласно общепринятым рекомендациям верифицировали измерения методом ручного промера.

На следующем этапе исследования системы кровообращения, утром, натощак, через 14 часов после тренировки, у спортсменов в лабораторных условиях производили забор биоматериала (венозная кровь) и методом электрохемилюминисцентного иммуноанализа определяли в сыворотке крови испытуемых количество N — концевого фрагмента мозгового натрийуретического пептида (В-типа) - N-концевой пропептид (NT-proBNP) в пг/мл (Козлов, Харламова, 2009) на оборудовании "Cobas 601" от производителя Roche Professional Diagnostics (Швейцария).

Статистический анализ проводили с помощью программы "SPSS 17.0". Нормальность распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро—Уилка. Так как некоторые данные не подчинялись закону нормального распределения, результаты описательной статистики представлены в виде медианы (Ме), первого и третьего (Q1 и Q 3) квартилей. Для статистического парного сравнения применяли непараметрический *W*-критерий Вилкоксона (Джонсон, Лион,1980). Различия считали достоверными при уровне значимости р < 0,05.

У исследованных спортсменов отмечена тенденция к снижению показателя ЧСС зимой, который составлял 55 (50; 60) уд/мин., а летом -57 (51; 67) уд/мин. Длительность интервала QRS в холодное время года относительно лета увеличивалась от 0.09 (0.09; 0.10) до 0.10 (0.09; 0.11) с (p=0.0052). Амплитуда зубца SV1 в правом грудном отведении, отражающая терминальный процесс деполяризации миокарда желудочков, повышалась от 0.70 (0.56; 0.89) до 0.84 (0.59; 1.07) мV с (p=0.036). Системная гемодинамика зимой относительно лета характеризовалась меньшими значениями САД 114,0 (108.0; 120.5) против 124.0 (116.5; 127.5) мм рт. ст., с (p=0.0012) и ДАД 49.5 (46.0; 59.0) против 62.5 (54.5; 66.0) мм рт. ст., с (p=0.0009).

В зимний сезон отмечены большие размеры полости левого сердца (см. табл.2). Обнаружено, что в холодное время года увеличиваются скорости раннего кровенаполнения левого желудочка, транстрикуспидального кровотока и время гемодинамики в корне легочной артерии (табл.7.2).

Установленные зимой морфометрические (ТМЖПд, ТЗСЛЖд, ММ, ИММ, ОТС, УтМЖП, УтЗСЛЖ) и функциональные (УО, VTp, PTp) параметры сердца, свидетельствующие об эксцентрической гипертрофии левого желудочка, о большем вкладе в глобальную сократимость левого желудочка свободной стенки миокарда, а так же о повышенном ударном

Таблица 7.2 - Морфофункциональные параметры сердца у высококвалифицированных лыжников-гонщиков (n=16) в контрастные (лето-зима) сезоны года

Параметры	Лето	Зима	n 1
	(Июль)	(Декабрь)	р
дЛПр	39,0 (38,2;39,5)	39,4 (38,8: 41,1)	0,0340 *
КДрЛЖ	54,5 (50,9;56,0)	55,2 (53,8;58,0)	0,0184 *
КСрЛЖ	33,4 (30,9;34,2)	35,6 (33,1;37,1)	0,0280 *
КДОЛЖ	144 (123;154)	149 (140; 166)	0,0110 *
КСОЛЖ	45,6 (37,6;48,0)	53,2 (49,2;58,3)	0,0131 *
VEM	0,76 (0,69;0,79)	0,85 (0,78;0,93)	0,0012 **
VЕтр	0,58 (0,52; 0,60)	0,64 (0,59;0,72)	0,0012**
VАтр	0,34 (0,32;0,36)	0,40 (0,34; 0,45)	0,0059**
ТЛег	350 (338;361)	370 (356;391)	0,0125*

Примечания: 1) данные представлены в виде Медианы (Ме), первого и третьего (Q1 и Q 3) квартилей), Ме (Q1; Q3); 2) ¹Значимость различий определяли по *W*-критерию Вилкоксона; 3) * - p < 0,05, ** - p < 0,01

объеме и сниженной барьерной функции трикуспидального клапана у исследуемых спортсменов (Дерновой, Прошева, 2018) изменились мало в сравнении с летними значениями.

Зимой, в восстановительный период после тренировки, фоновое содержание в сыворотке крови испытуемых NT-proBNP было ниже примерно в три раза, чем летом 8,5 (5,0; 21,0) против 27,0 (15,0;39,5) пг/мл, с (p=0,024).

Обнаруженные В нашем исследовании пониженное эксцентрическая гипертрофия левого желудочка, относительно высокий МОК (за счет УО) у спортсменов-лыжников являются следствием приспособления организма к многолетним интенсивным физическим нагрузкам. Вместе c тем выявленная сезонная асимметрия функционировании кровообращения характеризует системы чувствительность организма к природно-климатическим (Евдокимов и др., 2007; Адаптация человека..., 2012; Гудков и др., 2015; Дерновой, 2016). В частности, установленные зимой относительно лета меньшие значения систоло-диастолического артериального давления и этом направленность к урежению ЧСС при свидетельствовать об усилении влияния вагуса на тонус резистивных сосудов и парасимпатического эффекта блуждающего нерва на сердце. Примечательно, что замеченное ранее (Гудков и др., 2014) у лыжников

большее понижение САД, ДАД и ЧСС зимой было связано с адаптацией организма к повышенным физическим нагрузкам в холодное время года. Однако, как отмечено выше, объем и интенсивность тренировок спортсменов в периоды наших исследований существенно не отличались.

Обнаруженная нами сезонная асимметрия вегетативной регуляции системы кровообращения характерна и для северян, занимающихся баскетболом (Дерновой, Иржак, 2013), и для мужчин с гипертрофией миокарда, вызванной артериальной гипертонией (Бочаров, Дерновой, 2016). В годовом мониторинге участников проекта «Марс-500» было установлено, что период адаптации организма к холоду сопровождается понижением не только показателей системной гемодинамики и хронотропной функции сердца, но и температуры открытых участков тела (Адаптация человека..., 2012). При этом было замечено, что перемены атмосферного давления и относительной влажности воздуха могут повлиять на ЧСС и гемодинамику в обратном направлении.

видно, в характерных для зимы условиях температуры, атмосферы, давления северян влажности V повышается парасимпатический эффект в вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы. Предполагается, что в основе такой закономерности может лежать распространенный y млекопитающих механизм адаптации неблагоприятным условиям окружающей среды, сохранившийся в ходе эволюции в организме человека в рудиментарной форме и проявляющийся в сезонной модификации синергизма вегетативной иннервации системы кровообращения.

зимой Циклическое угнетение жизнедеятельности организма, направленное на выживание вида, ярко выражено у некоторых животных. В это время у зимоспящих млекопитающих снижен обмен веществ, замедлено дыхание, ритм сердца, понижена температура тела. В наступлении такого состояния ведущую роль играет температурный фактор окружающей среды (Egorov at al., 2012). По-видимому, у человека, зимой усиление эффекта вагуса в регуляции сердечно-сосудистой системы является своего рода феноменом, характеризующим сложный для жизнедеятельности организма период адаптации. В этом контексте представляют интерес полученные ранее нами сведения, что мобилизация организма человека в периоды приспособления к новым условиям и физической нагрузке сопровождается усилением влияния вагуса на хронотропную функцию сердца (Дерновой, 2016). Обнаруженные в данной работе сезонные различия ЭКГ у элитных спортсменов-лыжников, так и в исследовании у северян, не занимающихся спортом (Варламова, Бойко, 2018), свидетельствуют о том, что на Севере

при адаптации человека к холоду, затрагивается процесс деполяризации миокарда.

Установленное зимой меньшее содержание в сыворотке крови NT-proBNP, по-видимому, тесно связано с сезонным изменением синергизма вегетативной регуляции системы кровообращения (Johns, Stephenson, 2008; Козлов, Харламова, 2009). При этом, судя по увеличению скорости кардиогемодинамики, полости левого желудочка, времени кровотока в легочной артерии, можно предположить не только об увеличении венозного возврата к сердцу спортсмена, но и о повышении объема циркулирующей крови, обусловленное относительно малым содержанием в крови натрийуретических пептидов (Козлов, Харламова, 2009; Архипова и др., 2012).

Вероятно, зимой у лыжников-гонщиков высокой квалификации, в отличие от мужчин, не занимающихся спортом (Дерновой, 2016), увеличение в покое кардиогемодинамики может свидетельствовать о большей преднагрузке на миокард, вызванной гиперволемией. Вместе с тем, можно предположить, что пониженный зимой относительно лета фоновый уровень NT-ргоВNP, может оказывать и меньшее препятствие развитию гипертрофии и фиброза миокарда в ответ на гемодинамические нагрузки (Levin at al., 1998; Козлов, Харламова, 2009; Архипова и др., 2012).

По-видимому, на Севере в холодное время года подготовка спортсменов-лыжников к соревнованиям сопровождается повышенными требованиями к организму, большим функциональным напряжением сердечно-сосудистой системы и меньшим кардиопротекторным эффектом натрийуретических пептидов.

образом, Таким ДЛЯ сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных лыжников-гонщиков в периоды сезонной подготовки к соревнованиям характерны устойчивые приспособительные структурно-функциональные изменения. При адаптации повышается влияние вагуса на тонус резистивных сосудов, увеличивается кардиогемодинамика и снижается базальная секреторная функция миокарда в ответ на гемодинамические нагрузки.

ГЛАВА 8 ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Ватлин А.В., Гарнов И.О., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Черных А.А.

Морфологические и физиологические особенности организма мужчин и женщин достаточно полно освещены в литературе (Ильин, 2003). Имеются данные и о гендерных различиях у спортсменов (Солодков, Сологуб, 2005), в том числе и у лыжников (Haymes, Dickinson, 1980; Sandbakk et al., 2012, 2014; Hegge et al., 2015, 2016). Однако, эта проблема не теряет актуальности, поскольку гендерные различия могут иметь свои особенности в разных странах, в разных регионах страны, в разных видах трудовой и спортивной деятельности. Нам представляется интересным сравнить физиологический статус мужчин и женщин – представителей лыжного спорта северной Республики Коми.

В Республике Коми, как известно, хорошо развит лыжный спорт в силу традиций местного населения (катание и охота на лыжах зимой) и климатических особенностей территории (длительный период снежного покрова). Выдающиеся достижения наших земляков — мировых звезд лыжного спорта — Р.П. Сметаниной, Н.С. Бажукова, В.П. Рочева и др. также способствовали массовому развитию лыжного спорта в республике. Вместе с тем, проживание в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях с их суровыми природно-климатическими условиями могут негативно влиять на здоровье как обычных жителей-северян (Бойко и соавт., 2007; Солонин и соавт., 2011), так и на спортивные результаты и здоровье спортсменов.

В связи с вышесказанным мы провели сравнение физиологического статуса лыжников-гонщиков сборных команд Республики Коми – мужчин и женщин - с целью изучения гендерных и региональных особенностей их организма.

В изучаемую выборку были взяты лыжники-гонщики высокой спортивной квалификации (от 1-го взрослого разряда до мастеров спорта международного класса) в возрасте от 16 до 34 лет (30 мужчин и 13 женщин). Исследования проведены в подготовительно-тренировочный период летом и осенью. Женщины были обследованы в наиболее работоспособные периоды - постменструальный и постовариальный фазы цикла. Исследования были организованы на базе лаборатории Института

физиологии Коми НЦ УрО РАН в первой половине рабочего дня не ранее чем через сутки после тренировочного дня на лыжероллерах.

У спортсменов общепринятыми методами определяли морфофункциональные, физиометрические и физиологические показатели. Долю жира в теле измеряли с помощью биоэлектрического определителя жировых отложений OMRON BF 302 (Япония). Силу мышц определяли ручным и становым динамометрами. Проводили пробы с задержкой дыхания (Штанге и Генчи). Время простой зрительно-моторной реакции (при 30 предъявлениях раздражителя) измеряли с помощью компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» («Нейрософт», Иваново). Жизненную емкость легких определяли сухим спирометром. Артериальное давление и частоту сердечных сокращений измеряли электронным прибором модели UA-767 (А&D Company Ltd., Япония).

Рассчитывали индекс массы тела, индекс «талия-бедра», динамометрический индекс (сила кисти/масса тела), становой индекс (становая сила/масса тела), жизненный индекс (ЖЕЛ/масса тела), двойное произведение по Робинсону, среднединамическое давление по Хикему, вегетативный индекс Кердо, кардиореспираторный индекс Скибинской.

С помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007» («Медицинские компьютерные системы», Γ. Зеленоград) спортсменов, находящихся в покое лежа в течение 5 минут, регистрировали электрокардиограмму и получали показатели вариабельности сердечного ритма: ЧСС, квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в процентах к общему числу кардиоинтервалов (pNN50), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN), стресс-индекс (SI), суммарную мощность спектра BCP (TP), мощность спектра высоко- (HF), низко- (LF), очень низкочастотного (VLF) и ультра низкочастотного (ULF) компонентов BCP, доли спектров HF, LF, VLF в общей мощности спектров (в процентах), индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), индекс централизации (IC) И показатель (Баевский, Берсенева, активности регуляторных систем Регистрировали показатели дисперсионного картирования электрокардиограммы «Миокард» и «Ритм» (Иванов, Сула, 2008). На спортсменах-северянах эта методика апробирована впервые.

С помощью системы «Oxycon Pro» (Германия) спортсмены были протестированы на велоэргометре с регистрацией и расчетом кардиореспираторных показателей: ЧСС, САД, ДАД, ДП, СДД, ЧД, ДО, МОД, ПК, КИО2, КП, насыщение крови кислородом.

После 5-минутного сидения на велоэргометре в покое спортсменам предъявляли ступенчатые нагрузки с частотой вращения педалей 60 об/мин. Мужчины выполняли нагрузки 50, 100 и 150 Вт длительностью по 5 минут каждая; женщины - 50, 75 и 100 Вт соответственно. Максимальное потребление кислорода (или аэробный потолок) определяли в отдельном исследовании при нагрузке «до отказа», а показатель РWC-170 по методике Карпмана (Карпман и соавт., 1988). Полученные объемные показатели: ДО, МОД, ПК, МПК и РWC-170 в таблицах представлены как в абсолютном (валовом), так и в удельном значении (на единицу массы тела).

Полученные материалы подвергнуты статистической обработке с помощью программ Statistica 6.0 и Biostat 4.03 с проверкой вариационных рядов на характер распределения (по критерию Шапиро-Уилка). Для показателей с нормальным распределением приведены средние арифметические величины со стандартным отклонением (M±SD). Для показателей с асимметричным распределением и высокой вариабельностью приведены медиана (Ме) и 25-75-й процентили. Различия между выборками мужчин и женщин принимали статистически значимыми при P<0,05.

Данные таблицы 8.1 показывают, что сопоставляемые выборки мужчин и женщин идентичны по возрасту. Они также близки по доле лиц с разной спортивной квалификацией. Но у них выявляются существенные различия по многим соматометрическим, физиометрическим и физиологическим показателям.

У женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо ниже в среднем: рост (на 12 см), масса тела (на 15 кг), ИМТ (на 2,2 кг/м²), окружность талии (на 9 см), окружность бедер (на 2,4 см), индекс талия/бедра, сила правой кисти (на 17 кг), сила левой кисти (на 15 кг), динамометрический индекс (на 6%), становая сила (на 57 кг), становой индекс (на 51%), время задержки дыхания на вдохе (12 с) и на выдохе (на 8 с), ЖЕЛ (на 1440 мл), ЖИ (на 7 мл/кг), САД (на 13 мм рт.ст.), СДД (на 6 мм рт.ст.), ИС (на 32 балла). В то же время у женщин статистически значимо выше доля жира в теле (на 7%), время ЗМР (на 20 мс), ВИК (в среднем на 16%). Не выявлено гендерных различий в покое по значениям ДАД, ЧСС и ДП.

По большинству показателей ВСР (табл. 8.2) статистически значимых гендерных различий не установлено и их значения лежали в границах нормативов параметров. Выявлено, что у мужчин-лыжников ЧСС существенно ниже, чем у женщин. Возможно, такой уровень ЧСС у мужчин обусловлен существенным влиянием парасимпатического звена

Таблица 8.1 - Сравнение соматометрических, физиометрических и физиологических показателей у лыжников разного пола (M±SD)

азиологических показател	теи у лыжников ј	разного пола (м	<u> エSD) </u>
Показатели	Мужчины	Женщины	Уровень
Показатели	n=30	n=13	различий, Р
Возраст, лет	21,9±4,21	21,6±5,65	С.Н.
Рост, см	177,1±4,90	165,5±5,72	<0,001
Масса тела, кг	71,9±7,58	56,6±4,52	<0,001
ИМТ, кг/м ²	22,9±1,81	20,7±1,59	<0,001
Доля жира в теле, %	10,8±3,13	17,4±4,41	<0,001
Окружность талии, см	75,0±4,05	65,9±2,75	<0,001
Окружность бедер, см	92,4±4,38	90,0±3,34	<0,05
Индекс талия/бедра	0,81±0,04	0,73±0,04	<0,001
Сила правой кисти, кг	48,9±6,45	31,9±4,50	<0,001
Сила левой кисти, кг	45,8±5,43	30,6±4,94	<0,001
ДИ, %	68,2±7,33	57,1±10,51	<0,01
Становая сила, кг	138,7±26,4	81,7±14,5	<0,001
Становой индекс, %	198,1±32,8	146,8±29,6	<0,001
Проба Штанге, с	77,1±21,04	64,9±15,75	< 0,05
Проба Генчи, с	43,1±14,77	35,0±9,94	< 0,05
Время зрительно- моторной реакции, мс	192±22,1	212±18,4	<0,01
ЖЕЛ, мл	4995±575	3554±345	<0,001
ЖИ, мл/кг	69,8±7,33	62,8±6,40	<0,01
САД, мм рт.ст.	126±9,8	113±8,8	<0,001
ДАД, мм рт.ст.	68±8,8	64±5,2	С.Н.
ЧСС, уд/мин	54±9,1	58±5,7	С.Н.
ДП, усл. ед.	67±13,7	65±6,8	С.Н.
СДД, мм рт.ст.	87±8,1	81±4,3	<0,001
ВИК %	-27,9±21,6	-11,9±14,4	<0,01
ИС, баллы	73±25,2	41±13,3	<0,001

Примечание: Здесь и в последующих таблицах «с.н.» – статистически незначимые различия.

Таблица 8.2 - Показатели вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования электрокардиограммы у лыжников разного пола (Медиана и 25-й и 75-й центили)

Показатели	Нормы	Мужчины n=12	Женщины n=10	Уровень различий, Р
ЧСС, уд/мин	55-75	56 (53-58)	68 (60-72)	<0,01
RMSSD, MC	20-50	68,5 (56-86)	51,5 (40-73)	С.Н.
pNN50, %		46,2 (37-52)	33,8 (20-59)	С.Н.
SDNN, MC	40-80	71,9 (63-102)	68,7 (51-72)	С.Н.
SI, усл. ед.	50-150	30,5 (23-44)	46,5 (34-83)	С.Н.
TP, mc ²	1000- 2500	4682 (3493-9491)	3460 (2239-4571)	С.Н.
HF, Mc ²		1488 (1043-1894)	935 (699-2463)	С.Н.
LF, Mc ²		2344 (1069-4439)	1026 (689-1703)	<0,05
VLF, Mc ²		501 (379-1193)	391 (336-566)	C.H.
ULF, Mc ²		524 (162-808)	292 (165-647)	С.Н.
HF, %	15-30	30,1 (21-49)	44,4 (34-49)	С.Н.
LF, %	15-40	49,9 (37-64)	37,0 (31-50)	С.Н.
VLF, %	15-30	13,8 (9-17)	16,8 (14-18)	С.Н.
LF/HF		1,80 (0,78-3,08)	0,86 (0,63-1,50)	С.Н.
ІС, усл. ед.	до 2,5	2,33 (1,04-3,60)	1,25 (1,04-1,98)	С.Н.
ПАРС, баллы	до 3	6,0 (3,7-7,0)	4,0 (2,2-5,0)	< 0,05
Миокард, %	до 15	14,0 (13,5-15,0)	14,0 (11,5-14,7)	С.Н.
Ритм, %	до 20	27,5 (9,7-36,7)	12,5 (4,7-27,5)	< 0,01

вегетативной нервной системы на ритм сердца (на это указывают значения параметров ВСР). У обследованных спектральных временных И спортсменов выявлена статистически дстоверная разница по абсолютному мощности LF, отражающего диапазона влияния симпатического, так и парасимпатического отделов ВНС. Величина ПАРС, отражающая степень напряжения регуляторных систем и функциональные резервы организма, у мужчин значимо выше, что свидетельствует о существенном напряжении регуляторных систем. Данный факт подтверждается и индексом ДК ЭКГ «Ритм». Схожие данные были получены у мужчин-лыжников Удмуртии (Шлык, Гаврилова, 2016). Индекс ДК ЭКГ «Миокард», количественно оценивающий состояние миокарда, у

мужчин и женщин находился в пределах норматива. Группа авторов из разных стран (Schafer et al., 2015) у элитных лыжников не выявила существенных половых различий по показателям ВСР в покое, за исключением индекса LF/HF.

В положении сидя на велоэргометре (табл. 8.3) у женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо выше (в среднем): ЧСС (на 14 уд/мин), ДП (на 11 усл.ед.) и ниже ДО (на 109 мл), МОД (на 2,6 л), ПК (на 116 мл/мин), КП (на 3,6 мл/уд), насыщение крови кислородом (на 1,3%). Не было различий по САД, ДАД, СДД, ЧД, КИО2, ДО/кг и МОД/кг.

Таблица 8.3 - Сравнение функциональных показателей при нагрузочном

тестировании на велоэргометре у лыжников разного пола (M±SD)

Показатели	нагрузки	Мужчины	Женщины	Уровень
		n=30	n=13	различий, Р
ЧСС,	покой	50±7,6	$64\pm6,0$	< 0,001
уд/мин	50 BT	83±11,0	$103\pm 9,8$	< 0,001
	100Вт	98±12,0	132±14,2	< 0,001
САД,	покой	110±10,7	104±10,2	С.Н.
мм рт.ст.	50 BT	116±9,9	$116\pm13,0$	С.Н.
	100Вт	129±11,1	$126 \pm 17,5$	C.H.
ДАД,	покой	74±8,4	70±8,7	С.Н.
мм рт.ст.	50 BT	$71\pm10,1$	$71\pm7,2$	С.Н.
	100Вт	68±7,4	69±11,6	C.H.
ДП,	покой	55±10,3	$66\pm10,5$	< 0,01
усл. ед.	50 BT	95±16,8	119±19,6	< 0,001
	100Вт	126±18,8	166±30.3	< 0,001
СДД,	покой	86±7,7	81±8,4	С.Н.
мм рт.ст.	50 BT	86±8,7	$86 \pm 7,4$	С.Н.
	100Вт	90±8,3	88±12,3	С.Н.
ЧД,	покой	17,1±3,52	15,5±4,03	С.Н.
цикл/мин	50 BT	18,9±3,77	23,2±4,93	< 0,01
	100Вт	21,4±3,00	$26,1\pm6,76$	< 0,05
ДО,	покой	670±160	561±165	< 0,05
МЛ	50 BT	1460±240	1089±120	< 0,001
	100Вт	1760±240	1518±238	< 0,01
ДО,	покой	9,3±2,22	9,9±2,91	С.Н.
мл/кг	50 BT	20,3±3,33	$19,2\pm2,12$	С.Н.
	100Вт	24,5±3,33	$26,8\pm4,20$	С.Н.
МОД,	покой	11,1±2,26	$8,5\pm1,05$	<0,001
Л	50 BT	27,0±3,17	$24,7\pm3,85$	С.Н.
	100Вт	37,1±3,89	38,8±7,33	С.Н.

Табл. 8.3 - окончание

Показатели	нагрузки	Мужчины	Женщины	Уровень
	p y	n=30	n=13	различий, Р
МОД,	покой	154,4±31,4	150,2±18,5	С.Н.
мл/кг	50 BT	375,5±44,0	436,4±68,0	< 0,01
	100Вт	516,0±54,1	685,5±129,5	<0,001
ПК,	покой	389±111	273±34	<0,001
мл/мин	50 Bt	1207±112	1072±83	<0,001
	100Вт	1708 ± 106	1634±101	< 0,05
ПК,	покой	5,41±1,54	4,82±0,60	С.Н.
мл/мин*кг	50 BT	16,79±1,54	18,94±1,46	< 0,001
	100Вт	$23,75\pm1,47$	$28,87\pm1,78$	< 0,001
КИО2,	покой	34,9±5,33	32,5±3,98	С.Н.
мл/л	50 BT	44,7±3,63	$44,0\pm 4,52$	С.Н.
	100Вт	46,4±4,31	$43,1\pm6,04$	С.Н.
КП,	покой	7,9±2,19	4,3±0,81	< 0,001
мл/уд	50 BT	$14,8\pm2,17$	$10,5\pm0,87$	< 0,001
	100Вт	$17,8\pm2,69$	$12,5\pm1,10$	< 0,001
Насыщение крови	покой	98,6±0,61	97,3±1,42	< 0,01
кислородом,	50 BT	$96,7\pm2,40$	$94,7\pm4,13$	С.Н.
%	100Вт	97,0±2,67	91,5±4,99	< 0,001
МПК, мл/мин		4402±510	3087±541	<0,001
МПК/масса тела, мл/м	ин*кг	62,5±7,11	54,8±6,76	<0,001
PWC-170, кгм/мин		1847±312	1080±425	<0,001
PWC-170/масса тела, к	гм/мин*кг	25,7±4,33	19,1±7,50	< 0,01

На последней минуте нагрузки 50 Вт у женщин по сравнению с мужчинами статистически значимо выше (в среднем): ЧСС (на 20 уд/мин), ДП (на 24 усл. ед.), ЧД (на 4,3 цикл/мин), МОД (на 61 мл/кг), ПК (на 2,15 мл/мин*кг). Но при этом у женщин ниже (в среднем): ДО (на 370 мл), ПК (на 135 мл/мин), КП (на 4,3 мл/уд).

На последней минуте нагрузки 100 Вт у женщин статистически значимо выше (в среднем): ЧСС (на 34 уд/мин), ДП (на 40 усл. ед.), ЧД (на 4,7 цикл/мин), МОД (на 170 мл/мин*кг), ПК (на 5 мл/мин*кг), но у них ниже ДО (на 242 мл), ПК (на 74 мл/мин), КП (на 5,3 мл/уд), насыщение крови кислородом (на 5,5%). Значения двух последних показателей свидетельствуют о сниженной у женщин по сравнению с мужчинами эффективности кардиореспираторной системы при одинаковой нагрузке.

Интересно, что при этом уровень ПК от МПК составляет у женщин около 53%, а у мужчин всего лишь около 39%.

У женщин по сравнению с мужчинами статистически достоверно ниже важнейшие показатели физической работоспособности. Значения МПК меньше в среднем на 1315 мл/мин (на 29,9%) или на 7,7 мл/мин*кг (на 12,3%), а значения РWC-170 ниже в среднем на 767 кгм/мин (на 41,5%) или на 6,6 кгм/мин*кг (на 25,7%). По уровню МПК и МПК/кг спортсмены Республики Коми соответствуют российским нормативам (Карпман и соавт., 1988), а по значениям МПК/кг заметно отстают от элитных лыжников из Норвегии, Швеции и Швейцарии (Hegge et al., 2016), а также Финляндии (Schafer et al., 2015). Особенностью гендерных различий у Республики Коми по сравнению с российскими данными (Карпман и соавт., 1988) является меньшая разница по PWC-170 (41,5% против 49.0% в РФ) и по РWC-170/кг (25.7% против 41.2% в РФ).

Известно, что рабочие значения физиологических показателей и их сдвиги при физической нагрузке могут зависеть от исходного уровня функций (Солонин, 1987; Солонин и соавт., 2015). Если смотреть сдвиги показателей от покоя к нагрузке 100 Вт, то у женщин по сравнению с мужчинами больше приросты таких показателей как ЧСС (на 68 и 48 уд/мин соответственно), САД (на 22 и 19 мм рт.ст. соответственно), ДП (на 100 и 71 усл. ед. соответственно), СДД (на 7 и 4 мм рт.ст. соответственно), ЧД (на 10,6 и 4,4 цикл/мин соответственно), МОД (на 30,3 и 26,0 л соответственно), ПК (на 1361 и 1319 мл/мин соответственно) и, более выраженное падение насыщения крови кислородом (на 5,8 и 1,6% соответственно). Bce свидетельствует более это «физиологической стоимости» (пульсовой, прессорной, респираторной, вентиляционной и кислородной) стандартных физических нагрузок у женщин. В то же время у них меньше нарастает значение ДО и почти одинаковы с мужчинами сдвиги в ДАД, КИО2 и КП.

«Валовая физиологическая стоимость» стандартных нагрузок у женщин в сравнении с мужчинами равна по МОД и значимо меньше по ДО и ПК. Но «удельная физиологическая стоимость» (на кг массы тела) у женщин близка к мужчинам по ДО и статистически значимо выше по МОД и ПК. Это прямо указывает на большую «вентиляционную» «кислородную стоимость» идентичных нагрузок у женщин.

Следует заметить, что обнаруженные нами различия между мужчинами и женщинами выявлены при велоэргометрических нагрузках, которые не являются специфическими для лыжников. В связи с этим уместно привести данные литературы при адекватных спортсменов нагрузках. Гендерные различия V лыжников-гонщиков 92

особенно четко проявляются при тестировании их на специальном лыжном эргометре «Концепт-2», который позволяет отдельно дозировать нагрузки на все тело, на верхнюю часть тела и на руки (Hegge et al., 2016). Авторами показано, что количественные различия в физиологических реакциях возрастают при переходе от нагрузок на крупные мышечные группы к нагрузкам на ограниченные группы мышц. Авторы объясняют это тем, что по данным изучения состава тела между мужчинами и женщинами разница в массе мышц ног невелика, но существенно возрастает разница в массе мышц рук.

Нам удалось показать четкие гендерные различия у лыжников и по спортивной результативности, когда они проходили одинаковую дистанцию (4 км) в один день и по одной трассе. Средний результат у мужчин составил 12,35 мин, а у женщин 14,74 мин, что на 19,3% больше.

Сравнение данных у нетренированнных северян (Солонин и соавт., 2011; Солонин, 2017) и лыжников-северян показывает явные преимущества в функциональном состоянии и уровне физического здоровья у лыжников. У них выше уровень СИ, переносимость гипоксемии (пробы Штанге и Генчи), значения ЖЕЛ и ЖИ, МПК и ИС, но ниже уровень показателей центральной гемодинамики (САД, ДАД, ЧСС, СДД, ДП, ВИК). Все это говорит о благотворном влиянии многочасовых интенсивных физических тренировок на холоде на организм северян.

Таим образом, лыжники женщины сборной команды существенно соматометрическим, физиометрическим ПО уступают мужчинам некоторым физиологическим показателям. У лыжников РК обнаружены меньшие гендерные различия по значениям PWC-170 по сравнению с российскими нормативами. У лыжников-северян ПО показателям вариабельности ритма выявляется преобладание сердечного парасимпатической регуляции сердечно-сосудистой системы, преобладание более выражено у мужчин, чем у женщин. Показатели картирования ЭКГ v лыжников-северян дисперсионного соответствуют норме для жителей средней полосы, лишь индекс «Ритм» у части женщин и большей части мужчин превышает норму. велоэргометрическом тестировании лыжники женщины РК показывают более высокую «физиологическую стоимость» (пульсовую, прессорную, респираторную, вентиляционную и кислородную) стандартных физических меньшую эффективность кардиореспираторной системы. Лыжники-гонщики сборных команд РК обоего пола по значениям МПК в целом соответствуют средним показателям российских нормативов.

Глава 9 МАРКЕРЫ СОСУДИСТОГО ТОНУСА В КРОВИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Паршукова О.И., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р.

Характерной чертой лыжных гонок является большой объем тренировочных нагрузок, выполняемых с предельной интенсивностью в экстремальных природно-климатических условиях. Достижение высокого результата и сохранение пика формы в течение определенного времени представляет собой проблему, от решения которой зависит успешность спортсмена. Одним из факторов, ограничивающих функциональные возможности организма спортсмена, является переутомление сердечнососудистой системы (Головочев, 2010). Оксид азота служит сигнальной молекулой, участвующей в регуляции данной системы (Манухина, 2003).

Нарушение метаболизма NO играет ведущую роль в дисфункции эндотелия и является неотъемлемой составляющей патогенеза артериальной гипертензии, атеросклероза, ишемической болезни сердца, хронической сердечной недостаточности, метаболического синдрома, сахарного диабета. NO является одним из наиболее мощных вазодилататоров. Проникая в эндотелиальные клетки и сосуды гладких мышц, снижает содержание внутриклеточного кальция, опосредует эффекты других вазодилататоров (брадикинина, ацетилхолина, гистамина и др.). Адаптацию сосудов к биохимическим постоянно меняющимся И гемодинамическим обеспечивают биологически характеристикам кровотока активные вещества, синтез которых происходит в эндотелиальных клетках. При физиологических условиях эндотелиальных клетках происходит постоянная секреция NO, необходимого для расслабления гладкомышечных клеток и вазодилатации. Из эндотелиальных клеток NO путем диффузии проникает в гладкомышечные клетки. Основным механизмом действия оксида азота является активирование К-Са-каналов через активацию цГМФзависимой протеиназы. В результате выхода калия и кальция гладкомышечных клеток происходит их расслабление и вазодилатация. Являясь самым мощным из вазодилататоров, оксид азота поддерживает нормальный базальный тонус сосудов, причем наибольшее количество NO синтезируется в сосудах малого диаметра. Таким образом, нарушение синтеза оксида азота или снижение его биодоступности приводит к вазоконстрикции, повышению общего периферического сопротивления и системного артериального давления (Китаг, 2016).

Не только вазодилататорная активность оксида азота, но и его ангиопротективные свойства в комплексе позволяют рассматривать его как 94

ключевой фактор, адаптирующий сосудистую стенку к неблагоприятным гемодинамическим воздействиям. И происходит с помощью ферментов NO-синтаз таких как эндотелиальная, нейронная и индуцируемая изоформы этого фермента. Первые изоформы (eNOS и nNOS) находятся в клетках постоянно, и их принято называть конститутивной формой. Эти ферменты катализируют окисление комплекса пяти электронов L-аргинина с последующим выходом NO и Lцитруллина в реакции требуется кислород, никотинамидадениндинуклеотид флавинадениндинуклеотид, флавинмононуклеотид, тетрагидробиоптерин, гем и калмодулин в качестве субстратов /ко-Уменьшение биодоступности любого из этих основных компонентов приводит к нарушению производства NO через NOS путь. Совсем недавно был определен дополнительный путь производства NO, который является важным, поскольку он представляет способ к увеличению продукции NO, когда синтез NO ферментами NOS нарушается. В кислород независимом NO3-NO2-NO пути, симбиотические анаэробы редуцируют нитрат до нитрита в ротовой области с дальнейшей редукцией NO2- до NO в кислой и гипоксической ткани. К некоторыи из физиологических процессов, регулируемых NO, относятся: физическая нагрузка, дыхание митохондрий, саркоплазматическая сеть Са2-зависимая, кровеносных сосудов, поглощение глюкозы скелетными мышцами и мышечная усталость. Тем не менее, свободные радикалы ограничивают полураспад NO в естественных условиях. Важно отметить, что часть продуктов окисления NO, NO3-, производится через реакцию между NO и оксигемоглобином, и NO2-, производимый при окислении NO по церулоплазмину, могут быть переработаны обратно в NO через NO3-NO2-NO пути. Этот двойной путь для синтеза NO облегчает производство NO в целом ряде физиологических условий (Kerley, 2016).

Сочетание снижения NO-зависимой функции эндотелия усилением системного синтеза NO объясняют снижением экспрессии и активности eNOS в эндотелии и высокой активностью iNOS в гладких мышцах сосудов и макрофагах. В норме iNOS не вырабатывается, но под действием цитокинов и активации ядерного фактора транскрипции происходит экспрессия iNOS с гиперпродукцией NO. iNOS продуцирует NO в количестве, на несколько порядков превышающем продукцию NO eNOS, поэтому в условиях включения iNOS избыточный уровень нитритовнитратов отражает интенсивность синтеза NO iNOS. В результате образуется большее, чем в норме, количество NO, о чем свидетельствует увеличение его конечных метаболитов. Избыток NO подавляет активность eNOS. повреждает эндотелиальные них клетки, угнетая

митохондриальное дыхание и синтез ДНК. В результате продукция эндотелиального NO падает, что усугубляет дисфункцию эндотелия (Chou, 1998).

В большинстве клинических работ у пациентов с гипертонической болезнью II стадии выявлено снижение уровней нитритов-нитратов (Моисеева, 2003), что вполне логично и закономерно для дисфункции эндотелия при ГБ. Дефицит эндотелиальной NO при ГБ может быть обусловлен рядом причин: снижением активности eNOS (Chou, 1998), разрушением или захватом NO свободными радикалами (Поливода, 2004) и/или ослаблением действия NO на гладкую мышцу (Soloviev, 1998). Ослабление вазодилататорной функции эндотелия является важным звеном патогенеза ГБ. Однако, в ряде исследований при ГБ найдено увеличение метаболитов NO, которые появлялись либо при напряжении или гиперпродукции гуморальных систем, либо при более тяжелом течении АГ (Кобылянский, 2004). У больных с АГ концентрация конечных продуктов оксида азота снижена как при нормальном липидном спектре крови, так и при его изменениях (Горшунова, 2010). В то же время, у больных эссенциальной АГ дисфункция эндотелия манифестирует статистически значимо более высоким уровнем NO в плазме крови. Концентрация NO уменьшается с увеличением степени эссенциальной AГ (R = -0.33; p < 0.05). У больных эссенциальной АГ происходит возрастание уровня NO с увеличением возраста (Брагина, 2013).

У пациентов молодого возраста с высоким нормальным АД (130-139/85-89 мм рт. ст), у которых, как правило, имеется инициальная гиперактивация гуморальных систем, суммарная концентрация стабильных метаболитов NO в плазме крови на 67,3% превышала показатели контрольной группы (АД <130/80 мм. рт. ст.), что сочеталось с усилением интенсивности перекисного окисления липидов на 62,35% и снижением антиоксидантной активности плазмы крови на 17,37%. Известно, что первой реакцией на повышение сосудистого тонуса является повышение продукции NO. Полученные данные свидетельствуют о нарушении локальных механизмов регуляции эндотелиальной дисфункции сосудов у лиц молодого возраста с предгипертензивным состоянием - с высоким нормальным АД. При пробе с реактивной гиперемией наряду с повышением АД, продукцией активных форм кислорода, дефицитом энзимов (ферментов) антиоксидантной защиты происходило повышение уровня нитритов-нитратов на фоне функциональной недостаточности парасимпатической системы (Моисеева, 2003).

Одним из объяснений избыточного синтеза NO авторы предлагают считать сверхэкспрессию iNOS в кардиомиоцитах и макрофагах, возникшую в результате 96

активации цитокинов, оксидативного стресса. При ГБ избыточное образование NO вначале выполняет компенсаторную функцию, направленную на улучшение перфузии тканей, в дальнейшем происходит трансформация реакции в патологическую с индукцией апоптоза, активацией оксидативного стресса, деструктивными процессами, усилением дисфункции миокарда. Синергический эффект этих факторов риска дисфункции эндотелия может быть причиной экспрессии iNOS, увеличенного образования NO и соответственно метаболитов - нитритов и нитратов.

Таким образом, определение уровня нитритов-нитратов предоставляет реальную информацию об уровне синтеза и метаболизма соответственно. функциональном состоянии эндотелия. конечных метаболитов NO при ГБ, атеросклерозе, ИБС, XCH, несмотря на клинико-патогенетические ситуации, имеет сходные Типичным для дисфункции эндотелия на фоне сердечно-сосудистой патологии является снижение уровней нитритов-нитратов в свидетельствующее о депрессии генерации NO, что может быть связано с угнетением экспрессии гена eNOS, снижением экспрессии и активности eNOS, недостатком кофакторов синтеза NO, уменьшением количества Lаргинина, угнетением антиоксидантной защиты. Активация iNOS и синтез NO в количествах, в несколько сотен раз превышающих его синтез посредством eNOS, имеет адаптационное значение, направленное на улучшение перфузии тканей, вместе с тем избыток NO более опасен, чем его недостаток. При высоких концентрациях NO образуется токсический пероксинитрит, который оказывает цитотоксическое действие с активацией апоптических механизмов в кардиомиоцитах, деструктивных процессов и прогрессирования дисфункции сердца. Понимание этих процессов позволит оценить значение сниженного или повышенного уровня метаболитов NO для определения тяжести дисфункции эндотелия и коррекции терапии.

Изменения метаболизма оксида азота при адаптации организма к физическим нагрузкам наиболее изучены в эндотелиальной ткани сосудов. В работе Green D. J. и соавт. показано, что у людей при физических тренировках усиливается NO-зависимая вазодилатация больших и малых сосудов, при этом степень увеличения зависит от мышечной массы (Green, 2004). Улучшение эндотелиальной взаимосвязано с усилением экспрессии фермента eNOS и увеличением синтеза NO, что способствует расслаблению и расширению кровеносных сосудов (Moncada, 1988). При этом улучшается поступление в скелетные мышцы и миокард питательных веществ и кислорода, что вносит существенный вклад в процессы адаптации организма к мышечной активности. Было показано, что увеличение экономичности кардиореспираторной системы в процессе адаптации спортсменов с аэробным механизмом энергообеспечения ассоциировано с полиморфизма гена eNOS.

Показано, что регулярные тренировки способствуют значительному возрастанию фонового уровня eNOS в плазме спортсменов, причем у тяжелоатлетов он почти вдвое выше, чем у легкоатлетов. После нагрузки статического характера у спортсменов концентрация eNOS существенно а после нагрузки динамического характера - напротив, возрастает. У нетренированных лиц картина иная – концентрации eNOS происходит после всех видов нагрузки, хотя влияние динамических упражнений выражено гораздо сильнее. Через 30 мин после во всех группах наблюдалась тенденция восстановления содержания eNOS к первоначальному уровню. Полученные результаты основной предполагать, что механизм, регулирующий концентрацию eNOS в плазме крови при физических нагрузках, связан с сосудистыми факторами, прежде всего - с интенсивностью регионарного кровотока и его воздействием на поверхность эндотелия (Дьякова, 2017).

При исследовании состояния системы синтеза оксида азота в плазме крови этапы физической подготовки разные выявлено. подготовительном периоде отмечались высокие показатели активности фермента cNOS и концентрации NO (Bogdanovska, 2009). В этом периоде девушки физическую работоспособность проявляли повышенную производительность. После пяти месяцев интенсивной тренировки активность cNOS в плазме крови оставалась повышенной, а физическая работоспособность и аэробная производительность снижались. После 10 месяцев отмечалась активация работоспособность фермента однако снижалась. ланные свидетельствуют о том, что при длительных систематических тренировках в адаптационных процессах участвует, в большей мере, конститутивная изоформа фермента cNOS. Однако в других исследованиях не выявлено увеличения продуктов метаболизма NO в крови нетренированных и тренированных юношей и девушек после длительной (10 мес.) оздоровительной физической тренировки и тренировки с нагрузками высокой интенсивности. Следовательно, изменения системы NO в тканях зависят от длительности и интенсивности физических тренировок, а также степени тренированности организма.

В исследованиях на животных показано, что экспрессия eNOS в сосудах изменяется в тех типах мышечных волокон, которые в большей степени вовлекаются в обеспечение выполнения работы (McAllister, 2008). При длительной тренировке на выносливость (бег со скоростью 30 м • мин⁻¹ в течение одного часа ежедневной тренировки, пять дней в неделю в течение двух-трех месяцев), которая вызывала отличную адаптацию скелетных 98

мышц и миокарда, значительно увеличивается экспрессия eNOS и кровоток преимущественно в сосудах красной икроножной мышцы. В других задействованных группах мышц (икроножная и камбаловидная) изменения были незначительными. При скоростной тренировке (бег со скоростью 60 м • мин-1) наблюдалось увеличение экспрессии фермента eNOS в икроножной мышце.

Увеличение синтеза NO при длительных тренировках животных выявлено в митохондриях сердца за счет повышения почти в два раза активности фермента сNOS и незначительного повышения активности iNOS. Эти данные также подтверждают важность конститутивных изоформ фермента в процессе адаптации организма к физическим нагрузкам.

Повышенная при кратковременных физических тренировках активность системы NO в эпителиальных тканях и гладких мышцах, сопровождающаяся функциональной адаптацией сосудов, удерживается недолго и исчезает уже через несколько недель после их прекращения (McAllister, 2008). После длительных систематических тренировок у спортсменов краткосрочная адаптация сосудов (вазодилатация) сменяется NO-зависимым образованием новых кровеносных сосудов. В процессе ангиогенеза принимают участие многие белки и метаболиты, но наиболее важная роль в такой адаптации отводится NO (Markov, 2001).

Рассмотренные данные свидетельствуют о важной роли системы оксида азота в процессах обеспечения физической работоспособности и адаптации организма к физическим нагрузкам. Вместе с тем практически не изучен уровень стабильных метаболитов NO в течение годового тренировочного цикла у высококвалифицированных спортсменов. В связи с этим можно предположить, что уровни стабильных метаболитов NO могут изменяться в течение годового тренировочного цикла, а повышенные их значения могут привести к более успешным результатам спортсменов.

Нами многократно обследованы лыжники-гонщики — действующие члены сборной команды Республики Коми. В группу наблюдения входили лыжники (мужчины) — КМС и МС, действующие члены сборной команды Республики Коми. Оценка уровней нитратов, нитритов и их суммарного содержания осуществлялась в обще- и специально-подготовительный, а также соревновательный периоды трех годовых тренировочных циклов (сезоны 2012—2013 гг.., 2013—2014 гг.., 2014—2015 гг.). Проанализированы также индивидуальные результаты гонок у обследованных лыжников, они сопоставлены с уровнями нитратов и нитритов в крови в покое.

Показано, что, уровень NO в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков находился в пределах нормы в течение трех годовых тренировочных циклов. Однако следует отметить значимое снижение этого

показателя в сезонах 2012–2013 гг.. и 2013–2014 гг.. соревновательного периода по сравнению с сезоном 2014–2015 гг.. (табл. 9.1).

Таблица 9.1- Содержание стабильных метаболитов NO в крови лыжниковгонщиков Республики Коми, Me (25%-75%), мкмоль

NO2

12.3**

(22,3-6,8)

12,1

(22,5-4,5)

4.9###

(10,6-2,3)

12.8***

(24,5-2,6)

13,3

NO3

11.6

(20,4-4,5)

6,8#**

(15,1-2,3)

15,9###

(27,1-5,9)

8.3***

(23,7-3,6)

12,3###

NO_v

24.6

(45,8-20,2) 19,4#**

(23,6-15,9)

21.5

(31,5-18,5)

23.1

(39,2-19,8)

25,9###***

49

28

38

46

45

II

Ш

I

II

Ш

Сезон,

2013-

2014

2014-

2015

Этап n (норма 12–25) (норма 17-34) (норма 0-5) годы 14,1 8,9 22,9 I 29 (31,2-18,9)(20,1-5,3)(15,9-3,1)2012 -20.3 14.7 9.1 II 38 2013 (30,5-15,6)(26,1-5,2)(17,9-3,6)16,4*** 4,1*** 12,4 25 III (22,3-19,9)(17,3-5,3)(9,2-0,9)14.9 4.8## 20.7# 29 Ι (29,4-14,5)(11,9-2,1)(23,1-10,5)

Примечание: Установлена статистическая значимость различий: * - по сравнению с предыдущим этапом годового тренировочного цикла внутри сезона (** - p < 0,01; *** - p < 0,001); # - по сравнению с аналогичным этапом годового тренировочного цикла предыдущего сезона (# - p < 0,05; # - p < 0,01; ## - p < 0,001).

При этом в сезонах 2012–2013 гг.. и 2013–2014 гг.. наблюдалось нарушение соотношения нитрит/нитрат в крови обследованных спортсменов. При сопоставлении наших данных с результатами командного зачета на соревнованиях «Кубок России» в разные сезоны было отмечено, что сборная команда Республики Коми по лыжным гонкам показала более успешные результаты в сезоне 2014–2015 (2-е место) по сравнению с сезонами 2012–2013 гг.. и 2013–2014 гг.. (4-е и 5-е место соответственно). Дисбаланс NO_3^7/NO_2^{-7} в крови высококвалифицированных лыжников-100

гонщиков в соревновательный период может являться маркером нарушения работы сосудистого тонуса и служить причиной снижения результативности спортсменов.

Подобный феномен был подтвержден при статистическом анализе связи индивидуальных результатов лыжников на гонках с уровнями NO_2^- и NO_3^- в крови перед стартом. Установлена положительная корреляционная связь содержания нитритов в крови лыжников с занимаемым местом в итоговом протоколе соревнований ($r=0.5;\ p=0.01$) и отрицательная корреляционная связь занимаемого места с уровнем нитратов ($r=-0.4;\ p=0.05$) (рис.9.1) (Паршукова, 2019).

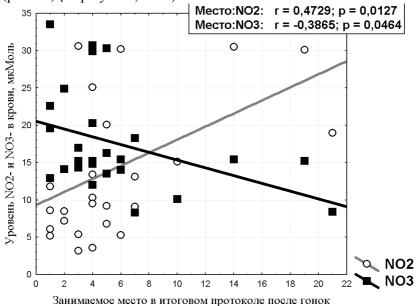


Рисунок 9.1- Взаимосвязь занимаемого места в итоговом протоколе с уровнями NO_2^- , NO_3^- в крови за пять дней до соревнований у лыжниковгонщиков Республики Коми

Данные по уровням NO_2 и NO_3 , полученные во всех сезонах, позволяют сделать предположение, что к соревновательному периоду наблюдается напряжение сердечно-сосудистой системы спортсмена. До недавнего времени NO_2 и NO_3 рассматривали как относительно инертные промежуточные продукты окисления NO, которые синтезируются в организме ферментом NOS. Однако в последние годы были открыты особые свойства NO_2 , которые позволяют признать его важнейшей биологически активной сигнальной молекулой (Mazzone, 2008). Так,

получены сведения об участии NO_2 в адаптации к физиологической гипоксии (например, вызванной физическими нагрузками) (Rassaf, 2007). Современные представления о нитрит-зависимых механизмах адаптации к гипоксии строятся на данных по вовлечению NO_2^- в гем-зависимые и гипокси-зависимые нитритредуктазные процессы. Высвобождающийся в результате этих процессов NO участвует в регуляции сосудистого тонуса, модулировании митохондриальных окислительно-восстановительных реакций (Gladwin, 2008), изменении чувствительности сократительных белков сердца к кислороду (Khan, 2003) и ионам кальция (Layland, 2002), индуцибельной NOS. ингибировании Благодаря метаболическим преобразованиям NO, NO₂ и NO₃ (Реутов, 2003), с одной стороны, поддерживается оптимальный уровень NO, необходимый для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы в условиях нарушения функционирования NOS, а с другой стороны, удаляется избыток NO с образованием депо в виде NO₂, что защищает ткани от оксидативного и нитрозативного стресса. В настоящее время установлено, что источником вазоактивного NO является также NO_2 , который всегда присутствует в восстанавливаться ДΟ NO пол ксантиноксидоредуктазы, а также неэнзиматическим путем в условиях сниженного рН и рО2 (Godber, 2000).

Можно предположить, что высокий уровень NO_2 в крови обследованных спортсменов во все периоды годовых тренировочных циклов использовался как NO-предшественник для осуществления вазодилатации. Однако данный компенсаторный механизм регуляции сердечно-сосудистого тонуса был недостаточным в соревновательный период. Наблюдаемый дисбаланс соотношения NO_3 NO $_2$, может приводить к возникновению эндотелиальной дисфункции и играть важную роль в развитии сердечно-сосудистой патологии.

Таким образом, у высококвалифицированных лыжников-гонщиков в сезонах 2012–2013 и 2013–2014 в соревновательном периоде, по сравнению с обще- и специально-подготовительным периодами тренировок, наблюдалось напряжение эндотелиальной функции, что привело к снижению результативности. Установлено, что повышенный уровень NO и баланс NO_3^{-}/NO_2^{-} в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков в соревновательный период могут привести к более успешным результатам спортсменов. Результаты исследования показывают важность определения уровня NO и его метаболитов в крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков как раннего маркера перенапряжения сердечнососудистой системы (Паршукова, 2019).

ГЛАВА 10 РЕАКТИВНОСТЬ НОРМОЦИТОВ КРАСНОЙ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И ОСТРОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

Монгалёв Н.П., Рубцова Л.Ю., Потолицына Н.Н.

Реакция системы крови на физическую нагрузку и острую нормобарическую гипоксию предполагает существование поэтапного механизмов, обеспечивающих включения различных адаптацию повышенному кислородному запросу (Карчинская, 2007). Этот сложный процесс адаптации начинается с мобилизации и перераспределения систем, реагирующих на резервов функциональных экстремальную ситуацию (Хныченко, Сапронов, 2003; Laugylin al., 2012), et сопровождается выбросом в циркулирующую кровь депонированных эритроцитов (Макарушко и др., 2004; Minetti, Malorni, 2006), то есть «более имеющих меньший диаметр, с измененной газотранспортной функцией (Иванов, 1993; Луценко, 2012). Усиление деструкции (гемолиза) эритроцитов в крови, наряду с поступлением ретикулоцитов (Бархина и др., 2006; Александров, 2010), сочетается с их перераспределением и морфологической модификацией (Cicha et al., 2003), функциональная значимость которой еще далеко не изучена. В работе представлен сравнительный материал по морфологической изменчивости эритроцитов из венозной и капиллярной крови человека в условиях физической нагрузки и острой нормобарической гипоксии. Рассматриваются варианты в сходстве и различии реакции эритроцитов при изменении дыхательной функции крови.

Материалы и методы исследований опубликованы в наших работах ранее (Монгалёв и др., 2014; Рубцова и др., 2017)

Уровень гематокрита (табл.10.1) соответствует известным величинам характерным для спортсменов (Карчинская, 2007; Аршинова, 2010) с учетом того, что исследование проведено в весенне-летний период, в течение которого основные показатели красной крови спортсменов снижаются (Колупаев, Сашенков, 2007). Различия по величине гематокрита у спортсменов (р<0,001) сохраняются в динамике исследования с той разницей, что у лиц женского пола значимое повышение показателя наблюдали во время педалирования при нагрузке $188,9\pm13,8$ Вт, тогда как у лиц мужского пола $-285,7\pm11,7$ Вт, совпадающее с зоной ПАНО (р<0,01).

Изменение величины гематокрита во время физической нагрузки (ФН) зависит от интенсивности потока крови (Мчедвишвили, Варазашвили, 1986) и является характерным признаком включения в циркуляцию

депонированной крови (Minetti, Malorni, 2006). Следовательно, у мужчин значимое пополнение крови депонированными эритроцитами происходило в условиях большей ФН, по сравнению с женщинами. В последующих фазах исследования уровень гематокрита у спортсменов оставался практически неизменным (табл.10.1).

Таблица 10.1 - Динамика параметров крови у спортсменов при проведении теста «до отказа»

Показатели	Покой,	До ПАНО	ПАНО	Максимал	Восстанов
	сидя			ьная	ление, 5
				нагрузка	мин
		Мужч	чины (n)		
Гематокрит,	(14)	(19)	(15)	(19)	(18)
%	45,93±0,90	47,74±0,51	49,31±0,51	49,88±0,67	48,37±0,77
			**		*
Лактат,	$1,99\pm0,13$	$6,38\pm0,36$	$7,24\pm0,46$	$9,72\pm0,54$	$9,77\pm0,60$
ммоль\л		***	***	***	***
Нагрузка,	0	257,1±14,9	285,7±11,7	337,1±12,4	0
Вт				++	
		Женщин	ы (n)		
Гематокрит,	(12)	(9)	(13)	(15)	(14)
%	38,47±0,79	43,84±0,56 ***	44,74±0,77 ***+++	44,73±0,58 ***	44,27±0,58 ****+++
Лактат,	1,50±0,14	5,92±0,42	7,42±0,41	9,68±0,43	9,70±0,40
ммоль∖л	+	***	***	***	***
Нагрузка,	0	188,9±13,8	212,3±11,4	246,7±10,8	0
Вт				+	
]	Мужчины и ж	кенщины		
Ретикулоциты,	12,72±0,57	11,98±0,74	11,07±0,86	11,92±0,73	12,97±1,52
‰					
Эритроциты	4,09±1,18	3,74±0,68	5,21±1,23	6,20±1,03	6,88±2,69
полихромные,					
%					

Примечания: Статистически значимо по периодам исследования у женщин и мужчин по сравнению с покоем сидя: *- p<0,05; **- p<0,01; ***- p<0,001 по стадиям исследования между мужчинами и женщинами: +- p<0,05; ++- p<0,01; **+- p<0,001.

В условиях острой нормобарической гипоксии у мужчин наблюдали значительные колебания показателя гематокрита и эритроцитов с проявлением тенденции к уменьшению этих параметров на 15 минуте

восстановления наряду с увеличением количества ретикулоцитов за счет молодых форм (p<0,05) (Иванкова и др., 2013). У лыжников-гонщиков, напротив, проявилась тенденция к уменьшению количества ретикулоцитов с 12,7 до 11,1‰ и увеличению относительного количества полихроматофильных эритроцитов, вероятно, вследствие внутриклеточной реакции клеток на микроокружение в связи с уровнем лактата (p<0,05) (табл. 10.2), повышение которого, как известно, сопровождается в крови некомпенсированным ацидозом (Петрушова, Микуляк, 2014; Дроздов, Кравцов, 2015).

Уровень лактата в плазме крови во время выполнения теста «до отказа» статистически значимо повышался до максимума (p<0,001) и сохранялся в период восстановления, что является общей закономерностью при ФН. Показано, что в течение «утомительной» ФН у спортсменов количество молочной кислоты увеличивалось не только в плазме (капиллярная кровь), но и в эритроцитах до 15,9 ммоль/л и 4,8 ммоль/л соответственно (Hildebrand et al., 2000). Повышение молочной кислоты в эритроците у спортсменов высокого класса рассматривается в связи с эластичностью мембраны эритроцита, влияющей на реологические свойства крови (Connes, 2007).

Что касается величины эритроцитов, то, по нашим данным, средний диаметр эритроцитов спортсменов-лыжников после двухдневного отдыха составил у женщин $7,41\pm0,06$ мкм (n=16) и мужчин $7,23\pm0,05$ мкм (n=12) (p<0,05). Отмеченные половые различия соответствуют результатам исследования диаметра эритроцитов у лиц, не занимающихся спортом (Тукин, Федорова, 2011). Считается, что в «норме» средний размер эритроцитов достаточно стабилен (Козинец и др., 2002), при этом поддержание величины эритроцитов определяется степенью изменчивости эритроцитов (Атауллаханов и др., 2009). В венозной крови коэффициент вариации клеток выше, поскольку статистически значимо больше стоматоцитов, по сравнению с артериальной кровью (Ионов, чернух, 1981). Эритроциты в сосудах одного ранга, например, сонной и бедренной артериях имеют разный диаметр (Медведев и др., 1989; Медведев и др., 2007). В состоянии относительного покоя средний диаметр эритроцитов в циркулирующей венозной крови взрослого человека меняется как форма оптимизации функции (Монгалёв, Иржак, 2015).

В течение ФН отмечали разнонаправленный характер изменения диаметра эритроцитов в крови, что послужило основанием для определения трех групп исследуемых спортсменов (табл. 10.2).

Таблица 10.2 - Изменение диаметра эритроцитов в течение физической

нагрузки у спортсменов-лыжников

Групп	_	Покой,	До	ПАНО	Максима	Восстано
(n)		сидя	ПАНО		льная	вление,
					нагрузка	5 мин
1	Α	$7,46\pm0,06$	$7,49\pm0,07$	$7,68\pm0,08$	$7,64\pm0,05$	$7,58\pm0,07$
(12)				*		
	Б	$7,37\pm0,02$	$7,43\pm0,02$	$7,48\pm0,02$	$7,42\pm0,02$	7,40±0,01
				** 0	*	х
2	Α	$7,45\pm0,04$	7,45±0,04	7,43±0,05	7,47±0,06	7,48±0,06
(4)	Б	7,42±0,02	7,44±0,05	7,41±0,02	7,41±0,03	7,39±0,02
3	Α	$7,54\pm0,04$	7,50±0,06	7,35±0,05	$7,38\pm0,03$	7,39±0,04
(17)				* 0	*	*
	Б	$7,45\pm0,02$	7,42±0,02	7,37±0,02	7,41±0,02	7,41±0,02
				**		
Итого	Α	$7,51\pm0,03$	7,48±0,03	7,47±0,04	7,48±0,03	7,48±0,03
(33)	Б	7,40±0,02	7,42±0,02	7,37±0,02	7,41±0,02	7,41±0,02

Примечания.

В первой группе спортсменов диаметр эритроцитов составил $7,46\pm0,06$ мкм и достоверно увеличился (p<0,05) во время достижения ПАНО. Периоды максимальной ФН и восстановления сопровождались тенденцией к уменьшению среднего диаметра эритроцитов на 0,1 мкм (табл. 10.2). Для второй группы спортсменов характерно относительное постоянство размера эритроцитов в течение всего периода исследования. В третьей группе лиц при достижении ПАНО и в условиях нормобарической гипоксии диаметр эритроцитов уменьшился с $7,54\pm0,04$ мкм до $7,35\pm0,05$ мкм (p<0,01) соответственно. После периода восстановления диаметр эритроцитов составил $7,39\pm0,04$ мкм. Типичную реакцию эритроцитов отмечали во время проведения исследования по влиянию ОНГ на морфофункциональное состояние красной крови (табл. 10.3).

На основании размеров диаметра эритроцитов в фоновом периоде и характера их изменения в условиях ОНГ испытуемые были разделены на три группы.

В первой группе испытуемых, диаметр эритроцитов которых составил $7,72\pm0,07\,$ мкм, на пятой минуте ОНГ диаметр достоверно уменьшился до

¹⁾ Статистически значимо по отношению к покою сидя

^{*-} p<0,05; до ПАНО - ° p<0,05, к ПАНО - x p<0,05.

²⁾ А - диаметр эритроцитов, Б – диаметр нормоцитов

7,49 \pm 0,08 (p<0,05). У испытуемых второй группы отмечали относительное постоянство размера эритроцитов в течение пяти мин ОНГ. У лиц третьей группы диаметр эритроцитов до ОНГ был достоверно меньше (7,41 \pm 0,07), чем в первой группе (p<0,01), и на 2-5 мин ОНГ диаметр эритроцитов увеличился по сравнению с диаметром этих клеток в фоновый период с 7,41 \pm 0,07 до 7,65 \pm 0,08 мкм (p<0,05).

Таблица 10.3 - Диаметр эритроцитов (мкм) в венозной крови испытуемых ($M\pm m$)

Показатели	Фон	Гипоксиче	ское	Восстанов-
		воздействи	e	ление
Время, мин	15	2-5	10-20	15
Группа 1	7,72±0,07	7,49±0,08	$7,69\pm0,07$	7,51±0,09
	(22)	*	(18)	
Группа 2	7,68±0,17	7,67±0,16	7,48±0,09	7,49±0,09
	(4)		(7)	
Группа 3	7,41±0,07	7,65±0,08	$7,39\pm0,10$	7,54±0,11
	(15) ++	*	(8) +	
По 3 группам:	$7,61\pm0,05$	7,59±0,06	$7,65\pm0,06$	7,53±0,05
	(41)		(33)	

Примечания.

На 10-20 мин ОНГ средний диаметр эритроцитов у испытуемых первой и третьей групп приблизился к значениям соответствующих фоновому периоду, при этом проявилась достоверная разница между этими группами по исследуемому показателю (p<0,05). Различия в размере среднего диаметра эритроцитов нивелировались у испытуемых в период восстановления.

Следует отметить, что у спортсменов во время ФН и ОНГ более значимые изменения диаметра эритроцитов были характерны для нормоцитов (табл. 10.2, 10.4). Согласно результатам эксперимента средний диаметр эритроцитов в венозной крови испытуемых статистически значимо не изменился в отличие от среднего диаметра нормоцитов (табл. 10.4). На 20-й минуте ОНГ по сравнению с фоновым значением диаметр нормоцитов уменьшился на 10.7% (p<0,05) при сохранившейся величине среднего диаметра микро- и макроцитов.

¹⁾В скобках количество испытуемых,

²⁾достоверно по отношению к фону на 15 минуте * - p<0,05 и относительно первой группы + - p<0,05. ++ - p<0,01.

Таблица 10.4 - Изменения диаметра эритроцитов в крови человека в течение

максимального времени действия гипоксии и восстановления

In the property	initial billion of Browner Honor Billion in information in Boot in including						
Показатели	Фон,	Гипоксия,	Восстановление,				
	0 мин	20 мин	15 мин				
Эритроциты,	$7,53\pm0,06$	$7,45\pm0,08$	$7,42\pm0,07$				
MKM	7,22-7,90	7,20-7,68	7,12-7,65				
Микроциты,	$6,68\pm0,03$	$6,67\pm0,02$	$6,69\pm0,02$				
МКМ	6,52-6,77	6,62-6,75	6,62-6,84				
Нормоциты,	$7,43\pm0,026$	7,37±0,01*	7,42±0,01 A				
MKM	7,32-7,59	7,34-7,45	7,36-7,46				
Макроциты,	$8,19\pm0,02$	$8,12\pm0,03$	$8,12\pm0,02$				
МКМ	8,04-8,30	8,07-8,33	8,06-8,23				

Примечания:

- 1) статистически значимо по сравнению с фоном при *- p<0,05 и ***р<0,001 и гипоксией ▲ - р<0,01;
- 2) в числителе М±m, в знаменателе Lim

приведенных данных онжом заключить, **УСЛОВИЯХ** функциональной нагрузки на эритроидную клетку у людей проявляется сходная индивидуальная реакция в изменении диаметра в большей мере за счет трансформации нормоцитов, вероятно, активно участвующих в обеспечении постоянства среднего диаметра всей популяции эритроцитов.

Отмечено, что увеличение физической нагрузки после достижения ПАНО привело к дальнейшему направленному изменению среднего диаметра эритроцитов. В течение 0,25-0,5 мин на максимальном уровне ФН «до отказа» у женщин 246,7±10,8 Вт и у мужчин 337,1±12,4 Вт проявился тренд к возвращению диаметра клеток к исходной величине до начала ФН. В восстановительный период средний диаметр нормоцитов, как основной субпопуляции эритроцитов, «приходит» в соответствие со средним его значением в фазу покоя (табл. 10.2 Б; рис.10.1).

В течение исследования у спортсменов суммарно не произошло значимых изменений среднего диаметра эритроцитов (табл. 10.2). Однако кривой Прайс-Джонса (Price-Jons, 1933) показал, достижении ПАНО кривая распределения эритроцитов по диаметру в крови изменяется по-разному. В первой группе спортсменов с увеличением среднего диаметра к моменту ПАНО (табл. 10.2, рис. 10.1) относительное количество эритроцитов диаметром 7,2-7,5 мкм (самая многочисленная часть клеток) по отношению к исходному значению уменьшилось (p<0,001), в основном, за счет увеличения количества макроцитов (p<0,01), что

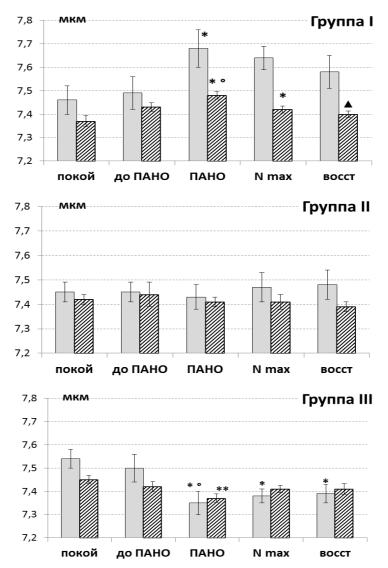


Рисунок 10.1- Изменение диаметра эритроцитов в циркулирующей крови спортсменов в ходе исследования.

Примечания: 1) — популяция эритроцитов, — субпопуляция нормоцитов. 2) статистически значимо по отношению к покою сидя *- p<0,05, ** - p<0,01; началу нагрузки $^{\circ}$ - p<0,05 и ПАНО $^{\blacktriangle}$ - p<0,05

свидетельствует о повышении гетерогенности эритроцитарной популяции (табл.10.5).

Таблица 10.5 - Распределение диаметра эритроцитов (%) в крови

спортсменов трех групп в момент порога анаэробного обмена

Диаметр,	Покой	ПАНО		
MKM	сидя			
	Всего (33)	Группа I (12)	Группа II (4)	Группа III (17)
6,0-6,3	$0,63\pm0,18$	0,41±0,19	0	$0,59\pm0,36$
6,4-6,7	3,19±0,49	2,60±0,77	3,00±0,41	6,71±0,72 ***
6,8-7,1	6,58±0,56	4,10±0,83 *	6,50±1,15	9,65±0,66 ***
7,2-7,5	17,53±0,66	14,67±0,32 ***	15,00±1,96	18,12±0,70
7,6-7,9	11,52±0,69	10,67±0,58	12,50±1,44	8,97±0,63 **
8,0-8,3	8,69±0,60	12,83±1,42 **	11,00±1,08	4,94±0,56 ***
8,4-8,7	1,52±0,25	3,42±0,66 **	1,00±0,41	0,82±0,21 *
8,8-9,1	0,36±0,12	1,37±0,89	1,00±0,41	0,18±0,13

Примечания:

** - p<0,01, *** - p<0,001.

Во второй группе спортсменов в течение исследования (табл.10.2, рис. 10.1) не обнаружено статистически значимых изменений среднего диаметра эритроцитов во время ПАНО по сравнению с периодом покоя, несмотря на близкое по отношению к первой группе распределение клеток в кривой Прайс-Джонса (табл.10.5). Напротив, для третьей группы спортсменов с уменьшенным средним диаметром эритроцитов к моменту ПАНО, вероятно, за счет элиминации микро- нормо- и макроцитов, относительное количество эритроцитов диаметром 7,2-7,5 мкм не изменилось (табл.10.2, рис. 10.1).

Отличительным признаком действия ОНГ от ФН можно считать повышение рН в ходе эксперимента. Вдыхание газовой смеси с пониженным содержанием кислорода в течение 20-и мин сопровождалось снижением уровня протонов в крови с $4,23\pm0,05$ до $3,74\pm0,08$ н-экв.• $10^8/л$ (р<0,001). В этих условиях проявилась слабо выраженная ранговая корреляция (по Спирмену) зависимости среднего диаметра эритроцитов от уровня протонов (r=0,108) (Монгалёв и др., 2018) и высокая соответственно от среднего диаметра нормоцитов (r=0.848; p=0,019; n=7) (рис. 10.2).

¹⁾ в скобках – количество спортсменов;

²⁾ статистически значимо по отношению к периоду покоя *- p < 0.05,

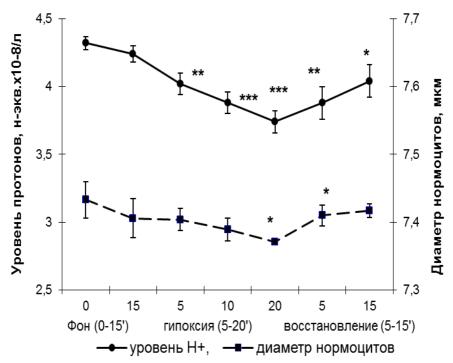


Рисунок 10.2 - Динамика содержания нормоцитов и уровень протонов в крови человека в условиях нормобарической гипоксии. Примечание. Статистически значимо: при * p-<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Полученные данные дают основание предполагать, что уменьшение среднего диаметра нормоцитов, возможно, является следствием их перехода в микро- или макроциты в условиях изменения рН крови вызванного ФН или ОНГ при сохранении средней величины диаметра эритроцитов в крови испытуемых. Эти переходы характеризуются разнонаправленным изменением среднего диаметра эритроцитов: уменьшением, увеличением или отсутствием изменений такового, что, вероятно, отчасти соответствует элиминации эритроцитов, отклоняющихся по величине от среднего размера. При выраженной асимметрии распределение эритроцитов по диаметру можно видеть форму образования двухвершинной кривой Прайс-Джонса (рис. 10.3).

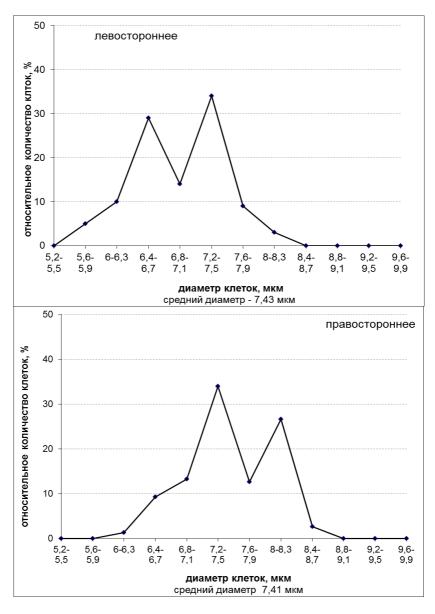


Рисунок 10.3 - Двухвершинные кривые Прайс-Джонса: отклонение от среднего диаметра эритроцитов у мужчин лыжников-гонщиков

Кривая Прайс-Джонса из одновершинного распределения эритроцитов (период покоя) переходит в двухвершинную форму на пороге анаэробного Известно, что двухвершинная форма распределения квазистационарная (Молчанов, 1967) соответствует типичной распределением гистограмме c биноминальным эритроцитов (Скверчинская, Никитина, 2013). Вероятно, асимметричное распределение эритроцитов может свидетельствовать о кратковременном несоответствии поступления эритроцитов в кровь или выведением их из циркуляции в условиях стресс-реакции, что показано на основании популяционностатистической модели (Балаховский, 2009).

Примечательно, что коэффициент отношения суммы эритроцитов диаметром 7,2-7,5 мкм и 8,0-8,3 мкм к эритроцитам диаметром 7,6-7,9 мкм при двухвершинном распределении эритроцитов больше, чем при одновершинном распределении и соответствует величине 2,53±0,14 против 2,12±0,14. Анализ исследуемой группы людей показал, что вначале гипоксии величина КОСЭ составляет 2,53±0,23, а на 20-ой минуте дыхания обедненной кислородом газовой смесью КОСЭ повышается соответственно до 3,73±0,31 (p<0,05), что является свидетельством увеличения количества лиц, имеющих в венозной крови эритроциты с двухвершинной формой кривой Прайс-Джонса. В период восстановления на 15 мин КОСЭ уменьшается до 2,24±0,24 (Монгалёв и др., 2014).

Распределение эритроцитов от одно- до двухвершинной формы можно рассматривать Прайс-Джонса морфологической и функциональной неоднородности популяции клеток на основе способности их взаимодействия с факторами среды (Олейникова и др., 2004; Мищенко, Иржак, 2012). Известно, что в крови человека циркулируют субпопуляции эритроцитов, которые в условиях ОНГ поразному включаются в процесс гомеостазиса при изменении доставки кислорода к легким (Бойко и др., 2010). Временная динамика этого процесса, возможно, проявляется вследствие трансформабельности, прежде всего, нормоцитов у испытуемых на изменение условий внутренней среды (рис.10.2), что характерно для красных клеток крови (Bessis, 1974). Предполагается, что ответная реакция эритрона может быть обусловлена способностью эритроцитов кислородчувствительных как саморегуляции (Jensen, 2009).

Восстановление (регенерация) среднего диаметра эритроцитов у испытуемых на 15-ой минуте после ОНГ происходит за счет нормоцитов (р<0,01). Сохранение тенденции к уменьшению среднего диаметра эритроцитов с $7,53\pm0,06$ мкм до $7,42\pm0,07$ мкм в условиях номобарической гипоксии можно рассматривать как эффект последействия. Суммарная

величина диаметров эритроцитов у испытуемых после действия ОНГ восстанавливается медленно. Более раннее восстановление среднего диаметра нормоцитов по сравнению с аналогичными показателеями эритроцитов отмечали у спортсменов в условиях физической нагрузки (Рубцова и др., 2017).

Механизм поддержания крови В популяции эритроцитов, функционально соответствующих ФН и ОНГ условиям обеспечения организма кислородом, связан, вероятно, с избирательным разрушением их неустойчивых форм и реализуется на уровне стрессреакции в фазу мобилизации (Сотникова, 2009). Показано, что у людей в «норме» 0,5% эритроцитов находятся в состоянии гемолиза (Кидалов, Лысак, 1989). Кратковременное увеличение активных форм кислорода и перекисного окисления липидов В бислое мембран (Владимиров, 1998), гиперполяризация мембран (Lassen et al., 1976; Bickler, способствуют проницаемости ионов Na+ Утепбергенов, 1978), повышению входа Са++ и выхода К+ из клеток как большого, так и значительно меньшего размера по сравнению с нормоцитами (Гольдберг, Левина, 1969; Berridge et al., 1998).

Поступление Na+ В клетку вследствие активизации трансмембранного обмена Na+/H+ (Perry, Thomas, 1991) связано с повышением осмотического давления в эритроцитах, что приводит к их набуханию и, вероятно, разрушению клеточных структур. Возможно, у средние дистанции аналогичный спортсменов-бегунов на избирательного разрушения неустойчивых форм клеток проявляется в сокращении времени гемолиза эритроцитов (Дычко и др., 2014). В условиях дальнейшей нагрузки эритроциты, насыщенные водой, имеют тенденцию быть более стойкими к гипо- и гипергидратации плазмы (Lang, 1998).

Предполагается, что гемолиз эритроцитов у 36% исследуемых спортсменов (первая группа) касался клеток наименьшего диаметра (микроцитов); у 12% - (вторая группа), затрагивал равномерное разрушение клеток по всему спектру (диапазону), тогда как у 52% - (третья группа) преобладал среди эритроцитов наибольшего диаметра (макроцитов). В этих условиях варьирование в крови эритроцитов с разной способностью к «набуханию» является, по-видимому, одним из механизмов направленных поддержание гомеостаза нормализацию на газотранспортной функции крови, поскольку этот процесс затрагивает кислородозависимый транспорт ионов в эритроцитах (Иржак, 1988; Бойко и др., 2010). Исследованиями А.М.Замковой в лаборатории Гинецинского (цит. по: Иржак, 1975, с. 150) показано, что в процессе «набухания» эритроцита возрастает сродство гемоглобина к кислороду. С развитием 114

метаболического ацидоза в эритроцитах циркулирующей крови увеличивается содержание 2,3-Д $\Phi\Gamma$, что повышает отдачу кислорода в ткани (Гладилов, 1992; Ivanova et al., 2011; Луценко, 2012).

Следовательно, индивидуальная разнонаправленность в характере формирования среднего диаметра эритроцитов проявилась при различном кислотно-щелочного состояния крови. Это значении может свидетельствовать о наличии различных вариантов реакции нормоцитов периферического звена эритрона в связи с внутриклеточными процессами, оптимизацию транспортной направлены на поддержания гомеостазиса крови В меняющихся условиях микроокружения.

Перераспределительная реакция эритроцитов, вплоть до образования двухвершинной кривой Прайс-Джонса, вероятно, является адаптивной реакцией организма во время экстремальных воздействий, поскольку размер эритроцитов взаимосвязан с оксигенацией (Minetti, Malorni, 2006) и не всегда соответствует кратковременному увеличению среднего диаметра эритроцитов.

Считается, что у спортсменов высокой квалификации в покое средний диаметр эритроцитов увеличен за счет макроцитов (Викулов и др., 2015). Возможно, крупные клетки способны быстрее оксигенироваться в легких и отдавать кислород в тканях, поскольку увеличена площадь контакта между эритроцитом и стенкой капилляра (Иванов, 1993) или они метаболизмом. внутриклеточным характеризуются иным результаты Л.Н. Катюхина противоречат исследования установившего, что в мелких сосудах происходит перемещение жидкой фазы по градиенту давления из эритроцита в просвет капилляра и, как следствие, имет место снижение гематокрита и вязкости крови.

Малая выборка исследуемых показателей не позволяет говорить о более эффективном выполнении физической нагрузки спортсменамилыжниками с повышающимся средним диаметром эритроцитов в периферической крови в процессе спортивных достижений. Выяснение механизмов, лежащих в основе перераспределения эритроцитов разного диаметра в системе гемоциркуляции, является предметом самостоятельного исследования.

ГЛАВА 11 РОЛЬ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ПОВЫШЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Людинина А.Ю.

нагрузке Проблема адаптации к физической И сохранения «спортивной формы» высококвалифицированных спортсменов на разных этапах годичного макроцикла сохраняет свою актуальность. Известно, что аэробный потенциал имеет решающее значение в спорте высших достижений и для лыжного спорта в частности (Швеллнус. 2001: Handbook...,2003; Sandbakk, Holmberg, 2014). Для достижения высоких результатов необходима исключительная работа кислородно-транспортной системы и способность скелетных мышц к окислению жиров и углеводов, которые имеют первостепенное значение в энергообеспечении спортсменов (Randell, 2013; Hall, 2016). Стратегии увеличения запасов гликогена достаточно хорошо изучены, в то время как механизмы утилизации жиров, как наиболее энергоемких молекул, получили высокий интерес со стороны ученых, тренеров и спортсменов лишь в последнее время (Noland, 2015; Hall, 2016; Maunder, 2018; Purdom et al., 2018). Данные мировой научной литературы (Mickleborough, 2013; Calder, 2015; Lewis et al., 2015; Zebrowska et al., 2015; Hall, 2016; Maunder, 2018) и собственные исследования, выполненные на лыжниках – членах сборных команд Республики Коми и РФ (Людинина, Бойко, 2016; Людинина, 2017; Людинина и др., 2018; Lyudinina al., 2018), свидетельствуют аэробная 0 TOM, тренированность в видах спорта на выносливость связана, в также с повышенной утилизацией жира в организме.

11.1 Влияние физической нагрузки на профиль жирных кислот

Функциональное состояние высокотренированного спортсмена обеспечивается сложным механизмом нейроэндокринной особую роль в которой играют жирные кислоты и их производные липиды. Известно, что ЖК реализуют самые разнообразные функции, участвуя в энергетических и обменных процессах организма, являются незаменимым компонентом клеточных мембран в форме фосфолипидов, а также субстратом для синтеза ряда высокоактивных эйкозаноидов (Arab, 2005; Simopolus, 2008; Calder, 2012). ЖК в качестве источника энергии во время ФН образуются из разных источников: ЖК, транспортируемых в свободном либо связанном виде с альбумином, из триглицеридов в составе липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) и ЖК, образуемых при липолизе ТГ мышечных клеток (Noland, 2015).

Аэробная тренированность при интенсивных нагрузках на выносливость вызывает как активацию липолиза и мобилизацию липидов, так и увеличение их окисления (Handbook..., 2003; Lippi et al., 2006). При умеренной ФН в плазме крови повышается концентрация НЭЖК и остается на том же уровне в течение трех часов в период восстановления, как спортсменов, так и нетренированных лиц, как мужчин, так и женщин (Mougios et al., 2003; Henderson et al., 2007).

Исследования спортсменов вне нагрузки выявили высокую прямую связь общих липидов, ТГ и холестерина в крови с жировой массой, с массой тела и индексом массы тела (Абрамова, 2013; Stelzer 2015). Динамика общих липидов плазмы крови у лыжников в тренировочном цикле аналогична изменениям содержания жира в организме: повышение их уровня приходится на сентябрь относительно июня и далее отмечается снижение показателей к январю. У более квалифицированных спортсменов (МС по сравнению с КМС) общая сумма липидов в крови выше, а жировая масса в организме ниже, что свидетельствует о повышенной утилизации жира у МС (Людинина, Бойко, 2016).

Холодовое воздействие на организм человека модулирует использование углеводов и жиров, как в покое, так и во время физических et al., 2002; Gagnon et al., 2013). Сложность нагрузок (Layden биоэнергетического ответа во время ФН вытекает из взаимодействия диапазона переменных, таких как степень климатических и сезонных условий (температуры, ветра и влажности), интенсивность упражнений и продолжительность (Gagnon et al., 2013). Использование большого количества мышечной массы увеличивает катехоламинов, действие холода активирует выделение надпочечниковую секрецию, сильно влияя на липолитическую активность в слоях адипозной ткани через β-адренергические рецепторы (Castellani et al., 1999). Так, бег и ходьба в климатической камере, установленной на 0°С или 22°C в течение 60 минут при 50 и 70% от максимального потребления кислорода, вызывает снижение частоты сердечных сокращений, более высокое окисление жиров и их вклад в общее энергообеспечение организма в холодных условиях, несмотря на отсутствие значимых изменений в концентрациях НЭЖК, глицерина и катехоламинов. Это несоответствие может свидетельствовать о большей зависимости от внутримышечных источников энергии, таких как триглицериды, при ходьбе и беге (Gagnon et al., 2013).

ФН в целом сопровождается не только увеличением окисления ЖК, но и модификацией профиля ЖК. Так, умеренная ФН сопровождается увеличением доли олеиновой кислоты, снижением уровней пальмитиновой и стеариновой ЖК в сыворотке крови к концу нагрузки (Mougios et al., 2003). Показано, что длительность и интенсивность тренировки может модифицировать профиль жирных кислот, значимо увеличивая долю олеиновой (С18:1 п9), докозагексаеновой (С22:6 п3) кислот, сумму мононенасыщенных и полиненасыщенных ЖК в составе фосфолипидов скелетной мышцы. При этом более высокий коэффициент 18:1n9/16:0 может являться следствием увеличения активности delta-9 десатуразы в ходе тренировок (Helge et al., 2001). Вклад разных классов ЖК в энергообеспечение ФН зависит от питания, уровня сытости, а также от ее интенсивности (Mougios et al., 2003; Simopolus, 2008). Так, максимальной мощности нагрузки, соответствующей 95-97% от МПК, происходит переключение метаболизма с насыщенных длинноцепочечных на среднецепочечные ЖК, обеспечивающие энергию при интенсивных нагрузках (Lyudinina et al., 2018). Тем не менее, некоторые авторы подчеркивают, что сложно вычленить эффекты физической нагрузки на состав ЖК ткани и липидов крови у людей, поскольку невозможно полностью исключить фактор питания у спортсменов, находящихся на индивидуальной подготовке (Nikolaidis, Mougios, 2004).

Для спортсменов, стремящихся к достижению высоких результатов, вопросы рационального питания приобретают особое значение, поскольку взаимосвязь питания и физической работоспособности в настоящее время не вызывает сомнений (Mickleborough, 2013; Calder, 2015; Maunder, 2018; Kerksick et al., 2018). Международные организации по спортивному питанию Америки, Канады и ряда стран Европы (Rodriguez et al., 2009) подчеркивают, что физическая активность, спортивные результаты и восстановление после тренировки улучшаются благодаря оптимальному питанию и самые обсуждаемые темы сосредоточены на роли питания в гипертрофии мышц и повышении выносливости (Kerksick et al., 2018). В связи с этим, эссенциальные (незаменимые, то есть не синтезируемые организмом, поступающие только из питания) нутриенты, повышающие работоспособность резонно вызывают интерес.

11.2 Роль n-3 полиненасыщенных жирных кислот в повышении физической работоспособности спортсменов

Особая роль среди хорошо зарекомендовавшей себя нутритивной поддержки придается эссенциальным n-3 ПНЖК (Mickleborough, 2013; Calder, 2015; Kerksick et al., 2018). В последнее время появилось много 118

публикаций на эту тему. Специально следует подчеркнуть, что эти соединения являются обычными компонентами пищи и не могут рассматриваться в качестве допинга.

К ряду а-линоленовой кислоты, являющейся частичным предшественником для биосинтеза длинноцепочечных n-3 ПНЖК, относятся, в первую очередь, эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты. Источники эссенциальных ЖК представлены в Гл.13, таблица 13.3.

Анализ профиля жирных кислот плазмы крови большинства обследуемых лыжников фоновый дефицит покое демонстрирует эссенциальных n-3 ПНЖК. требующий корректировки общеподготовительный и соревновательный периоды. По нашим данным, профиль ЖК плазмы крови спортсменов характеризуется более высокими значениями n-6 линолевой, арахидоновой кислот и соответственно высоким индексом n6/n3 (30/1), а также дефицитом n-3 ЛНК, ЭПК и ДГК по сравнению с рекомендуемыми значениями (Hodson et al., 2018). Низкая доля ЛНК (а-С18:3) отмечена у всех лыжников, ДГК (С22:6) -у 92% обследуемых, что связано не только с недостаточным потреблением этих кислот, но также с проявлением метаболической перестройки в условиях адаптации организма к регулярным интенсивным физическим нагрузкам (Людинина, 2015). Соревновательная деятельность модифицирует профиль эссенциальных ПНЖК крови, приводя к увеличению уровня n-3 ДГК и n-3 ЛНК и к уменьшению n-6 полиненасыщенных жирных кислот относительно фоновых значений. Ассоциации между n-6 арахидоновой, индексом n3/n6 и ЧСС, а также связи п-3 ЭПК и п-6 ПНЖК с диастолическим давлением указывают на значимую роль эссенциальных ПНЖК в регуляции функций сердечно-сосудистой системы лыжников-гонщиков (Людинина, 2017), поскольку достаточный запас п-3 ПНЖК в организме обусловливает организма к длительным **VCTOЙЧИВОСТЬ** И интенсивным нагрузкам (Simopoulos et al., 2008).

Так, установлена важная роль n-3 ПНЖК в деятельности сердечнососудистой и нервной систем, улучшении нервно-мышечной функции и состояния эндотелия спортсменов (Simopolus, 2008; Mickleborough, 2013; Zebrowska A. et al., 2015), увеличении окисления жира (Lewis et al., 2015), снижении воспаления (Calder, 2007), в стимулировании секреции и метаболизма андрогенов у спортсменов (Nagata et al., 2000). n-3 ПНЖК необходимы для энергообеспечения мышечной деятельности и более быстрого восстановления после физических нагрузок, снижения мышечной боли и уровня лактата (Lembke, 2014; Philpott et al., 2019). Важнейшая физиолого-биохимическая роль длинноцепочечных n-3 ПНЖК состоит в снижении синтеза воспалительных эйкозаноидов, цитокинов и активных форм кислорода; при этом, эффекты эндогормонов, образуемых из n-6 ПНЖК, противоположны (Simopoulos, 2008; Tapiero, 2002).

Существуют исследования, показывающие связь между n-3 ПНЖК и МПК (Raastad et al., 1997; Brilla et al.,1990): первые способствуют повышению МПК (Lewis, 2015; Peoples, McLennan, 2016) и выносливости за счет снижения стоимости кислорода при физической нагрузке (Philpott et al., 2019). Другие исследования связывают аэробную работоспособность с содержанием n-3 ПНЖК в мышцах (Helge et al., 2001; Andersson et al., 2000) и в целом свидетельствуют об оптимизации ФР спортсменов циклических видов спорта (Brilla and Landerholm, 1990; Zebrowska et al., 2015; Da Boit, 2017).

Потребление рыбьего жира, содержащего длинноцепочечные п-3 ПНЖК, снижает ЧСС в покое и на пике нагрузки в тесте до истощения у высокотренированных велосипедистов (Peoples et al., 2008), у футболистов - снижает ЧСС и диастолическое давление в ходе субмаксимальной нагрузки (Buckley et al., 2009). Ряд экспериментальных (Billman, Harris, 2011) и клинических исследований (Christensen, 2011; Xin et al., 2013; Macartnev et al.. 2014: Żebrowska et al., 2015) показывают связь длинноцепочечных n-3 ПНЖК c низкой ЧСС vвеличением вариабельности сердечного ритма. Кроме того, более низкие значения эссенциальной ЛНК в плазме крови сопряжены с появлением медленных волн более высоких порядков, указывая на неоптимальную регуляцию сердечного ритма и усиление напряжения регуляторных систем, что снижает функциональные резервы спортсменов (Людинина и др., 2018; Γ л.4.2). Выявлена потенциальная роль ЛНК формировании поддержании психофизиологического статуса лыжников-гонщиков: более низкий уровень содержания ЛНК в плазме крови сопряжен с низкими показателями общего функционального состояния нервной системы обследуемых (Людинина и др., 2017).

Среди n-3 ПНЖК наибольшее значение придается α-ЛНК, которая по своей биологической активности не эквивалентна n-3 ПНЖК и обладает плейотропными эффектами (Ипатова,2004; Nieman,2015; Ando, 2017). Основная ценность ЛНК заключается в том, что она способна превращаться в длинноцепочечные n-3 ПНЖК, включая ЭПК (C20:5n-3), докозапентаеновую кислоту (C22:5n-3) и ДГК (C22:6n-3) (Вurdge, 2006; Nieman et al., 2015). Однако ферментативное превращение ЛНК в ЭПК и ДГК относительно неэффективно у людей: менее 1% превращается в ДГК, 0,3–8% в ЭПК у мужчин и до 21% у женщин (Arterburn, 2006; Simopolus, 2008; Nieman et al., 2015).

Как и в случае других длинноцепочечных жирных кислот, ЛНК абсорбируется кишечника, ИЗ переходит В циркуляцию этерифицированных ТГ, переносимых частицами в виде хиломикронов. ТГ хиломикронов гидролизуются липопротеинлипазой, экспрессируемой эндотелии. Липоротеинлипаза жировой ткани активируется В постпрандиальный период, что приводит к активации липогенеза. В результате гидролиза ТГ хиломикронов ЖК поступают с кровотоком в печень, где перерабатываются и вновь появляются в качестве компонентов ТГ (ЛПНП) или фосфолипидов. Благодаря этим процессам ЛНК может включаться в клеточные мембраны, храниться в пулах (главным образом в жировой ткани), использоваться для производства энергии или преобразовываться длинноцепочечные п-3 ПНЖК (считается, что в основном это происходит в печени) (Baker et al., 2016). ЛНК составляет около 0,7% от общего количества жирных кислот в жировой ткани, и ранее показано, что ЛНК сильно мобилизуется во время ФН, при этом уровень в плазме увеличивается почти в 6 раз после длительных интенсивных упражнений (Nieman, 2014).

После приема внутрь ЛНК почти полностью всасывается и: 1) окисляется до углекислого газа и воды; 2) включается в тканевые липиды; или 3) используется в синтезе эйкозаноидов (Burdge, 2006; Arterburn, 2006). Меченную кислоту [13С] в плазме можно обнаружить в течение двух часов (Burdge, 2006). Более половины потребленной ЛНК превращается в углекислый газ для получения энергии в процессах митохондриального и пероксисомального β-окисления во время длительных тренировок, когда запасы углеводов истощаются. Частичное извлечение усвоенной [13С]-ЛНК в виде 13СО2 почти вдвое выше, чем у пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот людей (Ide, 2000; McCloy, 2004; Burdge, 2006; Nieman, 2014; Nieman et al., 2015; Baker et al., 2016). Одним из возможных объяснений преимущественного использования ЛНК для β-окисления является большее сродство карнитин-пальмитоилтрансферазы-1, фермента, ограничивающего скорость окисления ЛНК в митохондриях, по сравнению с другими ненасыщенными жирными кислотами (Burdge, 2006).

В целом, данные свидетельствуют о положительном влиянии отдельных классов жирных кислот на общее функциональное состояние, устойчивость нервной системы и регуляцию ритма сердца спортсменов, повышая тем самым адаптивные возможности организма и обусловливая целесообразность применения n-3 БАД в спорте высших достижений. Эссенциальные n-3 ПНЖК играют существенную роль в поддержании нормального функционирования организма. Определение этих соединений в рационе и плазме крови вне нагрузки и во время соревнований может быть хорошим маркером высокой работоспособности спортсменов.

11.3 Скорость окисления жиров – как маркер аэробной работоспособности

Аэробный распад углеводов и жиров является основным источником энергии для ресинтеза аденозинтрифосфата во время физической нагрузки (Helge, 1996; Handbook..., 2003; Spriet, Watt, 2003).

Считается, что уровень жировой массы человека, являясь одним из маркеров высокой работоспособности, отрицательно коррелирует с аэробной производительностью. Увеличение жирового компонента косвенно указывает на активности процессов липолиза, что ведет работоспособности и низкой готовности организма к выполнению интенсивной и высокообъемной тренировочной работы. Но, в то же время истощение жировой массы свидетельствует о перетренированности спортсмена (Швелнус, 2011; Абрамова, 2013). Показано, что тренировки приводят к повышенной зависимости организма от внутримышечных липидных источников для их окисления (Hurley et al., 1986). Предложены нормативы по содержанию жира в организме (%Жира) для высококвалифицированных лыжников от 23-35 лет: у мужчин диапазон нормы составляет 7-9,8 %, у женщин 8,7-13,5%, для юниоров в возрасте 16-17 лет - 7,5-11,7% для юношей, и 12,1-19,3% для девушек (Абрамова и др., 2013).

Спортсмен во время аэробной работы получает относительно больше энергии за счет окисления жиров и соответственно меньше за счет окисления углеводов по сравнению с нетренированными лицами. Такой сдвиг в сторону преимущественного энергетический использования жиров позволяет экономичнее расходовать мышечный гликоген и тем самым отодвигать момент его истощения, а, следовательно, повышать продолжительность выполнения нагрузки (Handbook..., 2003; Hall et al., 2016; Da Boit et al., 2017). При субмаксимальных аэробных нагрузках одним из главных механизмов утомления является расходование мышечного гликогена. В отличие от экзогенных жировых запасов, запасы эндогенного гликогена ограничены и могут быть истощены в первые 30-90 (Hermansen al.. 1967). ΦН et Современные интенсивных исследования показали, что любое вмешательство, направленное снижение распада гликогена, может потенциально увеличить выносливость. Это привело к теории, согласно которой любой метод увеличения скорости окисления жира может сэкономить потребление гликогена и, в свою очередь, повысить выносливость (Andersson et al., 2000; Maunder, 2018).

Использование того или иного субстрата в качестве источника энергии зависит от питания, содержания гликогена в мышцах, интенсивности и продолжительности ФН, уровня подготовки (Van Loon et al., 1999; Randell et al., 2013; Hall et al., 2016; Purdom et al., 2018). Показатель 122

СОЖ меняется в зависимости от вида спорта, степени тренированности спортсмена, доли жировой массы, уровня сытости, возраста и пола (Randell et al., 2013; Noland 2015; Людинина и др., 2018). Тем не менее, значимая доля в окислении жиров зависит и от других факторов, которые чаще всего не берутся во внимание и мало изучены (Randell et al., 2013).

В отечественных источниках изучение энерготрат и расхода макронутриентов в состоянии покоя и при ФН, основанное на исследовании газообмена, чаще проводится с целью выявления факторов риска развития алиментарно-зависимых заболеваний (Березина и др., 2010), но не уровня тренированности организма спортсмена. Ланные обстоятельства проблему актуализируют качественного мониторинга оценки функционального состояния высококвалифицированных спортсменов через скорости окисления жиров. Расчет СОЖ в абсолютных значениях (г/мин) и по отношению к МПК% осуществляли методом непрямой калориметрии с использованием эргоспирометрической системы «Oxycon Pro» в режиме «breath-by- breath» с помощью разработанной нами компьютерной программы (Приложение 2.2).

Показано, что скорость окисления жиров у высококвалифицированных лыжников-гонщиков сборной РК (мастера спорта) в покое составила 0.17 ± 0.05 г/мин, у КМС -0.14 ± 0.07 г/мин

(Людинина и др., 2018) (рис. 11.1).

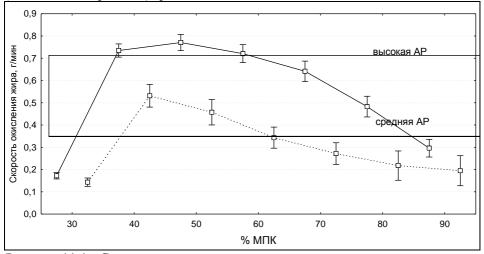


Рисунок 11.1 - Скорость окисления жиров в организме лыжников-гонщиков разной квалификации в зависимости от уровня аэробной работоспособности: — МС, — - - КМС.

Максимальное окисление жиров у КМС наблюдалось в среднем при 40% от МПК и составило 0,53 г/мин, соответствуя средней аэробной работоспособности. Средний показатель пикового окисления жира в группе МС составил $0,77\pm0,16$ г/мин, варьируя среди обследуемых от 0,45 до 0,93 г/мин. При этом максимальная СОЖ наблюдалась в диапазоне 40-60% от МПК, что сопоставимо с данными по окислению жиров среди спортсменов циклических видов спорта (Randell et al., 2013; Hall et al.,2016). Лыжникигонщики МС, по сравнению с КМС, показывали более высокую пиковую СОЖ (p=0,01) и более длительное поддержание этой скорости в ходе нагрузки, что говорит в пользу их более высокой АР по сравнению с КМС.

Ранее показано увеличение окисления жирных кислот в 5-10 раз при нагрузке низкой и умеренной интенсивности, относительно уровня покоя, которое достигает максимума при интенсивности нагрузки около 65% от МПК (Kiens, 2006). В покое (20-30% от МПК) основную роль в поставке ЖК играет периферический липолиз. Из углеводов окисляется лишь глюкоза, а роль внутримышечных ТГ как источника энергии пренебрежимо мала. При ФН 65% от МПК периферический липолиз и липолиз внутримышечных ТГ имеют место в равной степени, и, в целом, окисление жиров максимально. При дальнейшем увеличении интенсивности физической активности до 85% от МПК окисление жиров уменьшается (Kiens, Helge,2000). Несмотря на высокий уровень расхода энергии во время тренировок умеренной и высокой интенсивности, происходит подавление окисления общих ЖК. Этот факт известен на протяжении многих лет, тем не менее, механизмы, лежащие в основе этого явления, до сих пор полностью не выяснены.

Одно из возможных объяснений - при нагрузках высокой интенсивности быстро нарастает гликолиз, который с избытком обеспечивает митохондрии ацетил-КоА, связывающий свободный карнитин в мышцах с образованием ацетилкарнитина. Это приводит к снижению доступности свободного карнитина и может снижать активность карнитин-пальмитоил-трансферазы и, соответственно, транспорт длинноцепочечных ЖК в митохондрии (Jepessen, Kiens, 2012). Вместе с тем, повышенное использование жиров может увеличивать образование NADH и снижать энергетический потенциал клетки, который приводит к уменьшению распада гликогена и активации пируватдегидрогеназы. Также, повышение НЭЖК может вызвать увеличение активности пируватдегидрокиназы, что как считается, имеет место при длительных нагрузках (Spriet, Watt, 2003).

Таким образом, считают, что карнитин является основным прямым регулятором окисления ЖК при нагрузках умеренной и интенсивной мощности (Kiens, Helge, 2000; Jepessen, Kiens, 2012). Обсуждается роль 124

различных липид-связывающих белков в трансмембранном и цитозольном транспорте липидов, молекулярные механизмы, участвующие в распаде внутримышечных ТГ во время физических нагрузок (Kiens, 2006).

В целом, в литературе все еще нет полного понимания, как лимитируется и регулируется окисление ЖК в скелетных мышцах при нагрузках высокой интенсивности, недостаточно освещены механизмы транспорта и утилизации индивидуальных жирных кислот при адаптации к воздействию физических нагрузок в зависимости от их характера и уровня тренированности организма.

Практическая значимость работы состоит в оценке возможности n-3 эссенциальных и среднецепочечных жиров, потребляемых с пищей, расширять аэробную зону, что может быть как одной из основных мер повышения функционального состояния И выносливости, профилактикой утомления в спортсменов. Планируется подготовке разработать рекомендации по потреблению отдельных классов жирных кислот в соответствии с новыми научными сведениями, представленными в мировой литературе по спортивной физиологии и медицине. На основании полученных результатов будут даны рекомендации для тренеров и спортсменов, направленные на повышение физической работоспособности недопинговыми методами, включающими оптимизацию пищевого рациона спортсменов.

ГЛАВА 12 ВИТАМИННЫЙ СТАТУС У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЗИМНИХ ВИДОВ СПОРТА

Потолицына Н.Н.

12.1 Роль витаминов в спорте. Особенности витаминного статуса спортсменов

Современный спорт характеризуется повышенными требованиями ко всем функциональным системам организма спортсмена. Данная тенденция актуальна в циклических зимних видах спорта, где в последние десятилетия повышаются объемы и интенсивность тренировочной нагрузки (Головачев и др., 2006). В литературе установлена важная роль витаминов, особенно группы В и антиоксидантов, в нормальном функционировании нервной системы (умственной деятельности, эмоционального состояния и т.д.), процессах энергообеспечения (в т.ч. при физической деятельности) и защите от свободно-радикального окисления клеток (в сердечно-сосудистой системе, головном мозге и т.д.) (Теоретические и клинические аспекты..., 1987; Maughan, 1999; Спиричев и др., 2004; Мартынов и др., 2014). Так, уменьшение количества тиамина (витамин В1) и рибофлавина (витамин В2) в клетке ухудшает биосинтез АТФ и вызывает усталость (Choi et al., 2013; Manore, 2000). Кроме того, во время аэробных упражнений поток кислорода может возрасти в сто раз, образуя активные формы кислорода и азота (Yimcharoen et al., 2019), в нейтрализации которых важную роль играют витамин E и каротиноиды (Lee et al., 2017; Kanter, 1994).

Витамины являются незаменимыми пищевыми веществами, и их поступление в организм практически полностью, за исключением витамина D, зависит от разнообразия и качества рациона питания (Спиричев и др., 2004). Организм человека не способен надолго запасать витамины. Если депо жирорастворимых витаминов может обеспечить адекватное их поступление в организм в течение нескольких месяцев, то в случае с водорастворимыми витаминами хватает не более чем на 2-6 недели (Теоретические и клинические аспекты..., 1987; Спиричев и др., 2004; Lukaski, 2004).

В связи с вышесказанным количество поступаемых в организм витаминов важно контролировать. Спортсменам, которые тратят большое количество энергии в ходе ежедневных физических нагрузок, следует пропорционально увеличивать потребление ряда витаминов. Так, потребность в витамине В1 и В2 зависит от потребления энергии: рекомендуемая суточная норма составляет не менее 0,5 мг и 0,6 мг на 1000 ккал соответственно. Первыми признаками недостаточного поступления 126

данных витаминов в организм спортсмена может быть снижение аэробных возможностей организма, накопление пирувата и увеличение уровня циркулирующего лактата во время физической нагрузки, что может способствовать утомлению и снижению работоспособности (Manore, 2000; Lukaski, 2004).

Недостаточное потребление жирорастворимых витаминов может быть не так заметно, как водорастворимых, из-за значительного их запаса в депо (печени и жировой ткани). Однако длительное неадекватное потребление данных витаминов в определённые периоды тренировочного цикла может сказаться на состоянии и производительности спортсмена. Так, известно, что при выполнении экстремально высоких физических соревнований, период связанных или психоэмоциональным стрессом, а также при выполнении нагрузок в горах дисбаланс в функционировании наблюдаться антиоксидантной систем (Schippinger et al., 1994; Machefer et al., 2004). Кроме того, в отличие от водорастворимых витаминов, очень большое потребление витаминов A, E и D токсично и может привести к значительным метаболическим нарушениям.

Таким образом, профессиональная деятельность высоквалифицированных спортсменов, несомненно, может стать потенциальным фактором риска для развития витаминодефицитных состояний. В связи с этим, важно регулярно оценивать состояние витаминового статуса спортсменов с учетом вида спорта и стадии тренировочного цикла.

12.2 Методы оценки обеспеченности витаминами организма спортсменов

Основными методами оценки витаминного статуса, как в отечественной, так и в мировой литературе на современном этапе являются:

1) анализ витаминов в рационах питания и по фактическому питанию.

В этом случае производится опрос спортсменов с помощью специально-разработанных анкет, индивидуально заполняемых каждым спортсменом. В период сборов или соревнований, когда спортсмены находятся на централизованном стандартизированном питании, возможна оценка витаминного статуса на основании меню-раскладки.

2) Оценка состояния здоровья и физического развития.

Данный метод основан на выявлении возможных симптомов и клинических проявлений гиповитаминозных состояний. Однако зачастую

клинические признаки гиповитаминозов являются неспецифичными и, как следствие, их трудно отнести к дефициту конкретного витамина.

3) Биохимические методы.

На наш взгляд, определение витаминного статуса с применением данных методов является наиболее объективным. Они могут быть основаны на прямом определении витамина по его концентрации в биологическом материале (кровь, моча) или с помощью функциональных тестов. В последнем случае, оценка витаминного статуса (витамин В1, В2, В6) производится по приросту активности витамин-зависимых ферментов до и после добавления соответствующего витамина. Данный метод позволяет оценить степень насыщенности/недостатка витамина в организме ещё до появления первых клинических признаков гиповитаминоза.

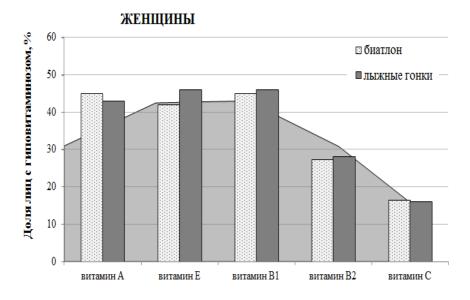
В наших исследованиях были использованы следующие биохимические методы:

- обеспеченность организма тиамином (витамин В1) оценивали по приросту активности эритроцитарного тиамин-зависимого фермента транскетолазы до и после добавления тиаминдифосфата (по т.н. ТДФ-эффекту) (Теор. и клин. аспекты о питании, 1987);
- об обеспеченности организма рибофлавином (витамин В2) судили по приросту активности эритроцитарного рибофлавин-зависимого фермента ГР (по так называемому ФАД-эффект) (Теор. и клин. аспекты о питании, 1987; Методы оценки витам. обеспеч., 2001);
- концентрацию в сыворотке крови ретинола (витамин A) и токоферола (витамин E) определяли по интенсивности флуоресценции липидного экстракта сыворотки крови (Чернулкенс и др., 1984, Спиричев и др., 2001);
- концентрацию аскорбиновой кислоты (витамин C) в крови определяли методом визуального титрования реактивом Тильманса (Теор. и клин. аспекты о питании, 1987; Спиричев и др., 2001).

12.3 Витаминный статус у лыжников-гонщиков и биатлонистов

Данные, представленные в этой главе, получены нами в период с 2011-2018 гг. В исследовании принимали участие лыжники-гонщики (n=822, возраст 22,5±5,1 года) и биатлонисты (n=253, возраст 21,3±3,3 года), являющиеся членами сборных команд по лыжным гонкам Республики Коми и России. Забор крови осуществляли утром натощак из локтевой вены в гепаринизированные вакутайнеры «Bekton Dickinson BP» (Англия).

Результаты, полученные в исследовании, показали широкое распространение неадекватного уровня ряда витаминов у спортсменов (рис.12.1).



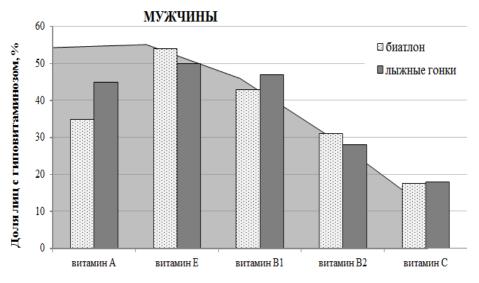


Рисунок 12.1 - Доля лиц с гиповитаминозами перед соревнованиями Примечание: серая зона на рисунке показывает долю лиц с гиповитаминозом среди спортсменов - жителей Европейского Севера (Потолицына, Бойко, 2018).

У лыжников-гонщиков и биатлонистов достоверные различия наблюдались только по витамину A в группе мужчин (p<0.5). Показатели витаминного статуса у мужчин и женщин также различались незначительно.

Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась по витаминам A, E и B1: более 40% лиц имели гиповитаминозы. Частота встречаемости неадекватного уровня по аскорбиновой кислоте была менее 20%. Это может быть связано с тем, что дефицит аскорбиновой кислоты, в связи с широким его распространением в продуктах питания и доступностью витамин Ссодержащих препаратов, в настоящее время встречается редко.

Сравнение витаминного статуса спортсменов с аналогичными данными жителей европейского Севера России (Потолицына, Бойко, 2018) показало, что дефицит ряда витаминов у спортсменов несколько превышал средние цифры по региону.

Поступление витаминов в организм спортсменов, как эссенциальных веществ, в большой степени зависит от их рациона питания (Коденцова, О.А. Вржесинкая, 2013). В задачу данной работы не входила оценка витаминного статуса по данным фактического питания, тем не менее, из литературы базовый рацион питания спортсменов чаше характеризуется недостаточным поступлением микроэлементов (Раджабкадиев и др., 2018; Nunes et al., 2018; Wardenaar et al., 2017). Включение дополнительных источников витаминов со специализированными продуктами питания или биологически активными добавками способно улучшить организма витаминами. Так, к примеру, большинство обеспеченность спортсменов (80%) в нашем исследовании многократно в течение тренировочного и предсоревновательного цикла принимало различные витаминно-минеральные комплексы, особенно при подготовке к важным соревнованиям. В отличие от них, анкетирование, проведённое у жителей Европейского Севера (n=3700), показало, что только 8% мужчин и 12 % женщин за последний год регулярно принимало витаминные препараты Возможно, именно прием дополнительных (Нильссен и др., 2003). витаминных добавок мог компенсировать значительные затраты витаминов при физических нагрузках у спортсменов и находиться в целом на уровне тех показателей витаминной обеспеченности, которые были показаны по данному региону (Потолицына, Бойко, 2018).

Таким образом, результаты исследования показали, что у высоквалифицированных спортсменов наблюдался высокий риск развития витамин-дефицитного состояния. Возможно, что регулярное дополнительное потребление витаминных комплексов спортсменами позволило показателям витаминного статуса в целом незначительно различаться от общерегионального уровня, снизив риск появления витамин-дефицитного состояния.

130

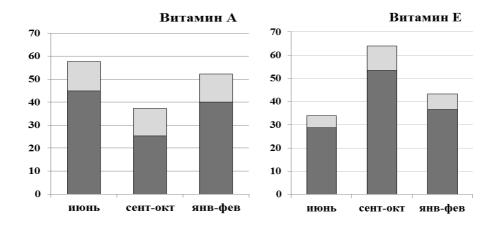
12.4 Витаминный статус у представителей циклических зимних видов спорта на различных этапах годового тренировочного цикла

Данная работа включала два годовых цикла подготовки 2011/2012 и 2012/2013 гг.. (n=277). В исследовании принимали участие лыжникигонщики - члены сборных команд по лыжным гонкам (мужчин и женщин), имеющие квалификацию КМС, МС и МСМК. Поскольку между годовыми циклами достоверных различий обнаружено не было, то результаты циклов были объединены. Обследование сезонных изменений проводись в июне (n=75),сентябре-октябре январе-феврале (n=90). 21,5±4,5 года. обследованных спортсменов составил осуществляли утром натощак из локтевой вены в гепаринизированные вакутайнеры «Bekton Dickinson BP» (Англия). Большинство спортсменов в данный период исследования использовали витаминсодержащие препараты.

На этапах годового тренировочного цикла у лыжников-гонщиков наблюдалась существенная флуктуация показателей витаминной обеспеченности организма (рис.12.2).

Одним из наименее напряженных, за исключением переходных, месяцев тренировочного цикла является июнь. Это так называемый «период вкатывания», в течение которого спортсмены постепенно подготавливают нагрузкам. В организм серьезным целом, данный характеризовался относительно невысокой распространенностью витаминсостояний по большинству изученных исключением витамина А, дефицит которого в июне составил 57%. Это, скорее всего, связано с более низким потреблением животных жиров в теплый период, а поступление провитамина А из растительных продуктов (морковь, перец, зелень и т.д.) в данный период может быть сильно понижено из-за длительного/неправильного их хранения.

Исследование витаминной обеспеченности в сентябре-октябре, как последних месяцев подготовительного этапа, позволило оценить риск большого объема развития гиповитаминозов при выполнении высокоинтенсивных тренировочных нагрузок. Несмотря на то, что осенью появляются продукты нового урожая, данный период характеризовался высокой распространенностью неадекватного уровня витаминов, особенно витаминов Е и В1, у лыжников: прирост дефицитов составил 1,5 раза по отношению к июню. Следует отметить, что ухудшение уровня витаминов группы В наблюдалось, главным образом, за счет увеличения выраженных форм гиповитаминоза. И, напротив, по жирорастворимым витаминам доля лиц с выраженными формами практически не менялась (12.0-12.8%) в течение всего периода обследования.



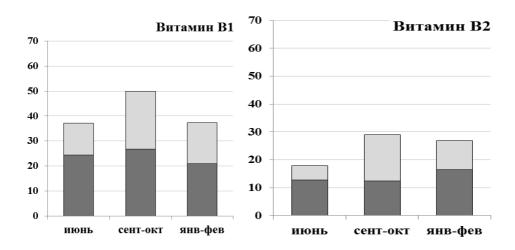


Рисунок 12.2 - Доля лиц с гиповитаминозами среди лыжников-гонщиков на различных этапах годового тренировочного цикла.

Примечание: темный блок – маргинальный гиповитаминоз, светлый блок – выраженный гиповитаминоз.

Январь и февраль находятся в середине соревновательного периода. В это время наблюдается тенденция к снижению объема тренировочной нагрузки и в то же время прирост психоэмоционального напряжения. Основной задачей данного периода является совершенствование

специально направленных физических качеств и сохранение оптимальной спортивной формы к основным стартам (чемпионатам федеральных округов и России и тд.). Витаминный статус лыжников в январе-феврале улучшается практически по всем витаминам до значений, показанных в июне. Частота встречаемости людей с выраженными формами гиповитаминоза понижается.

Наиболее адекватный уровень во все исследованные периоды года был показан по витамину С, частота встречаемости пониженного уровня не превышала 20% лиц. Следует также отметить, что нами не выявлено ни одного случая выраженного гиповитаминоза по данному витамину. Дефицит аскорбиновой кислоты, в связи с широким его распространением в продуктах питания и доступностью витамин С-содержащих аптечных препаратов в настоящее время встречается довольно редко (Раджабкадиев и др., 2018; Потолицына, Бойко, 2018). Но роль данного витамина в организме велика, поэтому есть необходимость постоянного контроля и мониторинга за его уровнем в организме.

Наибольшее число случаев полигиповитаминоза, т.е. дефицита трех и более витаминов, обнаружено в сентябре-октябре (29%), а меньше всего – в июне (14%).

Таким образом, у лыжников-гонщиков членов сборных команд независимо от периода годового цикла наблюдался дефицит целого ряда ключевых витаминов, зачастую имел место полигиповитаминоз. Все это достижение максимального повлиять на результата соревновательной деятельности (Papadopoulou et al., 2002). Начало тренировочного периода (июнь) характеризуется наилучшими показателями витаминной обеспеченности, за исключением витамина А. В сентябреоктябре (на фоне интенсивных нагрузок) наблюдается резкое увеличение лиц с пониженным уровнем нескольких витаминов в организме. Можно предположить, что наличие дефицита отдельных витаминов связано с недостаточным их потреблением с пищей, а также повышенными нагрузками рассматриваемые В месяцы тренировочного цикла. Кроме того, следует отметить невысокую в целом эффективность коррекции витаминного статуса лыжников используемыми поливитаминными препаратами, что обусловливает необходимость ее совершенствования.

12.5 Способы коррекции витаминного статуса с помощью функциональных продуктов питания

Учитывая широкое распространение дефицита витаминов E и B1, как среди спортсменов, так и других групп населения (Потолицына, Бойко,

2018) нами проведен пилотный проект, цель которого - оценка коррекции витаминного статуса с помощью функциональных продуктов питания (Потолицына, 2017). Исходя из литературных данных, известно, что крупяные изделия грубого помола богаты витамином В1, а орехи, входящие в состав пирожных, - витамином E (Bakken et al., 2015; King et al., 2008). Поэтому с целью коррекции витаминного статуса проведена оценка обеспеченности организма витаминами В1 и Е у добровольцев до и после потребления специально созданного песочного пирожного по рецептуре, разработанной ГУ Зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (Киров). Основу данного пирожного составила мука элитных сортов грубого помола и орехи арахис. Первый этап исследования включал забор венозной крови утром натощак. Всем участникам были розданы пирожные из расчета две штуки в день на 14 дней и предложено их употреблять в первой половине дня, при этом соблюдая свой обычный рацион. Затем через 14 дней произведен повторный забор крови утром, натощак.

Сравнение витаминного статуса до и после приема пирожных показало наличие положительного эффекта у большей части добровольцев (рис.12.3).

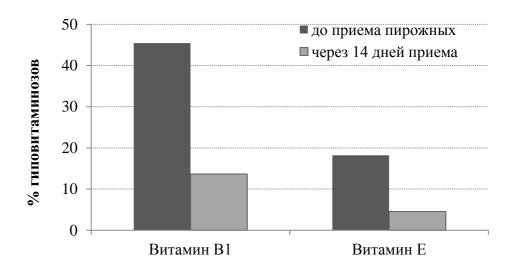


Рисунок 12.3 - Доля лиц с гиповитаминозами среди добровольцев до и после приема специально созданного песочного пирожного.

Наиболее заметное улучшение произошло по показателям обеспеченности организма витамином В1. Так, до приема данной продукции у 45,5% участниц выявлены витамин-дефицитные состояния, а после приема распространенность гиповитаминозов снизилась до 13,6%. Следует отметить, что улучшение витаминного статуса произошло у всех лиц, имевших в той или иной степени гиповитаминоз. Если говорить о витамине Е, то в данной группе добровольцев изначально была показана невысокая распространённость дефицитов по данному витамину, однако и в этом случае отмечено улучшение витаминного статуса. Так, до приема пирожных лишь у 18,2% лиц наблюдался гиповитаминоз, после приема число таких лиц снизилось до 4,6%.

Также хотелось бы отметить, что проведенный после приема пирожных анкетный опрос показал, что практически все участники исследования отметили приятный вкус данных кондитерских изделий, быстрое насыщение, улучшение самочувствия и настроения уже после первых дней их приема. По 7-бальной шкале, предложенной для общей оценки пирожного, итоговый результат составил 5,9 баллов. В качестве недостатка названа, главным образом, высокая калорийность данного продукта, также у трех человек из 19 участников отмечены диспепсические проявления. Таким образом, специально созданное пирожное «Крепыш» показало практическую возможность его использования в качестве продукта, которое можно применять для коррекции витаминного статуса.

ГЛАВА 13 ФАКТИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Есева Т.В., Людинина А.Ю., Нутрихин А.В.

Взаимосвязь питания физической работоспособностью c настоящее время ни у кого не вызывает сомнений, и для достижения высоких спортивных результатов вопросы рационального питания имеют особое значение (Борисова, 2007; Олейник и др., 2008; Kerksick et al., 2018). спорт Современный характеризуется интенсивными физическими. психическими и эмоциональными нагрузками. Грамотное построение рациона питания спортсмена с обязательным восполнением затрат энергии и поддержанием водного баланса организма - важное требование при организации тренировочного процесса (Ekblom, Bergh, 2000; Токаев, 2010; Mickleborough, 2013; Calder, 2015).

Особенности питания характерны для каждого вида спорта и связаны со спецификой физических нагрузок. Более того, потребность в тех или иных компонентах пищи зависит от возраста, массы тела, пола, климатических условий, времени года (Волков и др., 2000; Новиков и др., 2016). Все это делает необходимым индивидуализацию питания. Но, к большому сожалению, выявляется малая осведомленность спортсменов в этом вопросе и нехватка специалистов по спортивному питанию (Новиков и др., 2017).

В основе стратегии питания спортсменов лежат не только общие принципы здорового питания, но и задачи повышения физической работоспособности, ускорения процессов восстановления, совершенствования механизмов адаптации к систематическим физическим нагрузкам, снятия стресса и др. (Волков и др., 2000; Полиевский 2005; Токаев, 2010, Швеллнус, 2011, Thomas, 2016; Kerksick et al., 2018).

Содержание белков, жиров, углеводов в питании, а также энергетическая ценность пищевого рациона определяется с учетом специфики вида спорта и суточных энерготрат. При этом надо учитывать, что в различные периоды тренировочного процесса потребность организма спортсмена в пищевых веществах и энергии определяется конкретной структурой и содержанием тренировочной работы в каждом микроцикле, а также особенностями метаболических сдвигов, обусловленными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками (Токаев, Хасанов, 2011; Швеллнус, 2011).

С 2011 г. по настоящее время на базе Отдела экологической и медицинской физиологии Института физиологии Коми НЦ УрО РАН в 136

рамках комплексного обследования спортсменов-лыжников разной квалификации проводится изучение фактического питания. Обследовано около 130 человек, представляющих лыжные гонки, биатлон, а также лыжников с нарушением слуха (всего проведено около 300 обследований). В ходе диалога каждому спортсмену объясняются полученные результаты и даются индивидуальные консультации по оптимизации питания согласно общепринятым нормам. По изъявленному желанию обследуемым передается в личное пользование разработанная нами оригинальная компьютерная программа «Спорт: расчет и анализ рациона» (Прил. 2.3), с помощью которой мы проводим обследование (Есева, 2015).

В ходе опроса все спортсмены указывали на организованное 3-х разовое питание в столовой. При этом свой рацион они составляли посредством выбора блюд из меню столовой, который был ограничен утвержденной денежной суммой, выделяемой на питание лыжников.

Как видно из таблицы 13.1, меню, предлагаемое столовой (базовый рацион), по энергетической ценности адекватно спортивным нормам для переходного периода подготовки лыжников-гонщиков и биатлонистов.

Индивидуальные показатели фактического питания (как и реальные макронутриентов), величины потребления установленные обследования, оказались несколько ниже пищевой и энергетической ценности базового рациона (табл 13.1), но, в среднем, удовлетворяли нормам Роспотребнадзора (Нормы.., 2008). В соответствии с МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» спортсмены, как категория населения России, отнесены к IV и V группе населения, дифференцированных по уровню физической активности. К IV группе (высокая физическая активность, мужчины и женщины, коэффициент физической активности 2,2) отнесены физкультурники, а к V группе населения (очень высокая физическая активность, мужчины, коэффициент физической активности 2,5) отнесены спортсмены высокой квалификации в тренировочный период (Новиков и др., 2017).

Но питание спортсменов имеет ряд особенностей по сравнению с питанием людей, просто выполняющих тяжелую физическую работу: интенсивность энергозатрат у спортсменов значительно выше, так как некоторую часть работы такой же тяжести, но максимальной мощности, они выполняют в анаэробном режиме (в условиях кислородного долга), в то время как трудовая деятельность обеспечивается аэробным способом получения АТФ (Волков и др., 2000). Есть данные, что в лыжном спорте в течение подготовительного периода (2 тренировки в день) расход энергии в среднем составляет около 4800-6000 ккал в день (Борисова, 2007), достигая

Таблица 13.1 - Фактическая и должная ценности суточного рациона питания лыжников

	Суточное потребление			
	макронутриентов, г/сут Энер		Энергии,	
	Белков	Жиров	углеводов	ккал/сут
Индивидуальное фактическое	120,3	147,9	450,4	3647,5
питание 1)	±32,2	$\pm 43,1$	±154,5	±996,0
Базовый рацион ²⁾	150,6	179,7	435,8	4004,9
_	±21,2	$\pm 28,4$	±40,2	±458,2
³⁾ Нормы Роспотребнадзорадля				
IV гр.	108	128	566	3850
V гр.	117	154	586	4200
⁴⁾ Нормы для тренировочных				
периодов				
- переходного	150 -	111 -	600 -	4000 -
(восстановительного)	187,5	139,1	750	5000
- подготовительного	210	167	95	6110
(общий и специальный этапы) и				
- соревновательного ⁾	255	194,8	1067,5	7000

Примечание: 1) мужчины 18-29 лет, подготовительный период, n=118; 2) меню столовой, предлагаемое в октябре-ноябре; 3) нормы для мужчин 18-29 лет IV и V гр. (высокой и очень высокой физической активности) (Нормы.., 2008); 4) специальные рекомендации для лыжников-гонщиков и биатлонистов с учетом указанного периода подготовки (Олейник и др. 2008).

8000 ккал, а в соревновательный период даже превышают 10000 ккал (Новиков и др., 2016, Kerksick et al., 2018).

Принимая все это во внимание, можно сделать вывод, что меню, предлагаемое столовой во время подготовительного и соревновательного этапов тренировочного процесса, по энергетической ценности неполноценно более чем на 35% и не решает проблемы обеспечения работоспособности, отдаления времени наступления утомления и ускорения процессов восстановления после физической нагрузки. Действительно, при опросе практически все респонденты отмечали, что вынуждены удовлетворять свои потребности в еде самостоятельно, дополнительно покупая продукты в магазине. В лучшем случае это молочные продукты и фрукты, в худшем – кондитерские изделия, сладости, фаст-фуд.

Соответствие энергетической ценности пищевого рациона затратам энергии спортсменом является одним ИЗ важнейших эффективности тренировочного процесса, но кроме этого необходимо рассматривать и процентное соотношение макронутриентов - белков, жиров, углеводов, обеспечивающих общую калорийность Спортсменам, специализирующимся в видах спорта на выносливость, рекомендуется рацион, в котором белки составляют 10-15% от общего количества потребляемых калорий, жиры - 25-30% и углеводы - 60-65% (Волков и др., 2000; Полиевский, 2005; Олейник и др., 2008; Токаев, Хасанов, 2011; Швеллнус, 2011; Берк, Браун, 2013; Рылова и др, 2014. Рис.13.1 Б).

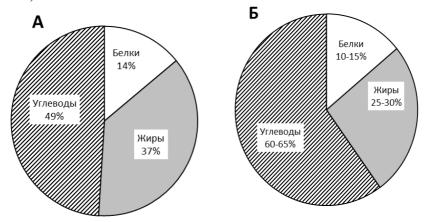


Рисунок 13.1 - Доля макронутриентов (% от суточной калорийности) в фактическом рационе питания обследованных лыжников (A) и должные значения (Б)

Особая роль углеводов - основных источников энергии - обусловлена тем, что они могут расщепляться в организме как аэробно, так и анаэробно, а интенсивные физические нагрузки максимальной мощности выполняются в анаэробном режиме. По литературным данным, окисление белков и жиров происходит лишь аэробным способом (Михайлов, 2006; Олейник и др., 2008). Кроме того, от запасов углеводов в скелетных мышцах и печени зависит продолжительность аэробной физической работы или проявление высокого уровня выносливости, а также время наступления утомления (Волков и др., 2000).

При проведенном нами анализе питания лыжников на энергоценность макронутриенов заметен дефицит их поступления с пищей

(рис. 13.1 А). Доля участия углеводов в общей энергетической ценности суточных рационов питания снижена на 11-15% от должного значения для лиц, испытывающих интенсивные физические нагрузки. Основную массу углеводов (65-70% от общего количества) рекомендуется употреблять с пищей в виде полисахаридов, 25-30% должно приходиться на простые и легкоусвояемые углеводы и 5% - на пищевые волокна (Burke, 2000; Олейник и др., 2008; Рылова и др., 2014; Прил.3, рис. 3.1 (прил)). Встречающуюся в литературе информацию о продуктовых источниках разных классов углеводов мы обобщили в таблице 13.2.

Таблица 13.2 – Источники различных углеводов (по данным литературы)

Углеводы (рекомендуемая		Источники	
суточная доля)			
Простые, легкоусвояемые		Сахар, кондитерские изделия (конфеты,	
(25-30%)		торты, печенья и пр.), варенье-повидло,	
		шоколад, мед, лимонад, сладкие фрукты	
		(виноград)	
П	ектины	Фрукты, ягоды и овощи (яблоки, сливы,	
		персики, бананы, груши, ананасы, абрикосы,	
		апельсины, клубника, черника, морковь,	
		финики)	
Полисахариды кр	рахмал	Бобовые (фасоль, горох), злаки (рис, гречка),	
(65-70%)		картофель	
KJ	тетчатка	Овощи (капуста разная, морковь, свекла,	
		тыква, кабачки, томаты)	
		Фрукты/ягоды (яблоко, банан, апельсин,	
		грейпфрут, виноград, изюм, чернослив,	
		курага, клубника, малина, черника)	
		Зерновые (отруби пшеничные, ржаной хлеб,	
		овсянка, гречка, макароны из твердых сортов	
		пшеницы)	
		Бобовые (фасоль, горох, арахис, семечки,	
		грецкие орехи)	
И	нулин	Топинамбур, цикорий, лук, чеснок, бананы,	
		ячмень и рожь	
Пищевые волокна (5%)		Те же, что и для пектинов и клетчатки	

На практике удобнее иметь представление об употреблении углеводов в граммах, чем их процентном соотношении. Так, средняя суточная потребность организма в углеводах 400-500 г, в период интенсивных тренировок она может составлять 700-800 г (Михайлов, 2006), и даже до 1000 г, что составляет в среднем 9-10 г на 1 кг массы тела (Волков и др., 2000; Полиевский, 2005; Олейник и др., 2008).

Жиры являются вторым по значимости, после углеводов, источником энергии в организме. Использование жиров как энергетического материала особенно важно в тех ситуациях, когда продолжительность физических нагрузок достигает 1,5 часа и более, а также в условиях низкой температуры окружающей среды, когда жиры используются в целях терморегуляции (Kiens, Helge, 2000; Михайлов, 2006; Олейник и др., 2008; Новиков и др., 2017).

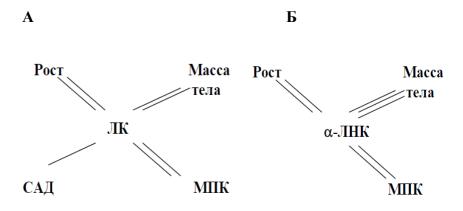
Жиры интенсивно используются для энергообеспечения скелетных мышц и сердца преимущественно при аэробных режимах физической работы, характеризующейся продолжительностью, НО сравнительно небольшой мощностью (Волков и др., 2000). Проведенные нами исследования (Lyudinina at al., 2018) показали, что отдельный класс жиров среднецепочечные ЖК - способны окисляться анаэробно: подробнее об этом описано в Гл.11. С увеличением длительности нагрузки мобилизация жирных кислот возрастает (Полиевский, 2005). В процессе адаптации организма к таким нагрузкам липиды для работающих мышц становятся более важным источником энергии по сравнению с углеводами. Кроме того, жиры поставляют эссенциальные ненасыщенные кислоты, которые не синтезируются в организме, но выполняют важные биологические функции.

Анализ индивидуального фактического питания лыжников на энергоцеценность жиров показал, что вклад этого компонента в энергетическую структуру суточных рационов, в отличие от углеводов, увеличен на 7-12% от рекомендуемых величин (рис.13.1 А). Подобную проблему диеты спортсменов – недостаточное количество углеводной пищи и избыток жировой — отмечают многие отечественные и иностранные исследователи (Kiens, Helge, 2000; Олейник и др., 2008; Токаев, Хасанов, 2011; Берк, Браун, 2013; Eseva et al., 2014).

Следует заметить, что функциональное состояние и энергетические возможности организма спортсменов зависят не только от количества потребленного жира, но и роли отдельных классов жирных кислот в работоспособности (см. Гл. 11) Поэтому для более подробного анализа потребления жировых продуктов мы разработали on-line сервис (Прил. 2.4).

Профиль рациона лыжников выявил высокую вариабельность потребления различных классов ЖК. Потребление НЖК у юношей было в норме и составило 26,2 г/день. Выявился существенный дефицит n-3 ПНЖК, потребление которых составило 1,5 г/день и находилось на нижней границе нормы (дефицит эйкозапентаеновой и декозагексаеновой кислот отмечен у 77 % добровольцев). Потребление n-6 ПНЖК у юношей составило 17,9 г/день и превышало рекомендованные нормативы в 2,5 раза (в основном за счет линолевой кислоты) (Есева, Людинина, 2018).

Кроме того, установлены связи n-6 линолевой кислоты с ростом и массой тела, САД и МПК, а n-3 α -линоленовой кислоты с ростом, массой тела и МПК (рис 13.2), что еще раз свидетельствует о необходимости потребления этих эссенциальных жиров в питании спортсменов и соблюдении их правильного баланса.



Суточная потребность спортсменов в жирах составляет 1,5-2,4 г на 1 кг массы тела. В рационе питания должно содержаться 75-80% жиров животного происхождения (сливочное масло, сметана, сыр) и 20-25% жиров растительного происхождения (растительные масла). (Волков и др., 2000; Kiens, Helge, 2000; Полиевский, 2005; Михайлов, 2006; Прил. 3, рис. 3.1 (прил.)).

Абсолютное количество потребления жира для лыжников может составлять от 150 г/сут в переходный тренировочный период до 200 г/сут в обще- и специально-подготовительный и соревновательный периоды, то есть зависит от суточных энерготрат (5000 и 6000 ккал соответственно). Избыточное потребление жиров, как и исключение их из рациона питания, отрицательно сказывается на состоянии здоровья человека, его физической работоспособности.

Запасы жиров в организме человека практически неисчерпаемы, а удовлетворить потребность в них вполне возможно за счет использования натуральных продуктов (табл. 13.3)

Таблица 13.3 – Пищевые источники эссенциальных жиров разных классов (по данным литературы)

		источники		
насыщенные жиры	•	молочные продукты (сливочное масло, сыр твердых сортов, сметана)		
	•	мясные продукты (сало, бараний, говяжий, свиной и ряд других животных жиров, колбасы)		
	•	кондитерские изделия (шоколад, торты, пирожные)		
омега-З ПНЖК	•	жирные сорта рыб: сельдь, скумбрия, лососевые, тунец, печень трески, мясо морских животных и (источники ЭПК и ДГК)		
	•	некоторые растительные масла: льняное, рапсовое, грецкие орехи (источники ЛНК)		
омега-6 ПНЖК	•	растительные масла:		

Но в функциональном питании часто применяются специальные пищевые смеси, содержащие легкоусвояемые жиры растительного и животного происхождения, а также жирные кислоты и активаторы жирового обмена в тканях, которые способны усиливать мобилизацию

жиров при мышечной деятельности и их утилизацию тканями, что способствует сохранению запасов мышечного гликогена (Волков и др., 2000).

Другие факторы питания, использующиеся для направленного воздействия на ключевые реакции обмена веществ в организме и, тем самым. вызывающие значительное повышение физической работоспособности спортсменов, описывает эргогенная диететика (Новиков и др., 2016). Основной её принцип — не достижение высоких органолептических свойств потребляемых продуктов, а эффективное воздействие на биохимические процессы в организме, ограничивающие работоспособность. В таблице 13.4 мы представляем обзор применяемых в настоящее время спортивных добавок с указанием их эффективности и безопасности (Kerksick et al.,2018).

Таблица 13.4 - Обзор эффективности и безопасности спортивных добавок (из Kerksick et al.,2018)

(IIS KCIKSICK Ct al	I	T I
Категория степени эффективности/ безопасности	Для наращивания мышечной массы	Для улучшения работоспособности
Сильные	HMB Creatine monohydrate Essential amino acids (EAA) Protein	 β-alanine Caffeine Carbohydrate Creatine Monohydrate Sodium Bicarbonate Sodium Phosphate Water and Sports Drinks
Ограниченные/ смешанные	Adenosine-5'-Triphosphate (ATP) Branched-chain amino acids (BCAA) Phosphatidic acid	L-Alanyl-L-Glutamate Arachidonic acid Branched-chain amino acids (BCAA) Citrulline Essential amino acids (EAA) Glycerol HMB Nitrates Post-exercise carbohydrate and protein Quercetin Taurine

Таблица 13.4 – окончание

Категория		
степени	Для наращивания мышечной	Для улучшения
эффективности/	массы	работоспособности
безопасности		
Слабые	Agmatine sulfate	Arginine
	Alpha-ketoglutarate	Carnitine
	Arginine	Glutamine
	• Boron	• Inosine
	Chromium	Medium-chain
	Conjugated linoleic acids (CLA)	triglycerides (MCT)
	D-Aspartic acid	• Ribose
	• Ecdysterones	
	Fenugreek extract	
	Gamma oryzanol (Ferulic acid)	
	Glutamine	
	Growth-hormone releasing	
	peptides and Secretogogues	
	• Isoflavones	
	Ornithine-alpha-ketoglutarate	
	• Prohomones	
	Sulfo-polysaccharides	
	Tribulus terrestris	
	Vanadyl sulfate	
	 Zinc-magnesium aspartate 	

Примечание: Употребление БАДов в строгом порядке должно быть согласовано со спортивным врачом!

Принцип сбалансированного питания, который требует полного удовлетворения потребности организма во всех пищевых компонентах, представлен в приложении 3 на рисунке 3.2 (прил.) в виде диаграммы с долей участия продуктов питания различных групп в суточном рационе (А) и так называемой «пирамиды правильного питания» (Б), отображающей их рекомендуемые количества потребления.

Еще одним условием рационального питания является соблюдение режима поступления пищи в организм для эффективного функционирования пищеварительной системы, полноценного усвоения пищи и нормального протекания метаболических процессов (Михайлов, 2006; Рылова и др., 2014; Прил. 3 рис. 3.3 (прил.)). Суточный паек должен быть разделен на несколько приемов: общепринятым считается 3-4-разовое

питание с интервалами между приемами пищи в 4-5 часов. В дни напряженных тренировок и соревнований необходимо употребление большего количества продуктов для покрытия суточного расхода энергии, поэтому целесообразно 4-5-разовое питание: первый и второй завтраки, обед, полдник, ужин. Возможны также дополнительные приемы пищевых продуктов до, во время и после тренировок (Полиевский, 2005).

Важно соблюдать определенные интервалы между приемами пиши и тренировками (Прил. 3, рис. 3.3 (прил.)). Нельзя приступать к спортивным занятиям вскоре после еды, так как наполненный желудок ограничивает движения диафрагмы, что затрудняет работу сердца и легких и снижает работоспособность спортсмена. Кроме этого, мышечная деятельность препятствует пищеварению: уменьшается секреция пищеварительных желез, происходит отток крови от внутренних органов к работающим мышцам (Полиевский, 2005).

И еще несколько рекомендаций из книги «Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов» С.А.Полиевского (2005)

- тренировками иелях ...Перед u соревнованиями стимулирования мышечной деятельности пиша быть преобладанием высококалорийной легкоусвояемых c*углеводов* полноценных белков. Рекомендуются отварные мясо и птица, блюда из мясного фарша с комбинированными овощными гарнирами, наваристые бульоны, овсяная каша, яйца всмятку, белый хлеб, сыр, творог, сладкий чай, белковое печенье. фруктовые соки, Неиелесообразно витаминизированные компоты, фрукты. перед физическими нагрузками употреблять жирные, трудноперевариваемые продукты и содержащие большое количество клетчатки (животные жиры, жареное мясо, бобовые и др.)...
- ...**В обед** в качестве первого блюда можно съесть мясной бульон, уху, острый наваристый суп с мясом; на второе мясо и рыбу во всех видах; на третье кисели, компоты, фрукты...
-Если основные тренировки проводятся во второй половине дня, меню несколько изменяется. Продукты, долго задерживающиеся в желудке, употребляют в основном на завтрак; обед должен быть облегченным ...
- ... Ужин при любом режиме тренировок должен способствовать восстановлению и восполнению углеводов, витаминов и минеральных солей. Рекомендуется включать в него творог, рыбные блюда, различные каши, молоко и кисломолочные продукты, овощи, фрукты. Предпочтительны молочно-растительные блюда, рыба, мясные котлеты, мучные изделия, кефир, простокваша, чай...

...Нежелательно употреблять продукты, долго задерживающиеся в желудке, резко возбуждающие нервную систему и секреторную деятельность пищеварительных органов (ветчину, жирную баранину, острые приправы, какао, кофе и т.п.) ...»

Итак, проведенное нами изучение фактического питания лыжников обнаружило проблемы их диеты:

- 1) меню, предлагаемое столовой во время подготовительного и соревновательного этапов тренировочного периода, по энергетической ценности неполноценно и не может обеспечить высокую работоспособность спортсменов;
- 2) индивидуальные рационы питания содержат недостаточное количество углеводной пищи и избыток жировой. Такая ситуация обусловливает повышенный риск развития утомления и состояния перетренированности, снижения устойчивости к заболеваниям и воздействию неблагоприятных факторов.

Знание научных основ рационального питания необходимо каждому человеку, особенно спортсменам, а для достижения высоких спортивных результатов необходима правильная программа питания.

Действующая в настоящее время система по организации питания лыжников не отвечает медико-биологическим требованиям: она не решает проблему потребления определенного количества макронутриентов, при котором организм спортсмена будет легче переносить нагрузки, быстрее восстанавливаться и не истощать при этом свои внутренние резервы. А повышение эффективности тренировочного процесса и рост спортивных результатов возможны только в условиях правильно организованного полноценного питания. Но следить за достаточным и сбалансированным питанием спортсмена – это задача не самого спортсмена или его тренера, и даже не заведующего столовой. Для этого необходимо введение в штат диетолога. Именно такой специалист может/должен разрабатывать персональные рекомендации ПО питанию лыжников диеты сбалансированном смысле ЭТОГО понятия) на основе физиологических потребностей конкретного организма в разные периоды тренировочного цикла, с учетом антропометрических данных и вкусовых предпочтений, что позволит более рационально и, возможно, экономно, расходовать денежные средства.

Любые отклонения от адекватного снабжения организма пищевыми веществами могут нанести существенный ущерб здоровью, привести к снижению сопротивляемости неблагоприятным факторам среды, ухудшению умственной и физической работоспособности.

ГЛАВА 14 КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОСКИПИДАРНЫХ ВАНН И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Кучин А.В., Ценке Д., Бойко Е.Р.

подготовки спортсменов Периодизация требует чередования нагрузки с восстановлением функциональных резервов для предотвращения перетренированности (Kenttä. 1998: Smith. 2012). Это сложный многофакторный процесс, основанный на современных достижениях спортивной медицины, практики тренировочного процесса (Фудин и др., 2006), который включает подобранные технологии восстановления резервов организма (Солодков и др., 1992, 2013; Аикин, 2013). Восстановление – это совокупность физиологических, биохимических и структурных изменений, происходящих в организме после физической нагрузки, и обеспечивающих переход организма от рабочего к исходному (дорабочему) состоянию (Kellmann, 2002; Платонов В. Н., 2010; Солодков и др., 2013). Одним из недопинговых методов функциональной реституции являются скипидарные ванны, которые применяют как для профилактики различных заболеваний, так и для восстановления после физических нагрузок. Фракции, входящие в состав скипидара используемого при приготовлении ванн (а и β-пинены), обладают широким спектром воздействия на биологические объекты (Mercier, 2009). Имеются отдельные исследования, посвященные использованию скипидарных ванн c целью функционального восстановления спортсменов (Гигинейшвили и др., 1991, 1995; Кирова, 1992). Известно, что тритерпеновые кислоты и полипренолы, входящие в состав эмульсионного экстракта пихты, обладают антиоксидантным (Тере et al., 2004), противовоспалительным (Heras et al., 2003), регенерирующим и 2015), (Плеханов. анальгезирующим a также широким спектром адаптогенного действия (Карпова, 2009).

В последние годы в литературе (Partyla et al., 2017; Usichenko, 2009) появились публикации, посвященные влиянию электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) с различным диапазоном излучения миллиметровых (ММ) волн на биологические объекты. Применение ЭМИ КВЧ изучено на различных клетках (Pikov et al., 2010; Gapeyev et al., 2013), бактериях (Cohen et al., 2010) и в клинике лечения различных патологий опорно-двигательного аппарата (Usichenko et al., 2008). Известно, что ЭМИ КВЧ может изменять артериальное давление 148

(АД) и регулировать частоту сердечных сокращений (ЧСС) у человека (Kositsky et al., 2001; Partyla et al., 2017). Исследования, в основе которых представлены результаты влияния ЭМИ КВЧ на профессиональных спортсменов, немногочисленны как в отечественной (Грабовская и др., 2011; Медведев и др., 2013), так и в зарубежной научной литературе (Usichenko, 2011).

Компенсаторно-адаптационные механизмы процесса восстановления в организме спортсменов после физической нагрузки

Функциональная подготовка вносит множественные физиологические изменения в организм атлета (Ihsan et al., 2016). Процессы восстановления в организме спортсмена - важнейшее звено повышения физической работоспособности (Панков, 2003). Вся совокупность происходящих в этот период изменений в различных функциональных системах интегрально отражает восстановление после физической нагрузки 2010). Недостаточное несвоевременное (Солодков др., ИЛИ ТΠ восстановление В может привести К снижению работоспособности во время последующих учебно-тренивочных занятий, в хроническое недовосстановление приводит перетренированности (Ihsan et al., 2016).

Известно, что восстановительные процессы после любых УТЗ протекают разновременно, при этом наибольшая их интенсивность наблюдается сразу после нагрузок (Граевская, 1984). По данным В. М. Зациорского (1990), при нагрузках разной направленности, величины и продолжительности в течение первой трети восстановительного периода протекает около 60%, во второй – 30% и в третьей – 10% этих реакций, которые определяют взаимосвязь с предшествующей и последующей работой (Pedersen et al., 1998).

Данные, изложенные в таблице 14.1, свидетельствуют, о процессах восстановления, которые протекают с различной длительностью и завершаются в разное время (Волков и др., 2000).

Многочисленные исследования характеризуют закономерности протекания восстановления. При этом различают: неравномерное течение процессов реституции (Шаяхметова, 2013), гетерохронность процессов восстановления вегетативных функций (Мулик, 2000), обусловленные первую причинами, очередь _ направленностью различными тренировочной нагрузки (Беляева, 2008), фазностью восстановления мышечной работоспособности (Панков и др., 2009), неодинаковым восстановлением функций (Мирзоев, 2000), и ее тренируемостью (Солодков, 2007; Кривощеков, 2010).

Таблица 14.1 - Время, необходимое для завершения восстановления некоторых биохимических процессов в период отдыха после напряжённой

мышечной работы

Процессы	Время восстановления
Восстановление О2 – запасов в организме	10 – 15сек
Восстановление алактатных анаэробных резервов в мышцах	2 – 5 мин
Оплата алактатного O_2 – долга	3 – 5 мин
Устранение лактата	0,5 – 1,5 ч
Оплата лактатного O_2 – долга	0,5 – 1,5 ч
Ресинтез внутримышечных запасов гликогена	12 – 48 ч
Восстановление запасов гликогена в печени	12 – 48 ч
Усиление индуктивного синтеза ферментных и структурных белков	12- 72 ч

Особенности восстановления спортсменов циклических видов спорта

Избирательность восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок определяется характером энергообеспечения. После преимущественно аэробной направленности восстановительные процессы показателей внешнего дыхания, фазовой структуры сердечного цикла, функциональной устойчивости к гипоксии происходят медленнее, чем после нагрузок анаэробного характера (Глазачев и др., 2010). Ограничение аэробной работоспособности связывают с низкой скоростью доставки кислорода к мышцам, недостаточными диффузионной способностью и окислительным потенциалом мышц, или чрезмерным накоплением метаболитов анаэробного прослеживается гликолиза. Такая особенность отдельных как после тренировочных занятий, так и после недельных микроциклов (Попов, 2007). Достижение максимальной эффективности УТЗ возможно лишь при условиях строгого соблюдения режима восстановительного периода (Фомин, 1984). Высокоинтенсивные занятия повышают уровень лактата крови концентрацию ионов в мышцах, что, в свою очередь, ведет к мышечной боли (Cairns, 2006), и появлению синдрома отсроченной мышечной болезненности (Cheung et al., 2003).

Таким образом, процессы восстановления работоспособности у спортсменов имеют трехфазный характер — в первой фазе происходят срочные восстановительные процессы присущие самим мышцам, во второй — снижаются основные физиологические показатели, характеризующие физическую работу (кислородный долг, восстановление гликогена и других биохимических показателей), в последней, самой длительной, происходят процессы нормализации физиологических и биохимических показателей.

Сравнительный анализ показателей функциональной экономичности спортсменов разных эффективности V специализаций И восстановительном периоде показывает не столь однозначную картину, как выполнении максимальной нагрузки. Так, первой К восстановления скорость возвращения показателей вегетативных систем к исходному уровню (уровню покоя) была наибольшей по спортсменов ситуативных видов спорта, а по величине вентиляции - у спортсменов циклических видов спорта. Наименьшая скорость возвращения вегетативных показателей к уровню отмечается у спортсменов циклических видов спорта (Горбанева, 2008). показано (Ітаі et al., 1994), что вегетативная восстановления ЧСС после физических упражнений у элитных спортсменов является ведущей. Анализ параметров функциональной экономизации показывает вполне определенную ее зависимость от характера привычной мышечной деятельности. Обнаруживаемые различия обусловливаются как спецификой привычной мышечной деятельности и осуществления, к которой у спортсменов формируется устойчивая адаптация, так и характером, интенсивностью и объемом тренирующих воздействий (Кузнецова, 2008).

Восстановление ЧСС после циклических упражнений происходит неравномерно, во многом зависит от длительности и интенсивности выполняемого упражнения (Hautala et al. 2001; Murrell et al., 2007). После завершения физической нагрузки восстановление ударного объема кровотока (УОК) до исходного значения у спортсменов происходит на четвертой минуте реституции, однако на 6–7 минуте восстановления может наблюдаться кратковременное снижение УОК ниже исходных величин. (Павлов, 2013). Это связано со снижением влияния симпатического отдела нервной системы, которое рефлекторно влияет на метабарорецепторы мышц, и на снижение циркулирующих катехоламинов (Hart et al., 2006).

Таким образом, процессы реституции у спортсменов после физической нагрузки тренируемы и ведут к супервосстановлению. Оптимальное восстановление функциональных систем обеспечивает готовность организма к предстоящей физической нагрузке.

Применение физических факторов для восстановления функциональных систем после физических нагрузок у спортсменов

Интенсификация физических нагрузок (Виноградов, 2006) ведет к сдвигам адаптации, что, в свою очередь, определяет усиление роли отдельных компонентов ТП, а именно восстановления (Виноградов, 2005, 2012). Использование средств восстановления после нагрузок находится в прямой зависимости от конкретного состояния организма спортсмена, уровня тренированности, динамики восстановительных процессов после выполнения разных по объему и интенсивности тренировочных нагрузок (Аванесов, 2001), индивидуальных способностей к восстановлению с учетом вида спорта, этапа и метода тренировки (Аванесов, 2014). В современной физиологии спорта накоплен материал и разработаны различного рода восстановительные (Barnett, 2006) и стимулирующие (Виноградов, 2010) мероприятия, которые могут повлиять на различные стороны функциональных возможностей организма спортсменов (Зотов, 1990). Данные методы классифицированы теории В подготовки спортсменов в профессиональном и олимпийском спорте, отражены в недавних исследованиях и разделены на педагогические (Рыбачок, 2011), психологические (Парамонова, 2005), медико-биологические средства (Ростовцев, 2009). Средства, повышающие физиологические резервы организма, методы или биомеханические средства, подразделены на пять классов: пищевые, физиологические, психологические, фармакологические, механические/биомеханические (Виноградов, 2010). Внетренировочные средства восстановления в ТП должны отвечать следующим требованиям:

- не быть включенными в список запрещенных веществ ВАДА;
- иметь физиологическую и метаболическую эффективность;
- не причинять излишнего неудобства и не приводить к экстремальным ситуациям;
- не вызывать срочные и отсроченные негативные последствия для здоровья спортсмена;
- не вызывать чрезмерного и долгосрочного уменьшения тренированности;
- не иметь отрицательных отзывов в печатных изданиях (Stellingwerff, 2006).

Таким образом, средства восстановления применяются в зависимости от степени утомления спортсмена, уровня тренированности, кинетики процессов реституции после выполнения тренировочных нагрузок.

Применение бальнеологических факторов для восстановления спортсменов после физических нагрузок

Снижение адаптации к физическим нагрузкам может вызвать травмы и понижение результативности (Аикин, 2014; Palmer-Green, 2014). Одним из методов восстановления применяемых в спорте высших достижений является бальнеология. В бальнеотерапии применяется только живичный скипидар (Болтенко, 2012). Терпентин или скипидар ($C_{10}H_{16}$) - жидкая смесь терпеновых углеводородов, таких как α -пинен, β -пинен, лимонен, $\Delta 3$ -карен и камфен, получаемых из смол хвойных деревьев (Vulava, 2005). В научной литературе (Mercier et. al.,2009) представлены свойства терпенов, входящих в состав живичного скипидара (табл. 14.2).

Таблица 14.2 - Общие свойства терпенов (Mercier et al.,2009)

Свойства оксидов терпенов
Миорелаксирующее
Консервирующее
Муколитическое
Дезинфицирующее
Противовоспалительное
Повышающее HbO₂
Повышающее артериальное парциальное давление O₂

Повышающее тканевую диффузию O_2 Повышающее свойства окислительно-восстановительной системы Водорастворимость

Информации о применении в бальнеологии ванн с экстрактивными веществами пихты — ТТК и ПП не встречается в доступных источниках. Ценным компонентом экстрактов являются терпеновые спирты - полипренолы (рис.14.1), выход которых из древесной зелени пихты и ели составляет до 0,1 % от веса сырья, и может варьировать от времени года заготовки хвойного сырья. Кроме того, данный компонент активно применяется в сельском хозяйстве и ветеринарии (Хуршкайнен, Кучин, 2011).

m = 2; n = 10-15

Рисунок 14.1 - Полипренолы хвойных растений

Высокой биологической активностью обладают жирные кислоты (рис. 14.2) (Хуршкайнен, Кучин, 2011).

Насыщенные:
$$n = 8-12$$

СООН

Линолевая кислота

СООН

Линоленовая кислота

Рисунок 14.2 - Жирные кислоты хвойных растений

Из древесной зелени ели их выделяется до 1,5% от веса исходного сырья. Известно, что сумма ПП имеет фармакологическую активность в виде седативного, противовоспалительного, антисептического, гипотензивного, гепатопротекторного, кардиопротекторного и адаптогенного действия. ТТК имеют структуру, подобную стероидным гормонам, а стереохимия их молекул сходна с таковой у физиологически активных ланостаноидов — метаболитов морских организмов (Карманова, 2005; Sun et al., 2007; Карпова, 2009; Liu et al., 2011). Известны способы применения пихтового масла и мази на его основе с целью ранозаживления (Плеханов, 2015)

Таким образом, информация о научных исследованиях, проведенных с целью определения влияния скипидарных и хвойных ванн на организм спортсменов, в доступных источниках скудна, а о влиянии скипидарных ванн с добавлением суммы ПП и ТТК она не встречается.

Роль электромагнитного излучения крайне высокой частоты в процессах восстановления после физической нагрузки у спортсменов

Одним из перспективных методов коррекции физиологического состояния и восстановления функциональных резервов организма спортсменов в ТП и после соревнований является аппаратная физиотерапия, а именно, ЭМИ КВЧ (рис. 14.3) (Медведев и др., 2013).

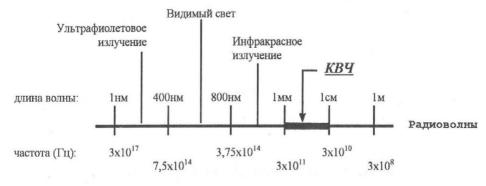


Рисунок 14.3 - Шкала электромагнитного излучения (Теппоне,1997)

На шкале электромагнитного излучения КВЧ радиоволны располагаются между инфракрасным излучением и сантиметровыми диапазонаи, включая частоты от 30 до 300 ГГц, и длины волн от 10 до 1 мм (Теппоне, 1997).

Воздействие ЭМИ КВЧ помогает корректировать психофизиологический статус спортсменов и вызывать снижение уровня тревожности в ТП (Нагаева и др., 2010), способствует снижению тремора, мышечной боли, вызванной окислительными процессами, и общей стимуляции организма спортсмена. Исследование, проведенное на высококвалифицированных спортсменах, показало улучшение спортивных результатов при применении ММ волн (Usichenko et al., 2009).

Характеристика обследуемого контингента

Исследование проведено на 40 мужчинах лыжниках-гонщиках в возрасте 18-27 лет, членах сборной команды Республики Коми и Российской Федерации, в период 2014 – 2015 гг. Все мужчины проживали в Европейского Севера (62° с. ш. и 51° в.д.), дифференцированную нагрузку в ТП и стандартизированный режим питания. Все спортсмены принимали участие в соревнованиях чемпионатах России и Республики Коми. Протокол исследований одобрен Комитетом по биоэтике ИФ Коми НЦ УРО РАН (Протокол № 35; от 06.06.2016). Исследование состояло из 2 этапов: изучение влияния фитоскипидарных ванн (Прил. 2.5) и ЭМИ КВЧ восстановления после физической нагрузки. Все спортсмены заполнили добровольное согласие на исследование, были ознакомлены с показаниями противопоказаниями проведению И К бальнеологических И

физиотерапевтических процедур. Разделение на группы основную и контрольную производили на основе добровольного желания спортсменов.

фитоскипидарных ванн Исследование влияния на восстановления в организме лыжников-гонщиков проводили в период специального подготовительного этапа ТП (в августе-сентябре 2014 г.). Основную группу, принимавшую ванны, составили 10 лыжников-гонщиков, из них: шесть кандидатов в мастера спорта и четыре мастера спорта. Контрольную группу составили 10 спортсменов, не получавшие в доступных научных источниках бальнеологические процедуры, из них: пять кандидатов в мастера спорта и пять мастеров спорта. В августе-сентябре недельный микроцикл состоял из шести дней. Общий километраж, выполняемый спортсменами за этот период, составлял: для кандидатов в мастера спорта 220 - 240 км, для мастеров спорта 260 - 280 км, для мастеров спорта международного класса 280 – 300 км. В среднем группа выполняла объем нагрузки 250 км (220 – 300 км). Характеристика обследованного контингента представлена в таблице 14.3.

Таблица 14.3 - Антропофизиометрические показатели лыжников-гонщиков (исследование влияния фитоскипидарных ванн)

Показатель	Группы		
	Основная, n=10	Контрольная, n=10	
Возраст, лет	21,0(20,0;29,0)	22,5(19,0;27,0)	
Длина тела, см	179,0(174,2;180,7)	180,6(175,3;183,7)	
Масса тела, кг	69,1(67,0;71,3)	70,0(69,3;72,0)	
МПК, мл/кг/мин	70,0(67,0;71,5)	71,0(67,6;75,5)	

Примечание: данные представлены в виде медианы и процентилей (25;75%).

Сравнение физиологических показателей у лыжников-гонщиков основной группы, принимавшей фитоскипидарные ванны, и контрольной группы

Постоянный прогресс рекордов в спорте высших достижений и рост нагрузок в ТП, предполагает возможность развития крайней степени физического напряжения. В связи с этим возникает необходимость коррекции неблагоприятных факторов связанных с ТП и методов повышения функциональных резервов организма спортсмена (Горбанева и др., 2011).

Контрольная и основная группы статистически значимо не различались между собой по ПК на ПАНО относительно уровня МПК

(соответственно 80% и 87%) и по мощности нагрузки в момент завершения теста при первом исследовании. Кроме того, по антропофизиометрическим показателям (табл. 14.3) группы не имели статистически значимых различий между собой. Это позволило нам заключить, что группы были однородными.

Проведенное исследование лыжников-гонщиков показало, что в контрольной группе спортсменов в покое сидя отмечается увеличение пиковой объемной скорости. По данным литературы (Варламова и др., 2010), в этом же регионе в осенний период у мужчин ПОС увеличивается на 13,1 %, по сравнению с летним периодом, что вполне сопоставимо с полученными нами показателями и свидетельствует о влиянии сезонного фактора.

Под влиянием паров эмульгированного скипидара освобождается стимулирующая дыхательный углекислота, центр. Раздражение дыхательного центра парами эмульгированного скипидара вызывает увеличение проходимости воздухоносных путей В крупных бронхах (Поликанова, 2005), что улучшает эластическую тягу легких и биомеханику дыхания.

Нами установлено, что ЖЕЛ в основной группе лыжниковгонщиков, получавшей воздействие фитоскипидарных ванн, увеличилась (рис.14.4 A), и это, по всей видимости, связано с повышением легочных объемов и поверхности газообмена. Анализируя рисунок индивидуальных изменений ЖЕЛ в контрольной группе, можно отметить, что у 50% спортсменов произошло снижение данного показателя, а у остальных 50% спортсменов отмечено повышение.

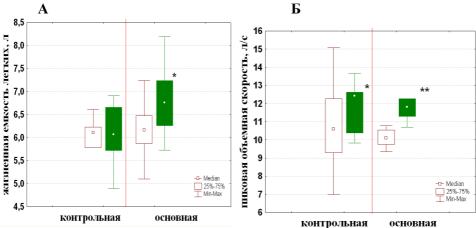


Рисунок 14.4 - Динамика жизненной емкости легких (A) и пиковой объемной скорости выдоха (Б) у спортсменов контрольной и основной групп (*-p<0,05между первым и вторым исследованием)

Известно, что трансдермальное действие составляющих скипидара вызвано химическими составляющими - лимоненом, монотерпенами, сесквитерпенами, дитерпенами, тритерпенами (Herman, Раздражающее действие эмульгированного скипидара, входящего в состав фитоэмульсии, связано с липотропностью α-пинена, благодаря чему он проникает через эпидермис и возбуждает рецепторы кожи, стимулирует деятельность ее ретикуло-эндотелиальных элементов (Поликанова, 2005). проникновении терпенов освобождаются трансдермальном биологически активные вещества, в частности, гистамин, который вызывает раскрытие и расширение периферических капилляров кожных покровов. На наш взгляд, трансдермальное проникновение биологически активных веществ природного происхождения - ПП и ТТК, обеспечивалось эмульгированным скипидаром, входящим в состав фитоэмульсии.

Полученные данные после применения фитоскипидарных ванн схожи с результатами исследования Айрапетовой Н.С. с соавторами (2007), которая доказала положительное действие скипидарных ванн при лечении обструктивной болезни легких. После хронической скипидарных ванн ЖЕЛ у больных ХОБЛ увеличилась (Айрапетова и др., 2007). Нами выяленны аналогичные изменения в динамике ЖЕЛ v лыжников-гонщиков основной группы. Вероятнее всего, механизмы данных улучшений в ФВД могут быть схожи. Согласно новым данным (Руммо и др., 2014), скипидарные ванны с БЭ способствовали, в основном, повышению проходимости крупных бронхов. Ванны с ЖР вызывали констрикции на всех уровнях бронхиального уменьшение дыхательных путей, по-видимому, за счет выраженного уменьшения воспалительного отека слизистой оболочки и снижения венозного застоя. Следствием vлvчшения функционального состояния KPC служило физической работоспособности (Руммо повышение Исследования, проведенные Mercier et al. (1999), доказали, что пары скипидара, после попадания их через дыхательные пути в артериальную кровь, имеют способность снижать клеточную гипоксию.

Хорошим диагностическим параметром является ПОС, которая отражает возможности дыхательной мускулатуры (Авдеев и др., 2008). Известно, что увеличение ПОС свидетельствует о возможности развития дыхательной мускулатуры максимального усилия в фазе выдоха (Урюпина и др., 2003). По всей видимости, у большинства лыжников-гонщиков основной группы в нашем исследовании после приема фитоскипидарных ванн, на специально подготовительном этапе ТП повысились способности экспираторных мышц (рис.14.4 Б).

Нами установлено повышение MOC_{25} (рис. 14.5 A), что может свидетельствовать об увеличении проходимости в крупных бронхах (Баранова, Капилевич, 2013). Отмеченная положительная динамика в проходимости крупных бронхов у лыжников-гонщиков была вызвана курсом фитоскипидарных ванн.

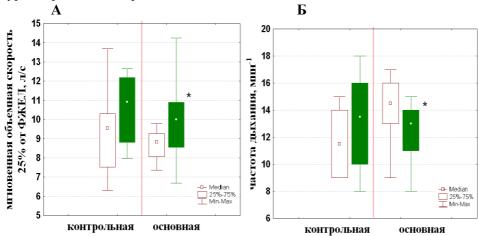


Рисунок 14.5 - Динамика изменения показателя мгновенной объемной скорости 25% от ФЖЕЛ (А) и частоты дыхания (Б) у спортсменов контрольной и основной групп (*-p<0,05между первым и вторым исследованием)

Аналогичные изменения отмечены в работе Е.Б. Поликановой (2008) и Н.С. Айрапетовой (2007), где MOC_{25} достоверно увеличилось после приема смешанных скипидарных ванн, и уменьшилась констрикция проксимальных отделов дыхательных путей. У лыжников-гонщиков контрольной группы отмечена тенденция к увеличению показателя MOC_{25} .

В условиях ТП к аппарату внешнего дыхания предъявляются особые требования, осуществление которых обеспечивает эффективное функционирование всех звеньев КРС (Попов и др., 2014). Так, у лыжниковгонщиков, принимавших фитоскипидарные ванны в покое перед тестом «до отказа», стала реже ЧД (рис. 14.5 Б), что вероятно, связано с экономизацией работы респираторных мышц и изменением биомеханики дыхания. Наши данные совпадают с изменениями, описанными в работе Е.И. Кировой (1992), где у спортсменов при применении БЭ для ванн отмечено (в покое) снижение ЧД с 15.7 ± 0.7 до 10.7 ± 0.9 (p<0.05), и МОД с 12.7 ± 0.8 до 10.7 ± 0.5 л/мин. Нами (Гарнов др., 2014) получены аналогичные результаты на

лыжниках-гонщиках после приема скипидарных ванн с БЭ, в покое сидя перед тестом.

Из исследований Е.Б.Поликановой (2005) известно, что, проникая через кожу, а и β-пинены оказывают влияние на ферментативные процессы, изменяя интенсивность поглощения кислорода тканями, стимулируют аэробный и угнетают анаэробный обмены. Кожа, как основной рецептор, является сложным многофункциональным образованием, разыгрываются первичные реакции на воздействия, трансформирующиеся реакции многих систем организма, терморегуляторной, вегетативной нервной, ССС, дыхательной и иммунной. Позднее было показано (Charoo et al., 2008), что масло скипидара обладает более высоким уровнем трансдермального проникновения в отличие от других масел, за счет увеличения дезорганизации рогового слоя, с незначительным раздражением кожных покровов.

Показатели ФВД в покое у спортсменов основной группы отражали благоприятную картину после приема фитоскипидарных ванн, что схоже с данными литературы (Айрапетова и др., 2007, 2009; Поликанова и др., 2005), в которой представлены эффекты влияния скипидарных ванн. В контрольной группе не отмечено такого «каскада» благоприятных изменений со стороны респираторной системы в покое. Функциональное состояние КРС, от деятельности которой зависит уровень спортивной работоспособности, является наиболее важной для лыжников-гонщиков, тренирующих физическое качество выносливость.

Показатель физической работоспособности ватт-пульс на ПАНО у лыжников-гоншиков после основной группы повысился приема фитоскипидарных ванн, что отражает эффективность выполняемой физической работы на ПАНО (Кузнецова, 2017). Необходимо отметить, что у спортсменов данной группы отмечено снижение САД/ДАД на ПАНО. Данная динамика системы кровообращения и повышение показателя ваттпульс является прогностически хорошим признаком для спортсменов. У спортсменов контрольной группы при сравнении с лыжниками-гонщиками основной группы при втором исследовании отмечен более низкий уровень показателя ватт-пульс. Кроме того, у лыжников-гонщиков контрольной группы отмечено более высокое САД и ДАД на ПАНО по сравнению со спортсменами основной группы, что является неблагоприятным признаком. По-видимому, лыжники-гонщики основной группы фитоскипидарных ванн характеризовались повышением физической работоспособности на ПАНО (рис. 14.6 А).

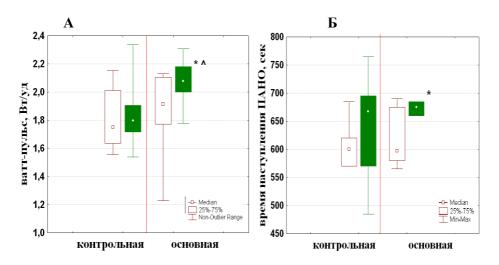


Рисунок 14.6 - Динамика показателя ватт-пульс на ПАНО (A) и времени наступления ПАНО (Б) у спортсменов контрольной и основной групп (*- p<0,05 между первым и вторым исследованием; ^ - p<0,05 между группами после второго исследования)

Проведенное нами исследование показало, что в группе лыжниковгонщиков, принимавшей ванны, время от начала теста до наступления ПАНО увеличилось (рис.14.6 Б). Увеличение времени наступления ПАНО и ПК у спортсменов можно считать благоприятным признаком после приема курса ванн. Имеются исследования подтверждающие повышение тканевой диффузии кислорода при применении скипидара (Grimm, 1967), и описывающие возможности окисленных терпенов захватывать и доставлять кислород в клетку (Kleinschmidt et al.,1985). Наряду с увеличением времени выполнения теста в аэробной зоне в основной группе отмечено повышение КП, урежение ЧСС и ЧД (р>0,05), что обеспечивает экономичность выполнения нагрузки в момент перехода ПАНО и возможность более длительно выполнять тест. Мы предполагаем, что увеличение времени работы лыжников-гонщиков в аэробной зоне в тесте «до отказа» и повышение работоспособности связано с приемом фитоскипидарных ванн, данными адаптогенного действия ПП что согласуется c отмеченными в работе Е.А.Карповой (2009). Между тем, у лыжников-гонщиков, принимавших фитоскипидарные ванны, увеличилось общее время теста «до отказа» (рис. 14.7 А) по сравнению с контрольной группой.

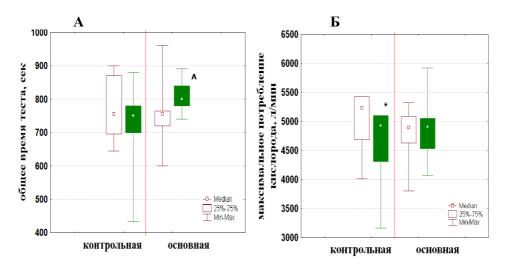


Рисунок 14.7 - Динамика общего времени теста «до отказа» (A) и максимального потребления кислорода (Б) у спортсменов основной и контрольной групп. (^ - p<0,05 между группами после второго исследования; *- p<0,05 между первым и вторым исследованием)

У этих же спортсменов в момент завершения теста по средним значениям увеличилось ΠK .

При первом исследовании ватт-пульс лыжников-гонщиков основной группы был выше, чем у спортсменов контрольной группы. Этот показатель выше у спортсменов, принимавших фитоскипидарные ванны по сравнению с лыжниками-гонщиками контрольной группы при втором исследовании в момент завершения теста. Известно, что ватт-пульс имеет тесную взаимосвязь с соревновательной деятельностью (Кузнецова, Щапов, 2017). Кроме того, у лыжников-гонщиков основной группы отмечено снижение САД/ДАД при завершении теста, что является хорошим признаком экономизации деятельности системы кровообращения. В связи с понятным более существенное увеличение становится набранных лыжниками-гонщиками Сборной Республики Коми в сезоне 2014 – 2015 гг., в сравнении с сезоном 2012 – 2013 гг. На этапе спортивного мастерства именно факторы – экономичности-эффективности определяют специфический спортивный результат (Горбанева и др., 2011).

Известно, что МПК рассматривается как важный показатель толерантности к физической нагрузке (Davis et al., 2002) и основной показатель физической работоспособности. При выполнении теста «до

отказа», при втором исследовании в контрольной группе уменьшились: МПК (рис. 14.7 Б), мощность выполненной нагрузки (рис.14.8 А), МПК/кг и КП на уровне МПК. Ранее было установлено (Евдокимов, 2007) что сбалансированность функций КРС можно оценить по показателю КП. В спортсменов контрольной нашем исследовании у группы, показатель в момент наступления МПК снизился, что, вероятно отражает возможностей **KPC** И аэробного энергообеспечения. основной группы КП при МПК после приема курса спортсменов фитоскипидарных ванн увеличился на 5 % (р>0,05). Вероятнее всего, ванны способствовали повышению МΠК основной В группе высокоинтенсивных микроциклов.

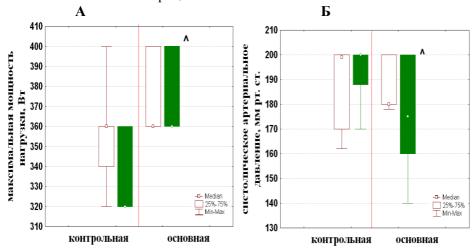


Рисунок 14.8 - Динамика мощности нагрузки в момент отказа (A) и систолического артериального давления в момент завершения теста (Б) у спортсменов контрольной и основной групп (^ – p<0,05 между группами при втором исследовании)

В исследовании Е. И. Кировой (1992) КП повысился (p<0,05) у гребцов, под влиянием ванн БЭ с $23,2\pm0,5$ до $26,6\pm0,4$ мл/уд (на 14%) и ванн с ЖР с $21,7\pm0,7$ до $24,8\pm0,3$ мл/уд (на 14%), что схоже по динамике с нашим исследованием. Поскольку МПК является важнейшим интегральным и прогностическим показателем в оценке работоспособности спортсменов, тренирующих выносливость, то его снижение в специально подготовительный период в контрольной группе, требует тщательной оценки и анализа ТП.

Снижение МПК и МПК/кг, отмеченные у спортсменов контрольной группы, по всей видимости, отражают снижение тренированности (рис. 14.7 Б). В энергообеспечении работы на уровне МПК наряду с аэробными процессами задействован и гликолиз (Gollnick et al.,1972; Henriksson et al., 1986). А в контрольной группе спортсменов уменьшение значений показателей физической работоспособности могло быть связано со снижением активности окислительных и приростом активности гликолитических ферментов в мышцах. Кроме того, данные А. Дембо и Э. Земцовского (1989) подтверждают, что снижение МПК, кровотока в мышцах, и мобилизации гликогена являются одним из механизмов снижения работоспособности.

Уровень функциональной готовности организма спортсмена к физической нагрузке, можно оценить по выполненной мощности работы. Мощность выполненной нагрузки в тесте «до отказа» у спортсменов контрольной группы при втором исследовании (рис. 14.8 A) уменьшилась (p<0,05).

По всей видимости, это может отражать недостаточность аэробного обеспечения физической работы у лыжников-гонщиков, не принимавших фитоскипидарные ванны. Причем отмечено (Евдокимов, 2007), что физическая работоспособность в данный период годового цикла имеет тенденцию к увеличению. В основной группе спортсменов этот показатель не изменился.

У лыжников-гонщиков основной группы, по сравнению с контрольной, в момент прекращения нагрузки, при втором исследовании, была больше мощность нагрузки (рис.14.8 А). Данные изменения, возможно, связаны с большей адаптацией к нагрузке и удержанием мощности работы, под влиянием приема фитоскипидарных ванн, в специально-подготовительном периоде ТП. Схожие изменения в показателях работоспособности зафиксированы в работе Е.И. Кировой (1992), где у спортсменов повысилась физическая работоспособность после курсового приема скипидарных ванн.

Исследование динамики АД у лыжников-гонщиков контрольной группы в течение теста «до отказа» и в период реституции, отразило негативное изменение деятельности ССС в ответ на физическую нагрузку. Так, в момент ПАНО в контрольной группе ДАД при втором исследовании было выше, а на пятой минуте реституции САД и ДАД выше (р>0,05) по сравнению с первым исследованием. Возможно, это вызвано физическими нагрузками и недовосстановлением.

У лыжников-гонщиков контрольной группы после второго обследования выявлено снижение функциональных возможностей КРС, работоспособности и максимальной аэробной мощности. В основной группе по

сравнению с контрольной в момент завершения теста меньше САД (рис. 14.8 Б), что, по всей видимости, связано с влиянием приема фитоскипидарных ванн.

Видимо, прием скипидарных ванн ведет к повышению васкуляризации и, соответственно, к повышенному гемораспределению, что, возможно, могло отразиться на более низких значениях ДАД и ЧСС в момент критической нагрузки, соответственно на 19,0 мм рт. ст. и 4,5 уд/мин, и привести к более экономной работе ССС. Ранее нами (Гарнов и др., 2014) показано, что в группе лыжников-гонщиков, принимавшей скипидарные ванны, в тесте РWС 170 на пике нагрузки САД составляло 190,6 мм рт.ст., тогда как у спортсменов контрольной группы в этот момент оно было на уровне 195,0 мм рт.ст.

В основной группе лыжники-гонщики завершили тест при более редкой ЧСС и низким САД, что вместе с увеличением времени выполнения теста может свидетельствовать о лучшей переносимости физической нагрузки после приема ванн. Таким образом, основная группа более медленно восстанавливала ЧД, что, вероятно, было связано с большей мощностью нагрузки в момент завершения теста.

Известно, что пары скипидара обладают седативным (Mercier et al.,2009) действием. Нами показано (Гарнов и др., 2014), что в период восстановления после теста РWC 170 группа лыжников-гонщиков, принимавшая скипидарные ванны, отличалась от контрольной группы более низким САД и ДАД.

В период реституции у спортсменов основной группы ниже САД по сравнению со спортсменами в контрольной (рис. 14.9).

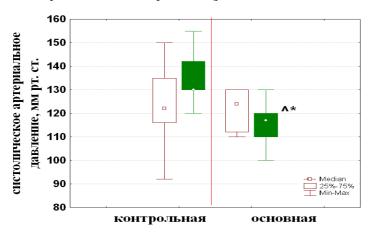


Рисунок 14.9 - Динамика систолического артериального давления на пятой минуте восстановления после теста «до отказа» в исследуемых группах лыжников-гонщиков (^ - p<0,05 между группами при втором исследовании; *- p<0,05 между первым и вторым исследованием)

Действие эмульгированного скипидара оказало влияние на усиление парасимпатической активности в период восстановления. Более низкое ДАД в основной группе, вероятно, отражает гипотензивное влияние приема фитоскипидарных ванн.

В основной группе лыжников на пятой минуте восстановления после приема фитоскипидарных ванн отмечено снижение САД (рис.14.9), что, видимо, связано с увеличением васкуляризации тканей и общей площади капилляров, а также со снижением сосудистого сопротивления на периферии, вызванное приемом ванн.

Ранее проведенные исследования о влиянии скипидарных ванн с ЖР на КРС спортсменов-гребцов доказали изменение функционального состояния ССС в виде улучшения ее вегетативной регуляции, активизации метаболических процессов в сердечной мышце и повышении сократимости миокарда (Кирова, 1992). Установлно, что применение скипидарных ванн с ЖР оказывает гипотензивный эффект на АД спортсменов. После проведенного курса ванн с ЖР отмечалось достоверное снижение САД и ДАД с 122,3±2,4 и 75,5±1,8 до 115,3±2,2 и 71,7 мл рт. ст. и урежение ЧСС (Кирова, 1992).

При обследовании лыжников-гонщиков выявлено, что после теста «до отказа» на пятой минуте восстановления у спортсменов основной группы по сравнению с контрольной выше КП. Скорее всего, это отражает больший выброс за одну систолу оксигенированой крови (Солонин и др., 2015), так как ЧСС снижается, а количество ПК увеличивается. Однако известно (Otsuki et al., 2007), что повышенный КП в период восстановления у спортсменов, развивающих физическое качество выносливость, в сравнении с другими спортсменами, может отражать кислородный долг. Но в нашем исследовании у лыжников-гонщиков основной группы тест «до отказа» был длиннее по времени и выше мощность нагрузки, чем в контрольной, что может объяснить более высокий КП на пятой минуте восстановления после теста.

Таким образом, изучение влияния фитоскипидарных ванн на кардиореспираторную систему лыжников-гонщиков позволло выяить улучшение функции внешнего дыхания в покое, повышение работоспособности, увеличение времени наступления порога анаэробного обмена и времени выполнения теста «до отказа». По всей видимости, улучшение функционирования респираторной системы после приема фитоскипидарных ванн способствовало увеличению длительности работы в аэробной зоне и физической работоспособности. У лыжников-гонщиков контрольной группы отмечено снижение МПК, а в основной группе данный показатель повысился. Мощность работы у спортсменов основной группы в 166

момент завершения теста сохранилась при втором исследовании, что, возможно, вызвано влиянием фитоскипидарных ванн. У лыжниковгонщиков контрольной группы мощность работы в момент завершения теста снизилась, что является прогностически неблагоприятным фактом. Курсовой прием фитоскипидарных ванн оказал гипотензивное действие на уровень систолического артериального давления в момент завершения теста у лыжников-гонщиков основной группы по сравнению с контрольной. У спортсменов основной группы в период восстановления после теста отмечено гипотензивное влияние фитоскипидарных ванн на уровень систолического артериального давления, что привело к уменьшению частоты встречаемости гипертензивных реакций. По всей видимости, фитоскипидарные ванны нормализуют состояние кардиореспираторной системы. После приема ванн основная группа по сравнению с контрольной отражала более благоприятную картину функционального и физического состояния.

Коррекция функционального состояния организма лыжников — гонщиков с помощью электромагнитного излучения крайне высокой частоты

Изучение влияния ЭМИ КВЧ на процессы восстановления в лыжников-гонщиков проводили период подготовительного этапа ТП (сентябрь - октябрь 2015 года). В основную группу вошли 10 лыжников-гонщиков, из них: четыре кандидата в мастера спорта, пять мастеров спорта и один мастер спорта международного класса. В контрольную группу, не получавшую воздействие ЭМИ КВЧ, входили 10 спортсменов, из них: пять кандидатов мастера спорта и пять мастеров спорта. Недельный микроцикл, в данный тренировочный период, состоял из шести дней. Общий километраж, выполняемый спортсменами за этот период, составлял: для кандидатов в мастера спорта - 200-220 км, для мастеров спорта – 240–260 км, для мастеров спорта международного класса – 260–280 км. В среднем группа выполняла объем нагрузки 240 км (200–280) км). Характеристика обследованного контингента представлена в таблице 14.4.

Лыжники-гонщики участники исследования получали курс из 15 процедур ЭМИ КВЧ воздействия, ежедневно, вечером после двух тренировок в день (утренняя полтора часа, вечерняя два часа) в течение 15 дней. Воздействие осуществлялось с помощью аппарата электромагнитного излучения крайне высокой частоты инфракрасного излучения «СПИНОР» (исполнение «Биофактор»), производства Российской Федерации, г. Томск.

Таблица 14.4 - Антропофизиометрические показатели лыжников-гонщиков (исследование влияния ЭМИ КВЧ)

Показатель	Группы		
	Основная (n=10)	Контрольная (n=10)	
Возраст, лет	21,0(19,0;22,5)	19,0 (18,0;28,0)	
Длина тела, см	177,5 (171,6;178,8)	176,0 (173,5;181,0)	
Масса тела, кг	69,0 (67,2;72,3)	70,0(68,2;70,8)	
МПК, мл/кг/мин	65,9(63,5;68,8)	64,1(55,1;65,5)	

Примечание: 1) данные представлены в виде медианы и процентилей (25;75%); 2) при воздействии использовали излучатель с широкополосным шумовым спектром Ганна, с частотой излучения от 37 до 78 ГГц (мощность 5,7 мВт/см²) (Регистрационное удостоверение № ФСР 2009/06028).

Сравнение функциональных показателей у лыжников-гонщиков, принимавшх электромагнитное излучение крайне высокой частоты, и контрольной группы

Между спортсменами основной группы до применения ЭМИ КВЧ и контрольной группой отсутствовали статистически значимые различия по % ПК от уровня МПК на ПАНО, мощности нагрузки и другим, физиологическим и антропофизиометрическим показателям (Гарнов, 2018, диссерт.), это дает нам право заключить, что группы были однородными.

Лыжники-гонщики контрольной группы после второго тестирования, по сравнению с первым, характеризовалась статистически значимым увеличением массы тела (рис. 14.10 A), снижением физической работоспособности в момент завершения теста. В период реституции после теста «до отказа» – повышенным ДАД и сниженными показателями УО, СИ, ИК, ухудшением реакции ССС на тестовую физическую нагрузку.

По данным литературы (Фицджеральд, 2011; Исаев и др., 2012) известно, что увеличение массы тела у спортсмена может влиять на результативность.

Увеличение массы тела за счет жирового компонента уменьшает суммарный объем энергетики, приводя к снижению работоспособности и замедлению восстановления. Кроме того, это может отразиться и на изменении МПК/кг, которое снизилось в контрольной группе на 2%. По всей видимости, увеличение массы тела у лыжников-гонщиков контрольной группы (рис. 14.10 A) при условии стандартизированного питания в условиях специально-подготовительного этапа ТП, свидетельствует о не

соответствии предъявляемой мощности нагрузки спортсменам их функциональным возможностям. По данным Т.Ф. Абрамовой и др. (2013) изменение жирового компонента тела спортсмена позволяет косвенно судить об уровне общей физической подготовленности, адекватности баланса нагрузка — восстановление. В основной группе масса тела не изменилась, вероятнее всего, ЭМИ КВЧ способствовало восстановлению после физической нагрузки.

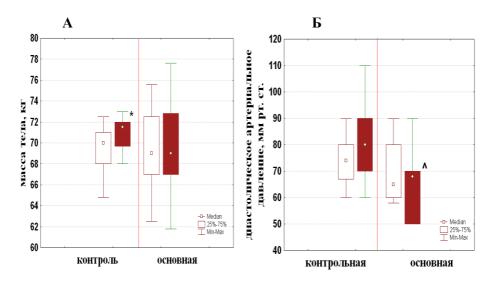


Рисунок 14.10 - Динамика массы тела (A) и диастолического артериального давления на ПАНО (Б) у лыжников-гонщиков контрольной и основной групп (*- p<0,05 между первым и вторым исследованием, $^{^{\text{-}}}$ - p<0,05 между группами при втором исследовании)

Возможно, более низкое ДАД на ПАНО в основной группе (рис. $14.10~\mathrm{E}$), по сравнению с контрольной группой, было вызвано применением ЭМИ КВЧ, с длинной волны $37–78~\mathrm{\Gamma}\mathrm{\Gamma}$ ц. Имеются исследования (Kositsky et al.,2001), подтверждающие статистически значимое гипотензивное влияние ЭМИ КВЧ на уровень АД (снижение на $15-20~\mathrm{Mm}$ рт. ст.) и урежение ЧСС (уменьшение на $10-20~\mathrm{уд/мин}$). Считается (Ванюшин, 2008), что высокая ЧСС не выгодна для нормального кровообращения, так как укорочение диастолического кровотока и изгнание крови при определенном аортальном давлении метаболически обходится тем «дороже», чем выше ЧСС. Известно (Partyla et al.,2017), что излучение ЭМИ КВЧ с частотой 42,25 $\mathrm{\Gamma}\mathrm{\Gamma}$ ц

статистически значимо повышает ДАД и болевую устойчивость к холодовой пробе в покое у добровольцев при проведении двойного перекрестного исследования с применением плацебо.

У лыжников-гонщиков контрольной группы в момент завершения теста при втором исследовании отмечено снижение показателя физической работоспособности ватт-пульс (рис. 14.11 A).

Данное изменение, возможно, связано с понижением эффективности работоспособности у лыжников-гонщиков контрольной группы. Кроме того, у спортсменов данной группы отмечено повышение САД/ДАД, что, по всей видимости, отражает снижение экономизации системы кровообращения. У спортсменов основной группы данный показатель не изменился. В проведенном нами исследовании у лыжников-гонщиков контрольной группы на пятой минуте восстановления повысилось ДАД (рис.14.11 Б), что может быть компенсаторной реакцией организма при ухудшении функции сокращения и расслабления сердечной мышцы (Платонов, 2015) и отражать признаки перетренированности второго типа.

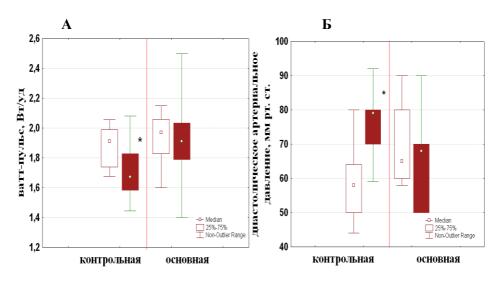


Рисунок 14.11 - Динамика показателя ватт-пульс (A) и диастолического артериального давления на пятой минуте восстановления (Б) у лыжников-гонщиков контрольной и основной групп при завершении теста «до отказа» (*- p<0,05 между первым и вторым исследованием).

По нашим данным, УО снизился у спортсменов контрольной группы при втором исследовании, а также был более низким у лыжников-170 гонщиков контрольной группы по сравнению с основной после второго исследования. Это связано с механизмом, способствующим увеличению возможностей насосной функции сердца. Уменьшение УО ниже исходных величин после физической нагрузки обусловлено тем, что после завершения нагрузки происходит снижение афферентной импульсации от нижних конечностей вследствие уменьшения количества мышц, включенных в работу. При этом снижается влияние симпатических нервов на сердечный выброс наблюдается относительно недостаточное развитие сократительной мошности уменьшению УО сердца, ведущее восстановительном периоде (Вахитов, 1999).

Уменьшение УО в период реституции отмечено в обеих группах. В работе И.Х. Вахитова (1999) доказано, что меньшее значение УО на третьей и пятой минуте после физической нагрузки в подготовительном периоде ТП, в сравнении с УО до физической нагрузки, связано с повышением уровня тренированности у лыжников-гонщиков.

Из научной литературы известно (Иванова, 2013), что ИК и СИ определяют потребление необходимого количества кислорода, что обеспечивается согласованной работой ВНС организма. Данный механизм обеспечивается, главным образом, за счет сопряженного действия систем кровообращения и дыхания. Снижение ИК и СИ у лыжников-гонщиков контрольной группы, возможно, связано с ухудшением функциональной деятельности КРС в восстановительный период после теста.

В контрольной группе реакция на физическую нагрузку ухудшилась: при первом исследовании отмечено 30% спортсменов, имеющих гипертоническую реакцию, 70% — нормотоническую. Второе исследование выявило, что у 50% спортсменов отмечена нормотоническая реакция, а остальные 50% имели гипертоническую реакцию на нагрузку.

Таким образом, лыжники-гонщики контрольной группы при втором обследовании, по сравнению с первым, характеризовались по некоторым показателям (масса тела, ДАД, ватт-пульс, ИК и СИ) более худшим функциональным состоянием, но большей экономизацией сердечного выброса.

Наше исследование показало, что у лыжников-гонщиков основной группы на пятой минуте восстановления реже стала ЧД. Известно, что ЭМИ КВЧ положительно влияет на ФВД у больных астмой (Есауленко и др., 2009). Возможно, данные механизмы изменения ФВД схожи с теми, которые произошли у лыжников-гонщиков, использовавших ЭМИ КВЧ в нашем исследовании, что повлияло на урежение дыхания.

Лыжники-гонщики основной группы выполняли тест «до отказа» дольше по времени, чем спортсмены контрольной группы, но обе группы

закончили тест при одинаковой мощности нагрузки. Вероятнее всего, более быстрое восстановление ЧД в основной группе, несмотря на более длительное время выполнения теста «до отказа» происходило после применения ЭМИ КВЧ. По данным литературы (Лысенко, 2013), урежение дыхания вызвано созданием сложных и неоднозначных изменений паттерна дыхательной реакции (легочной вентиляции). По-видимому, ЭМИ КВЧ формирует экономный стереотип дыхательных движений, за счет оптимизации нейровегетативного обеспечения (Никитин и др., 2008) (рис. 14.12).

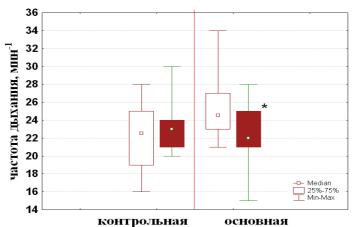


Рисунок 14.12 - Динамика частоты дыхания в исследуемых группах лыжников-гонщиков на пятой минуте восстановления после теста «до отказа» (*- p<0,05 между первым и вторым исследованием)

Анализ динамики АД у лыжников-гонщиков основной группы в ответ на физическую нагрузку, после применения ЭМИ КВЧ, показал, что процентное соотношение спортсменов с нормотонической и гипертонической реакцией на нагрузку не изменилось.

В процессе исследования отмечено, что у лыжников-гонщиков основной группы реакция ССС на физическую нагрузку не изменилась. Можно предположить, что курс ЭМИ КВЧ корригирует измененное вследствие физических нагрузок функциональное состояние ССС.

Таким образом, использование ЭМИ КВЧ улучшает функциональное состояние лыжников-гонщиков в процессе восстановления после физической нагрузки: спортсмены основной группы после применения ЭМИ КВЧ характеризовались улучшением функционирования

ПАНО системы кардиореспираторной на И на пятой минуте восстановления. У контрольной группы отмечено увеличение массы тела, снижение работоспособности и признаки срыва адаптации что неблагоприятным является повышения ДАД. ДЛЯ спортсменов.

Полученные результаты позволяют расширить, углубить и уточнить знания о применении современных восстановительных средств на специально подготовительном этапе тренировочного процесса в лыжных гонках. Спортсмены, проводящие большую часть учебно-тренировочных занятий на открытом воздухе с пониженной температурой воздуха, подвергаются большим психофизическим нагрузкам.

Процессы утомления, вызванные тренировочным процессом, могут помощью фитоскипидарных Курсовое корректироваться ванн. восстановления воздействие данного средства специально на тренировочного этапе процесса способствует увеличению зоны порога анаэробного обмена, повышению эффективности физической работы выполняемой В этой зоне, увеличивает продолжительность и мощность выполняемой физической работы, снижает количество встречаемости гипертензивных реакций на физическую нагрузку, способствует повышению потребления кислорода. Потребление кислорода и эффективность работы на пороге анаэробного обмена имеют значение В лыжных гонках, ОТ них зависит **уровень** тренированности и спортивный результат.

Использование электромагнитного излучения крайне высокой частоты с целью восстановления после учебно-тренировочных занятий на специально подготовительном этапе способствует экономизации деятельности системы кровообращения на пороге анаэробного обмена и функции дыхательного цикла в период восстановления после физической нагрузки.

Применение современных средств восстановления для лыжников-гонщиков на специально подготовительном этапе тренировочного процесса в виде фитоскипидарных ванн или электромагнитного излучения крайне высокой частоты оказывает положительный эффект на показатели кардиореспираторной системы. У лыжников-гонщиков после курсового воздействия фитоскипидарных ванн улучшается функция внешнего дыхания: увеличивается жизненная емкость легких, пиковая объемная скорость выдоха, мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25 % форсированной жизненной емкости легких, становится реже частота дыхания. Применение фитоскипидарных ванн на специально подготовительном этапе для лыжников-гонщиков высокой квалификации

обеспечивает повышение показателей физической работоспособности — ватт-пульса, максимального потребления кислорода, увеличение длительности времени работы в аэробной зоне и общего времени выполнения теста «до отказа», тогда как у спортсменов контрольной группы отечается снижение данных показателей.

У лыжников-гонщиков основной группы при выполнении более длительного по времени теста «до отказа» по сравнению с контрольной группой, отмечено меньшее систолическое артериальное давление в момент завершения теста и на пятой минуте восстановления, а также меньшее количество гипертензивных реакций на физическую нагрузку.

Использование электромагнитного излучения крайне высокой частоты для лыжников-гонщиков на специально подготовительном этапе оказывает положительное влияние на функции кардиореспираторной системы. Это проявляется в более низком диастолическом артериальном давлении на пороге анаэробного обмена и быстром восстановлении частоты дыхания на пятой минуте после теста «до отказа».

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1. Фитоскипидарные ванны рекомендуется использовать как средство восстановления для лыжников-гонщиков на специально подготовительном этапе в вечернее время после двух учебно-тренировочных занятий в день.
- 2. Рекомендуемый прием фитоскипидарных ванн в специально подготовительный период три раза в неделю.
- 3. Показанием к применению фитоскипидарных ванн на специально подготовительном этапе является гипертензивная реакция на физическую нагрузку и уменьшение аэробной пульсовой зоны.
- 4. Рекомендовано применять ЭМИ КВЧ с частотой излучения от 37 до 78 ГГц на специально подготовительном этапе с целью экономизации деятельности кардиореспираторной системы у лыжников-гонщиков и повышения восстановления.

ГЛАВА 15 ВЛИЯНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА КООРДИНАЦИОННЫЕ СПОСОБНОСТИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ И БИАТЛОНИСТОВ

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Черных A.A., Бойко E.P.

Подготовка спортсменов невозможна без привлечения средств объективизации информации об их функциональном состоянии, с учетом закономерностей физиологических И двигательными действиями (Капилевич и др., 2011; Капилевич, 2012). Проявлением координационных способностей является анализ собственных движений, динамических, временных и пространственных характеристик взаимодействии. Уровень ИХ сложном оперативным контролем определяется характеристик движений и обработкой его результатов. Мышечно-суставная рецепция формируется избирательно в строгом соответствии со спецификой вида спорта и технической подготовкой конкретного спортсмена (Гетманцев и др., 2010; Astrand, 1992; Hirtz, 1994). Для точной и объективной оценки функции поддержания равновесия и координационных движений могут Данные использоваться различные методы. методики определения координации внедрены и успешно применяются в спорте достижений (Савин и др., 2010).

Координационные способности спортсменов зимних циклических видов спорта

сфокусироваться на сенсорной Возможность информации. поступающей от мышечных проприорецепторов, является залогом успеха во многих видах спорта, в том числе и в циклических. Стрельба на огневых рубежах в биатлоне – сложная задача, требующая координации между зрительным восприятием, постуральным балансом и временем нажатия на курок (Ihalainen et. al., 2015). Большая часть времени (90%) ТП в лыжных направлена на развитие выносливости, что подразумевает длительные монотонные циклические нагрузки, и только 10% времени на развитие других физических качеств (Astrand, 1992). В биатлоне сочетаются два различных вида мышечной деятельности – лыжные гонки и стрельба на огневых рубежах, делая их связанными между собой, и зависящими друг от друга, в тоже время биатлон нельзя рассматривать как механическое соединение двух видов спорта. В ТП биатлонистов, раздельными УТЗ можно достичь высоких результатов в каждом из этих видов спорта, однако

при совмещении их в единый соревновательный процесс показать высокий результат в подобных состязаниях спортсмены могут далеко не всегда (Солдатов, 1989).

Лыжные гонки и биатлон требуют от спортсменов сложных координационных возможностей (Luchsinger et. al.,2015), физические нагрузки, предъявляемые данными видами спорта, могут приводить к активизации или раскоординации сложных локомоций. В результате длительных УТЗ возможно снижение работоспособности, которое сопровождается уменьшением фронтальной тета-активности головного мозга, измеряемой с помощью электроэнцефалограммы. Это может быть связано с центральной усталостью или изменением сенсорной обратной связи от локально утомленных мышц (Luchsinger et. al.,2015).

С целью определения координации движений у лыжников-гонщиков и биатлонистов до и после велоэргометрического теста «до отказа» в специально подготовительный период ТП проведено исследование в сентябре 2017 г.,в котором приняли участие 35 мужчин, разделеные на три группы. Из 23 спортсменов циклических видов спорта были созданы две группы: первая группа состояла из 12 лыжников-гонщиков (2 МС и 10 КМС), вторая группа - из 11 КМС по биатлону. Третью, контрольную, группу составили 12 студентов естественно-биологического факультета Сыктывкарского государственного университета им П. Сорокина. Характеристика групп представлена в таблице 15.1.

Таблица 15.1 - Антропофизиометрические показатели в исследуемых группах

PJIIII			
Показатели	Лыжники-	Биатлонисты	Студенты
	гонщики		
Возраст, лет	19,0(19,0;20,0)	19,0(18,0;21,5)	20,0(20,0;21,0)
Масса тела, кг	74,0(70,5;78,0)	71,1(69,7;74,7)	69,0(63,5;73,0)
Длина тела, см	179,0(171,8;182,5	178,5(174,6;180,3	176,0(173,0;178,0)
Масса жира, %	8,5(5,5;10,1)	9,9(6,3;10,9)	10,0(7,2;14,6)
Индекс массы тела, м ²	24,0(22,9;24,3)**	22,6(21,9;23,5)**	22,0(21,4;23,6)
МПК, мл/мин/кг	60,8(57,3;63,2)	63,8(59,5;67,2)	-

Примечание: 1) Данные представлены в виде Ме и интерквантильного интервала: 25 и 75 перцентилей; 2) **p<0,01 – достоверность различий между группами по критерию U- Манна-Уитни.

Группа студентов по антропофизиометрическим показателям статистически значимо не отличалась от групп спортсменов, которые различались между собой только по ИМТ (р < 0,01) (табл.15.1). У биатлонистов ИМТ был ниже на 4,3%, чем у лыжников-гонщиков, и практически не отличался от спортсменов циклических видов спорта в аналогичный период тренировочного процесса (Солонин и др., 2017). Функциональные показатели в покое перед тестом в исследуемых группах спортсменов статистически значимо не различались (табл. 15.2), как и МПК (табл.15.1). Это позволило нам заключить, что группы спортсменов были практически одинаковыми и соответствовали ранее представленным данным (Солонин и др., 2017), находясь в референсных значениях.

Таблица 15.2 - Сравнение физиологических показателей и уровня лактата

крови в исследуемых группах

Показатели	Лыжники-гонщики	Биатлонисты	
Покой сидя			
Лактат, ммоль/л	2,6(1,9;2,6)	2,9(1,6;3,7)	
Частота сердечных сокращений, уд/мин	64,0(61,7;66,3)	57,0(55,5;63,5)	
Потребление кислорода/кг, мл/мин/кг	5,9(4,1;7,0)	4,5(3,3;6,1)	
Коэффициент использования кислорода, мл/л	37,7(31,1;39,1)	34,8(30,1;38,4)	
Частота дыхания, мин ⁻¹	11,0(9,0;14,5)	12,0(11,0;15,0)	
Минутный объем дыхания, л/мин	12,0(7,8;13,3)	9,0(7,0;10,5)	
Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст	110,0(108,0;121,0)	112,0(104,0;120,0)	
Диастолическое артериальное давление, мм. рт.ст.	70,0(65,0;86,0)	78,0(70,0;82,0)	
Завершение теста «до отказа»			
Лактат, ммоль/л	8,4(7,7;8,7)*	9,7(9,3;11,5)*	
Частота сердечных сокращений, уд/мин	177,0(172,0;182,0)**	186,0(182,0;190,0)**	
Потребление кислорода/кг, мл/мин/кг	59,9(52,0;64,1)	62,8(54,7;65,5)	

Таблица 15.2 - окончание

таолица 13.2 - окончани		
Показатели	Лыжники-гонщики	Биатлонисты
Коэффициент использования кислорода, мл/л	31,2(29,0;34,6)*	26,5(22,8;30,3)*
Частота дыхания, мин ⁻¹	44,0(36,3;50,7)	53,5(42,5;62,7)
Минутный объем дыхания, л/мин	136,5(115,7;156,7)	176,0(138,0;190,0)
Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст	200,0(199,0;215,0)	199,0(191,0;200,0)
Диастолическое артериальное давление, мм. рт.ст	70,0(62,5;79,5)	80,0(80,0;82,0)
Мощность выполненной нагрузки, (Вт/кг)	4,5(4,4;5,1)	5,1(4,8;5,2)
Длительность теста «до отказа», сек	712,5(600,0;780,0)	795,0(747,0;835,0)
Пятая минута восстановления		
Лактат, ммоль/л	8,9(6,5;9,1)**	11,1(9,5;11,5)**
Частота сердечных сокращений, уд/мин	96,5(91,5;102,7)	109,0(97,0;110,5)
Потребление кислорода/кг, мл	10,9(9,7;13,3)	12,1(11,4;12,8)
Коэффициент использования	26,9(24,8;32,9)**	23,6(22,8;25,8)**
Частота дыхания, мин ⁻¹	22,5(21,0;23,5)**	28,0(24,0;31,5)**
Минутный объем дыхания, л/мин	30,0(22,7;24,0)**	36,0(33,5;38,5)**
Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст	124,0(116,0;135,0)	130,0(119,0;131,0)
Диастолическое артериальное давление, мм. рт.ст	70,0(61,5;73,0)	62,0(59,0;69,0)

Примечание: **p<0,01; * p<0,05 — достоверность различий между группами по критерию U- Манна-Уитни. Данные представлены в виде Ме и интерквантильного интервала: 25 и 75 перцентилей.

Полученные данные показали, что КРС и уровень лактата крови биатлонистов, в отличие от лыжников-гонщиков, отреагировали велоэргометрический тест «до отказа» по-разному. В группе биатлонистов, по сравнению с лыжниками-гонщиками, в момент завершения теста статистически значимо выше покзатели ЧСС на 5,1% (p<0,001) и лактата на 15% (р<0,05), что, вероятно, связано с более длительно выполняемым тестом и с большей относительной мощностью выполненной нагрузки. Известно, что во время работы содержащийся в крови лактат утилизируется в печени, сердце, неработающими мышцами и другими органами. При работе большой мощности количество лактата, вышедшего в кровь, значительно превышает его утилизацию неактивными мышцами и другими тканями (Попов и др., 2010). Уровень лактата в исследуемых группах практически не отличался от аналогичного уровня у лыжников-гонщиков экстра-класса, полученного при тестировании «до отказа» (Попов и др., 2010). Более низкий КИО2 (p<0,05) на 15% в момент завершения теста в группе биатлонистов по сравнению с лыжниками-гонщиками, вероятно, связан с более высоким МОД, что было вызвано большей абсолютной мощностью выполненной нагрузки в тесте. Следует отметить, что эти показатели практически соответствовали аналогичным в тестировании «до отказа» у спортсменов после подготовительного периода в горах (Солонин и др., 2017).

На пятой минуте восстановления после теста «до отказа» в группе биатлонистов, по-сравнению с лыжниками-гонщиками, были статистически значимо (p<0,01) выше: лактат на 24,7%, ЧД на 24,4% и МОД – 20,0%, что, вероятно, вызвано более длительно выполняемым тестом и большей мощностью нагрузки в момент завершения теста. Показатели у лыжниковгонщиков на пятой минуте восстановления после велоэргометрического теста «до отказа» соответствовали данным литературы (Гарнов и др., 2016). В группе биатлонистов был ниже KUO_2 на 12,3% (p<0,01), что, вероятно, отражает более выраженный процесс гипервентиляции вызванный более длительным временем выполнения теста. Остальные показатели имели разнонаправленные тенденции и находились в референсных значениях.

Время выполнения первой координационной пробы между группой студентов и группами спортсменов статистически значимо различалось. Так, лыжники-гонщики и биатлонисты выполняли первую пробу быстрее, чем студенты соответственно на 47% (p<0,001) и 42% (p<0,001). В группе студентов время второй координационной пробы статистически значимо уменьшилось на 52%, с 121 (87,0;129,0) сек до 73 (59,0;83,5) сек (p<0,05). Вероятнее всего, уменьшение времени связано с появлением навыка выполнения двигательного действия в группе студентов. Время

координационной пробы до и после теста на велоэргометре «до отказа» в исследуемых группах спортсменов статистически значимо не различалось (рис.15.1).

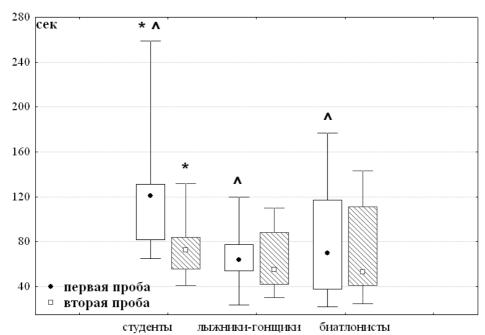


Рисунок 15.1 - Время выполнения координационной пробы в исследуемых группах

Примечание:

- 1) * p<0.05 достоверность различий по W-критерию Вилкоксона;
- 2) ^ p<0.05 достоверность различий по критерию U- Манна-Уитни.

Однако, выявлены следующие тенденции: лыжники-гонщики по сравнению с биатлонистами выполняли первую координационную пробу (перед тестом «до отказа») быстрее, а вторую медленнее (соответственно, на 8,5% и 3,6%). Продолжительность выполнения координационных проб в исследуемых группах после велоэргометрического теста уменьшилась: у лыжников-гонщиков на 14% с 64,0(54,5;76,2) до 55,0(42,5;85,2) сек, у биатлонистов — 24,2% с 70,0(45,0;110,5) до 53,0 (42,0;103,0) сек. Известно (Мельников и др.,2012), что мощность нагрузки в субмаксимальном тесте на велоэргометре у спортсменов коррелирует с координационной устойчивостью. Это косвенно указывает на значение мощности нагрузки в развитии утомления

мышц и снижении их устойчивости, т.е. чем больше мощность нагрузки, тем больше мышечных волокон было рекрутировано в работу и, вероятно, в большем количестве мышечных волокон развивалось утомление. В нашем исследовании биатлонисты закончили велоэргометрический тест с большей мощностью нагрузки, чем лыжники-гонщики, несмотря на это у них отмечена тенденция к уменьшению времени выполнения второй координационной пробы. Уменьшение времени выполнения второй координационной пробы в группе биатлонистов, вероятнее всего, вызвано спецификой тренировочного и соревновательного процесса исследуемых спортсменов. В спортсменам необходимо после интенсивной циклической нагрузки сохранять высокий уровень координации для точной стрельбы на огневом рубеже. Кроме того, известно, что у биатлонистов более высокой спортивной квалификации физическая нагрузка в меньшей степени влияет на результативность стрельбы (Солдатов, 1989), что говорит о возможности тренировки поддержания координационных способностей в условиях физического утомления. Для спортсменов данной специализации необходимо правильно распределить нагрузку во время гонки, для того, чтобы подойти к огневым рубежам в таком утомлении, в котором будет осуществляться качественная стрельба (Солдатов, 1989).

С целью уточнения формирования двигательного навыка повторном тестировании на координиметре группы участников были разделены на 1) выполнивших вторую пробу с уменьшением времени и 2) с его увеличением. У 25% студентов отмечено увеличение времени выполнения второй координационной пробы, аналогичная динамика отмечена у 50% лыжников-гонщиков и 45%, биатлонистов. Возможно, физическая нагрузка «до отказа», отрицательно влияет на формирование двигательного навыка у спортсменов. У 55% биатлонистов, у которых отмечено уменьшение времени выполнения координационной пробы, тест «до отказа» был закончен на более меньшей мощности нагрузки, в отличие от 45% спортсменов у которых отмечено увеличение времени выполнения координационной пробы. В группе биатлонистов с уменьшением времени выполнения второй координационной пробы отмечена на ПАНО тенденция к более высокому $\Pi K_{\Pi AHO/k\Gamma}$ (51,7 мл/мин/кг) и более низкому уровню лактата (5,6 мл) в отличие от 45% биатлонистов у которых было увеличение времени выполнения второй координационной пробы (соответственно – 49,7 мл/мин/кг и 6,5 мл).

Сравнение времени ПЗМР у лыжников-гонщиков и биатлонистов, показало отсутствие статистически значимых различий, но оно у биатлонистов имело тенденцию к меньшим значениям по сравнению с группой лыжников-гонщиков, и составляло соответственно 203,6 и 209,1 мс, что вполне соответствует времени ПЗМР для легкоатлетов $(203,1\pm6,8$ мс) (Петрова, 2012).

Известно (Лях, 2006), что экономичность двигательной деятельности специфичным является признаком, характеризующим координационные способности. Показатели экономичности зависят не только техники двигательных эффективности действий, психофизиологических характеристик спортсмена (время ПЗМР, МПК, ПК на корреляционный ПАНО). Нами был проведен анализ психофизиологическими показателями И временем выполнения координационной пробы. Результаты исследования представлены в таблице 15.3.

Таблица 15.3 - Коэффициенты корреляции между психофизиологическими показателями и временем выполнения теста на координиметре у спортсменов

Показатели	Лыжники-гонщики		Биатлонисты	
	rs	Уровень <i>р</i>	rs	Уровень <i>р</i>
Время ПЗМР и время первой координационной	0,723	0,01	0,755	0,02
Максимальное потребление кислорода и время первой координационной пробы	-0,556	0,01	-	Не достоверно
Потребление кислорода в момент завершения теста «до отказа» и время второй координационной пробы	-	Не достоверно	-0,514	0,02

Корреляционный анализ (табл. 15.3) выявил сильную положительную связь у спортсменов обеих групп между временем ПЗМР и временем выполнения первой координационной пробы. Время ПЗМР является интегративным показателем, характеризующим подвижность нервной системы и скорость двигательных действий (Гетманцев и др., 2010). Тренировочный процесс повышает адаптивный эффект организма, который проявляется в улучшении регуляторной деятельности центральной нервной системы, что способствует кумуляции адаптивного резерва в состоянии покоя, необходимого для преодоления мышечных нагрузок (Никифорова, 1995). Отсутствие высокой достоверной корреляционной связи между временем ПЗМР и второй координационной пробой, по-видимому,

указывает, что на скорость выполнения второй координационной пробы, повлияло утомление после теста «до отказа».

Средняя отрицательная корреляционная взаимосвязь отмечена в группе лыжников-гонщиков между МПК и временем выполнения первой координационной пробы. У биатлонистов отрицательная корреляционная взаимосвязь выявлена между ПК в момент завершения теста и временем выполнения второй координационной пробы, которая до нагрузки также была достаточно сильной (-0,713), но носила характер тенденции. По данным литературы (Лях,2006) известно, что высокое МПК может положительно влиять на экономичность движений при выполнении координационных проб.

Информация о влиянии физических нагрузок на координационные возможности спортсменов, по данным литературы (Лях, 2006; Солдатов, 1989; Luchsinger H. et. al., 2016), противоречива. Известно, что влияние длительной физической нагрузки высокой интенсивности вызывает снижение точности стрельбы у биатлонистов (Солдатов, 1989). Исследования с участием лыжников-гонщиков и биатлонистов с использованием электроэнцефалографии для мониторинга активности головного мозга при стрельбе показали, что физическая нагрузка не снижает точности выполнения сложнокоординационных действий (Luchsinger H. et. al., 2016).

Нами установлено, что время выполнения первой координационной пробы у спортсменов статистически значимо лучше (р<0.001), чем в группе студентов. При повторном проведении теста в контрольной группе происходит уменьшение времени выполнения координационной пробы у 75% студентов (p<0.05), что, по-видимому, происходит за счет появления навыка двигательного действия. Выполнение велоэргометрического теста «до отказа» приводит к утомлению и уменьшает процент спортсменов,лучше выполнивших вторую координационную пробу по сравнению с первой. Биатлонисты завершили тест «до отказа» при более высоких значениях (p<0.05), частоты сердечных сокращений, лактата и низком коэффициенте использования кислорода, что привело к длительному восстановлению их функциональных систем, однако, они выполнили вторую координационную пробу быстрее, чем лыжники-гонщики, что, вероятно, связано со спецификой вида спорта и тренировочного процесса. У спортсменов выявлена сильная положительная корреляционная зависимость (r=0.723-0.725, p<0.01-0.02) между временем простой зрительно моторной реакцией и временем первой координационной пробы. Также спортсмены с более высоким максимальным потреблением кислорода и потреблением кислорода в момент завершения теста «до отказа» быстрее выполняют координационную пробу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

представляет собой сложную Организм человека целостный уровне организма формируется ответ именно на взаимодействии функциональных систем. Оценка различных функционального состояния человека важнейшее здорового имеет прикладное. значение, TOM числе Спорт высоких достижений представляет собой удобную физиологическую модель для проведения такого рода исследований.

Тестирование целостного организма человека свои имеет особенности, и важное значение приобретает идеология построения эксперимента, его методическая составляющая. Коллектив авторов имеет многолетний опыт наблюдения и тестирования физиологического и метаболического статуса человека на Севере, и в настоящей монографии свои результаты, посвященные изучению представляет спортсменов. Идеология проведения исследований была сформулирована при выборе группы наблюдения – зимний циклический вид спорта, что позволило выйти на получение оригинальных результатов. Разработанный методический подход, на наш взгляд, позволил с новых позиций подойти к исследования фундаментальных физической вопросу основ работоспособности человека.

Комплексный подход к проведению исследования позволил с разных позиций рассмотреть характер адаптивных перестроек в организме спортсменов. Следует отметить, что многие физиологические показатели и биохимические константы у наблюдаемых спортсменов значительно выходят за пределы «физиологических нормативов», на которые обычно ориентируются исследователи. «Физиологическая норма» у элитных спортсменов по ряду параметров совершенно иная, и она рассчитана на колоссальных быстрых энерготрат соревновательной деятельности. Таким образом, ряд систем организма спортсменов находится в достаточно привычном для них состоянии чрезвычайного напряжения, что достигается многолетними упорными тренировками, с тщательным соблюдением методологии тренировочного процесса. В то же время, как мы показали в настоящей монографии, наблюдение на разных этапах тренировочного и соревновательного циклов позволяет получить новые и приоритетные данные, раскрывающие фундаментальные механизмы формирования адаптивных резервов организма человека.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

AΓ - артериальная гипертензия
 AД - артериальное давление
 АлАТ - аланинаминотрансфераза
 AP - аэробная работоспособность
 AcAT - аспартатааминотрансфераза

АТФ - аденозинтрифосфатБЭ - белая эмульсия

ВАДА - Всемирное Антидопинговое Агенство ВЗМР - время зрительно-моторной реакции

ВИК - вегетативный индекс Кердо

ВН4 - тетрагидробиоптерин

ВНС - вегетативная нервная система ВС - восстановительные средства

ВСР - вариабельность сердечного ритма

ВУГ - выделение углекислотыГБ - гипертоническая болезнь

ГГС-8 - нормобарическая гипоксия (дыхание смесью,

содержащей 8% О2 по объему)

- нормобарическая гипоксия (дыхание смесью,

содержащей 9% О2 по объему)

ДАД - диастолическое артериальное давление

дАо - диаметр корня аорты в систолу ДГК - докозагексановая кислота ДИ - динамометрический индекс ДК - дыхательный коэффициент

ДК ЭКГ - дисперсионное картирование электрокардиограммы

дЛег - диаметр корня легочной артерии в систолу

дЛПр - передне-задний размер полости левого предсердия

 ДО
 - дыхательный объем

 ДП
 - двойное произведение

 ДПК
 - докозапентановая кислота

дПрПр - продольный и поперечный размер правого предсердия ДрПрЖ - диастолический размер полости правого желудочка

ДЭ - дыхательный эквивалент ЖЕЛ - жизненная емкость легких

ЖИ - жизненный индексЖК - жирные кислотыЖР - желтый раствор

3МС - заслуженный мастер спортаИБС - ишемическая болезнь сердца

ИК - индекс кровообращения ИММ - индекс массы миокарда

ИМТ - индекс массы телаИС - индекс Скибинской

КДОЛЖ - конечно-диастолический объем левого желудочка КДрЛЖ - конечно-диастолический размер левого желудочка

КИО2 - коэффициент использования кислорода

КМС - кандидат в мастера спорта

КОСЭ - коэффициент отношения суммы эритроцитов

диаметром 7,2-7,5 мкм и 8,0-8,3 мкм к эритроцитам

диаметром 7,6-7,9 мкм

КП - кислородный пульс

КПД - коэффициент полезного действия КРС - кардиореспираторная система

КСОЛЖ - конечно-систолический объемы левого желудочка КСрЛЖ - конечно-систолический размер левого желудочка

КФ - креатинфосфат

ЛАК - лактат

ЛК - линолевая кислота

ЛНК - альфа-линоленовая кислота

ЛПНП - липопротеины низкой плотности МЕТ - метаболический эквивалент

ММ - масса миокарда

ММ волны - миллиметровые волны МОД - минутный объем дыхания

МОК - минутный объем кровообращения

МОС $_{25}$ - мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25 %

ФЖЕЛ

МОС $_{50}$ - мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50 %

ФЖЕЛ

MOC ₇₅ - мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75 %

ФЖЕЛ

МПК - максимальное потребление кислорода

МПК/кг - МПК на килограмм массы тела

МС - мастер спорта

НАДФН - никотинамидадениндинуклеотид фосфат

НЖК - насыщенные жирные кислоты

НЭЖК - неэтерифицированные жирные кислоты

186

ОМП/ДО - отношение объема «мертвого пространства» к

дыхательному объему

ОНГ - острая нормобарическая гипоксия

ОТС - относительная толщина задней стенки левого

желудочка

ОФВ 1 - объем форсированного выдоха за первую секунду

ПАНО - порог анаэробного обмена

ПАРС - показатель активности регуляторных систем

ПД - пульсовое давление

ПЗРМ - простая зрительно-моторная реакция

ПК - потребление кислорода

ПНЖК - полиненасыщенные жирные кислоты

ПОС - пиковая объемная скорость

ПП - сумма полипренолов из хвои пихты

РАСО2 - парциальное давление углекислого газа в

артериальной крови

РК - Республика Коми

РТр - градиент давления регургитации на трикуспидальном

клапане

РУС/ФИС - статистика выступлений российских лыжников-

гонщиков

C18:3 - α-линоленовая кислота
 C20:5 - эйкозапентаеновая кислота
 C22:6 - докозагексаеновая кислота

САД - систолическое артериальное давление

САТо2 - сатурация крови

СДД - среднединамическое давление

СИ - силовой индекс

СОЖ - скорость окисления жиров ССС - сердечно-сосудистая система

ТГ - триглицериды

ТЗСЛЖд толщина задней стенки левого желудочка в диастолу ТЗСЛЖс толщина задней стенки левого желудочка в систолу толщина межжелудочковой перегородки в диастолу ТМЖПл толщина межжелудочковой перегородки в систолу ТМЖПс ТЗСЛЖд толщина задней стенки левого желудочка в диастолу ТЗСЛЖс толщина задней стенки левого желудочка в систолу ТМЖПд толщина межжелудочковой перегородки в диастолу ТМЖПс толщина межжелудочковой перегородки в систолу ТЗСЛЖд толщина задней стенки левого желудочка в диастолу

толщина задней стенки левого желудочка в систолу ТЗСЛЖс ТМЖПд толщина межжелудочковой перегородки в диастолу ТМЖПс толщина межжелудочковой перегородки в систолу ТЗСЛЖд толщина задней стенки левого желудочка в диастолу ТЗСЛЖс толщина задней стенки левого желудочка в систолу ТЗСЛЖд толщина задней стенки левого желудочка в диастолу ТЗСЛЖс толщина задней стенки левого желудочка в систолу ТМЖПд толщина межжелудочковой перегородки в диастолу ТМЖПс толщина межжелудочковой перегородки в систолу

ТТК - тритерпеновые кислоты

УТЗ - учебно-тренировочноне занятипе ФЖЕЛ - объем форсированного выдоха

ФМН - флавинмононуклеотид ФН - физическая нагрузка

ФР - физическая работоспособность

ФУЛЖ - фракции укорочения левого желудочка XCH - хроническая сердечная недостаточность

ЧД - частота дыхания

чСС - частота сердечных сокращений

чССтах - максимальная частота сердечных сокращений

ЧССр - расчетная ЧСС

ЭКГ - электрокардиограмма

ЭМИ КВЧ - электромагнитное излучение крайне высокой частоты

ЭПК - эйкозопентановая кислота

ЭТ - энерготраты

ЭхоКГ - эходопплеркардиография

%ПК от МПК - процент ПК в зоне ПАНО от МПК

cNOS - конститутивная форма фермента NO-синтаза

eNOS - эндотелиальная NO-синтаза

НF - мощность спектра высокочастотного компонента

вариабельности сердечного ритма

НF,% - относительная мощность спектра высокочастотного

компонента

IC - индекс централизации iNOS - индуцируемая NO-синтаза

LF - мощность спектра низкочастотного компонента

вариабельности сердечного ритма

LF,% - относительная мощность спектра низкочастотного

компонента

LF/HF - симпато-вагальный индекс

188

N - мощность выполненной нагрузки

n-3 ПНЖК - омега – 3 полиненасыщенные жирные кислоты n-6 ПНЖК - омега – 6 полиненасыщенные жирные кислоты

nNOS - нейронная NO-синтаза

 NO
 - оксид азота

 NO2
 - нитрит

 NO3
 - нитрат

NOS - фермент NO-синтаза

NOx - сумма нитритов и нитратов NT-proBNP - N-концевой пропептид В-типа

pNN50 - число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс,

в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве

PWC-170 - мощность нагрузки при ЧСС 170 уд/мин

r - коэффициент корреляции

RMSSD - квадратный корень суммы разностей

последовательного ряда кардиоинтервалов

RER - respiratory exchange ratio - респираторное дыхательное

отношение

SI - стресс-индекс

VLF

терительной траниции при трани

сердечного ритма

ТЛег - время кровотока в корне легочной артерииULF - мощность спектра ультра низкочастотного

компонента вариабельности сердечного ритма

 мощность спектра очень низкочастотного компонента вариабельности сердечного ритма

VLF,% - относительная мощность очень низкочастотного

компонента вариабельности сердечного ритма

VAм - трансмитральный кровоток позднего диастолического

наполнения левого желудочка

VAo - линейная скорость кровотока в корне аорты VAтр - транстрикуспидальный кровоток позднего

диастолического наполнения правого желудочка

VEм - трансмитральный кровоток раннего диастолического

наполнения левого желудочка

VЕтр - транстрикуспидальный кровоток раннего

диастолического наполнения правого желудочка

VЛег - линейная скорость кровотока в корне легочной

артерии

VTp - скорость регургитации на трикуспидальном клапане

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И. Лабильные компоненты массы тела - критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. Методические рекомендации / М.: ООО «Скайпринт». 2013. 132 с.

Аванесов В.У. Применение локального отрицательного давления в подготовке спортсменов / М.: Спорт АкадемПресс. 2001. 84 с.

Аванесов В.У., Аралов В.И. *Научно-методические основы использования физических средств восстановления* в *циклических видах спорта* // Записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 3(109). С. 7-10

Авдеев С.Н., Айсанов З.Р., Баранова О.П. Пульмонология, под ред. А.Г. Чукалина. Москва. ГЭОТАР. 2008. 240 с.

Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.

Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера/ отв. ред. Е.Р. Бойко. Сыктывкар: УрО РАН, 2012. 443 с.

Азарова Н.О., Октябрьская Е.В., Синицкий А.А., Трегубов Д.В., Селедцов А.П., Медведев Д.С., Попечителев Е.П. Применение КВЧтерапии для профилактики синдрома перетренированности у спортсменов // Медицинский алфавит. 2010. Т. 1. №4. С. 22–24.

Аикин В.А., Корягина Ю.В. Современные тенденции в медикобиологическом обеспечении высококвалифицированных спортсменов за рубежом //Наука в олимпийском спорте. 2014. № 4. С.83 – 88.

Айрапетова Н.С., Поликанова Е.Б., Давыдова О.Б., Госн Л.Д., Куликова О.В., Ксенофонтова И. В., Никода Н. В., Рассулова М.А., Нитченко О.В., Сизякова Л.А., Доронина Ю.В., Деревнина Я.А. Применение скипидарных ванн в восстановительном лечении больных хронической обструктивной болезнью легких // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2007. № 2. С. 34 – 40.

Айрапетова Н.С., Рассулова М.А., Поликанова Е.Б., Госн Л.Д., Куликова О.В., Ксенофонтова И.В., Никода Н.В. Медицинская реабилитация больных хронической обструктивной болезнью легких с включением общих скипидарных ванн // Пульмонология. 2009. № 6. С. 63-68.

Александров Н.П. Изменения в системе красной крови человека (эритроне) при адаптации к новым условиям // Земский Врач. 2010. № 1. С.23-27.

Алтухов Н.Д, Александрова В.А., Волков Н.И., Шиян В.В. Сравнительный анализ способов определения порога анаэробного обмена в спорте // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта, 2011, №3 (22), С. 46-50.

Артеева Н.В., Логинова Т.П., Варламова Н.Г. Влияние частоты сердечных сокращений на амплитуду Т-волны при тестовой нагрузке у спортсменов // Сб. статей «Высокие технологии, инновации, финансы». СПб.:Изд-во Политехн. Ун-та, 2018. С. 25-28.

Архипова Е.Н., Сильнова И.В., Басаргина Е.Н., Дворяковский И.В., Сугак А.Б., Маянский Н.А., Умарова М.К. Роль N-концевого фрагмента мозгового натрийуретического пептида в диагностике некомпактного миокарда у детей // Педиатрическая фармакология. 2012. Т.9, №5. С. 65–69.

Аршинова Н.Г. Сопряженность основных гематологических параметров и показателей ЭХОКС у спортсменов в состоянии относительного покоя // Молодой ученый. 2010. № 10. С. 319-323.

Астахов А.В., Щеголев В.В. экспресс-тестирование анаэробного порога и максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2015. № 9. С. 73-74.

Атауллаханов Ф.И., Корунова Н.О., Спиридонов И.С., Пивоваров И.О., Колягина Н.В., Мартынов М.В. Как регулируется объем эритроцита, или что могут и чего не могут математические модели в биологии // Биологические мембраны. 2009. Т. 26, № 3. С. 163-179.

Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220с.

Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенев Е.Ю., Черникова А.Г., Исаева О.Н., Усс О.И. Оценка состояния здоровья практически здоровых людей, работающих в условиях длительного воздействия стрессорных факторов. М.: Фирма «Слово», 2014. 144 с.

Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалевский П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов А.В., Федоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65-87.

Балаховский И.С. Популяционно-статистическая методология выявления механизмов физиологической регуляции концентрации в крови некоторых биохимических веществ // Физиология человека. 2009. Т. 35, № 3. С. 94-100.

Баранова Е.А., Капилевич Л. В. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 374. С. 152 – 155.

Бархина Т.Г., Никитина Г.М., Бархина М.М., Черных Ф.С. Патология мембран форменных элементов крови при заболеваниях и в эксперименте // Успехи современного естествознания. 2006. № 6. С. 64-65.

Белова Е.Л., Румянцева Н.В. Взаимосвязь показателей ритма сердца и некоторых характеристик тренировочных и соревновательных нагрузок квалифицированных лыжников-гонщиков // Вестник спортивной науки. 2009. № 4. С. 29–33.

Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт, 2009. - 348 с.

Беляева Л.А., Корытко.О.В. Биохимия: УМО. / Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. 2008. 116 с.

Берк Л., Браун X. Принципы питания // Спортивная медицина. Справочник для врачей и тренеров. – М.: Человек. 2013. – С.72-81.

Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине // Практическая медицина. 2014. №3(79). С. 50–53.

Бойко Е.Р. Современные подходы к реабилитации в спорте высоких достижений с использованием продуктов растительного происхождения // Тез.докл.Всеросс.конф. Химия и фармакология растительных веществ: Сыктывкар, 2014г.- С.226-227.

Бойко Е.Р., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Ветров А.И., Нутрихин А.В. Показатели порога анаэробного обмена у лыжников-гонщиков / Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам «Актуальные вопросы подготовки лыжников – гонщиков высокой квалификации». 25-28 апреля 2017 г. Смоленск. Смоленск: СГАФКСТ, 2017. С.31-39.

Бойко Е.Р., Бурых Э.А., Потолицина Н.Н., Людинина А.Ю., Вахнина Н.А., Шадрина В.Д., Паршукова О.И., Иржак Л.И., Сороко С.И. Показатели гликемии при выраженной экзогенной острой нормобарической гипоксии у человека в покое // Физиол. чел. 2010. Т. 36, № 3. С. 110-116.

Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Есева Т.В. Форма представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков / Медико-физиологические основы спортивной

деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научнопрактической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 5-8

Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Есева Т.В., Ветров А.И., Нутрихин А.В. Определение интенсивности тренировочных зон и форма представления результатов у лыжников-гонщиков высокой квалификации // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам и биатлону «Актуальные вопросы подготовки лыжников – гонщиков и биатлонистов высокой квалификации», 21-24 апреля 2015 г., Смоленск, 2015. С. 39-42.

Бойко Е.Р., Володин В.В., Мартынов Н.А., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Володина С.О. Сочетанное влияние витаминноминерального комплекса Витабаланс-Мультивит и БАД Серпистен на физическую работоспособность лыжников-гонщиков высокой квалификации // Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Спорт и медицина. Сочи-2013». 2013. С. 34-36.

Бойко Е.Р., Евдокимов В.Г., Вахнина Н.А., Шадрина В.Д., Потолицына Н.Н., Варламова Н.Г., Кочан Т.И., Канева А.М., Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Есева Т.В., Кеткина О.А., Рогачевская О.В., Людинина А.Ю. Сезонные аспекты оксидативного стресса у человека в условиях Севера // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2007. Т.41, №3. С. 44-48.

Бойцов С.А., Лукьянов М.М., Концевая А. В., Деев А. Д., Балашова Ю. А., Капустина А. В., Кляшторный В. Г., Худяков М. Б. Особенности сезонной смертности населения от болезней системы кровообращения в зимний период в регионах Российской Федерации с различными климатогеографическими характеристиками // Рациональная фармакотерапия в кардиологии 2013. Т. 9, № 6. С. 627–632.

Болтенко Ж.В., Лебедев Н.В. Применение скипидарных камерных вихревых ванн в комплексной реабилитации больных и инвалидов с дорсопатиями различной локализации // Курортная медицина. 2012. №2. С.43-47.

Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации М.: Советский спорт, 2007. – С.107-111.

Бочаров М.И., Дерновой Б.Ф. Биоэлектрические процессы сердца при вызванном усилении венозного возврата у человека на севере // Экология человека. 2006. Прил. 4/1 С. 35–39.

Бочаров М.И., Дерновой Б.Ф. Модификация структурно-

функционального ответа сердца и системной геодинамики на кардиоселективный β 1-адреноблокатор у лиц с артериальной гипертонией при адаптации к холоду // Физиология человека. 2016. Т. 42, № 2. С. 71–82.

Брагина А.Е., Подзолков В.И., Мурашко Н.А. Влияние факторов риска на уровень оксида азота у больных эссенциальной артериальной гипертензией // Кардиология. 2013. № 6(84). С. 15-19.

Бреслав И.С. Паттерны дыхания. Л.: Наука, 1984. 208 с.

Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте. М.: Советский спорт. 2013. 336 с.

Булгакова Н.Ж., Волков Н.И., Попов О.И., Самборский А.Г. Нормирование тренировочных нагрузок с использованием показателей энергетической стоимости упражнения // Теория и практика физической культуры. - 2003. - № 5. - С. 23-26.

Бутулов Э.Л., Головачев А.И., Козьменко В.Г., Усакова Н.А., Богданов П.Б., Кондратов Н.Н., Потоцкий В.Л. Разработка и обоснование методов оценки уровня функциональной подготовленности спортсменов зимних видов спорта на этапах подготовки // Вестник спортивной науки. 2004. №3. С. 13-16.

Бушманова Е.А., Людинина А.Ю. Скорость окисления жиров у лыжников-гонщиков в покое и при физической нагрузке «до отказа» // Материалы докладов III Всероссийской (XVIII) молодежной научной конференции (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере (12-16 марта 2018 г.). Сыктывкар, 2018. Т. І. С.97-98

Быков Е.В., Балберова О.В., Коломиец О.И., Чипышев А.В.Взаимосвязь данных функционального тестирования и результатов соревновательной деятельности спортсменов с различной направленностью физических нагрузок // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2018. № 8 (162). С. 32-38.

Ванюшин Ю.С., Хайрулин Р.Р. Физическая работоспособность спортсменов с различными типами адаптации кардиореспираторной системы // Физиология человека. 2008. Т. 34. № 6. С. 131 – 133.

Варламова Н.Г. Функция внешнего дыхания у лыжников – гонщиков в годовом цикле / Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017 г.). – Сыктывкар, 2017. – С.9-12

Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Адаптивные реакции показателей респираторной системы, которые необходимо учитывать при занятиях служебно-прикладной физической подготовкой и спортом в условиях

холодного климата // Мат. Междунар.конф., посв. 105-ой годовщине Военного института физ.культуры — 24-26 сент, СПб, 2014. Ч1. С. 68-69

Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Годовой цикл электрокардиограммы у женщин Европейского Севера // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2018. № 1. С. 57–64.

Варламова Н.Г., Евдокимов В.Г., Рогачевская О.В., Бойко Е.Р. Динамические характеристики функции внешнего дыхания у молодых мужчин Севера в годовом цикле // Физиология человека. 2010. Т.36. N 3. С. 13 – 129.

Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Плюсы и минусы горной подготовки лыжников — гонщиков // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на Севере», 6-9 октября 2015 г. Сыктывкар, Сыктывкар, 2015. С. 20-22.

Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Черных А.А., Расторгуев И.А., Гарнов И.О., Ларина В.Е., Бойко Е.Р. Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников — гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. №2. С. 53-60.

Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Черных А.А., Расторгуев И.А., Гарнов И.О., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Функция внешнего дыхания и физическая работоспособность у лыжниковгонщиков северян до и после тренировок в горах // Тез. Докл.: Международного научно-практического конгресса «Национальные программы формирования здорового образа жизни», 27-29 мая 2014 г. М.: 2014. Т. 1. С. 305-306.

Викулов А.Д., Маргазин В.А., Бойков В.Л. Диаметр эритроцитов как надежный маркер текущего функционального состояния организма и физической работоспособности спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. № 1. С. 10-14.

Виноградов В.Е. Внетренировочные средства стимуляции и восстановления работоспособности в подготовке спортсменов высокой квалификации (обзор литературы) // Вестник спортивной науки. 2012. N = 5. C.25 - 32.

Виноградов В.Е. Использование специализированных средств мобилизационного типа для предварительного стимулирования работоспособности и коррекции утомления в процессе тренировочного занятия гребцов // Олимпийская литература. 2005. № 2. С. 69-75.

Виноградов В.Е. Комплексное применение восстановительных и мобилизационных воздействий в процессе ответственных международных соревнований в легкой атлетике // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2006. №4. С.30-34

Виноградов В.Е. Стимуляция работоспособности и восстановительных реакций в системе тренировочных воздействий в подготовке квалифицированных спортсменов: автореф. дисс. д-ра наук физ. восп. и спорта. Киев. 2010. 53 с.

Владимиров Ю.А. Свободные радикалы и антиоксиданты // Вестн. Рос. АМН. 1998. № 7. С. 43-51.

Волков Н.И., Нессен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности / Киев: Олимпийская литература. 2000. 204 с.

Волков Н.И., Савельев И.А. Кислородный запрос и энергетическая стоимость напряженной мышечной работы // Физиология человека. - 2002. -T. 28. № 4. - C. 80-93.

Володин В.В, Мартынов Н.А, Володина С.О, Потолицына Н.Н, Людинина А.Ю, Бойко Е.Р. Применение недопинговых средств на специально-подготовительном этапе тренировок лыжников-гонщиков высокой квалификации // European Journal of Physical Education and Sport, 2014, Vol.(4), N 2, P. 147-149.

Воронина В.П., Киселева Н.В., Марцевич С.Ю. Пробы с дозированной физической нагрузкой в кардиологии: прошлое, настоящее и будущее (i часть) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2015. Т. 14. № 2. С. 80-87.

Гарганеева В.П., Таминова И.Ф., Ворожцова И.Н., Бурматов Н.А.. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у квалифицированных спортсменов разных видов спорта в зависимости от интенсивности и типа физической нагрузки // Сибирский медицинский журнал, 2012, т.27, №4, С. 47-51.

Гарганеева Н.П., Таминова И.Ф., Ворожцова И.Н.Диагностика ранних маркеров состояния дезадаптации сердечнососудистой системы к нагрузкам у спортсменов в подготовительном и соревновательном периодах учебно-тренировочного цикла // Кубанский научный медицинский вестник. 2010. № 8 (122). С. 46-50.

Гарнов И. О.Коррекция функционального состояния лыжниковгонщиков на специально подготовительном этапе с использованием фитоскипидарных ванн и электромагнитного излучения крайне высокой частоты / Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук. Москва 2018. 134 с.

Гарнов И.О. Коррекция функционального состояния лыжниковгонщиков на специально подготовительном этапе с использованием фитоскипидарных ванн и электромагнитного излучения крайне высокой частоты: Автореф. дис. ... канд. биол. наук:14.03.11 — Спортивная медицина, восстановительная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, Москва 2018. 40 с.

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Кучин А.В., Ценке Д., Бойко Е.Р. Восстановительные мероприятия, применяемые лыжниками-гонщиками сборной команды Республики Коми / Медикофизиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 23-26

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Функциональное состояние лыжниц — гонщиц в мезоцикле летнего подготовительного этапа // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2017. № 2 (140). С. 9-17

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Влияние острого физического утомления на координационные способности лыжников-гонщиков и биатлонистов // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. С.79-81

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Черных А.А., Бойко Е.Р. Влияние максимальной велоэргометрической нагрузки на координационные способности и функциональное состояние спортсменов циклических видов спорта // Российский журнал биомеханики. 2019. № 2. С. 174-184.

Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Психофизиологические и биохимические показатели у представительниц игрового и циклического видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7. № 1. С. 38-45. (РИНЦ 0.740).

Гарнов И.О., Деревесникова К.В., Бойко Е.Р. Использование координиметра для определения сложных локомоций / Медикофизиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 20-22

Гарнов И.О., Кучин А.В., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Коррекция физической работоспособности лыжников-гонщиков с помощью фитоскипидарных ванн // Матер. Всерос.научно-практ. Интернет-конф. междунар.участ «Актуальные проблемы биохимии

спорта XXI века. – Москва. 10-26 апреля 2017. – М., изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. –С.369-373

Гарнов И.О., Кучин А.В., Логинова Т. П. Варламова Н.Г., Бойко Е.Р.// Коррекция функционального состояния организма лыжников – гонщиков применением ванн со скипидарной эмульсией // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 2016. \mathbb{N} 2. С. 26-31.

Гарнов И.О., Кучин А.В., Ломов В.Е., Бойко Е.Р. Использование терпентиновых эмульсий в функциональной реабилитации лыжников-гонщиков высокой квалификации на осеннем этапе подготовительного периода тренировок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т.16. №5(4). С. 1209 – 1211.

Гарнов И.О., Кучин А.В., Мазина Н.К., Карпова Е.М., Бойко Е.Р. Пихтовые экстракты как средство повышения физиологических резервов организма // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2014. Выпуск 3(19). С. 44 52.

Гарнов И.О., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Функциональное состояние лыжников-гонщиков в летне-осеннем периоде тренировочного процесса // Мат. Всерос. научной конф. с заочным участием «Физиология человека», Чебоксары, 25 ноября 2016 С.50-53.

Гарнов И.О., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Мониторинг психофизиологического состояния игроков женского баскетбольного клуба // Мат. Всерос. научной конф. с заочным участием «Физиология человека», Чебоксары, 25 ноября 2016 С. 47-50.

Гарнов И.О., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Черных А.А., Ценке Д., Бойко Е.Р. Использование электромагнитного излучения крайне высокой частоты в коррекции функционального состояния организма лыжников-гонщиков // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. - 2016. - № 2. - С. 70-81.

Гарнов И.О., Чалышева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Физическая работоспособность и стресс-восстановление у лыжников-гонщиков в подготовительный и соревновательный периоды // Вестник спортивной науки, 2018. № 4. С.70-74

Гарнов И.О., Чалышева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Козловская А.В., Бойко Е.Р. Динамика физической работоспособности и стресс-восстановления у лыжниц-гонщиц в подготовительный и

соревновательный периоды // Журн. мед.-биол. исследований, 2018. Т. 6, \mathbb{N}_2 3. С. 214–222.

Гарнов И.О., Чалышева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Мониторинг психофизиологического состояния и уровня лактата у лыжников-гонщиков в соревновательный период // Матер. Всерос.научно-практ. Интернет-конф. междунар.участ «Актуальные проблемы биохимии спорта XXI века. – Москва. 10-26 апреля 2017. – М., изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. –С.164-168

Гарнов И.О., Черных А. А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Зенке Д., Бойко Е.Р. Новые подходы в использовании электромагнитного излучения крайне высоких частот в спорте высших достижений // Мат. докладов XIV Всерос. молодеж. конфер. «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике» 25-27 апреля 2016 г., Сыктывкар. – Сыктывкар, 2016. – С.14-17.

Гарнов И.О., Черных А.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Ценке Д., Бойко Е.Р. Использование электромагнитного излучения крайне высокой частоты в коррекции функционального состояния организма лыжников-гонщиков // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2016. № 2. С. 70-81

Гетманцев С. В., Богуш В. Л., Яцунский А. С., Сокол О. В., Резниченко О. И. Исследование мышечно-суставной чувствительности и координации движений в различных видах спорта // Слобожанский науко-спортивный вестник. - 2010. - № 3. - C.58 - 62.

Гигинейшвили Г.Р., Домбровская И.И., Кирова Е.И., Белоусов А. Л. Применение бальнеофакторов в целях ускорения восстановления физической работоспособности у спортсменов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 1995. \mathbb{N} 4. C.22 – 25.

Гигинейшвили Г.Р., Кирова Е.И. Патент № 2016554. Россия Способ повышения физической работоспособности у спортсменов высокой квалификации. Патентообладатель: Российский научный центр реабилитации и физиотерапии. Дата заявки: 28.06.1991. Дата публ.: 30.07.1994

Гигинейшвили Г.Р., Разуваева И.А., Кирова Е.И. Влияние скипидарных ванн на функциональное состояние кардиореспираторной системы у спортсменов // Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры. 1991. № 6. С.15 – 18.

Гладилов В.В. Влияние гипоксии и гипероксии на показатели красной крови и кислородосвязующие свойства гемоглобина млекопитающих до и после рождения // Автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.13. Москва, 1992. 43 с.

Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Ярцева Л.А. Гипоксически-гипероксические тренировки в спорте: восстановление работоспособности и аэробной выносливости // Вестник спортивной науки. 2010. № 6. С.35-40.

Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.

Головачев А.И. Актуальные проблемы российского лыжного спорта (материалы «Круглого стола») // Вестник спортивной науки. 2010. № 3. С. 57-60.

Головачев А.И., Кузнецов В.К., Чулков С.А., Широкова С.В. Исследование особенностей функционирования систем энергообеспечения юных лыжников-гонщиков в условиях выполнения предельных мышечных нагрузок различной длительности // Вестник спортивной науки. 2006. № 4. С. 24-27.

Гольдберг Д.И. Левина Г.Д. Диаметр эритроцитов в норме и патологии. Томск, 1969. 115 с.

Горбанева Е.П. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменов. Монография. Саратов. 2008.145 с.

Горбанева Е.П., Камчатников А.Г., Солопов И.Н., Сегизбаева М.О., Александрова Н.П. Оптимизация функции дыхания посредством тренировки с дополнительным резистивным сопротивлением // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2011. № 1. С. 83-90.

Горшунова Н.К., Терёшина Е.В., Украинцева Д.Н. Артериальная гипертензия в пожилом возрасте: некоторые особенности патогенеза // Успехи геронтол. 2010. Т. 23. № 4. С. 570–578.

Грабовская Е.Ю., Нагаева Е.И., Назар М.О. Роль ЭМИ КВЧ в коррекции функционального состояния симпатоадреналовой системы и типов неспецифических адаптационных реакций организма спортсменов // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия «Биология, химия». Т. 24 (63). 2011. № 2. С. 97–106.

Граевская Н.Д. Медицинские средства восстановления работоспособности спортсменов // М.: Физкультура и спорт. 1984. 128c.

Грушин А.А., Баталов А.Г., Сонькин В.Д. Функциональные показатели работоспособности и спортивный результат у элитных лыжниц-гонщиц // Вестник спортивной науки. 2013. № 3. С. 3-9.

Грушин А.А., Баталов А.Г., Сонькин В.Д. Функциональные показатели работоспособности и спортивный результат у элитных лыжниц-гонщиц// Вестник спортивной науки. 2013 № 3. с. 3-9.

Грушин А.А., Нагейкина С.В., Приходько Е.Н. Скоростно-силовая подготовка в циклических видах спорта с проявлением выносливости (на примере лыжных гонок) // Вестник спортивной науки. 2018. № 2. С. 11-16.

Грушин А.А., Ростовцев В.Л. Влияние структуры, объема и интенсивности тренировочных средств на специальную и функциональную подготовленность высококвалифицированных лыжниц-гонщиц // Вестник спортивной науки. 2010. № 5. С. 7-11.

Грушин А.А., Ростовцев В.Л. Влияние структуры, объема и интенсивности тренировочных средств на специальную и функциональную подготовленность высококвалифицированных лыжниц-гонщиц// Вестник спортивной науки. 2010. № 5. с. 7-11.

Губанов Н.И., Утепбергенов А.А. Медицинская биофизика. М.: Медицина, 1978. 335 с.

Гудков А.Б., Коробицына Е.В., Мелькова Л.А.,Грибанов А.В. Реакция показателей гемодинамики на локальное охлаждение кисти и стопы у лиц юношеского возраста // Экология человека. 2015. № 11. С. 13-18.

Гудков А.Б., Попова О.Н., Мануйлов И.В. Сезонные изменения гемодинамических показателей у спортсменов-лыжников на Европейском Севере России // Вестник Северного Арктического университета. 2014. №1. С. 56-63.

Дворников М.В., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., Нетребина А.П., Киш А.А. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 9. С. 37-42.

Дерновой Б.Ф. Реакция сердца и системной гемодинамики на физическую нагрузку у человека при адаптации к холоду // Экология человека. 2017. № 2. С. 27-31.

Дерновой Б.Ф. Функциональный ответ сердечно-сосудистой системы северян на холодовую пробу в контрастные сезоны года // Экология человека. 2016. №10. С. 31-36.

Дерновой Б.Ф. Хронотропный эффект функциональных проб в

период мобилизации организма человека // Экология человека. 2016. № 2. С. 31-35.

Дерновой Б.Ф., Иржак Л.И. Кардиогемодинамика при вызванных изменениях венозного возврата к сердцу у северян // Экология человека. 2013. № 12. С. 48-51.

Дерновой Б.Ф., Прошева В.И. Комплексная оценка сердечнососудистой системы спортсменов-лыжников зимой в период подготовки к соревнованиям // Экология человека. 2018. № 8. С. 46–51.

Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1980. 610 с.

Диверт В.Э., Кривощеков С.Г., Водяницкий С.Н.Индивидуальнотипологическая оценка реакций кардиореспираторной системы на гипоксию и гиперкапнию у здоровых молодых мужчин // <u>Физиология</u> человека. 2015. Т. 41. № 2. С. 64-73.

Довганюк А.П. Доктор А.С. Залманов и его скипидарные ванн // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2012. № 1. С. 35 – 39.

Дроздов Д.Н., Кравцов А.В. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови человека // Журн. Веснік Мазырскага дзяржаунага педагагічнага універсітэта імя І. П.Шамякіна. 2015. № 1 (45). С. 23-28.

Дычко Е.А., Казимирко Н.К., Дычко В.В., Кохан С.Т., Гаврилин В.А. Изменение кислотной резистентности эритроцитов периферической крови спортсменов, занимающиеся бегом на средние дистанции // Спортивная медицина: Наука и практика. 2014. № 1. С. 16-21.

Дьякова Е.Ю., Капилевич Л.В., Захарова А.Н., Кабачкова А.В., Кироненко Т.А., Орлов С.Н. Содержание эндотелиальной синтазы оксида азота в плазме после физических нагрузок различного характера // Бюллетень сибирской медицины. 2017. № 16(1). С. 20-26.

Евдокимов В. Г., Рогачевская О. В., Варламова Н. Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 257 с.

Есауленко И.Э., Никитин А.В., Шаталова О.Л. Эффективность КВЧ-пунктуры в лечении больных смешанной формой бронхиальной астмой // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. XVI. № 1. С. 70 - 71.

Есева Т.В. Компьютерная программа в помощь спортсменам для контроля за питанием / Вопросы питания. Т.84, № 3, 2015. — С.32-33

Есева Т.В., Бойко Е.Р. Расчет ценности и анализ рациона для спортсменов // Матер. Всерос.научно-практ. Интернет-конф.

междунар.участ «Актуальные проблемы биохимии спорта XXI века. – Москва. 10-26 апреля 2017. – М., изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. –С.315-318

Есева Т.В., Бойко Е.Р. Фактическое питание лыжников-гонщиков Республики Коми // Материалы XIV Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье», Москва, 3-5 декабря $2012\ \Gamma$., - Москва, $2012\ C.29-30$

Есева Т.В., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Компьютерная модель представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2018. - \mathbb{N} 4. – С. 25-30

Есева Т.В., Людинина А.Ю. Расчет потребления незаменимых жирных кислот с помощью разработанного on-line сервиса / Медикофизиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. С.122-124.

Есева Т.В., Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Оценка фактического питания лыжников-гонщиков Республики Коми // Мат. Междунар.научно-практ.конгресса «Национальные программы формирования здорового образа жизни» 27-29 мая 2014 г., Москва, 2014, - С.316-318

Есева Т.В., Нутрихин А.В. Проблемы организации питания спортсменов-лыжников в Республике Коми / Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 29-32

Зациорский В.М. Физические качества спортсмена (основы теории и методика воспитания) // М.: ФиС. 1990. 230 с.

Земцова И.И. Спортивная физиология. М.: Олимпийская лит-ра, 2010. - 219 с.

Зенченко Т.А., Скавуляк А.Н., Хорсева Н.И.. Бреус Т.К. Характеристики индивидуальных реакций сердечно-сосудистой системы здоровых людей на изменение метеорологических факторов в широком диапазоне температур // Геофизические процессы и биосфера. - 2013. - N 1. - C. 22-43.

Зотов В.П. Восстановление работоспособности в спорте. Киев: Здоровье. 1990. 196 с.

Иванкова Ж.Е., Петренко К.В., Людинина А.Ю. Показатели крови человека в условиях острой нормобарической гипоксии // Вестник Сыктывкарского университета. 2013. № 3. С. 108-115.

Иванов В.А., Филимонов В.Я., Мартынов В.С. Оптимизация тренировочного процесса лыжников-гонщиков высокой квалификации (методические рекомендации). – М.: Госкомитет СССР по физической культуре и спорту, 1988, 96 с.

Иванов Г.Г., Сула А.С. Метод дисперсионного картирования ЭКГ в клинической практике. М., 2008. 42 с.

Иванов К.П. Основы энергетики организма. Т. 2. Биологическое окисление и его обеспечение кислородом. СПб: Наука, 1993. 270 с.

Иванова Н.В. Факторы определяющие функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта // Слобожанский науко-спортивный вестник. 2013. \mathbb{N}_2 5 (38). С. 108-112.

Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология мужчины и женщины. СПб: Питер, 2003. 544 с.

Ионов Б.В., Чернух А.М. Морфологическая характеристика эритроцитов артериальной и венозной крови крысы по данным сканирующей электронной микроскопии // Бюл. эксп. биол. и мед. 1981. № 12. С. 749—752.

Иржак Л.И. Гемоглобины и их свойства. М.: Наука. 1975. 240 с.

Иржак Л.И. Действие растворов солей и глюкозы на сродство гемоглобина к кислороду у крыс // Физиол. журн. СССР. 1988. Т. 74, № 4. С. 564-568.

Исаев А.П., Кравченко А.А., Эрлих В.В., Комельков С.А., Хусаинов Ю.Б., Острецов Н.И. Полифункциональная и метаболическая оценка организма лыжников-гонщиков высокой и высшей квалификации—участников Чемпионата России // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование, здравоохранение, физ. культура. 2012. № 28. С. 27–31.

Иссурин В.Б. Теория спортивной тренировки. Учеб. для ВУЗов. 2016.

Капилевич Л.В. Физиологические механизмы координации движений в безопорном положении у спортсменов // Теория и практика физической культуры. - 2012. - N27. - C. 45 – 48.

Капилевич Л.В., Кошельская Е.В., Андреев В.И., Зюбанова И.А. Совершенствование техники выполнения волейболистами прямого нападающего удара методом компьютерной стабилографии // Теория и практика физической культуры. - 2011. - N29. - C. 66 – 69.

Карманова Л.П., Кучин А. В., Кучин В.А. Химическая переработка древесной зелени пихты — основа технологического получения биологически активных веществ // Химия и химическая технология. Иваново. 2005. Т.48. № 2. С.3.

Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. В кн.: Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов: сборник / авт.-сост. Меркулова Р.А. М.: Советский спорт, 2012. С. 13-58.

Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988. 208 с.

Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. В кн.: Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов: сборник / авт.-сост. Меркулова Р.А. М.: Советский спорт. 2012. С. 85-182.

Карпова Е.М. Новые подходы к оценке фармакологической активности полипренолов и тритерпеновых кислот из хвои пихты сибирской (экспериментальное исследование): автореферат дис. ... канд. биол. наук. Томск. 2009. 25 с.

Карчинская Т.В. Лабораторная гемоцитология: методы исследования и клинико-диагностическое значение изучения эритроцитов. Методические рекомендации. Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2007. 62 с.

Катюхин Л.Н. К объяснению механизма влияния сдвигового напряжения на вязкостные параметры крови в сосудах малого диаметра // Science Rise. 2014. Т. 5, $\,$ N 4 (5) C. 24-29.

Кидалов В.Н., Лысак В.Ф. Квантитативная эритрограмма и возможность ее использования в клинике и эксперименте // Лабораторное дело. 1989. № 8. С. 36-40.

Кирова Е.И. Влияние скипидарных ванн на функциональное состояние кардиореспираторной системы и адаптацию к физическим нагрузкам у спортсменов гребцов автореферат дис. ... канд. мед. наук. Москва. 1992. 24 с.

Кобылянский А.Г., Кузнецова Т.В., Соболева Г.Н. Бондаренко О.Н., Погорелова О.А., Титов В.Н., Масенко В.П. Определение оксида азота в сыворотке и плазме человека. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии // Биомедицинская химия. 2004. 49(6): 597.

Коденцова В.М., Вржесинкая О.А. Витамины как обязательный компонент сбалансированного питания спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 4. С. 4-10.

Козинец Г.И., Шмаров Д.А., Левина Т.Н., Рябенкова О.И., Скрипка А.В., Соболевская Л.В. К вопросу о соотношении количества эритроцитов и их размеров в периферической крови // Клиническая лабораторная диагностика. 2002. № 4. С. 43-45.

Козлов И.А., Харламова И.Е. Натрийуретические пептиды: биохимия, физиология, клиническое значение // Общая реаниматология. 2009. Т.5, N1. С. 89–97.

Колупаев В.А., Сашенков С.Л. Динамика показателей периферического отдела эритрона у спортсменов в различные сезоны года под влиянием анаэробных или аэробных физических нагрузок // Вестник ЮУрГУ. 2007. № 16. С. 134-136.

Кривощеков С.Г., Балиоз Н.В. Хеморефлекторные механизмы адаптивного реагирования на действие экстремальных факторов // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13. № 6. С. 146-154.

Кривощеков С.Г., Бочаров М.И. Функциональные резервы и состояния (краткий курс лекций): учебное пособие / Ухта: УГТУ. 2010. 79 с.

Кривощеков С.Г., Охотников С.В. Производственные миграции и здоровье человека на Севере. Москва-Новосибирск, 2000. 118 с.

Крылов В.Н. Физиологические основы адаптации // Адаптация учащихся всех ступеней образования в условиях современного образовательного процесса: Материалы IX Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием. Арзамас: АФ ННГУ. 2013. С. 9 – 16.

Кудря О.Н. Физиологические механизмы адаптации сердечнососудистой системы при выполнении функциональных проб спортсменами разного возраста и пола // Наука и спорт: соврем. тенденции. 2015. Т. 7, N 2. С. 25–31.

Кузнецова И.А., Щапов Е.В. Специальная работоспособность лыжников-гонщиков 16-17 лет при одновременном безшажном ходе // Наука и спорт: современные тенденции. 2017. Т. 6. № 3. С.27-32.

Кузнецова Т.Ю. Особенности функциональной экономизации у спортсменов разного уровня адаптированности к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. ...канд. мед. наук. Волгоград. 2008. С.17

Кукольщикова Ю.Н., Людинина А.Ю. Оценка морфологических параметров и уровня общих липидов плазмы крови лыжников-гонщиков в тренировочном цикле / материалы Всероссийской научнопрактической конференции «Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на севере». Сыктывкар, 6-9 октября 2015 г. С.28-30

Кукольщикова Ю.Н., Людинина А.Ю. Уровень общих липидов плазмы крови лыжников-гонщиков в соревновательный период / Мат. докладов XIV Всерос. молодеж. конфер. «Физиология человека и

животных: от эксперимента к клинической практике» 25-27 апреля 2016 г., Сыктывкар. – Сыктывкар, 2016. с.54-56.

Кутаева Г.А., Варламова Н.Г. Электрокардиограмма у лыжниковгонщиков в тесте «до отказа» // Материалы докладов III Всероссийской (XVIII) молодежной научной конференции (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере (12-16 марта 2018 г.). Сыктывкар, 2018. Т. І. С. 108 -109

Кылосов А.А., Лысенко А.В. Динамика показателей ударного объема крови в годичном цикле подготовки у лыжников-гонщиков // Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам « Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков». Смоленск, 12-15 мая 2013 года. Смоленск, 2013. С. 141-144.

Ладохина А.А., Паршукова О.И. Уровень оксида азота как ранний маркер выявления гипертензии у высококвалифицированных лыжников-гонщиков Республики Коми// Материалы докладов III Всероссийской (XVIII) молодежной научной конференции (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере (12-16 марта 2018 г.). Сыктывкар, 2018. Т. І. С. 109-110

Ландырь А.П. и др. Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов // Спортивная медицина, 2013, №1, С. 40-45.

Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е. Мониторинг сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте. М.: Триада – X, 2011. 176 с.

Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Добровольский О.Б., Руненко С.Д., Султанова О.А. Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2013. №1. С. 40-45.

Лисенко О. Особливості структури дихальної реакциї кваліфікованих спортсменів за умов фізичних навантажень різного характеру // Біологія. 2012. №60. С. 49-52.

Логинова Т. П., Потолицына Н. Н., Гарнов И. О., Нутрихин А.В., Ветров А.И., Бойко Е.Р Динамика функциональных показателей, характеризующих порог анаэробного обмена, в велоэргометрическом тесте до отказа у юношей-лыжников // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. №: 6. с. 4-8.

Логинова Т.П. Методические подходы к определению тренировочных зон у лыжников-гонщиков / Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II

Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 36-39

Логинова Т.П., Гарнов И.О. Динамика показателей энергообмена в динамике тренировочного процесса в велоэргометрическом тесте до отказа у лыжников // Матер. Всерос.научно-практ. Интернет-конф. междунар.участ «Актуальные проблемы биохимии спорта XXI века. – Москва. 10-26 апреля 2017. – М., изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. –С.108-110

Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Гарнов И.О., Нутрихин А.В., Ветров А.И., Бойко Е.Р. Динамика функциональных показателей, характеризующих порого анаэробного обмена, в велоэргометрическом тесте «до отказа» у юношей лыжников // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. №6 (138). С. 4-8.

Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Нутрихин А.В., Ветров А.И., Бойко Е.Р. Динамика функциональных показателей, характеризующих ПАНО, в велоэргометрическом тесте до отказа у юношей-лыжников // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2016. № 6 (138). С.4-8.

Луценко М.М. Газотранспортный обмен в периферической крови при общем охлаждении организма // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2012. Вып. 44. С.85-89.

Лысенко Е.Н. Особенности структуры дыхательной реакции квалифицированных спортсменов при нагрузках различной интенсивности // Наука в олимпийском спорте. 2013. № 2. С. 48 – 52.

Лысенко Е.Н., Станкевич Л.П., Гатилова Г.П. Физическая работоспособность и особенности мобилизации энергетических механизмов при нагрузках у квалифицированных спортсменов разной специализации// Наука в олимпийском спорте. 2013. № 1. С. 61-65.

Людинина А.Ю. Жирные кислоты в обеспечении физических нагрузок разной интенсивности у лыжников-гонщиков / материалы Всероссийской научно-практической конференции «Медикофизиологические основы адаптации и спортивной деятельности на севере». Сыктывкар, 6-9 октября 2015 г. С.30-33

Людинина А.Ю. Эссенциальные жирные кислоты в обеспечении высокой работоспособности лыжников-гонщиков // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2017. № 5 (143). С. 38-41.

Людинина А.Ю. Эссенциальные жирные кислоты в обеспечении работоспособности лыжников-гонщиков // Вопросы питания. №3.Т.84. с.38-39. Материалы научно-практической конференции с международным участием «Спортивное питание и спортивная медицина». 01-02 июня 2015г.

Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Сопряжение общих липидов плазмы крови и жирового компонента в организме лыжников-гонщиков на разных этапах годового тренировочного цикла // Экстремальная деятельность человека, 2016. № 4(41). - С.36-41

Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Среднецепочечные жирные кислоты в обеспечении физических нагрузок разной интенсивности у лыжниковгонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. № 4. 2015. с.21-25

Людинина А.Ю., Бушманова Е.А., Бобрецова А.В., Есева Т.В. Оценка питания и потребления эссенциальных жирных кислот у высококвалифицированных лыжников-гонщиков / Медикофизиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 39-43

Людинина А.Ю., Бушманова Е.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г. Оценка энергообмена у лыжников – гонщиков в состоянии покоя и при физической нагрузке «до отказа» / Мат. докладов XIV Всерос. молодеж. конфер. «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике» 25-27 апреля 2016 г., Сыктывкар. – Сыктывкар, 2016. с.62-64.

Людинина А.Ю., Бушманова Е.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Скорость окисления жиров у лыжников-гонщиков в состоянии покоя и при физической нагрузке «до отказа» // Спортивная медицина: наука и практика, 2018. Т.9.№ 3. С.13-19

Людинина А.Ю., Есева Т.В. Оценка потребления эссенциальных жирных кислот среди лыжников-гонщиков Республики Коми // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. С.181-183.

Людинина А.Ю., Есева Т.В., Потолицына Н.Н., Паршукова О.И., Бойко Е.Р. Роль жирового компонента в обеспечении работоспособности лыжников-гонщиков на общеподготовительном этапе годового тренировочного цикла / Материалы XXIII съезда Физиологического общества имени И.П. Павлова. — Воронеж: Издательство «ИСТОКИ», 2017. — С.2111-2113.

Людинина А.Ю., Логинова Т.П., Варламова Н.Г. Оценка энергообмена и скорости окисления жиров у лыжников — гонщиков в состоянии покоя и при физической нагрузке «до отказа» // Матер. Всерос.научно-практ. Интернет-конф. междунар.участ «Актуальные проблемы биохимии спорта XXI века. — Москва. 10-26 апреля 2017. — М., изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. —С.110-113

Людинина А.Ю., Марков А.Л., Бойко Е.Р. Изучение связи эссенциальной альфа-линоленовой кислоты с вариабельностью сердечного ритма у лыжников-гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т. 8, N1. С. 17-22

Людинина А.Ю., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Липидный профиль лыжников-гонщиков в предсоревновательный период // В мире научных открытий. №2(50). 2014г. С.189-194

Людинина А.Ю., Потолицына Н.Н., Паршукова О.И., Бойко Е.Р. Метаболическое обеспечение соревновательной деятельности у высококвалифицированных лыжников-гонщиков сборной команды республики коми / материалы Всероссийской научно-практической конференции с межд. участием «Современные проблемы и перспективы развития системы подготовки спортивного резерва в преддверии XXXI Олимпийских игр в Рио-Де-Жанейро», Казань, 26-27 ноября 2015 г. С.66-68

Людинина А.Ю., Чалышева А.А., Кеткина О.А., Бойко Е.Р. Роль альфа-линоленовой кислоты в формировании психофизиологического статуса лыжников-гонщиков // Экстремальная деятельность человека, 2017.- №1(42). С.18-23

Лях В.И. Координационные способности: диагностика и развитие. - М.: ТВТ Дивизион, 2006. - 290 с.

Маженов С.Т., Бекембетова Р.А., Макогонова Т.А., Степанов М.С., Нарибай Р.Ж. Характеристика функциональных показателей лыжников-гонщиков высокой квалификации // Теория и методика физической культуры. 2017. № 1 (47). С. 20-23.

Майданюк Е.В., Вдовенко Н.В., Иванова А.М., Колодяжная Л.В., Складанивская И.В. Сопоставление вентиляторного и лактатного порогов у квалифицированных спортсменов // Мат. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития системы подготовки спортивного резерва в преддверии XXXI олимпийских игр в Рио-де-Жанейро». Казань, 2015. Поволжская ГАФКСиТ. 2015, С. 70-72.

Макарушко С.Г., Мурзамадиева А.А., Смагулова З.Ш., Садыкова Х.М. Адсорбция углеводов и липидов эритроцитами при недозированной физической нагрузке // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90, № 8. С. 140-141.

Мандра Ю.В., Каминская Л.А., Светлакова Е.Н., Гаврилов И.В., Жолондзиовский П.А., Тимербулатов А.Д. Динамика изменения биохимического состава слюны под влиянием углеводсодержащих

продуктов "легкого питания // Проблемы стоматологии. 2016. Т.12. № 4, С.10-16.

Манухина Е.Б., Малышев И.Ю. Стресс-лимитирующая система оксида азота // Рос. физиол. журнал. 2000. № 10. С.1283-1292.

Манухина Е.Б., Малышев И.Ю. Роль оксида азота в развитии и предупреждении дисфункции эндотелия // Вестник ВГМУ. 2003. Т. 2. № 2. С. 5–17.

Марков А.Л., Алисултанова Н.Ж. Вариабельность сердечного ритма при активной ортостатической пробе у лыжников-гонщиков сборной команды Республики Коми // Мат. докладов XIV Всерос. молодеж. конфер. «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике» 25-27 апреля 2016 г., Сыктывкар. — Сыктывкар, 2016. — С.70-72

Марков А.Л., Алисултанова Н.Ж. Вегетативная регуляция ритма сердца у лыжников-гонщиков сборной команды Республики Коми // Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции «Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на Севере» (7-8 октября 2015 г., Сыктывкар). Сыктывкар. 2015. С. 34-37.

Марков А.Л., Зенченко Т.А., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Чувствительность к атмосферным и геомагнитным факторам функциональных показателей организма здоровых мужчин жителей Севера России // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 2. С.29-32.

Марков А.Л., Людинина А.Ю. Взаимосвязь вариабельности сердечного ритма и содержания альфа-линоленовой кислоты в плазме крови у лыжников Республики Коми / Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 43-46

Марков А.Л., Людинина А.Ю., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Вариабельность сердечного ритма и n-3 полиненасыщенные жирные кислоты у лыжников-гонщиков Республики Коми // Матер. VI Всероссийского симпозиума с межд. участием «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов» (11-12 октября 2016, г. Ижевск). – С.200-204

Марков А.Л., Паршукова О.И. Вегетативная регуляция ритма сердца и уровень оксида азота в плазме крови лыжников Республики Коми // Материалы докладов III Всероссийской (XVIII) молодежной научной

конференции (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере (12-16 марта 2018 г.). Сыктывкар, 2018. Т. І. С. 112.

Марков А.Л., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Нутрихин А.В. Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков северян в подготовительном периоде // Международный научно-практический конгресс "Национальные программы формирования здорового образа жизни». Москва, 2014. С. 325-327.

Мартынов Н.А, Гарнов И.О. Влияние витаминсодержащей БАД «Витабаланс-Мультивит» на функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов // Мат. докл. II Всероссийской (XII) молодежной научной конференции «Молодежь и наука на Севере». Сыктывкар, 2013. С. 191-192.

Мартынов Н.А., Гарнов И.О., Потолицына Н.Н., Логинова Т.П., Бойко Е.Р., Володин В.В. Раздельное и сочетанное действие адаптогенов и витаминов на функциональное состояние организма спортсменов // Научно-педагогические школы в сфере физической культуры и спорта / Материалы Международного научно-практического конгресса, посвященного 100-летию ГЦОЛИФК. 2018. С. 314-317

Мартынов Н.А., Потолицына Н.Н., Володин В.В., Есева Т.В., Бойко Е.Р. Витаминный статус лыжников-гонщиков высокой квалификации в течение годового тренировочного цикла // Вестник спортивной науки, N = 4,2014, C.54-58

Мартынов Н.А., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Володин В.В., Бойко Е.Р. Физическая работоспособность и витаминный статус лыжников-гонщиков на летнем этапе подготовительного периода тренировок // В мире научных открытий. 2012. №2 (26). С. 77-80

Мартынов Н.А., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Гарнов И.О., Ветова В.И., Володин В.В., Бойко Е.Р. Коррекция физической работоспособности спортсменов высокой квалификации с применением недопинговых средств // Матер. Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи — 2012» в рамках конгресса «Медицина спорта. Сочи — 2012», Сочи, 20-23 июня 2012 г. Сочи. 2012. С. 254-258.

Медведев Д.С., Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В. К вопросу применения КВЧ-терапии в спортивной медицине // Фундаментальные исследования. 2013. № 9. С. 856–860

Медведев Д.С., Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В. К вопросу применения КВЧ-терапии в спортивной медицине // Фундаментальные исследования. 2013. № 9. С. 856–860

Медведев М.А. Коваль Г.С., Рязанцева Н.В., Чурбанова М.А., Юрьева В.Д. Физиологческое распределение эритоцитов на уровне дуги аорты по данным цитометрического и спектрофлуометрического исследования // Вестник Томского госуниверситета, 2007. № 300 (2). С. 170-171.

Медведев М.А., Нестерова Т.П., Голосов О.С. Морфофункциональная характеристика перераспределения эритроцитов в различных сосудистых регионах // Физиол. журн. СССР им. И.М.Сеченова. 1989. Т. 25, № 1. С.38-42.

Мельников А. А., Савин А. А., Емельянова Л. В., Викулов А. Д. Устойчивость позы во время статического напряжения до и после субмаксимального аэробного велоэргометрического теста у спортсменов // Физиология человека. $-2012.-T.38.- N \cdot 2.-c.66-72.$

Метаболическое обеспечение годового цикла адаптивных реакций сердечно-сосудистой и дыхательной систем у военнослужащих в условиях Севера / под ред. Бойко Е.Р. - Сыктывкар, 2007. - С.37 – 50.

Метельская В.А., Гуманова Н.Г. Скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в сыворотке крови // Клин. лаб. диагностика. 2005. № 6. С.15-18.

Методические рекомендации по применению математических методов обнаружения лактатного и вентиляционного порогов у спортсменов в видах спорта на выносливость // Москва, 2013. – 60 с.

Мирзоев О.М. Применение восстановительных средств в спорте / М.: Спортакадемпресс. 2000. 203 с.

Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново, 2000. 200с.

Михайлов С.С. Спортивная биохимия. - М.: Советский спорт, 2006. - 260 с.

Михалюк Е.Л. Сыволап В.В., Ткалич И.В., Атаманюк С.И. Функциональные пробы в медицине спорта: положительные и отрицательные стороны их проведения// Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики (2010) випуск XXIII, № 1. С. 93-96.

Мищенко А.А., Иржак Л.И. Расчетные характеристики распределения H^+ между поверхностью эритроцитов и плазмой // Фундаментальные и прикладные проблемы науки: матер. VII Междунар. симп. М. 2012. С. 229-232.

Моисеева О.М., Александрова Л.А., Емельянов И.В., Лясников Е.А., Меркулова Н.К., Иванова Т.Г., Жлоба А.А. Роль оксида азота и его метаболитов в регуляции сосудистого тонуса при гипертонической болезни // Артериальная гипертензия. 2003. Т. 9. № 6. С. 202-204.

Молчанов А.М. Возможная роль колебательных процессов в эволюции // Колебательные процессы в биохимических и химических системах: Тр. Всес. симпоз. М.: Наука, 1967. С. 274-288.

Монгалёв Н.П., Иржак Л.И. Вариабельность диаметра эритроцитов взрослого человека в условиях 80-минутного мониторинга // Вестник Сыктывкарского госуниверситета. Серия 2 (биология, геология, химия, экология). 2015. Вып. 5. С. 63-67.

Монгалёв Н.П., Иржак Л.И., Потолицына Н.Н. Исследования диаметра эритроцитов у человека в условиях острой нормобарической гипоксии // В мире научных открытий. 2014. № 2 (50). С 230-237.

Монгалёв Н.П., Рубцова Л.Ю. Реактивность нормоцитов у человека в условиях нормобарической гипоксии // Проблемы гипоксии: сб. тр./под ред Л.И.Иржака. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина. 2018. Вып.3. С. 41-45.

Морган-мл. Д.Э., Михаил М.С. Клиническая анестезиология. М. - СПб.: Невский Диалект, 2001. 1066 с.

Мулик В.В. Построения микроциклов при подготовке биатлонистов //Физическое воспитание студентов творческих специальностей: Сб. научных трудов под ред. С.С. Ермакова. Харьков: ХХПИ. 2000. № 2. С.9 – 11.

Мустафина М.Х., Черняк А.В. Кардиореспираторный нагрузочный тест // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2013. № 3. С. 56-62.

Мустафина М.Х., Черняк А.В. Кардиореспираторный нагрузочный тест// Практическая пульмонология. 2013. № 3. с. 56-62.

Мчедвишвили Г.И., Варазашвили М.Н. Различия в концентрации эритроцитов и величине гематокрита в крови в зависимости от локализации сосудов и интенсивности кровотока // Бюл. эксп. биол. и мед. 1986. Т. 102, № 10. С. 387-388.

Набиулин М.С., Лычев В.Г., Веряев А.А., Субботина Т.В. Оптимизация тренировок дозированной ходьбой на тредмиле с учетом мощности нагрузки и функции сердечно-сосудистой системы // Паллиативная медицина и реабилитация. 2000. N 3. C.14-20.

Нагаева Е.И., Грабовская Е.Ю., Панов И.Н., Назар М.О. Применение КВЧ-терапии для коррекции психофизиологического статуса спортсменов-игровиков в период тренировочного процесса // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным

факторам среды: материалы III Международной научно-практической конференции. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. пед. университета. 2010. С. 137 – 140.

Найдич С.И. Исследование динамики $PaCO_2$ во время интенсивной мышечной деятельности // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. 2010. Т. 23. № 1 (62). С. 80-83.

Никитин А.В., Есауленко И.Э., Шаталов О.Л. КВЧ — информационно-волновая терапия при бронхиальной астме у пожилых // Клиническая геронтология. 2008. Т. 14. № 6. С. 19 - 22.

Никифорова О.А. Сравнительная оценка функционального состояния организма представителей умственного труда и квалифицированных спортсменов: дис....канд. биол. наук. - Кемерово, 1995. - 130 с.

Нильссен О., Калинин А.Г., Бренн Т., Аверина М.Ю., Архиповский В.Л., Брокс Я., Бойко Е.Р., Сидоров П.И., Некипелова Н.Ф., Ануфриев К.В., Желвакова Л.Г., Гнускова М.П., Зиновьева С.В., Бородина Т.А., Шепурева Т.Е. Исследование здоровья населения в Архангельске 2000. Трумсё (Норвегия). 2003. 50 с.

Новиков В. С., Каркищенко В. Н., Шустов Е. Б. Функциональное питание спортсменов: принципы инновационного конструирования // Вестник образования и развития науки РАЕН. -2016. - Т. 20, № 4. - С. 5–15.

Новиков В. С., Каркищенко В. Н., Шустов Е. Б. Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях. — СПб.: Политехника-принт, 2017. - 346 с.

Новиков В.И., Новикова Т.Н. Эхокардиография: Методика и количественная оценка. М.: МЕДпресс-информ, 2017. 96 с.

Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения Российской Федерации. Утв. Роспотребнадзором $18.12.08\ \Gamma$. —

Олейник С.А., Горчакова Н.А., Гунина Л.М. Спортивная фармакология и диетология. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. - C.41-91.

Олейникова Е.В., Пак Г.Д., Маевская В.И., Никитин Б.Н., Баваев С.М. Влияние физической нагрузки на содержание глюкозы, липидов и белка в плазме крови и на поверхности эритроцитов // Рос. физиол. журн. им И.М. Сеченова. 2004. Т. 90, № 8. С. 223-224.

Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. М.: Медицина, 1983. 528 с.

Осипенко А. Роль системы оксида азота в процессах адаптации организма к физическим нагрузкам // Наука в олимпийском спорте (Украина). 2014. Вып. 1. С.23-30.

Отчет о токсичности регулятора роста растений — препарата Вэрва, ВЭ (20г/л тритерпеновых кислот) и действующего вещества — экстракта их пихты в экспериментах на теплокровных животных[Текст]: отчет о НИР / Н.Ф. Измеров — Москва: НИИ Медицины труда РАМН, 2004. - 19 с.

Павлов С.Н. Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы во время выполнения силовых упражнений // Медико-биологические проблемы и перспективы развития: мат. Всероссийской научной конференции с международным участием. Казань. 2013. С. 212 – 213.

Панков В.А. Система комплексного восстановления в подготовке высококвалифицированных спортсменов // Вестник спортивной науки. 2003. N 1. С. 12 – 15.

Панков В.А., Тришин С.Е., Насевич С.В. Применение восстановительных средств в современной системе подготовки спортсменов // Вестник спортивной науки. 2009. №6. С. 9 – 11.

Парамонова Н.А. Влияние стимуляции биологической активности (метод СБА) на динамику функционального состояния спортсменов. дисс. ... канд. биол. наук. Минск. 2005. 136 с.

Паршукова О.И. Значимость оксида азота для спортивных результатов высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Мат. докладов XIV Всерос. молодеж. конфер. «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике» 25-27 апреля 2016 г., Сыктывкар. – Сыктывкар, 2016. С.77-80.

Паршукова О.И. Оценка нитратов и нитритов в организме высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Материалы Научно-практической конференции с международным участием «Спортивное питание и спортивная медицина».- 1-2 июня 2015 г. Москва. С.53-55.

Паршукова О.И. Уровень оксида азота в годовом тренировочном цикле у лыжников-гонщиков // Материалы доклада XIII Всероссийской молодежной научной конференции Института физиологии Коми НЦ УрО РАН, «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике».- 22-23 апреля 2014г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия С.110-112.

Паршукова О.И., Бойко Е.Р. Оксид азота в годовом тренировочном цикле у высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Материалы доклада V Всероссийской конференции с международным участием

«Медико-физиологические проблемы экологии человека».-22-26 сентября 2014 г., Ульяновск, Россия. С.132-133.

Паршукова О.И., Бойко Е.Р., Ларина В.Е. Маркеры сосудистого тонуса в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков Республики Коми в течение годового тренировочного цикла // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медикобиологические науки. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. 2019. № 2. С. 169-177.

Паршукова О.И., Бойко С.Г. Функциональные особенности метаболизма оксида азота в организме лыжников-гонщиков с нарушением слуха // Материалы Всероссийской заочной научнопрактической конференции «Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на Севере».- 7-8 октября 2015 г. Сыктывкар. С.45-47.

Паршукова О.И., Бойко С.Г., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Роль оксида азота в процессах адаптации организма лыжников-гонщиков с нарушением слуха к физическим нагрузкам // Мат. Всерос. научной конф. с заочным участием «Физиология человека», Чебоксары, 25 ноября 2016 С.188-191.

Паршукова О.И., Ладохина А.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Бойко Е.Р. Роль оксида азота в регуляции сердечнососудистой системы высококавалифицированных лыжников-гонщиков при нагрузке максимальной мощности // Матер. Всерос.научно-практ. Интернет-конф. междунар.участ «Актуальные проблемы биохимии спорта XXI века. — Москва. 10-26 апреля 2017. — М., изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. — С.258-261

Паршукова О.И., Ладохина А.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Бойко Е.Р. Особенность синтеза оксида азота у высококвалифицированных лыжников-гонщиков при нагрузке максимальной мощности / Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). — Сыктывкар, 2017. — С. 49-52

Паршукова О.И., Логинова Т.В. Уровень оксида азота в организме высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции «Медикофизиологические основы адаптации и спортивной деятельности на Севере».- 7-8 октября 2015г. Сыктывкар. С.42-44.

Паршукова О.Й., Мартынов Н.А. Оксид азота как маркер работоспособности у спортсменов // Мат. докл. II Всероссийской (XII)

молодежной научной конференции «Молодежь и наука на Севере». Сыктывкар, 2013. С. 198-199.

Паршукова О.И., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Значимость определения оксида азота у высококвалифицированных лыжниковгонщиков // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. С. 217-219.

Паршукова О.И., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Значимость определения оксида азота у высококвалфицированных лыжниковгонщиков / Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2017. № 6(144). С.31-36.

Паршукова О.И., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Метаболическое обеспечение годового цикла тренировок высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Мат. Междунар.научно-практ.конгресса «Национальные программы формирования здорового образа жизни» 27-29 мая 2014 г., Москва, 2014, - С.346-348.

Пащенко Л.Г., Василенко Н.А. Использование средств восстановления и повышения работоспособности в подготовке легкоатлетов // Перспективные направления в области физкультуры, спорта и туризма. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Нижневартовск. 2012. С.293 — 295.

Петрова Т.Г. Влияние спортивных физических нагрузок на функциональное состояние нервной системы и аэробные возможности организма студентов: автореф. дис....канд. биол. наук. — Майкоп,2012. — 28 с.

Петрушова О.П., Микуляк Н.И. Кислотно-основное равновесие крови спортсменов при физической нагрузке // Биомедицинская химия. 2014. Т. 60, № 5. С. 591-595.

Пинигина И.А., Махарова Н.В., Кривощеков С.Г. Структурнофункциональные изменения сердечнососудистой системы при высокой спортивной активности у коренных жителей Якутии // Физиология человека. 2010. Т. 36. №2. С. 130-137.

Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. К.: Олимпийская литература. 1997. 583 с.

Платонов В.Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки спортсменов (часть 2) // Вестник спортивной науки. 2010. № 2. С. 3-9.

Плеханов А.Н., Товаршинов А.И. Оценка эффективности применения пихтовой мази на модели раневого процесса (экспериментально-клиническое исследование) // Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. 2015. \mathbb{N} 3 (19). С. 230 – 240.

Поливода С.Н., Черепок А.А. Роль оксидативного стресса и нарушения метаболизма оксида азота при гипертонической болезни // Серце і судини. 2004. № 5(1). С. 39-44.

Полиевский С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 2005. – 384 с.

Поликанова Е.Б. Применение общих скипидарных ванн в восстановительном лечении больных хронической обструктивной болезнью легких: Автореф. дис. ... канд. мед наук. Москва. 2005. 48 с.

А.Н., Левшин И.В., Поварещенкова Ю.А., Поликарпочкин биологический Поликарпочкина H.B. Медико контроль функционального работоспособности состояния И пловцов соревновательном тренирововчном И процессах: методические рекомендации. М.: Советский спорт, 2014. 128 с.

Попов Д.В. Факторы ограничивающие аэробную работоспособность на уровне отдельной мышцы у людей с различным уровнем тренированности: автореф. дис. ... кандид. биол. наук. Москва. 2007. 26 с.

Попов Д.В., Виноградова О.Л. Аэробная работоспособность: роль доставки кислорода, его утилизации и активации гликолиза // Успехи физиологических наук. 2012. Т. 43. № 1. С. 30-47.

Попов Д.В., Миссина С. С., Лемешева Ю. С., Любаева Е. В., Боровик А. С., Виноградова О. Л. Финальная концентрация лактата в крови в тесте с возрастающей нагрузкой и аэробная работоспособность // Физиология человека. -2010. - T.34. - № 3. - c. 102-109.

Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Витаминный статус лыжниковгонщиков в различных возрастных группах/ Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 53-56

Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Годовая динамика липидных показателей крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. № 5 (137). С.11-15

Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Годовой мониторинг витаминной обеспеченности организма лыжников-гонщиков высокой квалификации гонщиков // Вопросы питания (приложение). Матер.

науч-практ. конф. с международным участием «Спортивное питание и спортивная медицина». 1-2 июня 2015 г. Москва. С.59-60

Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Сезонная динамика обеспеченности витаминами организма лыжников-гонщиков // Медикофизиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. С. 233-235.

Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р., Нутрихин А.В. Сравнительный анализ уровня метаболитов и кортизола у лыжников-гонщиков после соревнований: от спринта до марафона // Вестник спортивной науки. 2016. № 2. С. 36-40

Потолицына Н.Н., Есева Т.В., Лаптева Н.К., Бойко Е.Р. Оценка витаминного статуса и способы его коррекции у военнослужащих на Европейском Севере // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2017. №1. С. 122-130.

Потолицына, Н.Н., Бойко Е.Р. Витаминный статус жителей Европейского севера: общая ситуация и его зависимость от географической широты // Журнал медико-биологических наук. 2018. Т.6, №4. С.376-386.

Прокопьев Н.Я., Колунин Е.Т., Гуртовая М.Н., Митасов Д.И. Физиологические подходы к оценке функциональных нагрузочных проб в спорте /Фундаментальные исследования. 2014. №2. с. 146-

Пучинский Г.В., Чиков А.Е. Особенности порога анаэробного обмена и максимального потребления кислорода у спортсменов в плавании и лыжном спорте // Физическая культура и спорт в современном мире: проблемы и решения. 2014. № 1. С. 115-118.

Раджабкадиев Р.М., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Выборная К.В., Коденцова В.М. Содержание некоторых витаминов в рационе питания и сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов // Вопросы питания. 2018. Т.87, №5. С.43-51

Райдинг Э. Эхокардиография. Практическое руководство. М.: МЕДпресс-информ., 2010. 280 с.

Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Косицын Н.С., Охотин В.Е. Проблема оксида азота в биологии и медицине и принцип цикличности: ретроспективный анализ идей, принципов и концепций. М.: УРСС, 2003. 96 с.

Розенблат В.В., Солонин Ю.Г. Физиология труда. Краткий терминологический словарь / Методические указания для студентов и научных работников. Свердловск: Урал. лесотех. ин-т, 1980. 13 с.

Ростовцев В.Л. Биологическое основание технологии применения внетренировочных средств для повышения работоспособности спортсменов высокой квалификации: Автореферат дис. ... д-ра биол. наук. Москва. 2009. 45 с.

Рубцова Л.Ю., Потолицына Н.Н., Монгалёв Н.П. Особенности изменения диаметра эритроцитов в красной крови спортсменов в условиях физической нагрузки // В мире научных открытий. 2017. № 2. С. 121-141.

Руммо В.Е., Уселёнок С.П., Марченко А.А., Оленская Т.Л., Валуй А.А. Опыт применения скипидарных ванн в реабилитации больных хронической обструктивной болезнью легких // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации. Материалы 69-ой научной сессии сотрудников университета. Изд. «Витебский государственный медуниверситет». 2014. С.425 – 426.

Рыбачок Р.А. Повышение специальной работоспособности квалифицированных боксеров внетренировочными средствами в процессе соревновательной деятельности: авторефер. дис. ... канд. наук по физ. восп. и спорту. Киев. 2011. 23 с.

Рылова Н.В., Каверина В.С., Биктимирова А.А. Современные тенденции в питании спортсменов / Спортивная медицина. 2014. № 3. С.38-47

Савин А.А., Емельянова Л.В., Мельников А.А. Влияние острого физического утомления на показатели стабилографии у борцов высокого класса // Известия ЮРФУ. Технические науки. 2010. № 4. с. 155-158.

Сафонов Л.В., Левандо В.А., Ростовцев В.Л., Семаева Г.Н., Чернышов С.В. Исследование эффективности применения стягивающего пояса для повышения спортивной работоспособности // Теория и методика спорта высших достижений. 2011. \mathbb{N} 1. С. 12 – 15.

Сейлер С. Физиология лыжных гонок // Журнал XCSPORT.RU. 2007. http://www.xcsport.ru/articles/articles_1535.html

Сидоренко Т.А., Калашников А.В., Юрьев Ю.Н., Шурманов Е.Г. Анализ гендерных различий показателей сердечного ритма у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2015. № 5(123). С. 164–168.

Скверчинская Е.А., Никитина Е.П. Эритроциты мышей при алиментарном голодании и восстановительном питании (проточная цитометрия) // XXII съезд Физиологического общества им. И.П.Павлова: Тез. докл. Волгоград: Изд-во ВОЛГГМУ, 2013. С. 483.

Смоленский А.В., Михайлова А.В., Никулин Б.А., Ухлина Е.В. Кардиальные тропонины и нарушение реполяризации у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2010. № 9 (81). С. 26-28.

Солдатов О.А. Метод повышения результативности стрельбы у квалифицированных биатлонистов: автореф. дис. канд. пед. наук. – Москва, 1989.-25 с.

Солодков А.С. Особенности утомления и восстановления спортсменов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2013. № 6(100). С.131 – 143.

Солодков А.С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы ее коррекции (Часть 2) // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2014. \mathbb{N} 4 (110). С. 15 – 158.

Солодков А.С., Левшин И.В., А.Н. Поликарпочкин, Мясников А.А. Физиологические механизмы и закономерности восстановительных процессов в спорте в различных климатических и географических условиях, // Экология человека. 2010. № 6. С. 36-41.

Солодков А.С., Левшин И.В., Поликарпочкин А.Н. Физиологические механизмы и закономерности восстановительных процессов в спорте// Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2007. № 6. С. 76-85.

Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник для вузов. М.: Олимпия-Пресс, 2005. 528 с.

Солонин Ю.Г. Физиологические основы укрепления здоровья занятиями физкультурой и спортом // Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на Севере. Матер. Всерос. заочной науч.-практ. конф. Сыктывкар, 2015. С.72-75.

Солонин Ю.Г. Гемодинамика у жителей «ближнего» Севера // Физиология человека. - 1997. - Т.23. № 5. - С. 97-102.

Солонин Ю.Г. Гемодинамика, выносливость и психомоторика у жителей разных широт в контрастные периоды года // Физиология человека. 1996. Т. 22, \mathbb{N} 3. С.113-117.

Солонин Ю.Г. Роль исходного состояния физиологических функций в реакциях на физическую нагрузку // Физиология человека. 1987. Т.13, N 1. С. 96-102.

Солонин Ю.Г. Физическое здоровье населения на Европейском Севере // Вестник Тверского госуниверситета. Серия: Биология и экология. 2017. № 2. С.55-62.

Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Черных А.А. Влияние спортивной специализации на

максимальные функциональные способности спортсменов при велоэргометрической нагрузке // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2017. № 3 (31). С. 47-51

Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Черных А.А. Удельная физиологическая стоимость велоэргометрической нагрузки у лиц с разной спортивной специализацией / Медикофизиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 56-59

Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Марков А.Л., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Расторгуев И.А., Черных А.А. Сравнение физиологических показателей и их реакций на физические нагрузки у лыжников — гонщиков и тхэквондистов // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. № 2. С. 33-38.

Солонин Ю.Г., Варламова Н.Г.Кардиореспираторная система у буровиков, работающих на Европейском Севере // Физиология человека, 1991. Т.17. № 4. С.109-116.

Солонин Ю.Г., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Потолицына Н.Н., Черных А.А., Бойко Е.Р. Влияние тренировки в горах на организм лыжников Республики Коми // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2017. №4 (142). С.43-49

Солонин Ю.Г., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Потолицына Н.Н., Черных А.А., Бойко Е.Р. Организм лыжников после горной тренировки / Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова 18-22 сентября 2017 г. Воронеж. Воронеж, 2017. С. 2087-2088

Солонин Ю.Г., Гарнов И.О., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Черных А.А., Бойко Е.Р. Функциональная характеристика лыжников-гонщиков Республики Коми // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т. $8. \, \mathbb{N} _{2} \, 2. \, \mathrm{C.} 14\text{-}22.$

Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Марков А.Л., Черных А.А., Гарнов И.О., Бойко Е.Р. Влияние широтного фактора на организм лыжников Республики Коми // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. С. 268-270.

Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р. Функциональные показатели здоровья у мужчин-северян // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2011. Вып. 3(7). С. 43-47.

Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р., Аканов А.А., Ешманова А.К. Сравнение результатов сателлитных исследований по проекту

«Марс-500» в Сыктывкаре и Алматы // Физиология человека. 2015. Т. 41, № 3. С. 98–105.

Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р., Алисултанова Н.Ж. Сравнение функционального состояния спортсменов, развивающих выносливость и скоростную силу // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. № 3. С. 4-9.

Сонькин В.Д. Проблема оценки физической работоспособности // Вестник спортивной науки. 2010. №2. С.37-42.

Сотникова Е.Д. Изменения в системе крови при стрессе // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2009. № 1. С. 50-55.

Спиричев В.Б., Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А. Методы оценки витаминной обеспеченности населения: Учебнометодическое пособие. М. 2001. 68с.

Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2004. 548 с.

Спортивная медицина / под ред. А.Г. Дембо. - М.: Физ и спорт, 1975. - 271 с.

Суханова И.В., Вдовенко С.И., Максимов А.Л., Марков А.Л., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Сравнительный анализ морфофункциональных показателей у жителей европейского Севера и Северо-Востока России // Экология человека. 2014. № 10. С. 3–11.

Теоретические и клинические аспекты науки о питании / Отв. ред. М. Н. Волгарев. М.: Типография XO3У Миннефтепрома. 1987. 217 с.

Теппоне М.В. КВЧ–Пунктура (крайне высокочастотная пунктура) / М.: Логос. 1997. 314 с.

Токаев Э.С. Разработка рационов и программ питания для спортсменов // Мясные технологии. $2010. - N_{\odot} 6. - C.6-9.$

Токаев Э.С., Хасанов А. Методология создания индивидуализированных рационов питания спортсменов // Вестник спортивной науки. 2011.N 4. C.38-43

Тукин В.Н., Федорова М.З. Геометрический профиль и агрегационная способность эритроцитов здоровых мужчин и женщин // Успехи современного естествознания. 2011. № 6. С. 29-30.

Урюпина Е.Е., Осадчая Е.В., Ковальская И.А. Исследование параметров кривой поток-объем максимального выдоха в оценке резервов системы внешнего дыхания // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. 2003. Т.16. № 4. С. 100-103.

Федотов Д.М., Мелькова Л.А., Подоплекин А.Н. Функциональное состояние организма человека при морских трансширотных рейсах в условиях Арктики // Журнал медико-биологических исследований. 2017. Т. 5, № 1. С.37-47.

Фицджеральд М. Соревновательный вес: как стать сухим для пика работоспособности / Мурманск. Тулома. 2011. 312 с.

Фомин В.С. Морфофункциональные особенности организма спортсмена и их совершенствование / Москва. 1984. 230 с.

Фудин Н.А., Романова А.И., Чернышов С.В. Проблемы медикобиологического обеспечения высших достижений физической культуры и спорта // Вестник новых медицинских технологий. 2006. \mathbb{N} 4. Т.13. С. 179.

Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И., Артамонова М.В. Показатели смертности от болезней органов кровообращения в зависимости от среднегодовой температуры воздуха и географической широты проживания в РФ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6. С.255-259.

Хныченко Л.К., Сапронов Н.С. Стресс и его роль в развитии патологических процессов // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2003. Т. 2. С. 2-15.

Храмов В.В., Сафронов Г.А., Свищева Е.М., Толстокоров С.А. Динамика физической работоспособности у юных спортсменов на фоне саунотерапии и йодобромных ванн // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. № 2. С. 90 - 92.

Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В. Лесохимия для инноваций в сельском хозяйстве // Известия Коми Научно центра УрО РАН. 2011. № 1 (5). С. 17-23.

Чалышева А. А., Кеткина О.А., Людинина А.Ю. Сравнительный анализ показателей простой сенсомоторной реакции и теппинг-теста у студентов и спортсменов / материалы Всероссийской научнопрактической конференции «Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на севере». Сыктывкар, 6-9 октября 2015 г. С. 83-85.

Чалышева А.А. Базовый комплекс физиологических, психофизиологических и психологических методик в оценке функционального состояния спортсменов / Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017г.). – Сыктывкар, 2017. – С. 67-69

Чалышева А.А., Логинова Т.П. Комплексная оценка функционального состояния спортсменов// Материалы докладов III Всероссийской (XVIII) молодежной научной конференции (с элементами научной школы) «Молодежь и наука на Севере (12-16 марта 2018 г.). Сыктывкар, 2018. Т. І. С. 130-131

Чалышева А.А., Людинина А.Ю., Кеткина О.А. Роль полиненасыщенных жирных кислот в обеспечении функционального состояния центральной нервной системы лыжников-гонщиков / Мат. докладов XIV Всерос. молодеж. конфер. «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике» 25-27 апреля 2016 г., Сыктывкар. – Сыктывкар, 2016. С.98-100.

Черненко О. В. Практическое внедрение КВЧ-терапии и реализация ее преимуществ в спортивной деятельности // Вестник Томского государственного педагогического университета. Серия: Педагогика (Физкультура). 2007. № 5(68). С. 6-9.

Чернулкенс Р. Ч., Грибаускас П.С. Одновременное флуорометрическое определение концентрации витаминов А и Е в сыворотке крови // Лабораторное дело. 1984. № 6. С.362-365.

Шаяхметова Э.Ш. Обоснование использования дыхательных технологий в тренировочном процессе боксеров высокой квалификации // Вестник Томского государственного педуниверситета. 2013. N24. С. 165-168.

Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине / Под ред. В.В. Уйба. М.: Практика, 2011. 672 с.

Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. М., 1993. 347 с.

Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. 259 с.

Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Анализ вариабельности сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта / Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. №1. С. 17-23.

Шлык Н.И., Зуфарова Э.И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма у исследуемых 16–21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции // Вестник Удмурт. ун-та. Серия: Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 4. С. 96–105.

Шубина Н.Г., Барабанкина Е.Ю. Оптимизация процессов «срочного» восстановления у квалифицированных спринтеров // Физическая культура, спорт — наука и практика. 2015. № 2. С.3 — 7.

Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. - Мурманск: Издательство "Тулома", 2006. - 160 с.

Astrand P. O. Endurance in sports. – Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992. – p. 8–15.

Badau D., Bacares A., Ungur R.N., Badau A., Martoma A.M. Biochemical and functional modifications in biathlon athletes at medium altitude training // Revista Romana de Medicina de Laborator. – 2016; 24(3). - P. 327-335.

Bailey D.M., Davies B. Physiological implications of altitude training for endurance performance at sea level: a review //Br. J. Sports Med. – 1997; 31(3). - P. 183-190.

Bakken T., Braaten T., Olsen A., Lund E., Skeie G. Characterization of Norwegian women eating wholegrain bread // Public Health Nutr. 2015. № 18 (15). P. 2836-2845.

Berridge M.J., Bootman M.D., Lipp Pl. Calcium – a life and death signal // Nature. 1998. Vol. 395, N 6703. P. 645-648.

Bessis M. Corpuscles: Atlas of red blood cell shapes. // N.Y. – Heidelberg – Berlin. Springer Verl. 1974. 114 p.

Bickler P.E., Buck L.T. Hypoxia Tolerance in Reptiles, Amphibians, and Fishes: Life with Variable Oxygen Availability // Annu. Rev. Physiol. 2007. V. 69, N 2. P. 145-170.

Billat V., Attali V., Valakou F. L'hypoxemie n'est pas an facteur de regulation de la ventilation au cours d'un exercise de temps limite a VO2max // Arch. Physiol. Biochem. 1995. N 103(5). P. 92-99.

Billman G.E. The effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on cardiac rhythm: A critical reassessment // Pharmacol. Ther. 2013. V. 140. N_2 1. P. 53-80.

Billman G.E., Harris W.S. Effect of dietary omega-3 fatty acids on heart rate and the heart rate variability responses to myocardial ischemia or exercise // American journal of physiology. Heart and circulatory physiology. 2011. Vol. 300, N 6. P. H2288–H2299.

Bobkowski W., Stefaniak M.E., Krauze T., Gendera K., Wykretowicz A., Piskorski J., Guzik P. Measures of heart rate variability in 24-h ECGs depend on age but not gender of healthy children // Front. Physiol. 2017. № 8. A. 311.

Bogdanovska N.V., Sviatodukh G.M., Kotsiuruba A.V. Synthesis of nitrogen oxide in the period of long-term adaptation to intensiv muscular work in female athletes // Fiziolohichnyf zhurnal. 2009. Vol. 55, N 3. P. 94-99.

Borresen J., Lambert M. Autonomic control of heart rate during and after exercise: Measurements and implications for monitoring training status. Sports medicine. 2008. Vol.38.pp. 633-646.

Borresen J., Lambert M. The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance // Sports medicine. 2009. Vol. 39, N. 9. P. 779-795.

Borsheim E., Bah R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption // Sports Medicine. 2003. Vol.33. P. 1037-1060.

Bourdon P. Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies. /In: Physiological tests for elite athletes. Ed. Gore C. Human Kinetics. Champaign, 2000. P. 50–65.

Breslav I.S., Isaew G.G. Ventilatory response kinetics and breathing pattern during exercise at different chemoreceptive drive // Int. J. Sports Med. 1989. V.10(4). P.252-258.

Brooks, G. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research// Med. Sci. Sports Exerc. 1985. Vol.17. pp.22–34.

Bruce RA. Methods of exercise testing: step test, bicycle, treadmill, isometrics. // Am J Cardiol. 1974. Vol. 33. №6. P. 715-720

Burke L.M. Dietary Carbohydrates // Nutrition in Sport / Maughan R.M. (Ed). -Blackwell Science Ltd., 2000. - P.73-84

Cabrera S., Benavente D., Alvo M., de Pablo P., Ferro C.J. Vitamin B12 deficiency is associated with geographical latitude and solar radiation in the older population // J. Photochem. Photobiol. B. 2014. Vol. 140. P.8-13.

Cairns S.P. Lactic acid and exercise performance // Sports Medicine. 2006. № 36. P. 279.

Chalysheva A., Lyudinina A., Boyko E. The role of n-3 polyunsaturated fatty acids in the formation of the psychophysiological status of ski racers // International Journal of Psychophysiology. 2018. 131:S73-S74.

Charoo N.A., AliShamsher A.A., Kohli K., Pillai K., Rahman Z. Improvement in bioavailability of transdermally applied flurbiprofen using tulsi (Ocimum sanctum) and turpentine oil // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2008. № 65. P. 300–307.

Cheung K., Hume P.A., Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors // Sports Medicine. 2003. № 33. P. 145.

Choi S.K., Baek S.H., Choi S.W. The effects of endurance training and thiamine supplementation on anti-fatigue during exercise // J Exerc Nutrition Biochem. 2013. N 17(4). P.189–198.

Chou T.C., Yen M.H., Li C.Y., Ding Y.A. Alterations of nitric oxide synthase expression with aging and hypertension in rats // Hypertension. 1998. V. 31(2). P. 643–648.

Christensen J.H. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and heart rate variability // Frontiers in physiology. 2011. Vol. 2. A. 84.

Cicha I., Suzuki Y., Tateishi N., Maeda N. Changes of RBC aggregation in oxygenation-deoxygenation: pH dependency and cell morphology // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2003. Vol. 284, N 6. P. 2335-2342.

Cohen I. Cahan R., Shani G., Cohen E., Abramovich A. Effect of 99GHz continuous millimeter wave electro-magnetic radiation on E. coli viability and metabolic activity // International Journal of radiation biology. 2010. Vol.86. №5. P.56

Connes P., Caillaud C., Py G., Mercier J., Hue O., Brun J.F. Maximal exercise and lactate do not change red blood cell aggregation in well trained athletes // Clinical Hemorheology and Microcirculation. 2007. Vol. 36, N 4. P. 319-326.

Dantas E.M., Kemp A.H., Andreão R.V., da Silva V.J.D., Brunoni A.R., Hoshi R.A., Bensenor I.M., Lotufo P.A., Ribeiro A.L.P., Mill J.G. Reference values for short-term resting-state heart rate variability in healthy adults: results from the Brazilian longitudinal study of adult health-elsa-brasil study // Psychophysiology. 2018 Vol. 55, № 6. P. e13052.

Davis J.A., Storer T. W., Caiozzo V. J., Pham P. H. Lower reference limit for maximal oxygen uptake in men and women // Clinical Physiology and Functional Imaging. 2002. Vol.22. № 5. P. 332–338.

Dempsey J.A., Hanson P.G., Henderson K.S. Exercise-induced hypoxaemia in healthy human subjects at sea level // J. of Physiology (London). 1984. N 355. P. 161-175.

Dempsey J.A., Wagner P.D. Exercise-induced arterial hypoxemia // J. Appl. Physiol. 1999. N 87. P. 1997-2006.

Dimkpa U. Determination of systolic blood pressure recovery time after exercise in apparently healthy, normotensive, non-athletic adults and the effects of age, gender, and exercise intensity // International Journal of Exercise Science. 2009. N 4. P.116-130.

Edwards A. M., Clark N. Macfadyen A. M. Lactate and ventilator thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged// Journal of Sports Science & Medicine. 2003. № 2, pp.23-29.

Egorov Y.V., Glukhov A.V., Efimov I.R., Rosenshtraukh L.V.Hypothermia-induced spatially discordant action potential duration alternans and arrhythmogenesis in non-hibernating versus hibernating mammals // Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol. 2012. Vol. 303. P. H1035–H1046.

Ekblom B., Bergh U. Cross-country Skiing // Nutrition in Sport. Maughan R.M. (Ed). - Blackwell Science Ltd., 2000. - P. 656-662.

Eseva TV., Lyudinina A.Yu., Bojko E.R. Food consumption of skiers of the Komi Republic // Abst.International congress, 19-th Biennial Conf.of ISCPES «Nationals' health: systems of lifelong physical education as a foundation of public health», Moscow. 2014. P.287-288.

Faude O., Kindermann W., Meyer T. Lactate Threshold Concepts How Valid are They?// Sports medicine. 2009. Vol.39.pp.469-490.

Friel J. Cycling. In: Precision heart rate training. /Ed. Burke E. Human Kinetics. Champaign, 1998. pp. 91–110.

Gapeyev A.B., Kulagina T.P., Aripovsky A.V. Exposure of tumor-bearing mice to extremely high frequency electromagnetic radiation modifies the composition of fatty acids in thymocytes and tumor tissue // International journal of radiation biology. 2013. Vol. 8. № 8. P. 602-610.

Garnov I.O., Varlamova N.G., Loginova T.P., Potolitsyna N.N., Chernykh A.A., Boyko E.R. Effects of the maximal bicycle ergometric load test on coordination abilities and functional state of cross-country skiers and biathletes // Russian Journal of Biomechanics. 2019. Vol. 23, No. 2. P. 143-151.

Gasior J.S., Sacha J., Jeleń P.J., Pawłowski M., Werner B., Dąbrowski M.J. Interaction between heart rate variability and heart rate in pediatric population // Front. Physiol. 2015. Vol. 6. A. 385.

Gladwin M.T., Kim-Shapiro D.B. The Functional Nitrite Reductase Activity of the Heme-Globins // Blood. 2008. V. 112. № 7. P. 2636–2647.

Godber B.L., Doel J.J., Sapkota G.P., Blake D.R., Stevens C.R., Eisenthal R., Harrison R. Reduction of Nitrite to Nitric Oxide Catalyzed by Xanthine Oxidoreductase // J. Biol. Chem. 2000. V. 275. № 11. P. 7757–7763.

Gollnick P.D., Armstrong R. B., Saubert C. W., Piehl K., Saltin B. Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men // Journal Applied Physiology. 1972. Vol. 33. P. 312.

Green D. J., Maiorana A., O'Driscoll G., Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans // J. Physiol. 2004. Vol. 15, № 561(Pt 1). P. 1-25.

Grimm W., Gries H. Researchers about terpineol allergies. Berufsdermatosen 1967. № 15. P.253–269.

Hart E., Dawson E., Rasmussen P., George K., Secher N. H., Whyte G., Shave R. β -Adrenergic receptor desensitization in man: insight into post-exercise attenuation of cardiac function // The Journal of Physiology. 2006. No 4. P.717–725.

Hautala A., Tulppo M. P., Mäkikallio T. H., Laukkanen R., Nissilä S., Huikuri H. V. Changes in cardiac autonomic regulation after prolonged maximal exercise // Clinical Physiology. 2001. № 21 (2). P. 238–245.

Haymes E.M, Dickinson A.L. Characteristics of elite male and female ski racers // Med. Sci. Sports. Exerc. 1980. Vol.12, № 3. P. 153-158.

Hedelin R., Bjerle P., Henriksson-Larsen K. Heart Rate Variability in Athletes: Relationship with Central and Peripheral Performance // Med. Sci. Sports Exerc. 2001. Vol. 33, № 8. P. 1394–1398.

Hedelin R., Wiklund U., Bjerle P., Henriksson-Larsén K. Pre- and Post-Season Heart Rate Variability in Adolescent Cross-Country Skiers // Scand. J. Med. Sci. Sports. 2000. Vol. 10, № 5. P. 298–303.

Hegge A.M., Myhre K., Welde B., Holmberg H.C., Sandbakk O. Are gender differences in upper-body power generated by elite cross-country skiers augmented by increasing the intensity of exercise? // PloS One. 2015. Vol.10, №5: e0127509.

Hegge AM, Bucher E, Ettema G, Faude O, Holmberg HC, Sandbakk O. Gender differences in power production, energetic capacity and efficiency of elite cross-country skiers during whole-body, upper-body, and arm poling // Eur. J. Appl. Physiol. 2016. Vol.116, №2. P. 291-300.

Henriksson J., Chi M. M., Hintz C. S., Young D. A., Kaiser K. K., Salmons S., Lowry O. H. Chronic stimulation of mammalian muscle: changes in enzymes of six metabolic pathways // American Journal Physiology. 1986. Vol. 251. P. 614.

Heras B., Rodríguez B., Boscá L., Villar A.M. Terpenoids: Sources, Structure Elucidation and Therapeutic Potential in Inflammation // Current Topics in Medicinal Chemistry. 2003. № 3. P. 171 – 185.

Herman A., Herman A. P. Essential oils and their constituents as skin penetration enhancer for transdermal drug delivery: a review // Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2014. № 67. P. 473-485.

Hildebrand A., Lormes W., Emmert J., Liu Y., Lehmann M., Steinacker J.M. Lactate concentration in plasma and red blood cells during incremental exercise // Int. J. Sports Med. 2000. Vol. 21, N 7. P. 463-468.

Hirtz P. Koordinative Fahigkeiten. Training-swissenshaft. – Berlin: Sportverlag, 1994. – p. 137–145

Ihalainen S., Kuitunen S., Mononen K., Linnamo V. Determinants of elite-level air rifle shooting performance // Scandinavian Journal Medicine Science and Sports. $-2015. -V. 26. \ No. 3. -p.266-274.$

Ihsan M., Watson G., Abbiss Cr. What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise? // Sports Medicine. 2016. N 18. P. 1 – 15.

Imai K., Sato H., Hori M., Kusuoka H. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with

chronic heart failure // Journal of the American College of Cardiology. 1994. Vol. 24. №6. P. 1439 – 1444.

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., Marcora, S. M. Use of RPE-based training load in soccer.// Medicine and Science in Sports and Exercise. 2004. № 36. pp. 1042-1047.

Ivanova S.M., Brazhe N.A., Luneva O.G., Yarlikova Y.V., Labetskaya O.I., Parshina E.Y., Baizhumanov A.A., Maksimov G.V., Morukov B.V. Physical-chemical properties of plasma membrane and function of erythrocytes of cosmonauts after long-term space flight // Acta Astronautica. 2011. Vol. 68, N 9-10. P. 1517-1522.

Jensen F.B. The dual roles of red blood cells in tissue oxygen delivery: oxygen carriers and regulators of local blood flow. J. Experimental Biology. 2009. 212: 3387-3393; doi: 10. 1242/jeb.023697.

Johns M.S., Stephenson C. Amino-terminal pro-B-type natriuretic peptide testing in neonatal and pediatric patients // Am. J. Cardiol. 2008. Vol. 101. P. 76–81.

Kanter M.M. Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation // Int J Sport Nutr. 1994. №4 (3). P. 205-220.

Kellmann M. Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes / Human Kinetics. 2002. 341 p.

Kenttä G. Overtraining and Recovery // Sports medicine. 1998. Vol. 26. $\ensuremath{\mathbb{N}}_2$ 1. p. 1–16

Kerley C.P., Kilbride E., Greally P., Elnazir B. Dietary Nitrate Acutely and Markedly Increased Exhaled Nitric Oxide in a Cystic Fibrosis Case // Clin Med Res. 2016. V. 14(3-4). P. 151-155.

Kerksick et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations // Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2018 Aug 1; 15(1):38. doi: 10.1186 / s12970-018-0242-Y.

Khan S.A., Skaf M.N., Harrison R.W., Lee K., Minhas K.M., Kumar A., Fradley M., Shoukas A., Berkowitz D.E., Hare J.M. Nitric Oxide Regulation of Myocardial Contractility and Calcium Cycling: Independent Impact of Neuronal and Endothelial Nitric Oxide Synthases // Circ. Res. 2003. V. 92, № 12. P. 1322–1329.

Kiens B., Helge W.J. Adaptation to a High Fat Diet // Nutrition in Sport/Maughan R.M. (Ed). - Blackwell Science Ltd., 2000. - P.192-202.

Kim S.H., Kim M.K., Lee H.Y., Kang H.J., Kim Y.J., Kim H.S. Prospective randomized comparison between omega-3 fatty acids supplements plus simvastin versus simvastin alone in Korean patients with mixed dyslipidemia: lipoprotein profiles and heart rate variability // Eur. J. Clin. Nutr. 2011. Vol. 65. P. 110–116.

King J.C., Blumberg J., Ingwersen L., Jenab M., Tucker K.L. Tree nuts and peanuts as components of a healthy diet// J. Nutr. 2008. №138 (9). P.1736-1740.

Kleinschmidt J., Römmelt H., Zuber A. The pharmacokinetics of the bronchosecretolytic ozothin after intravenous injection. International Journal Clinic Pharmacology Therer Toxicology. 1985. № 23(4). P. 200–203.

Knight D.R., Schaffartzik W., Poole D.C., Hogan M.C., Bebout D.E., Wagner P.D. Effects of hyperoxia on maximal leg O2 supply and utilization in men // J. Appl. Physiol. 1993. V. 75. P. 2586-2594.

Koch H.J., Raschka C. Influence of moderate altitude on blood lactate and heart rate in a standardized exercise test in healthy volunteers # Acta Physiol. Hung. -2005; 92(2). - P. 139-146.

Kositsky N.N., Nizhelska A. I., Ponezha G. V. Influence of high-frequency electromagnetic radiation at non-thermal intensities on the human body // No Place To Hide - Newsletter of the Cellular Phone Taskforce Inc. 2001. Vol.3. N1. P. 1 - 33.

Koskolou M.D., McKenzie D.C. Arterial hypoxemia and performance during exercise // European J. Appl. Physiol. 1994. N 68. P. 80-86.

Kumar A., Misra S., Kumar P., Sagar R., Prasad K., Pandit A.K., Chakravarty K., Kathuria P., Yadav A. K. Association between Endothelial nitric oxide synthase G894T gene polymorphism and risk of ischemic stroke in North Indian population: a case-control study // Neurol Res. 2016. V. 38(7). P. 575-579.

La Rovere M.T., Staszewsky L., Barlera S., Maestri R., Mezzani A., Midi P., Marchioli R., Maggioni A.P., Tognoni G., Tavazzi L., Latini R. n-3PUFA and Holter-derived autonomic variables in patients with heart failure: data from the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Insufficienza Cardiaca (GISSI-HF) Holter substudy // Heart Rhythm. 2013. Vol. 10, № 2. P. 226-232.

Lang F., Busch G.L., Ritter M., Völkl H., Waldegger S., Gulbins E., Haussinger D. Functional significance of cell volume regulatory mechanisms // Physiol Rev., 1998. V. 78. P 247-306.

Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U.Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // J Am SocEchocardiogr. 2015. Vol. 28, N 1. P. 1-39.

Lassen U.V., Pape L, Vestergaard-Bogind B. Effect of calcium on the membrane potential of Amphiuma red cells // J. Membr. Biol. 1976. V. 26, N 1. P. 51-70.

Laughlin M.N., Davis M.J., Secher N.H., van Lichayt J.J., Apce-Eskiwelj A.A., Simmons G.H., Bender S.B., Padilla J., Bache R. J., Merkus D., Duncker D. J. Peripheral Circulation // Compr. Physiol. 2012. Vol. 2, Iss. 1. P. 321-447.

Laursen P.B., Jenkins D.G. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes // Sports Med. 2002, vol.32, №1, pp.53-73.

Layland J., Li J.-M., Shah A.M. Role of Cyclic GMP-Dependent Protein Kinase in the Contractile Response to Exogenous Nitric Oxide in Rat Cardiac Myocytes // J. Physiol. 2002. V. 540. № 2. P. 457–467.

Lee E.C., Fragala M.S., Kavouras S.A., Queen R.M., Pryor J.L., Casa D.J. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes // J Strength Cond Res. 2017. № 31 (10). P.2920–2937.

Levin E.R., Gardner D.G., Samson W.K. Natriuretic peptides // N Engl. J Med. 1998. Vol. 339. P. 321–328.

Lewis E.J., Radonic P.W., Wolever T.M., Wells G.D. 21 days of mammalian omega-3 fatty acid supplementation improves aspects of neuromuscular function and performance in male athletes compared to olive oil placebo // J. Int. Soc. Sports Nutr. 2015. Vol. 12. A. 28.

Liu R., Zhang L., Lan X., Li L., Zhang T-T., Sun J.-H., Du G.-H. Protection by borneol on cortical neurons against oxygen-glucose deprivation/reperfusion: Involvement of anti-oxidation and anti-inflammation through nuclear transcription factor κ appaB signaling pathway // Neuroscience. 2011. No 176. P. 408–419.

Luchsinger H., Sandbakk Ø., Schubert M. Ettema G., Baumeister J. A Comparison of Frontal Theta Activity During Shooting among Biathletes and Cross-Country Skiers before and after Vigorous Exercise // Plos One. -2016. No 2.-p.1-11.

Lukaski H.C. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. Nutrition. 2004. no. 20 (7-8). pp. 632-644.

Lyudinina A. Yu., Ivankova G. E., Bojko E.R. Priority use of medium-chain fatty acids during high-intensity exercise in crosscountry skiers // Journal of the International Society of Sports Nutrition (2018) 15:57 https://doi.org/10.1186/s12970-018-0265-4

Lyudinina A., Potolitsyna N., Parshukova O., Boyko E. Metabolic responses in the annual training cycle of highly trained cross-country skiers // Book of abstracts of 15th International Scientific Conference on

Transformation Process in Sport "Sport Performance" 12 – 15 April 2018, Budva – Montenegro. p.78-79

Machefer G, Groussard C, Rannou-Bekono F, Zouhal H, Faure H,Vincent S, Cillard J, Gratas-Delamarche A. Extreme running competition decreases blood antioxidant defense capacity // J Am Coll Nutr. 2004. № 23(4), pp. 358-364.

Makaoka Y., Homma I. The effect of anticipatory anxiety on breathing and metabolism in humans // Respiratory Physiology. 2001. Vol. 128. N 2. P. 161-169.

Manore M. M. Effect of physical on thiamine, riboflavin and vitamin B-6 requirements // American Journal Clinical Nutritional. 2000. №. 72. P. 598-606

Markov A.L., Solonin Yu.G., Bojko E.R., Nutrihin A.V. Heart rate variability in northern skiers during the preparatory training period // International congress "Nationals' health: systems of lifelong physical education as a foundation of public health ". Moscow, 2014. P. 288-290.

Markov Kh.M. Ntirogen Oxide and the Cardio-Vascular System // Uspekhi fiziologicheskikh nauk. 2001. V. 32. № 3. P. 49–65.

Maughan R.J. Role of micronutrients in sport and physical activity // British Medical Bulletin. 1999. № 3. P. 683-690.

Mazzone M., Carmeliet P. Drug Discovery: A Lifeline for Suffocating Tissues // Nature. 2008. V. 453. № 7199. P. 1194–1195.

McAllister R.M., Newcomer Sean C., Laughlin M.H. Vascular nitric oxide: effects of exercise training in animals // Appl. Physiol. Nutr. Metab. 2008. Vol. 33, № 1. P. 173-178.

McMillan K., Helgerud J., Grant S.J., Newell J., Wilson J., Macdonald R., Hoff J. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer.// British Journal of Sports Medicine. 2005. Vol.39. pp.432-436.

Mendia-Iztueta I., Monahan K., Kyröläinen H., Hynynen E. Assessment of Heart Rate Variability Thresholds from Incremental Treadmill Tests in Five Cross-Country Skiing Techniques // PLoS One. 2016. Vol. 11, № 1. P. e0145875.

Mercier B. Evaluation of biological and antiradical effects of peroxidizing terpenes [dissertation]. Dijon: Université de Bourgogne. 199Millet G.P., Vleck V.E., Bentley D.J. Physiological differences between cycling and running: lessons from triathletes. Sports Med. 2009;39(3):179-206.

Mindell J.S., Moody A., Vecino-Ortiz A.I., Alfaro T., Frenz P., Scholes S., Gonzales S.A., Margozzini P., de Oliveira C., Sanches Romero L.M.,

Alvarado A., Cabrera S., Sarmiento O.L., Triana C.A., Barquera S.Comparison of health examination survey methods in Brazil, Chile, Colombia, Mexico, England, Scotland and the USA // Am. J. Epidemiol. 2017. Vol. 186, № 6. C. 648-658.

Minetti M., Malorni W. Redox control of red blood cell biology the red blood cell as a target and source of prooxidant species // Antioxid Redox Signal. 2006. Vol. 8, N 7-8. P. 1165-1169.

Mohammad M.A., Koul S., Rylance R., Fröbert O., Alfredsson J., Sahlén A., Witt N., Jernberg T., Muller J., Erlinge D. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDEHEART Nationwide Observational Study // JAMA Cardiol. 2018. Vol.3. P. 1081-1089.

Moncada S., J Palmer R.M., Higgs E.A. The discovery of nitric oxide as the endogenous nitrovasodilator // Hypertension. 1988. № 12. P 365-372.

Moran-Navarro R., Mora-Rodriguez R., Rodriguez-Rielves V., De la Fuente-Pérez P., Pallarés J.G. Heart rate reserve at ventilator thresholds, maximal lactate steady state and maximal aerobic power in well-trained cyclists: training application // European Journal of Human Movement. 2016. Vol. 36. P.150-162.

Mozaffarian D., Wu J.H. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events // J. Am. Coll. Cardiol. 2011. Vol. 58. P. 2047–2067.

Murrell C., Wilson L., Cotter J. D., Lucas S., Ogoh S., George K., Ainslie P. N. Alterations in autonomic function and cerebral hemodynamics to orthostatic challenge following a mountain marathon // Journal Applied Physiology. 2007. № 103(1). P. 88–96.

Nielsen H.B., Bredmose P.P., Stromstad M., <u>Volianitis S.</u>, <u>Quistorff B.</u>, <u>Secher N.H.</u> Bicarbonate attenuates arterial desaturation during maximal exercise in humans // J. Appl. Physiol. 2002. V. 93. P. 724-731.

Nunes C.L., Matias C.N., Santos D.A., Morgado J.P., Monteiro C.P., Sousa M., Minderico C.S., Rocha P.M., St-Onge M.-P., Sardinha L.B., Silva A.M. Characterization and Comparison of Nutritional Intake between Preparatory and Competitive Phase of Highly Trained Athletes // Medicina (Kaunas). 2018. № 54 (3). P. 41.

O'Keefe J.H. Jr., Abuissa H., Sastre A., Steinhaus D.M., Harris W.S. Effects of omega-3 fatty acids on resting heart rate, heart rate recovery after exercise, and heart rate variability in men with healed myocardial infarctions and depressed ejection fractions // Am. J. Cardiol. 2006. Vol. 97. P. 1127–1130.

Orhan O., Bilgin U., Cetin E., Oz E., Dolek B.E. The effect of moderate altitude on some respiratory parameters of physical education and sports students // J. Asthma. – 2010; 47(6). - P. 609-613.

Palmer-Green D., Brownlow M., Hopkins J., Eley J., Jaques R., Hunter G. Epidemiological study of injury and illness in Great Britain short track speed skating //Abstracts from the IOC World Conference on Prevention of Injury &Illness in Sport. Monaco. 2014. № 48. P. 649–650

Paniccia M., Verweel L., Thomas S., Taha T., Keightley M., Wilson K.E., Reed N. Heart Rate Variability in Healthy Non-Concussed Youth Athletes: Exploring the Effect of Age, Sex, and Concussion-Like Symptoms // Front. Neurol. 2018 Vol. 8. A.753.

Papadopoulou S.K, Gouvianaki A., Grammatikopoulou M.G., Maraki Z., Pagkalos I. G., Malliaropoulos N., Hassapidou M.N., Maffulli N. Body Composition and Dietary Intake of Elite Cross-country Skiers Members of the Greek National Team // Asian Journal of Sports Medicine. 2002. №. 3. P. 257-266.

Parshukova O., Potolitsyna N, Lyudinina A., Bojko E. Metabolic responses the annual training cycle of top-level skiers // Material of intern.congress "Nation's health: systems of lifelong physical education as a foundation of public health", 19-th Biennial Conference of ISCPES, may 27-29. 2014. P.294-295.

Partyla T., Hacker H., Edinger H., Leutzow B., Lange J., Usichenko T. Remote Effects of Electromagnetic Millimeter Waves on Experimentally Induced Cold Pain: A Double Blinded Crossover Investigation in Healthy Volunteers // Anesthesia & Analgesia. 2017. Vol. 124. № 3. P. 980 – 985.

Patton, J.F., Vogel, J.A., Mello, R.P. Evaluation of a maximal predictive cycle ergometer test of aerobic power. // Europ. J. Appl. Physiol. 1982, vol. 49, №1, pp. 131-140.

Perry S.F., Thomas S. The effects of endogenous of exogenous catecholamines on blood respiratory status during acute hypoxia in rainbow trout // J. Comp. Physiol. 1991. V. 161. P. 489-497.

Pikov V., Arakaki X., Harrington M., Fraser S., Siegel P. Modulation of neuronal activity and plasma membrane properties with low-power millimeter waves in organotypic cortical slices // Journal Neural Engineering. 2010. Vol. 7. N0 4. P0.40 – 45.

Price-Jons C. Red Blood Cell Diameters. L.: Oxford University. 1933. 82 p.

Rassaf T., Lauer T., Heiss C., Balzer J., Mangold S., Leyendecker T., Rottler J., Drexhage C., Meyer C., Kelm M. Nitric Oxide Synthase-Derived Plasma Nitrite Predicts Exercise Capacity // Br. J. Sports Med. 2007. V. 41. P. 669–673.

Rice A.J., Thornton A.T., Gore C.J. Scroop G.C., Greville H.W., Wagner H., Wagner P.D., Hopkins S.R. Pulmonary gas exchange during exercise in highly trained cyclists with arterial hypoxemia // J. Appl. Physiol. 1999. V. 87. P. 1802-1812.

Rich D.Q., Gaziano J.M., Kurth T. Geographic patterns in overall and specific cardiovascular disease incidence in apparently healthy men in the United States // Stroke. 2007. Vol. 38, № 8. P.2221-2227.

Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis//Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2004. № 287 (3): pp. 502–516.

Rusko H. Cross country skiing. Blackwell Publishing. Massachusetts. 2003.

Sandbakk O., Ettema G., Holmberg H.C. Gender differences in endurance performance by elite cross-country skiers are influenced by the contribution from poling // Scand. J. Med. Sci. Sports. 2014. Vol. 24, №1. P. 28-33.

Sandbakk O., Ettema G., Leirdal S., Holmberg H.C. Gender differences in the physiological responses and kinematic behavior of elite sprint cross-country skiers // Eur. J. Appl. Physiol. 2012. Vol.112, №3. P. 1087-1094.

Sandbakk, O., Holmberg, H. C., Leirdal, S., and Ettema, G. (2011). The physiology of world-class sprint skiers.// Scand. J. Med. Sci. Sports. 2011. N 21, e9–e16.

Schafer D., Gjerdalen G.F., Solberg E.E., Khokhlova M., Badtieva V., Herzig D., Trachsel L.D., Noack P., Karavirta L., Eser P., Saner H., Wilhelm M. Sex differences in heart rate variability: a longitudinal study in international elite cross-country skiers // Eur. J. Appl. Physiol. 2015. Vol. 115, N010. P. 2107-2114.

Schippinger G., Fankhauser F., Abuja P.M., Winklhofer-Roob B.M., Nadlinger K., Halwachs-Baumann G., Wonisch W. Competitive and seasonal oxidative stress in elite alpine ski racers // Acta Physiol Scand. 1994. № 151 (2). pp. 149-158.

Schmitt L., Fouillot J.P., Millet G.P., Robach P., Nicolet G., Brugniaux J., Richalet J.P. Altitude, heart rate variability and aerobic capacities // International J. of Sports Medicine. – 2008; 29(4). - P. 300-306.

Schmitt L., Willis S.J., Coulmy N., Millet G.P. Effects of Different Training Intensity Distributions Between Elite Cross-Country Skiers and Nordic-Combined Athletes During Live High-Train Low // Front. Physiol. 2018. Vol. 9. P. 932.

Seiler S. Single subject case data: CV response variation to 3 standardized training sessions performed on the same day. (2018). 10.13140/RG.2.2.24890.49604.

Seiler S. Training Intensity Distribution. 2012

https://www.researchgate.net/publication/235699324_Training_Intensity_Distribution

Seiler S., Tonnessen E. Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training// Sportscience. 2009. № 13.pp. 32–53.

Sharma V.K., Subramanian S.K., Arunachalam V., Rajendran R. Heart Rate Variability in Adolescents – Normative Data Stratified by Sex and Physical Activity // J. Clin. Diagn. Res. 2015. Vol. 9, № 10. P. CC08-13.

Smith D.J. A Framework for understanding the training process leading to elite performance // Sports medicine. 2003. Vol. 33. №15. p.1103-1126

Solli G., Tønnessen E., Sandbakk, Ø. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier // Frontiers in Physiology. 2017. Vol. 8. At. 1069. Aviable at 8. 10.3389/fphys.2017.01069.

Soloviev A.I., Parshikov A.V., Stefanov A.V. Evidence for the involvement of protein kinase C in depression of endothelium-dependent vascular responses in spontaneously hypertensive rats // J. Vasc. Res. 1998. V. 35(5). P. 325–331.

Stellingwerff T., Leblanc P.J., Hollidge M.G. Hyperoxia decreases muscle glycogenolysis, lactate production, and lactate efflux during steady-state exercise // American Journal Physiology Endocrinology Metabolism. 2006. № 290. P. 1180-1190.

Sun X., Ou L., Mi S., Wang N. Analgesic and anti-inflammation effect of borneol // Traditional Chinese Drug Research & Clinical Pharmacology. 2007. № 5. P. 353–355.

Tepe B. Donmez E., Unlu M., Candan F., Daferera D., Vardar-Unlub G., Polissiou M., Sokmena A. Antibacterial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of Salvia cryptantha (Montbret et Aucher ex (Benth.) and Salvia multicaulis (Vahl) // Food Chemistry. 2004. № 84. P.519–25.

Thomas D.T., Burke L.M., Erdman K.A. Nutrition and Athletic Performance // Official Journal of the American College of Sports Medicine/ March 2016 P.543-568

Usichenko T., Edinger H., Witstruck T., Pavlovic D., Zach M., Lange J., Gizhko V., Wendt M., Koch B., Lehmann C. Millimetre wave therapy for pain relief after total knee arthroplasty: a randomised controlled trial // Europe Journal Pain. 2008. № 12(5). P. 617-623.

Usichenko T.I., Gizhko V., Wendt M. Goal-Directed Acupuncture in Sports–Placebo or Doping? // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2009. Vol. 2011. P. 5.

UsichenkoT., Edinger H., Witstruck T., Pavlovic D., Zach M., Lange J., Gizhko V., Wendt M., Koch B., Lehmann C. Millimetre wave therapy for pain relief after total knee arthroplasty: a randomised controlled trial // Europe Journal Pain. 2008. № 12(5). P. 617-623.

Varlamova N.G., Loginova T.P., Martinov N.A., Chernich A.A., Rastorguev I.A., Garnov I.O., Solonin Yu. G., Bojko E.R. Respiratory function and exercise performance of northern skiers before and after training in the mountains // Abstr.: International congress, 19-th Biennial Conference of ISCPES, May, 27-29. 2014. M.: 2014. Part 1. P.279-280.

Vulava V.M. Turpentine. In: Encyclopedia of toxicology/ 3rd ed. Ed. by Wexler P. Elsevier Inc.: Academic Press. 2005. P.394-397.

Wardenaar F., Brinkmans N., Ceelen I., Van Rooij B., Mensink M., Witkamp R., De Vries J. Micronutrient Intakes in 553 Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Prevalence of Low and High Intakes in Users and Non-Users of Nutritional Supplements // Nutrients. 2017. № 9 (2). P.142.

Wasserman K., Stringer W.W., Casaburi R., Koike A., Cooper C.B. Determination of the anaerobic threshold by gas exchange: biochemical considerations, methodology and physiological effects // Z. Kardiologya. 1994. Vol. 83, N 3. P. 1-12.

West S.G., Krick A.L., Klein L.C., Zhao G., Wojtowicz T.F., McGuiness M., Bagshaw D.M., Wagner P., Ceballos R.M., Holub B.J., Kris-Etherton P.M. Effects of diets high in walnuts and flax oil on hemodynamic responses to stress and vascular endothelial function // J. Am. Coll. Nutr. 2010. Vol. 29, № 6. P. 595-603.

Xin W., Wei W., Li X-Y. Short-term effects of fish-oil supplementation on heart rate variability in humans: a meta-analysis of randomized controlled trials // Am. J. Clin. Nutr. 2013. Vol. 97, № 5. P. 926–935.

Yimcharoen M., Kittikunnathum S., Suknikorn C., Nak-On W., Yeethong P., Anthony T.G., Bunpo P. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise // J Int Soc Sports Nutr. 2019. № 16 (1). P. 2.

Yukishita T., Lee K., Kim S., Yumoto Y., Kobayashi A., Shirasawa T., Kobayashi H. Age and sex-dependent alterations in heart rate variability: profiling the characteristics of men and women in their 30s // Anti-Aging Medicine. 2010. Vol. 7, № 8. P. 94–99.

Zebrowska A, Mizia-Stec K, Mizia M, Gąsior Z, Poprzęcki S. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes // European journal of sport science. 2015. Vol. 15, N 4. P. 305-314.

приложения

- **Приложение 1** Публикации Отдела экологической и медицинской физиологии ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН по обследованиям спортсменов (2014-2019 гг.)
- Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Черных А.А., Расторгуев И.А., Гарнов И.О., Ларина В.Е., Бойко Е.Р. Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. № 2. С. 53-60.
- Варламова Н.Г.,Логинова Т.П., Гарнов И.О., Тимофеев Н.Н., Бойко Е.Р. Динамика порога анаэробного обмена у лыжников гонщиков в годовом цикле // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т. 7, №4. С.19-24.
- Володин В.В., Мартынов Н.А., Володина С.О., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Применение недопинговых средств на специально-подготовительном этапе тренировок лыжников-гонщиков высокой квалификации // European Journal of Physical Education and Sport, 2014, Vol.(4), № 2, Р. 147-149.
- Гарнов И. О. Коррекция функционального состояния лыжников-гонщиков на специально подготовительном этапе с использованием фитоскипидарных ванн и электромагнитного излучения крайне высокой частоты / Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. Москва 2018. 25 с.
- Гарнов И. О. Коррекция функционального состояния лыжников-гонщиков на специально подготовительном этапе с использованием фитоскипидарных ванн и электромагнитного излучения крайне высокой частоты / Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук. Москва 2018. 134 с.
- Гарнов И.О., Кучин А.В., Ломов В.Е., Бойко Е.Р. Использование терпентиновых эмульсий в функциональной реабилитации лыжников-гонщиков высокой квалификации на осеннем этапе подготовительного периода тренировок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2014. Т. 16. № 5-4. С. 1209-1211.
- Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Функциональное состояние лыжниц гонщиц в мезоцикле летнего подготовительного этапа // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2017. № 2 (140). С. 9-17.
- Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Черных А.А., Бойко Е.Р. Влияние максимальной велоэргометрической нагрузки на координационные способности и функциональное состояние спортсменов циклических видов спорта // Российский журнал биомеханики. 2019. № 2. С. 174-184.
- Гарнов И.О., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Психофизиологические и биохимические показатели у представительниц игрового и циклического видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7. № 1. С. 38-45.

- Гарнов И.О., Кучин А.В., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Коррекция функционального состояния организма лыжников-гонщиков с помощью ванн со скипидарной эмульсией// Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93. № 2. С. 26-31.
- Гарнов И.О., Чалышева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Физическая работоспособность и стресс-восстановление у лыжников-гонщиков в подготовительный и соревновательный периоды// Вестник спортивной науки. 2018. № 4. С. 70-74.
- Гарнов И.О., Чалышева А.А., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Козловская А.В., Бойко Е.Р. Динамика физической работоспособности и стресс-восстановления у лыжниц-гонщиц в подготовительный и соревновательный периоды// Журнал медико-биологических исследований. 2018. Т. 6. № 3. С. 214-222.
- Гарнов И.О., Черных А.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Ценке Д., Бойко Е.Р. Использование электромагнитного излучения крайне высокой частоты в коррекции функционального состояния организма лыжников-гонщиков // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медикобиологические науки. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2016. № 2. С. 70-81
- Дерновой Б.Ф., Прошева В.И. Комплексная оценка сердечно-сосудистой системы спортсменов-лыжников зимой в период подготовки к соревнованиям // Экология человека. 2018. № 8. С. 46–51.
- Есева Т.В. Компьютерная программа в помощь спортсменам для контроля за питанием. Вопросы питания. Т.84, № 3, 2015. С.32-33
- Есева Т.В., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Компьютерная модель представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2018. № 4. С. 25-30
- Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Нутрихин А.В., Ветров А.И., Бойко Е.Р. Динамика функциональных показателей, характеризующих ПАНО, в велоэргометрическом тесте до отказа у юношей-лыжников // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2016. № 6 (138). С.4-8.
- Людинина А.Ю. Эссенциальные жирные кислоты в обеспечении высокой работоспособности лыжников-гонщиков // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2017. № 45 (143). С.38-41
- Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Сопряжение общих липидов плазмы крови и жирового компонента в организме лыжников-гонщиков на разных этапах годового тренировочного цикла // Экстремальная деятельность человека, 2016. № 4(41). С.36-41
- Людинина А.Ю., Бойко Е.Р. Среднецепочечные жирные кислоты в обеспечении физических нагрузок разной интенсивности у лыжников-гонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. № 4. 2015. с.21-25
- Людинина А.Ю., Бушманова Е.А., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Скорость окисления жиров у лыжников-гонщиков в состоянии покоя и при

- физической нагрузке «до отказа» // Спортивная медицина: наука и практика, 2018. Т.9.№ 3. С.13-19
- Людинина А.Ю., Марков А.Л., Бойко Е.Р. Изучение связи эссенциальной альфалиноленовой кислоты с вариабельностью сердечного ритма у лыжниковгонщиков // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т. 8, № 1. С. 17-22
- Людинина А.Ю., Чалышева А.А., Кеткина О.А., Бойко Е.Р. Роль альфалиноленовой кислоты в формировании психофизиологического статуса лыжников-гонщиков // Экстремальная деятельность человека. №1(42).2017. С.18-23
- Мартынов Н.А., Потолицына Н.Н., Володин В.В., Есева Т.В., Бойко Е.Р. Витаминный статус лыжников-гонщиков высокой квалификации в течение годового тренировочного цикла // Вестник спортивной науки, № 4, 2014, С.54-58
- Мартынов Н.А., Потолицына Н.Н., Людинина А.Ю., Володин В.В., Бойко Е.Р. Физическая работоспособность и витаминный статус лыжников-гонщиков на летнем этапе подготовительного периода тренировок // В мире научных открытий. 2012. №2 (26). С. 77-80.
- Паршукова О.И., Бойко Е.Р., Ларина В.Е. Маркеры сосудистого тонуса в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков Республики Коми в течение годового тренировочного цикла // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. 2019. № 2. С. 169-177.
- Паршукова О.И., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Значимость определения оксида азота у высококвалфицированных лыжников-гонщиков / Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2017. № 6(144). С.31-36.
- Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Годовая динамика липидных показателей крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. № 5 (137) С.11-15
- Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р., Нутрихин А.В. Сравнительный анализ уровня метаболитов и кортизола у лыжников-гонщиков после соревнований: от спринта до марафона // Вестник спортивной науки. 2016. № 2. С. 36-40
- Рубцова Л.Ю., Потолицына Н.Н., Монгалёв Н.П. Особенности изменения диаметра эритроцитов в крови спортсменов в условиях физической нагрузки // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 2. С. 121-141.
- Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Черных А.А. Влияние спортивной специализации на максимальные функциональные способности спортсменов при велоэргометрической нагрузке // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2017. № 3 (31). С. 47-51.
- Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Марков А.Л., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Мартынов Н.А., Расторгуев И.А., Черных А.А. Сравнение физиологических показателей и их реакций на физические нагрузки у лыжников гонщиков и тхэквондистов // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. № 2. С. 33-38.

- Солонин Ю.Г., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Потолицына Н.Н., Черных А.А., Бойко Е.Р. Влияние тренировки в горах на организм лыжников Республики Коми // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2017. №4 (142). С.43-49
- Солонин Ю.Г., Гарнов И.О., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Черных А.А., Бойко Е.Р. Функциональная характеристика лыжников-гонщиков Республики Коми // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т. 8. № 2. С.14-22.
- Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Гарнов И.О., Марков А.Л., Черных А.А., Бойко Е.Р. Кардиореспираторная система при велоэргометрическом тестировании у лыжников Республики Коми с разной степенью тренированности // Ульяновский медико-биологический журнал. 2019. № 1. С.76-84.
- Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Марков А.Л., Черных А.А., Гарнов И.О. Влияние широтного фактора на физическую работоспособность лыжников-гонщиков Республики Коми // Журнал медико-биологических исследований. 2018. Т. 6. № 4. С.425-434.
- Солонин Ю.Г., Логинова Т.П., Черных А.А., Гарнов И.О., Марков А.Л., Паршукова О.И., Прошева В.И., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Влияние широтного фактора на организм лыжников Республики Коми // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2018. № 4. С. 19-24
- Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р., Алисултанова Н.Ж. Сравнение функционального состояния спортсменов, развивающих выносливость и скоростную силу // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. № 3. С. 4-9.
- Chalysheva A., Lyudinina A., Boyko E. The role of n-3 polyunsaturated fatty acids in the formation of the psychophysiological status of ski racers // International Journal of Psychophysiology. 2018. 131:S73-S74.
- Garnov I.O., Varlamova N.G., Loginova T.P., Potolitsyna N.N., Chernykh A.A., Boyko E.R. Effects of the maximal bicycle ergometric load test on coordination abilities and functional state of cross-country skiers and biathletes // Russian Journal of Biomechanics. 2019. Vol. 23, No. 2. P. 143-151.
- Lyudinina A. Yu., Ivankova G. E., Bojko E.R. Priority use of medium-chain fatty acids during high-intensity exercise in crosscountry skiers // Journal of the International Society of Sports Nutrition (2018) 15:57
- Lyudinina A., Potolitsyna N., Parshukova O., Boyko E. Metabolic responses in the annual training cycle of highly trained cross-country skiers // Book of abstracts of 15th International Scientific Conference on Transformation Process in Sport "Sport Performance" 12 15 April 2018, Budva Montenegro. p.78-79.

Приложение 2 Разработки Отдела экологической и медицинской физиологии ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, применяемые в работе

2.1 Компьютерная программа «Форма выдачи результатов обследования спортсменов на системе OxyconPro при тестировании «до отказа»

Предназначена для автоматизированного оформления результатов обследования спортсменам при тестировании ≪до отказа» эргоспирометрической системе OxyconPro (Германия), включающая показатели артериального давления, частоты сердечных сокращений, потребления кислорода, ряда расчетных и других, фиксируемых системой OxyconPro, данных. При использовании предлагаемой нами заключения возможно контролировать изменения порога анаэробного окисления (ПАНО) и зон работоспособности в подготовительный и соревновательный периоды. Практическое применение формы заключения является эффективным инструментом динамического наблюдения коррекции тренировочного процесса.



Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Логинова Т.П.. Есева T.B.. Евдокимов А.В. Компьютерная «Форма программа выдачи результатов обследования спортсменов на системе ОхусопРго при тестировании «до отказа» (Св-во ГР № 2015661690 от 03.11.2015 Опубл. 20.12.2015 бюл № 12)

Есева Т.В., Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Компьютерная модель представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжсников-гонщиков / Известия Коми научного центра УрО РАН, 2018. - № 4. — С. 25-30.

Дата обследования Дата				Институт	Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН	нц Уро РАН	одоп	индивидуальные характеристики порога анаэробного обмена	13
Momenta Macca тела, ку Momenta Moment	Дата обсля ФИО	едован	ия	Поп	ACOUNT ME		Потреб	ление О2, л/мин	
CHIX Speckards Corr. Baccardor Chix Baccardor Chix Baccardor Chix	Возраст, л	TeT	Массател	1 1	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	OKON WALEN		сть работы, Вт	
Покой Востанов	Длительно Мощность	OCTB Hab, Br	прузки, минвремя тах в	с нагрузки, с	JOUON	ФИЗИЛ	14 000	/мин	
Покой выстанов: Восстанов правидения дания Покой дание вы востановительная востановительная востановительная востановительная востановительная востановительная востановительная востановительная восчетная востановительная	MIIK		/ ним/г	МЛ/МИН/1	KI	A COLUMN TO THE PARTY OF THE PA	0.0	МЛМОЛБ/Л	
ин расчетная фактическая фактическая 10-60% 60-70% 70-80% 80-90% Индивидуальная фактическая фактическая 1 шах в зоне <		Покої	й Восстанов.		Аэробная з		НО Аназ	робная зона	
ин расчетная от тах в зоне Индивитуяхах 80-90%	AJ,	Chit			восстановительная	тренирующая	тренирующая	>	
Насчетная от тах в зоне Насчетная от	ICC,			O-4	مح	مع	مخ مخ	<u></u>	
	Іактат, гиоль/л				~	~	2	4	
ная от тах 50-60% 60-70% 70-80% 80-90% подуальная сетная ическая 10-80% 80-90% 80-90% подуальная ическая 10-80% 80-90% 80-90% в зоне 10-80% 80-90% 80-90%				"	*	-	`		
ЧСС, уд/мин расчетная фактическая Индивидуальная фактическая Тотребление О _{2, II} мин дату зоне Inpu нагрузках		Pac	четная от тах	%09-05	%02-09	70-80%	%06-08	90-100%	
Индивидуальная фактическая Тотребление О _{2, п} /мин тах в зоне Aд при нагрузках	ЧСС, уд/мин	Ž	ндивидуальная						
Индивидуальная фактическая Тотребление О _{2, п} /мин тах в зоне AД при нагрузках			расчетная						
фактическая Потребление О _{2, п} /мин АД при нагрузках		ИН	дивидуальная						
Потребление O_{Σ} , п/мин max в зоне АД при нагрузках		o	<i>бактическая</i>						
	Потреблени	не Од л	/мин						
	ТΑ		тах в зоне	S. 3.					
	Į		при нагрузках						

Данные получены на эргоспарометримской установке ОкусовР:с (Германия)

© Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН Св. во ГР № 2015661690 от 03.11.2015

2.2 Компьютерная программа «Оценка аэробной работоспособности организма спортсмена через скорость окисления жира при выполнении нагрузки "до отказа" на системе OxyconPro»

Программа предназначена для расчета скорости окисления жира (максимальной и на пороге анаэробного обмена) спортсмена в зависимости от мощности нагрузки, максимального потребления кислорода (МПК) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), фиксируемых системой «ОхусопРго» при выполнении велонагрузки "до отказа". В ходе работы программа формирует персональное заключение об уровне аэробной работоспособности спортсмена, включая инфографику анализа максимальной скорости окисления жира в сопоставлении с МПК и ЧСС.



Людинина А.Ю., Бушманова Е.А., Логинова Т.П., Гарнов И.О., Есева Т.В., Бойко Е.Р., Максимов А.И. «Оценка аэробной работоспособности организма спортсмена через скорость окисления жира при выполнении нагрузки "до отказа" на системе OxyconPro» (Св-во ГР № 2019613060 от 06.03.2019, опубл. бюлл. № 3)

90 170 80 150 20 9 130 чсс уд/мин % or MNK 20 COM max 110 40 протокол оценки аэробной работоспособности Отдел экологической и медицинской физиологии 30 ЧЕРЕЗ СКОРОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ ЖИРА (СОЖ) 90 Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН 20 10 20 сож г/мин 2 S 9'0 5'0 СОЖ г/мин 6 6 6 7 6 6 0 9'0 0,5 0 0,1 4,0 0,2 0,1 Данные получены на эргоспирометрической системе ОхусопPro (Германия) средняя: СОЖ тах, г/мин 0,37-0,69 (муж); 0,23-0,47 (жен) нагрузка, Вт 1. Зона высокой работоспособности в диапазоне ЧСС 120 120 высокая: СОЖ тах, г/мин > 0,69 (муж); 0,47 (жен) низкая: СОЖ max, г/мин < 0,37 (муж); 0,23 (жен) индивидуальные характеристики Масса тела, кг: 64 значение МПК = 4,38 л/мин (68,4 мл/мин/кг) 115,6 Заключение 0,48 40 2. Аэробная тренированность: Дата обследования: 24.06.2013 спортсмен № 1 чсс max = 167 уд/мин COX max (% MIIK) COX min (% MIIK) COM max (r/mnH) YCC - CO米 max показатель ***-*** уд/мин Возраст, лет: 17 910:

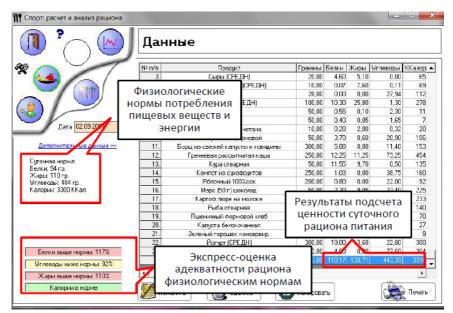
2.3 Компьютерная программа «Спорт: расчет и анализ рациона»

Программа предназначена для индивидуального подсчета пищевой и энергетической ценности рационов питания и анализа расчетных данных. Кроме быстрой оценки адекватности расчетов нормам физиологической потребности организма в основных пищевых веществах и энергии, принятыми Минздравом РФ (1991 г.), производится анализ энергетической структуры рациона, рассчитываются производные показатели (потребление макронуриентов на единицу массы тела и соотношение их поступления с пищей), рассчитывается мышечная масса (предусмотрен ввод величин кожных складок) и запас энергии.

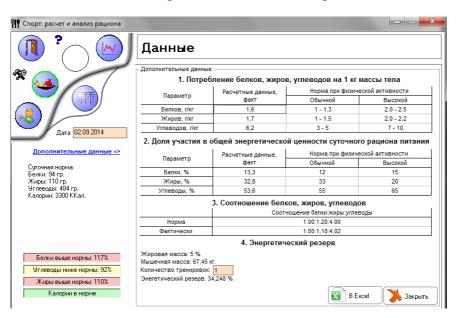


Есева Т.В., Бойко Е.Р., Евдокимов А.В. Программа для ЭВМ «Спорт: расчет и анализ рациона» св-во ГР № 2014619853 от 23.09.2014 (опубл. 20.10.2014 бюл. № 10)

Есева Т.В. Компьютерная программа в помощь спортсменам для контроля за питанием. Вопросы питания. Т.84, N_2 3, 2015. — C.32-33



Расчет пищевой и энергетической ценности рациона питания



Анализ адекватности пищевого рациона нормам

2.4 On-line сервис «Оценка адекватности потребления эссенциальных жирных кислот»

(размещен на сайте Института физиологии http://physiol.komisc.ru)



Предназначен ДЛЯ расчета содержания насыщенных, моно- и полиненасыщенных жиров, включая эссенциальные, в жиросодержащих продуктах питания. Предусматривает оценку соответствия полученных данных рекомендуемым общемировым нормам потребления. позволяет оптимизировать индивидуальный жировой рацион питания.

Людинина А.Ю., Есева Т.В., Бобрецова А.В., Максимов А.И., E.P. Бойко Компьютерная программа «Опенка адекватности потребления эссенциальных жирных кислот» (Св-во ГР № 2016662728 21.11.2016 ОТ Опубл. 20.12.2016 бюл. № 12)



Есева Т.В., Людинина А.Ю. Расчет потребления незаменимых жирных кислот с помощью разработанного on-line сервиса / Медикофизиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всерос. конф. с междунар. участием (19-22 сентября 2018 г.). - Ульяновск: УлГУ, 2018. C.122-124.



Результат работы с программой

Омега-ь ПНЖК - избыточное потребление. Может вызывать:

- риск развития:
 - атеросклероза
 - воспалительных реакций в организме

Источники:

- все растительные масла, орехи, семечки
- майонез (яичный желток)

Омега-6 линолевая кислота (ЛК) - избыточное потребление. Может вызывать:

- увеличение вязкости крови
- спазм и сужение сосудов

Источники:

• растительные масла: подсолнечное, кукурузное, кунжутное, соевое

Омега-3 линоленовая кислота (ЛНК) - дефицит. Может вызывать:

- риск возникновения сердечно-сосудистой патологии (повышение артериального давления, аритмия)
- снижение устойчивости нервной системы
- снижение концентрации внимания
- воспалительные и аллергические реакции

Источники:

- грецкие орехи
- растительные масла: льняное, соевое, рапсовое
- зеленые листья, водоросли (в следовых количествах)

Высокий индекс омега-6/омега-3. Может вызывать:

- увеличение вязкости крови
- спазм сосудов
- снижение времени кровотечения, риск развития сердечно-сосудистых заболеваний

В норме составляет до 10/1 и является фактором, регулирующим баланс противовоспалительных и воспалительных реакций в организме.

Анализ результатов и рекомендации

2.5 Способ восстановления резервов и функционального состояния организма с применением фитоскипидарных ванн

Способ восстановления резервов и функционального состояния организма у спортсменов высокой квалификации с применением фитоскипидарных ванн, заключающийся в том, что в ванну добавляют фитоскипидарное средство в количестве 30-80 мл на 300 л воды или 15-40 мл на 200 л воды и ванну назначают курсом 5-15 процедур один раз в день или через день вечером, длительностью 15-30 мин при температуре 38-42°C. Это позволяет корректировать функциональное состояние организма и восстанавливать его резервы, повышать работоспособность спортсменов в тренировочном и соревновательном процессах.



Гарнов И.О., Бойко Е.Р., Кучин А.В., Варламова Н.Г., Логинова Т.П. Способ восстановления резервов и функционального состояния организма с применением фитоскипидарных ванн. Патент № 2630980 от 15.01.2017

Гарнов И.О., Кучин А.В., Логинова Т.П., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р. Коррекция функционального состояния организма лыжников-гонщиков с помощью ванн со скипидарной эмульсией // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93. №2. С. 26-31.

Приложение 3 Принципы питания спортсмена в схемах

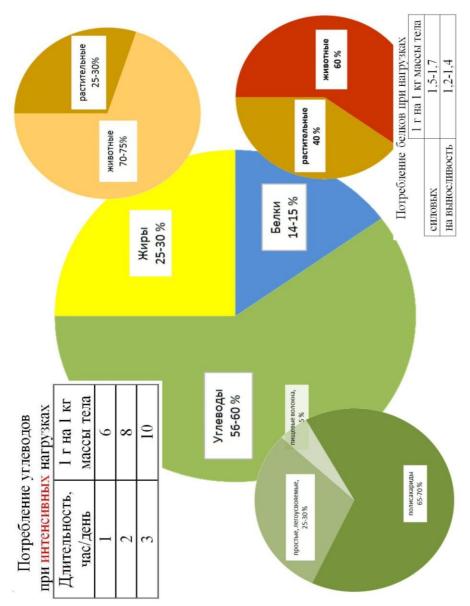


Рисунок 3.1(прил) Рекомендуемая структура суточного рациона спортсменов циклических видов спорта (Рылова Н. В. и др., 2014)

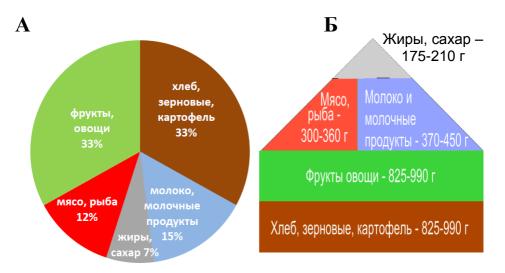


Рисунок 3.2 (прил) А - сбалансированность продуктов суточного рациона спортсмена (Волков, 2000) и Б — пищевая пирамида с рекомендуемыми количествами потребления продуктов питания из расчета общего веса суточного рациона 2,5-3 кг.

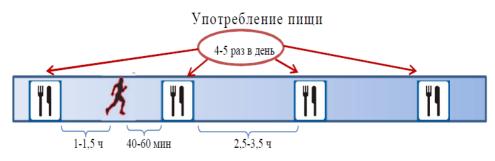


Рисунок 3.3 (прил) Рекомендуемый режим питания спортсмена (Рылова и др., 2014)

Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта

Рекомендовано к печати ученым советом Института физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Редакционная коллегия Д.м.н., профессор. Е.Р.Бойко (отв. редактор), к.б.н., доц. Т.И.Кочан

Макет, обложка Т.В.Есева

ISBN 978-5-7934-0813-4



Подписано в печать 02.10.2019. Формат 60х84 1/16. Бум. офсетная. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 16,5. Тираж 500. Заказ № 19-8433. Отпечатано в ООО «Коми республиканская типография» 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81. Тел. 28-46-71, 28-46-72. E-mail: op6@komitip.ru

