

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт физической культуры, спорта и туризма
Кафедра теоретических основ и менеджмента физической культуры и туризма

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Чикуров
« ____ » _____ 2021г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

49.03.01 Физическая культура

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ У
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ НА
ЭТАПЕ ВЫСШЕГО СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА**

Научный руководитель _____ канд. пед. наук доц. А. И. Чикуров

Выпускник _____ В. Ю. Куимов

Нормоконтролер _____ М. А. Рульковская

Красноярск 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	Оценка функциональных показателей в циклических видах спорта	8
1.1	Порог аэробного обмена (ПАО)	8
1.2	Порог анаэробного обмена (ПАНО).....	9
1.3	Максимальное потребление кислорода (МПК)	14
1.4	Лактат и его особенности.....	21
1.5	Концепция современной теории функциональных показателей	24
1.6	Факторы, которые следует учитывать при медико-биологическом контроле в спорте	32
2	Организация и методы исследования.....	34
2.1	Организация исследования	34
2.2	Методы исследования	36
3	Взаимосвязь функциональных показателей (ПАНО) и рейтинга высококвалифицированных лыжников-гонщиков с учётом, проведенной корреляции общей и специальной выносливости с спортивными результатами	42
3.1	Корреляция общей и специальной выносливости с спортивными результатами высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года.....	42
3.2	Корреляция между рейтингом (количество Rus-пунктов) и показателями (ПАНО) высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года	44
	Заключение.....	49
	Список используемых источников	50
	Приложение А-Е	59

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Оценка функциональной подготовленности у высококвалифицированных лыжников-гонщиков на этапе высшего спортивного мастерства» выполнена на 64 страницах, содержит 10 рисунков, 6 таблиц, 85 использованных источников, 6 приложений.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ПОРОГ АЭРОБНОГО ОБМЕНА, ПОРОГ АНАЭРОБНОГО ОБМЕНА, МАКСИМАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА, ЛАКТАТ, МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, РЕЙТИНГ (СИСТЕМА RUS-ПУНКТОВ) ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ, МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПАНО С ПОМОЩЬЮ ДЖО ФРИЛА.

Объект исследования: процесс функциональной подготовки лыжников гонщиков.

Предмет исследования: показатели функциональной подготовленности лыжников-гонщиков на этапе высшего спортивного мастерства.

Цель исследования: определить взаимосвязь показателей функциональной подготовленности со спортивным результатом лыжников-гонщиков на этапе высшего спортивного мастерства.

В результате исследования было выявлено очень слабая взаимосвязь показателей ПАНО с рейтингом лыжников-гонщиков (система Rus-пунктов), данные результатов корреляционной связи указывают на то, что отдельные показатели функциональной подготовленности не отражают уровень соревновательной готовности.

ВВЕДЕНИЕ

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[8].

В лыжном спорте, напрямую связанным с циклической продолжительной работой, немаловажная роль при достижении спортивных результатов принадлежит развитию высокоразвитым качествам специальной и общей выносливости, уровню развития анаэробных и аэробных возможностей, присущих организму спортсмена. Современные лыжные гонки – это преодоление дистанций различной длины, от 1 до 70 км. Разнообразие соревновательных дистанций, различный формат и стиль гонок по-разному определяет физиологическую напряженность деятельности лыжника[33].

Лимитирующим фактором при составлении плана подготовки для работы со спортсменом является достоверная информация о функциональном состоянии спортсмена. Определение биохимических показателей в спорте позволяет изучить функциональную готовность спортсмена в определенный промежуток времени и внести определенные корректировки в построении тренировочного плана при его необходимости.

Биохимический контроль позволяет решить много задач: выявление реакции организма на физические нагрузки, оценка уровня тренированности, адекватности применения фармакологических и других восстанавливающих средств, роли энергетических метаболических систем в мышечной деятельности, воздействия климатических факторов и др. В связи с этим, в практике спорта используется биохимический контроль на различных этапах подготовки спортсменов.

Одним из важнейших показателей спортивной работоспособности является величина порога анаэробного обмена (ПАНО), характеризующего момент перехода энергетического метаболизма в мышечной ткани на преимущественно гликолитический [21, 26, 30, 34].

Стоит отметить, что существование порога анаэробного обмена взаимодействует с другими функциональными показателями спортсмена, такими как максимальное потребление кислорода (МПК) и аэробный порог.

При построении тренировочного процесса лыжников-гонщиков учитывается соотношение объема нагрузки аэробной и анаэробной зон интенсивности. Это соотношение является базовым принципом, которого нужно придерживаться при подготовке высококвалифицированных лыжников-гонщиков. Организация данного процесса требует контроля со стороны тренерского штаба и медицинского персонала. Необходимы расчеты показателей порога аэробного обмена (ПАО), порога анаэробного обмена (ПАНО) и максимального потребления кислорода (МПК). На основе данных показателей можно отслеживать динамику прироста скорости в зонах интенсивности, что является ключевым при формировании соревновательной скорости.

Одним из основных методов контроля в циклических видах спорта является измерение лактата в крови. Лактат накапливается в организме при физической нагрузке в режиме анаэробной энергетической системы, а также анаэробной алактатной. В режиме аэробной системы лактат в некоторых дозах выводится из организма, часть остается.

В теории и практике лыжных гонок сведения о проблеме изучения ПАНО, ПАО, МПК и их влиянии на результативность соревновательной деятельности, встречаются лишь фрагментарно. Следствием этого в источниках научно-методической литературы является отсутствие единого представления о структуре ПАНО, ПАО, МПК. Множество различных трактовок о понятии порога анаэробного и аэробного обмена, а также МПК, становится причиной

отсутствия конкретных методик построения учебно-тренировочного процесса лыжников-гонщиков.

Большинство спортсменов тренируется слишком интенсивно или слишком однообразно, некоторые тренируются с чрезмерно низкой интенсивностью. Как бы то ни было, ни те, ни другие, никогда не смогут достичь желаемых результатов.

Установить оптимальную тренировочную интенсивность можно двумя способами: при помощи замеров уровня лактата (молочной кислоты) в крови или при помощи регистрации частоты сердечных сокращений (ЧСС). Используя оба или один из этих методов, спортсмены часто добиваются более высоких результатов даже при меньшем объеме и интенсивности тренировок[41].

В настоящий момент нужно рассмотреть следующие физиологические показатели АэП, АнП, МПК и оценить влияние различных факторов при индивидуальном подходе спортсменов во время тестирования данных показателей.

Таким образом, многообразие различных определений порог анаэробного обмена, МПК, АэП и их изучения с точки зрения применения в учебно-тренировочном процессе и соревновательной деятельности в лыжных гонках.

На этом основании своевременный и достоверный контроль спортсменов во время тренировочных мероприятий и соревновательной деятельности является актуальной проблемой.

Объект исследования: процесс функциональной подготовки лыжников гонщиков.

Предмет исследования: показатели функциональной подготовленности лыжников-гонщиков на этапе высшего спортивного мастерства.

Цель исследования: определить взаимосвязь показателей функциональной подготовленности со спортивным результатом лыжников-гонщиков на этапе высшего спортивного мастерства.

Гипотеза: отдельные показатели функциональной готовности не отражают уровень соревновательной готовности.

Задачи исследования:

1. Анализ литературных источников по оценке аэробных показателей функциональной готовности в циклических видах спорта.
2. Рассмотреть современные требования, предъявляемые к методикам оценки функционального состояния лыжников-гонщиков.
3. Определить взаимосвязь между результатами общей и специальной подготовленности с учетом биологических показателей функциональной готовности у лыжников гонщиков.
4. Определить объективные показатели функциональной подготовленности, влияющих на спортивный результат квалифицированных лыжников-гонщиков.

Методы исследования:

1. Теоретический анализ научно-методической литературы.
2. Педагогическое тестирование.
3. Метод математико-статистической обработки данных.

Наше исследование использует комплексный подход к изучению проблемы медико-биологического контроля, позволяющего определять функциональные показатели спортсменов (ПАО, ПАНО, МПК) в управлении тренировочного процесса.

В ходе выполнения работы будут проанализированы и обобщены результаты российских и зарубежных ученых по данной проблеме, с учетом использованных ими методов и подходов к решениям данной задачи.

1 Оценка функциональных показателей в циклических видах спорта

1.1 Порог аэробного обмена (ПАО)

При изучении понятия порога аэробного обмена стоит рассмотреть определения, представленные в научных работах, которые описывают взаимосвязь с функционированием организма во время тренировочного процесса с применением кислородтранспортной системы. Аэробный порог - функциональный показатель, обеспечивающий длительное время удерживать темп по ходу тренировки или соревнования без участия накопления масштабных индексов лактата.

Определение ПАО Земцовой И. И. раскрывает некоторые аспекты функционального показателя. При первом приросте концентрации лактата в крови фиксируется первая пороговая точка – первый анаэробный порог – ПАО(1). Эту точку также называют аэробным порогом, так как до этого отмечается существенный прирост анаэробного метаболизма. Существует мнение, что аэробный порог – это мощность циклической работы, в которой в существенном объеме участвуют мышечные волокна гликолитического типа (БС волокна 2 типа). В среднем концентрация лактата в крови составляет около $2 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ [16].

Бомпа Т., Буццичелли К.Б. раскрывая термин «аэробная работоспособность», указывают на то, что данное понятие используется в физиологии мышечной деятельности для обозначения способности выполнять предельную по интенсивности физическую нагрузку, энергообеспечение которой осуществляется преимущественно аэробным путем, то есть нагрузку продолжительностью более 3–4 минут.

Циклические виды спорта такие как, лыжные гонки и биатлон – это виды спорта, в которых при выполнении соревновательного упражнения

задействованы практически все мышцы ног, туловища и плечевого пояса. Большая масса работающих мышц интенсивно потребляет кислород. Это означает, что доставка кислорода к мышцам и способность мышц потреблять кислород – это наиболее важные физиологические факторы, влияющие на аэробную работоспособность биатлониста и лыжника[6].

Согласно данным, которые представлены в Таблице 1, существенный объем нагрузки был выполнен в первой зоне интенсивности, что отражает основной принцип подготовки лыжников-гонщиков. Индекс высокого показателя корреляции в 1 зоне мощности годичного объема тренировочной нагрузки указывает на применение аэробного порога в тренировочном процессе в большей степени. Первая зона мощности относится к аэробной зоне интенсивности. При построении тренировочного процесса нужно уделить повышенное внимание аэробной производительности, поскольку мощность данного показателя формирует адаптацию организма к анаэробной нагрузке.

Таблица 1 – Корреляционные связи показателей годичных объемов тренировочных нагрузок с успешностью выступления команды. Выделены достоверные коэффициенты корреляции

Годичный объем тренировочных нагрузок разного рода	Коэффициент корреляции
I зона мощности (%)	-0,74844
II зона мощности (%)	0,201916
III зона мощности (%)	0,317608
IV зона мощности (%)	0,265821

1.2 Порог анаэробного обмена

В начале XX века Дуглас с соавт. [36, 53, 68] обнаружили, что мышечная работа определенной интенсивности не вызывает повышения концентрации лактата по сравнению с покоем. При некотором уровне нагрузки, концентрация

лактата повышается. Они также заметили, что концентрация бикарбонатных ионов (HCO_3^-) снижалась при увеличении концентрации лактата в крови, и усиливалось дыхание[53].

Физиологические и биохимические изменения, происходящие в организме при совершении физической работы, привлекают внимание исследователей более ста лет. В первой половине прошлого столетия Douglas с соавт. [58] обнаружили, что при некотором уровне нагрузки концентрация лактата в крови увеличивается, что сопровождается снижением концентрации бикарбонатных ионов и усилением дыхания. Позднее Wasserman [81] и Holtmann [69] разработали концепцию «порога анаэробной нагрузки организма» и неинвазивные методы его определения, связав повышение концентрации лактата с возникающим кислородным долгом.

В 1924 году Хилл с соавт. предположили, что повышение концентрации лактата при физической нагрузке вызвано неадекватностью количества поступающего кислорода энергетическому запросу сокращающихся мышц[63].

Независимо от них в начале 1960-х годов в Германии Хотльманн создал концепцию анаэробного порога и разработал метод его неинвазивного определения. Значительный интерес к концепции в странах Европы и Скандинавии, наблюдаемый в настоящее время, обусловлен работами Хотльманна и связью анаэробного порога с выносливостью[64].

В 1964 году Вассерманн и Мак Иллрой [71] предложили термин «анаэробный порог» и выдвинули концепцию о возможности индикации начала метаболического (лактатного) ацидоза по показателям газообмена, измеряемым на выдохе. Позднее неинвазивный метод определения анаэробного порога был усовершенствован[46, 50, 72].

На протяжении 30–40 лет активным изучением показателей аэробного и анаэробного порогов занимаются ученые: Brooks G.A., Fahey T.D., Wasserman K., Whipp B., Koyak S., Beaver W., Davis J.A., они внесли наибольший вклад в теорию метаболических порогов [46, 55, 80].

В последнее время сам термин «анаэробный порог» стал мишенью многочисленных нападок, вызванных точностью формулировок. В ранних работах авторы [63, 71] предполагали, что увеличение концентрации лактата связано с началом локальной мышечной гипоксии при определенной интенсивности работы. Вассерман использовал слово «анаэробный», чтобы показать, что запас кислорода недостаточен для обеспечения потребностей работающих мышц исключительно аэробным путем, хотя другие авторы, использовавшие этот термин, не отстаивали этих механистических представлений[44].

Порог анаэробного обмена – это граница между аэробной и анаэробной зоной нагрузки. Зона той работоспособности, в которой атлет может себе позволить выполнять высокую нагрузку в течение заданного промежутка времени.

Соловьев, В. Б., Марри, Р. Считают, что одним из важнейших показателей спортивной работоспособности в спортивной практике, является величина порога анаэробного обмена (ПАНО), характеризующего момент перехода энергетического метаболизма в мышечной ткани на преимущественно гликолитический путь ресинтеза АТФ. Порогом анаэробного обмена называется уровень нагрузки, при превышении которого обнаруживаются метаболический ацидоз и сопряженные сдвиги газообмена[26, 34].

Астахов А. В. Указывает на то, что одно из ключевых звеньев в развитии анаэробной выносливости является ПАНО (порог анаэробного обмена). Порог анаэробного обмена (ПАНО) – надежный физиологический показатель интенсивности тренировочной нагрузки квалифицированных спортсменов[1, 2].

От уровня анаэробного порога (АнП) зависит скорость выполнения двигательных действий во время соревновательной деятельности. Подбирая соревновательный темп, вы в действительности подбираете темп, который не допускает накопления лактата (побочного продукта углеводного обмена). Когда вы отдыхаете, передвигаясь пешком или медленным бегом, количество лактата

в крови остается низким и относительно постоянным, поскольку темпы проникновения лактата в кровь равны темпам его выведения из крови[40].

ПАНО характеризуется уровнем потребления кислорода при физической нагрузке, выше которого анаэробный механизм синтеза АТФ дополняет аэробный путь. Данный показатель является косвенной характеристикой выносливости, также он является очень переменным, так как зависит от многих факторов (режим тренировок, диета, даже условия окружающей среды)[3].

Исходя из определения анаэробный порог, которое в физиологическом смысле трактуется как уровень интенсивности нагрузки, при котором лактат вырабатывается быстрее, чем успевает утилизироваться.

Дж. Дэниелс в своих работах делает акцент на применение ПАНО в спортивной подготовке. Он считает, что уровень молочной кислоты на уровне ПАНО может варьироваться в разных единицах, и совсем не обязательно, чтобы УМК не превышал 4 ммоль/л. Дж. Даниэльс показал на примере двух спортсменов зависимость УМК относительно ПАНО.

Оказалось, что для большей части бегунов уровень молочной кислоты в крови (УМК) при подобной нагрузке может превышать 4,0 ммоль/л и вообще может отклоняться от этой цифры в широких пределах. Один бегун поддерживает УМК на уровне 2,8 и чувствует при этом такую же нагрузку, как другой при постоянном УМК, равном 7,2. При этом оба находятся на своих ПАНО, хотя УМК у каждого существенно отличается от среднего значения 4,0. Если попросить их обоих тренироваться при УМК 4,0, то первый получит чрезмерную нагрузку, а второй – недостаточную. Для вычисления порогового темпа бега более правильным будет не попытка поддерживать постоянный уровень молочной кислоты, а использование заданного процента от их индивидуальной аэробной производительности, определенной на основании их соревновательных результатов[13].

Порог анаэробного обмена (ПАНО) отражает экономичность аэробного механизма энергообеспечения, а значит во многом определяет и выносливость.

Уровень использования аэробных возможностей (эффективность аэробного механизма) может быть оценен по показателю порога анаэробного обмена (ПАНО), который выражается в % от МПК.

Для проявления аэробных процессов большое значение имеет тот уровень мощности работы, начиная с которого наряду с аэробным механизмом энергообеспечения включается гликолитический. Этот уровень мощности работы принято называть порогом анаэробного обмена.

При повышении мощности работы гликолитическое энергообеспечение возрастает до тех пор, пока не будет достигнута критическая скорость. Это та мощность работы, при которой достигается МПК.

В практике используется несколько методов определения ПАНО. Один из них основан на расчете показателя ExhCO_2 - избыточного выделения углекислого газа, характеризующий количество молочной кислоты, которое нейтрализуется в бикарбонатной буферной системе крови. Эта нейтрализация сопровождается выделением дополнительных, по сравнению с уровнем тканевого метаболизма, количеств углекислого газа. Другой метод определения ПАНО осуществляется по величине концентрации молочной кислоты в крови 4 ммоль/л (36 мг%). В этом случае используются нагрузки, мощность работы при которых ступенчато возрастают (2—3 ступени). После каждой ступени производится определение содержания молочной кислоты в крови. В заключении строится график зависимости лактат (уровень молочной кислоты) — мощность нагрузки.

При изучении ряда литературных источников был обнаружен высокий коэффициент корреляции ПАНО, что означает высокое влияние ПАНО на спортивный результат во всех представленных видах спорта: велогонка, бег на длинные дистанции, гребля и конькобежный спорт. Оценивая высокую корреляцию между показателями ПАНО и результатами в спорте, определенно стоит рассматривать не сам показатель порога анаэробного обмена, а время и максимальную скорость, при которой может работать спортсмен в условиях соревновательной деятельности.

В целом ряде научных исследованиях были обнаружены очень высокие коэффициенты корреляции ($r = 0,7-0,8$) анаэробного порога (ПАНО) со спортивной результативностью в таких видах спорта, как велогонка, бег на длинные дистанции, гребля и конькобежный спорт [51, 54, 57, 74, 75].

1.3 Максимальное потребление кислорода (МПК)

Еще в 1929 г. А. Гиллом было впервые отмечено, что способность мышц к выполнению механических усилий может быть оценена с помощью измерения количества кислорода, поглощенного ими в процессе выполнения работы [17].

Одним из ключевых критериев биоэнергетических механизмов является показатель мощности аэробных механизмов - показатель МПК, который в значительной мере определяет общую физическую работоспособность. Вклад этого показателя в специальную физическую подготовленность в циклических видах спорта, в дистанциях, начиная со средних дистанций, составляет от 50 до 95%.

В физиологии мерой аэробной мощности и интегральным показателем состояния транспортной системы кислорода является МПК. Аэробная работоспособность спортсмена тесно связана с МПК, поскольку, чем выше максимальное потребление кислорода, тем более развита аэробная работоспособность. Главной задачей организма во время интенсивной физической нагрузки является своевременное обеспечение тканей кислородом. МПК — это то количество кислорода, которое организм способен усвоить за 1 минуту; данные выражаются в единицах л/мин или в мл/мин/кг [25].

Нужно воспринимать три составляющие, которые определяют величину максимального потребления кислорода: - объем сердечного выброса (в минуту); - способность крови транспортировать кислород (определяется содержанием гемоглобина в красных кровяных клетках — эритроцитах); - количество скелетных мышц, задействованных в упражнениях, и способность

мышц использовать поставляемый кислород. Из вышеперечисленных факторов, определяющих величину максимального потребления кислорода, наиболее важным, с точки зрения развития физических качеств на тренировках, является роль скелетных мышц. Чем большее количество скелетных мышц задействовано в упражнениях, тем больше потенциал всего организма для повышения МПК. Кроме того, способность мышц потреблять поставляемый кислород определяется и типом мышечного волокна[44].

Максимальное потребление кислорода зависит от двух основных факторов: совершенства респираторной системы (соматического благополучия сердечно-сосудистой и кислородтранспортной систем) и способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород[17].

Величина максимального потребления кислорода зависит от пола, возраста, вида спорта, физической подготовленности спортсмена, массы и композиционного состава тела и варьирует в широких пределах[33].

Максимальное потребление кислорода зависит от многих факторов: совершенства респираторной системы: способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород, спортивной квалификации спортсмена[5].

Величина МПК зависит:

- от ФС СВД (как вентиляции, так и диффузии);
- от эффективности легочного кровообращения;
- от состояния кислородной емкости крови;
- от активности ферментных систем;
- от количества работающих мышц;
- от состояния системы регуляции (НС);

По мнению ВОЗ, МПК является одним из наиболее информативных показателей функционального состояния кислородтранспортной системы, ее резервов, системы энергетического метаболизма, аэробного потенциала организма и уровня здоровья. Максимальное потребление кислорода характеризует высшую границу доступного организму уровня окислительных процессов, предельно усиленных мышечной деятельностью[12].

Движение атмосферного кислорода в организме от легких до тканей определяет участие в кислородном транспорте следующих систем организма:

- система внешнего дыхания (вентиляция),
- система крови,
- сердечно-сосудистая система (циркуляция),
- система утилизации организмом кислорода.

Прирост аэробной производительности (АП) в первую очередь связан с повышением активной деятельности систем вентиляции, циркуляции и утилизации, правда, их включение идет не параллельно и постепенно всех разом, а гетерохронно: на начальном этапе адаптации преимущественно система вентиляции, затем циркуляция и на этапе высшего спортивного мастерства - система утилизации[22, 23].

Исследования в лаборатории физиологии ВГАФК показали, что общий размер прироста показателя относительно максимального потребления кислорода составляет в среднем $1/3$ от исходного, (генетически детерминированного уровня) - т.е. около 35%. На этапе начальной подготовки прирост МПК составляет до 20%. На этапе спортивного совершенствования прирост МПК/вес замедляется и составляет около 10%, а на этапе высшего спортивного мастерства прирост минимален - до 5-7%[83].

Большое значение для проявления выносливости имеют биоэнергетические процессы, протекающие в различных органах, тканях и организме в целом как в период физической нагрузки, так и в условиях восстановления.

Тест МПК отражает, какое количество кислорода сердце может переносить в мышцы, чтобы затем использовать его для получения энергии. Высокий показатель МПК считается энергетически-ценным при аэробном окислении митохондрий, он также является наиболее важным физиологическим фактором определяющим работоспособность, преимущественно в циклических видах спорта.

Данному тесту присуще различного рода побочные факторы, оказывающие весомое влияние. Один из них скорость поглощения давления и борьба с ним внутри организма у каждого индивидуальна. Фактор, связующий межреберное пространство мышц и непосредственно межреберные мышцы. У каждого человека растяжение и укорочение ранее упомянутых мышц является индивидуальным. Тесное взаимодействие на респираторную систему оказывают: хеморецепторы, механорецепторы, проприорецепторы.

Важным источником увеличения производительности в видах спорта на выносливость служит формирование способности тканей к утилизации кислорода. Установлено, что высшие спортивные достижения, связанные с максимальной выносливостью, могут быть показаны при потреблении кислорода до 80 мл на 1 кг веса в минуту и более.[60].

Развитие физического качества – выносливости основывается главным образом на повышении максимального потребления кислорода, поскольку считается, что этот показатель представляет собой обобщенную оценку уровня работы физиологических функций, обеспечивающих поступление, транспорт и утилизацию кислорода в организме[10,23].

На основании полученных экспериментальных данных, ученые определили, что в соревновательном периоде величина МПК, как правило, снижается, а корреляция со спортивным результатом уменьшается, и что одинаково высокие результаты могут показывать спортсмены с разным и даже относительно невысоким МПК[9].

На протяжении продолжительного периода времени в процессе педагогических экспериментов и научных исследований показано, что повышение выносливости связано не столько с увеличением поступления кислорода в кровь и улучшением его доставки к работающим мышцам, сколько с повышением способности самих мышц к более высокому проценту утилизации кислорода. Отсюда следует, что не величина МПК, а внутримышечные факторы, обусловленные адаптацией мышечного аппарата к длительной напряженной работе, определяют уровень выносливости

спортсмена. Повышается внутримышечный энергетический потенциал, мощность окислительных процессов и сократительных (силовых) свойств мышц, снижается скорость гликолиза. Вместе с тем интенсифицируется удаление конечных продуктов метаболических процессов, в том числе скорость окисления лактата в работающих мышцах[59].

На основании вышеперечисленных данных исследований в процессе задействованных мышц активной двигательной деятельности Ю. В. Верхошанский сформировал следующий вывод о том, что выносливость определяется не только количеством кислорода, доставляемого к работающим мышцам, а в большей степени адаптацией самих мышц к длительной напряженной работе. Главная суть морфофункциональной специализации (МФС) организма спортсмена в тренировке на выносливость заключается в повышении возможностей мышц к аэробному и анаэробному метаболизму.

Причем специфическая особенность МФС специализации заключается в повышении мощности аэробного энергообразования (или «дыхательных» способностей) мышц, преимущественно привлекаемых к работе, т. е. более полноценного использования поступающего к ним кислорода для ресинтеза АТФ[9].

Работающим мышцам необходима энергия. Следовательно, любая физическая нагрузка требует поставки энергии. В нашем организме существуют разные системы энергообеспечения, каждая из которых имеет свои особенности. Составление оптимальной тренировочной программы возможно только при хорошем знании принципов энергообеспечения. Если прислушиваться к своему организму, то можно достаточно точно установить, какая именно из систем в данный момент задействована для снабжения работающих мышц энергией. Однако, на практике, многие спортсмены не уделяют внимания к сигналам своего организма, в соответствии с которыми они могли бы вносить изменения в свою тренировочную программу.

Измерение МПК производится прямым (с газоанализом выдыхаемого воздуха) и косвенными методами. Чаще всего МПК определяется при

выполнении мышечной нагрузки на велоэргометре, на тредбане, во время плавания в гидроканале или «на привязи», по мощности соответствующей уровню индивидуальной критической мощности.

При прямом определении МПК испытуемый, после предварительной разминки, совершает нагрузку, мощность которой ступенчатообразно повышается. В процессе тестирования на каждой ступени нагрузки производится газоанализ выдыхаемого воздуха и регистрация уровня легочной вентиляции.

Наиболее часто уровень МПК и ПАНО у лыжников-гонщиков оценивают с помощью велоэргометра или беговой дорожки. Данная оценка несет другой характер нагрузки на системы организма, а во время выполнения теста включается часть других мышечных волокон, некоторые вовсе не востребованы при проведении этого тестирования, поэтому наиболее качественно будет провести оценку функциональной готовности с использованием тредбана, лыжных палочек и лыжероллеров.

При полном востребовании функционирования мышечной деятельности всей системы организма во время подготовки спортсменов в избранном виде спорта нужно сохранить биомеханику исполнения технического движения и при этом сконцентрировать внимание на выполнение частоты сокращения структурных элементов: актина и миозина.

Тренировочный процесс при достаточном и компенсированном объеме выполнения технических движений, присуще соревновательной практике, формирует стабильность и адаптацию механизмов организма к соревнованиям.

Впоследствии механизм адаптации переходит на другой этап стабилизации, и в организме происходит перестройка респираторной, сердечнососудистой, пищеварительной, опорно-двигательной, эндокринной, нервной, выделительной систем. При преобразованиях в перечисленных выше системах, реакция в каждом виде спорта особенна и индивидуальна по отношению к конкретно выбранному спортсмену.

Выделяют основные критерии, которые образуются в процессе достижения величины МПК:

1. Дыхательный коэффициент повышается до 1,1 - 1,2 и более;
2. Появляется плато на графике зависимости потребления кислорода от мощности работы;
3. Концентрация уровня лактата в крови достигает более 80 - 100 мг/%;
4. ЧСС увеличивается до 190 - 200 уд/мин или достигает индивидуального максимума в зависимости от возраста;
5. Показатель величины артериального давления достигает 180 - 200 мм рт. ст.

В таблице 2 Американского колледжа спортивной медицины приведены значения МПК(мл/мин/кг) у мужчин. Наиболее высокие показатели МПК отмечаются в циклических видах спорта. Данный факт объясним, поскольку атлеты циклических видов спорта имеют высокоразвитую кардиореспираторную систему для выполнения объемных нагрузок на выносливость в течение продолжительного времени.

Таблица 2 – Показатели МПК в различных видах спорта

Вид спорта	Максимальное потребление кислорода, мл/мин/кг		
	Astrand	Wilmore	В. Л. Кариман
Лыжные гонки	83	83	77
Бег на длинные дистанции (5000 и 10000 м)	80	72	74
Бег на средние дистанции (400, 800 и 1500 м)	76	72	72
Конькобежный спорт	78	76	76
Велоспорт (шоссе)	75	70	74
Плавание	67	62	70
Спортивная ходьба	71	70	68
Теннис	59	-	56
Борьба	57	59	56
Хоккей	52	54	56

Окончание таблицы 2

Футбол	51	58	57
Гимнастика	45	46	47
Тяжелая атлетика	44	45	45

1.4 Лактат и его особенности

Ю.В.Верхошанский считает, что развитие выносливости связано не только с совершенствованием «дыхательных» способностей, но и с функциональной специализацией скелетных мышц — повышением их силовых и окислительных свойств. Отсюда основным направлением в развитии выносливости должно стать не «привыкание» к высокому уровню концентрации лактата в крови, а стремление к снижению доли гликолиза в обеспечении работы и совершенствовании способности мышц к окислению лактата в процессе работы[9].

Развитие выносливости должно быть ориентировано главным образом на устранение несоответствия между гликолитической и окислительной способностями мышц, что является основной причиной высокой концентрации лактата, и на максимальное использование аэробного пути энергообеспечения работы организма. Это является наиболее экономичным и рациональным путем энергообеспечения при работе связанной с проявлением выносливости[33].

Лактат образуется в результате неполного окисления углеводов. Когда организм расщепляет углеводы для энергии, образуется пируват. В мышечных клетках пируват используется либо для выработки энергии в митохондриях, либо для снижения выработки молочной кислоты. Ферменты, которые вырабатывают лактат и аэробные ферменты в митохондриях, конкурируют за пируват.

По мере увеличения скорости, вначале ходьбы, а потом бега, увеличиваются как темпы производства лактата мышцами, так и темпы его нейтрализации различными тканями организма. Тем не менее, когда скорость

бега превышает определенную интенсивность, темпы формирования лактата становятся выше темпов его удаления, вследствие чего концентрация лактата в мышцах и крови возрастает. Интенсивность упражнения, выше которой механизмы нейтрализации лактата не успевают за его выработкой, и является анаэробным порогом[40].

Скорость формирования молочной кислоты определяется темпами производства пирувата относительно темпов использования пирувата митохондриями. Ограничивающим фактором обычно является недостаток аэробных ферментов или кислорода в митохондриях для задействования пирувата в процессах образования энергии с той же скоростью, с которой он вырабатывается. Когда темпы гликолиза (в результате которого образуется пируват) превышают темпы использования пирувата митохондриями, в мышцах формируется молочная кислота, которая быстро превращается в лактат (соль молочной кислоты)[40].

В транспортировке лактата в мышцах участвует несколько белков: МСТ1, МСТ4, NHE1, МСТ1, NHE1. Лактат образуется в волокнах с большой долей энергообеспечения, затем он выбрасывается в межклеточное пространство, оттуда часть транспортируется в медленные волокна, где окисляется, а часть лактата выводится в кровь и доставляется другим потребителям. Чем больше лактата утилизируется в мышце, тем меньше выводится в кровь. На высокой интенсивности скорость образования лактата становится намного выше, чем утилизация в мышцах и начинает резко возрастать концентрация лактата в крови. Чем больше капилляров в мышцах, тем быстрее будет выводиться лактат.

Образование лактата и увеличение его концентрации происходит с помощью окисления субстратов в матриксах митохондрий, происходящего в мышечных волокнах и органах, после того, когда лактат выходит в кровь. Содержание количества митохондрий в органах существенное, к примеру сердце имеет самое высокое содержание митохондрий 36% от общего состава. Другие органы (печень, почки, поджелудочная железа) имеют митохондрий

немного меньше, но все же выполняют особую роль в окислительных процессах. Лактат начинает окисляться в результате цикла Кребса в тех органах, которые предрасполагают к наиболее высокому процентному содержанию митохондрий в составе клеток органов.

Образование лактата непосредственно связано с взаимодействием буферной системой организма. Также лактат с увеличением интенсивности выполняемого упражнения свыше 60% от максимального потребления кислорода происходит снижение внутримышечного кислородного давления, что приводит к тому, что окислительное фосфорилирование в митохондриях становится кислородо-зависимым и для поддержания необходимого соотношения $[АДФ] \cdot [Ф(н)] / [АТФ]$ потребуется усиление анаэробного гликолиза с соответствующим ускорением образования молочной кислоты.

Усиление симпатoadреналовой активности с повышением интенсивности выполняемой работы приводит к активации фосфоорилазы под воздействием адреналина и одновременному ускорению образования молочной кислоты.

Гормон адреналин к тому же снижает скорость устранения молочной кислоты из работающих мышц, а симпатoadреналовая активность вызывает вазоконстрикцию и уменьшение кровотока в печени, почках и неработающих мышцах, что снижает скорость окисления молочной кислоты и уменьшает ее удаление из работающих мышц.

Концентрация лактата в крови показывает соотношение между выработкой лактата мышцами, диффузией лактата в кровь и его поглощением мышцами, сердцем, печенью и почками. Выработка и потребление лактата происходит даже во время покоя, но пока выработка равна потреблению, концентрация лактата в крови не повышается. Организм обладает несколькими механизмами нейтрализации лактата, а концентрация лактата, которая сопровождает каждый механизм, имеет разную величину во время отдыха, нагрузки и восстановления. Часть лактата окисляется в работающих мышцах, а его остаток, в конечном итоге, диффундирует из мышц в кровь. Попадая в

систему кровообращения, большая часть лактата либо превращается в глюкозу в печени, либо используется в качестве топлива мышцами и сердцем[40].

Высокие показатели лактата повышают риск возникновения травмы. Ацидоз мышечной ткани приводит к микроразрывам (незначительные повреждения мышц, которые могут стать причиной травмы в случае недостаточного восстановления). При наличии высоких показателей лактата замедляется образование КрФ. По этой причине лучше не допускать высоких показателей лактата во время спринтерских тренировок. При высоких показателях лактата снижается утилизация жира. Это означает, что в случае истощения гликогеновых запасов энергообеспечение организма окажется под угрозой, поскольку организм будет не способен использовать жир[41].

Результаты экспериментов с применением радиоизотопной методики в состоянии мышечного покоя [67] и данные, полученные Connett et al. [52] показывают, что лактат образуется и в условиях достаточного поступления кислорода.

Таким образом, продукция лактата не обязательно связана с анаэробными условиями, то есть образованием АТФ при дефиците кислорода. В настоящее время общепризнанным является тот факт, что измерение концентрации лактата в крови не дает информации о скорости его образования, а лишь отражает баланс между выходом лактата в кровь и его устранением из крови [48, 78].

1.5 Концепция современной теории функциональных показателей

В настоящее время гипотеза лактатного порога подвергается резкой критике со стороны физиологов и биохимиков [45, 83]. Некоторые авторы [47] предлагают отказаться от данной концепции в связи с множеством противоречий и неточностью неинвазивных методов определения величины анаэробного порога и методов, основанных на измерении концентрации лактата в крови и показателей газообмена.

Основной результат, поддерживающий гипотезу анаэробного порога, состоит в том, что при нарастающей интенсивности физической нагрузки существует момент, начиная с которого концентрация лактата в крови резко увеличивается [64, 81]. Это наблюдение и было ранее ошибочно принято за внезапное начало продукции лактата[56].

Отстаивание гипотезы лактатного порога продолжается[56, 64, 77], поскольку она имеет практическую ценность, позволяя оценивать работоспособность организма в изменяющихся условиях, уровень физической подготовки спортсменов и др..

При работе на уровне анаэробного порога в течение нескольких десятков минут наблюдается баланс между продукцией и утилизацией метаболитов гликолиза. При физической нагрузке выше анаэробного порога в мышце происходит прогрессирующее увеличение содержания различных метаболитов. Это может привести к отказу от продолжения работы: выраженное увеличение содержания ионов водорода и других метаболитов ведет к снижению сократительных возможностей скелетной мышцы [49, 62].

В полевых условиях возникают затруднения, например, из-за отсутствия портативного газоанализатора. Поэтому F. Conconi и соавт. предложили определять АП по изменению формы кривой “ЧСС – скорость бега”. Последующие исследования показали, что “метод Conconi” позволяет получать достоверные данные лишь в 80% случаев, в 20% случаев на экспериментальной кривой изломы не обнаруживаются. Разработка отечественными специалистами прибора “Волю” метр"900” в портативном варианте (SV"3000) позволяет в полевых условиях регистрировать легочную вентиляцию, глубину дыхания, частоту дыхания. Это дает возможность определения в полевых условиях вентиляционного АП[79].

Главное помнить, что лактатный порог сильно зависит от тренировочного задания. Так, если велосипедист попытается сесть за новый, ранее неиспользовавшийся гребной тренажер и грести при ЧСС = 158, то он быстро устанет. Гребля задействует другие мышцы и нервномышечные связи. Так как

эти мышцы менее тренированы, то лактатный порог велосипедиста в гребле будет значительно ниже. Эта специфика важна при использовании ЧСС в качестве определяющего показателя в «пересекающихся тренировочных нагрузках», также как для спортсмена-многоборца. Надо заметить, что по легочной вентиляции в ступенчатом тесте легко определяется аэробный порог (АЭП), но второй перелом – АНП, в явном виде определяется (находится) не всегда.

При изучении показателей АЭП, ПАНО, МПК часто рисуют лактатную прямую, с помощью данной прямой определяют точки, отображающие функциональные показатели. Существует мнение, что Обычно АНП расценивается, как косвенная мера аэробных возможностей мышц лучше связана с результатами, чем МПК. Лактатная прямая, взятая из газоанализаторов зависит от большого количества факторов.

Концентрация лактата в крови зависит:

Скорости образования лактата в гликолитических волокнах

Скорости выброса из гликолитических волокон

Скорости поглощения и утилизации в соседних медленных волокнах

Скорости выброса в кровь

Скорости кровеносной системы утилизации лактата мышцами

Скорости утилизации лактата (мозгом, печенью, сердцем, мышцами)

В соревновательной практике лыжников-гонщиков наиболее активно используется гликоген. Процесс гликолиза протекает с образованием различных параметров, оказывающих воздействие на образование молочной кислоты.

Факторы, влияющие на образование молочной кислоты в ходе анаэробного гликолиза при напряженной мышечной работе[66].

1. Усиление симпатoadреналовой активности с повышением интенсивности выполняемой работы приводит к активации фосфоорилазы под воздействием адреналина и одновременному ускорению образования молочной кислоты.

2. Адреналин к тому же снижает скорость устранения молочной кислоты из работающих мышц.

3. Симпатоадреналовая активность вызывает вазоконстрикцию и уменьшение кровотока в печени, почках и неработающих мышцах, что снижает скорость окисления молочной кислоты и уменьшает ее удаление из работающих мышц.

4. Увеличение количества вовлекаемых в работу быстросокращаемых мышечных волокон с повышением интенсивности выполняемого упражнения также усиливает образование молочной кислоты в работающих мышцах; при этом скорость образования молочной кислоты превышает скорость ее удаления из крови и работающих мышц.

В эксперименте спортсмены проходили ступенчатый тест с нагрузкой 50Вт первые 4 минуты, затем повышение нагрузки каждые 2 минуты на 10Вт, до отказа (таблица 3). Для эксперимента во время тренировок задействовали только одну ногу, при проведении тестирования время до отказа и концентрация лактата в крови была выше в тренированной ноге. В мышцах тренированной ноги, показатели были намного ниже, чем в ноге, которую не задействовали во время тренировок, кроме того закисление (рН) в тренированной ноге было существенно ниже, чем в контрольной [70].

Таблица 3 – Содержание лактата и рН в мышцах

Показатель	Нетренированная нога	Тренированная нога
Время до отказа в мин.	8.2 +- 0.7	10.6+-0.7
Лактат в крови моль/л	8.0 +- 0.9	10.7 +-0.4
Лактат в мышцах ммоль/л сухой вес	96.5 +-14.5	59.0+-15.1
рН в мышце	6.69 +-0.04	6.82+-0.05

Данный эксперимент показывает, что содержание лактата в крови может мало, что говорить о том, что происходит в мышцах. Если спортсмен вначале

подготовительного периода заболел или находится не в форме, то мышцы после рабочего отрезка могут быть сильно закислены, а лактометр покажет, что особого закисления нет. И, наоборот у человека состояние хорошей формы и будет тошнить от высокой концентрации лактата в крови, а мышцы будут еще работоспособны.

Эти значения нужно рассматривать в контексте этапа подготовки и тренированности.

При тестировании лактата в ходе тренировок, нужно учитывать несколько факторов: концентрация лактата крови сильно зависит от содержания кол-ва гликогена в мышцах. После тренировки с расходом большого количества гликогена лактатная кривая снижается, повышается рН крови[76].

Нужно отметить, что не во всех случаях концентрация лактата в крови падает, она может повыситься после снижения гликогена в мышцах.

Достаточно 3-х дней низкоуглеводной диеты с повышенным содержанием жиров, чтобы лактатная кривая снизилась. И формально лактатный порог увеличился на 20%. Произойдет ухудшение аэробных возможностей мышц. На соревнованиях это формальное увеличение порога ничего не дает, а спортсмен может выступить неудачно из-за сниженного гликогена в мышцах[73].

На концентрацию лактата в крови сильно влияет концентрация адреналина. (Watt 2001,) При умеренной нагрузке 60% от МПК происходит существенное повышение концентрации лактата в крови, потому что адреналин через систему Бета2-рецепторов стимулирует гликолиз[82].

При работе 70% от МПК немного ниже АНП. В норме лактат ниже 4, но если тоже самая работа делается при повышенном уровне адреналина, то лактат возрастает 10мин.=4.9 20м.=4.8 30м.=4.2 40м.=4.6 . А в мышцах концентрация лактата почти в 2 раза выше в конце нагрузки. Также изменяется дыхательный коэффициент[61].

У спортсменов первой группы, при скорости 4,0 м/с уровень лактата начинает резко возрастать с $4,1 \pm 0,36$ до $16 \pm 1,2$ ммоль/л (рис 1, А). Согласно гипотезе анаэробного порога эта точка соответствует величине порога анаэробного обмена, что совпадает с данными, имеющимися в литературе [26, 27, 30, 35].

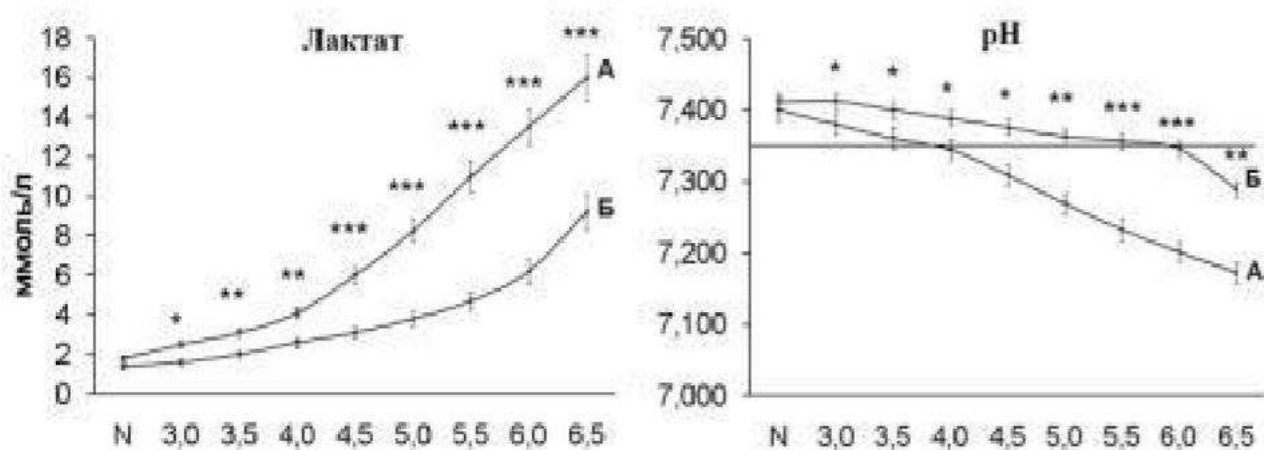


Рисунок 1 – Концентрация молочной кислоты (лактат, ммоль/л) и значение водородного показателя (рН) в крови спортсменов (n=19-24) в норме и при физической работе. (А – первая экспериментальная группа, Б – вторая экспериментальная группа; *-P< 0,05, **-P< 0,01, ***-P< 0,001. По оси категорий отмечены: N – физиологическое состояние, 3,0-6,5 – скорость бега (м/с) на тредбане).

Однако у спортсменов высокой квалификации концентрация лактата начинает резко возрастать с $5,9 \pm 0,47$ ммоль/л при скорости 6,0 м/с (рис 1, Б). Возрастание величины лактатного порога при адаптации к спортивным тренировкам достаточно хорошо описано [4, 7, 21, 27] и предложены гипотетические молекулярные механизмы подобного сдвига [7, 15, 21]. Тем не менее, Davis [55, 56] показывает, что определение динамики изменения концентрации лактата не может служить методикой определения величины анаэробного порога поскольку усиленный выброс лактата является лишь

показателем уже совершившегося перехода метаболизма глюкозы на преимущественно гликолитический и не отражает причину начала повышенного образования лактата, а, соответственно и истинную точку порога анаэробного обмена.

На рисунке 2 изображена кривая, отображающая показатели лактата с повышением нагрузки. В данном эксперименте участвовал квалифицированный спортсмен уровня сборной России по лыжным гонкам. В ходе тестирования удалось выявить ПАНО, показатель которого составил = 5.3 ммоль/л, после прохождения порога ПАНО, как следует из данных, представленных на рисунке 2, отмечается резкий, «лавинообразный» прирост концентрации ЛАК в 2-3 раза. Данный эксперимент указывает на то, что показатели лактата = 4ммоль/л не являются достоверной оценкой порога анаэробного обмена[39].

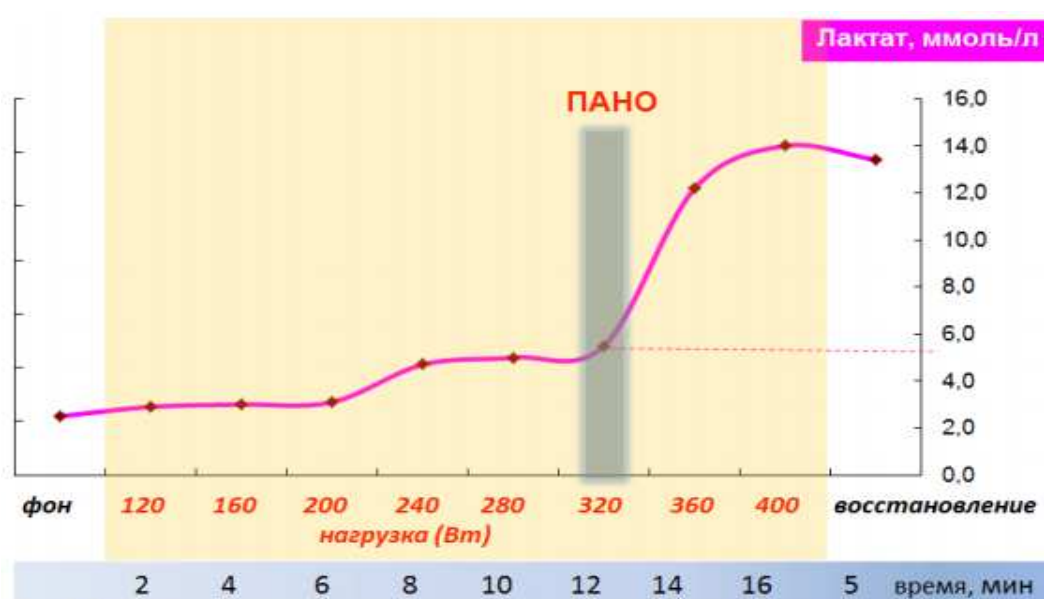


Рисунок 2 – Показатель лактата у лыжника-гонщика при тестировании «до отказа»

Практически все исследования в области метаболизма при физической работе оперируют предположением о том, что увеличение концентрации лактата связано с началом локальной мышечной гипоксии при определенной интенсивности работы [18, 19, 42]. Однако многочисленные попытки

установить связь между легочной вентиляцией, потреблением кислорода и лактатным порогом показали, что прямой связи нет [30, 31, 36], и, если процессы вентиляции и потребления кислорода изменяются линейно при линейно нарастающей интенсивности физической нагрузки, то и увеличение концентрации лактата должно происходить линейно, без точки излома.

Концентрация лактата в точке ПАНО не является постоянной величиной и зависит от степени тренированности спортсмена, а значение рН в точке ПАНО, как показывают результаты нашего исследования, всегда одинаковое – 7,35. Определение величины рН будет являться более универсальной методикой и не требовать объемной работы по построению графиков с определением точки излома в зависимости концентрации лактата от времени работы[20].

Эффективность воздействия пороговой нагрузки зависит от точности определения и контроля её интенсивности, что возможно только на основе индивидуального подхода (рисунок 3)[38].

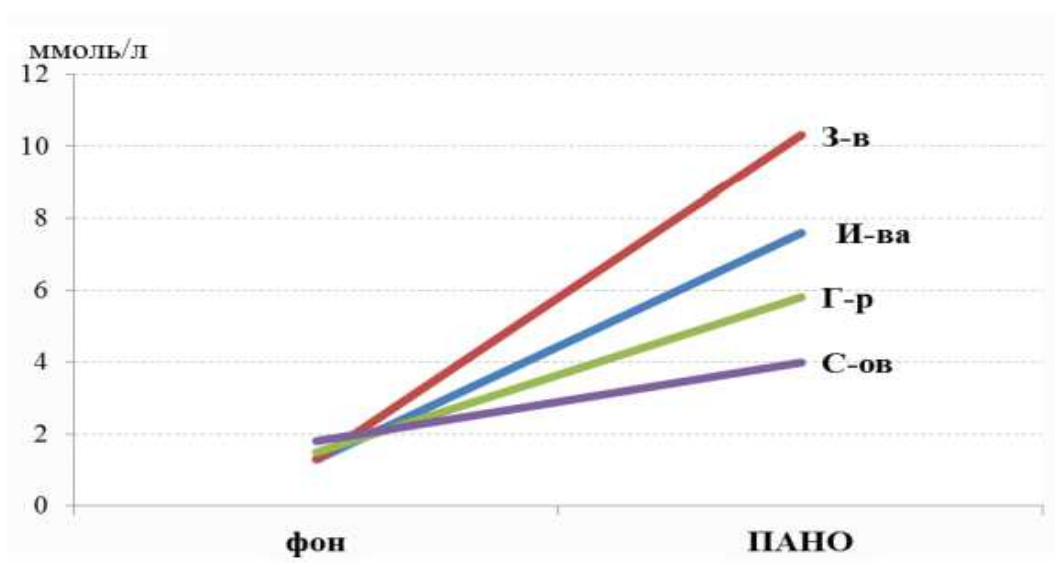


Рисунок 3 – Индивидуальные показатели лактата на пороге ПАНО при тестировании «до отказа»

Хотелось бы обратить внимание, что концентрация лактата на ПАНО является приблизительной и может отличаться у разных спортсменов[39].

1.6 Факторы, которые следует учитывать при медико-биологическом контроле в спорте

Многие факторы могут изменить срочную реакцию вашего организма на физическую нагрузку. При этом особо следует учитывать условия окружающей среды. Такие факторы, как температура и влажность в лаборатории, а также освещенность и наличие шума в месте проведения теста, могут заметно повлиять на реакцию организма и в состоянии покоя, и при выполнении физической нагрузки. Следует даже учитывать, когда и какое количество пищи вы съели. Таблица 4 иллюстрирует, как различные факторы окружающей среды могут изменить частоту сердечных сокращений (ЧСС) в покое и во время бега на тредбане с интенсивностью 14 км/час (9 миль/час). Частота сердечных сокращений испытуемого во время нагрузки изменилась на 25 уд/мин при повышении температуры воздуха с 21 до 35 °С (70 — 95 °Ф). Представленные значения (таблица 4) отражают влияние внешних факторов на организм спортсмена, указывая на применение акцентированного внимания при измерениях функциональных показателей[37].

Таблица 4 – Изменение ЧСС при беге на тредбане с интенсивностью 14 км/ч в зависимости от изменения условий окружающей среды

Фактор внешней среды	ЧСС уд / мин	
	Покой	Нагрузка
Температура 50% влажности		
21° С (70°Ф)	60	165
35° С (95°Ф)	70	190
Влажность, % (21° С)		
50	60	165
90	65	175
Уровень шума (21оС, 50 % влажности)		

Окончание таблицы 4

Низкий	60	165
Высокий	70	165
Потребление пищи (21oC, 50 % влажности)		
Небольшое количество пищи, принятой за 3 ч до физической нагрузки	60	165
Большое количество пищи, принятой за 30 мин до физической нагрузки	70	175

Следует учитывать и тщательно контролировать условия, при которых тестируют испытуемых, как в покое, так и при выполнении физической нагрузки. Такие факторы окружающей среды, как температура, влажность, высота над уровнем моря, уровень шума могут воздействовать на степень реакции всех основных физиологических систем. Точно так же следует контролировать суточные и менструальные циклы [37].

Высокие достижения в спорте требуют качественного контроля со стороны тренера и медицинского персонала. При отлаженной системе контроля над спортсменом не возникает серьезных проблем по перестройке тренировочного процесса при подготовке к соревновательной деятельности, поскольку концептуальный сформированный тренировочный план и своевременный контроль над реакцией организма спортсмена на выполненную нагрузку дает уверенность при подготовке к соревнованиям.

2. Организация и методы исследования

2.1 Организация исследования

В исследовании приняли участие 10 высококвалифицированных лыжников-гонщиков Красноярского края в возрасте 21-23 года.

Согласно возрастной классификации по виду спорта, обследованные относились к молодежному возрасту, которые являются переходной ступенью во взрослый спорт.

Особенностью этого возраста является резкое увеличение соревновательной скорости спортсмена. Мужчины старше 23-х лет отличаются повышенными показателями мощности и скорости, выполненным объемом работы – ОФП и СФП. Чтобы рационально адаптироваться под данные критерии, нужно выстроить отчетливую систему подготовки спортсменов, выявить, преобладающие средства тренировки и работать над ними.

Мы проанализировали результаты чемпионатов России в течение 10 лет, начиная с 2009 по 2019 год, и выявили, что наиболее частые победы одерживали в возрасте старше 23-х лет, но и присутствовали победы и в возрасте 21-23 года. Оценивая данные результаты можно сделать вывод, что в молодежном возрасте 21-23 года можно добиваться высоких результатов на чемпионате России при эффективном и проработанном плане подготовки.

Возраст 21-23 года является молодежным возрастом в лыжных гонках. Данный возраст является последним этапом перехода на высшую степень спортивного мастерства. При построении тренировочного процесса тренеры сталкиваются с проблемами распределения общей и специальной физической подготовки в данном возрасте.

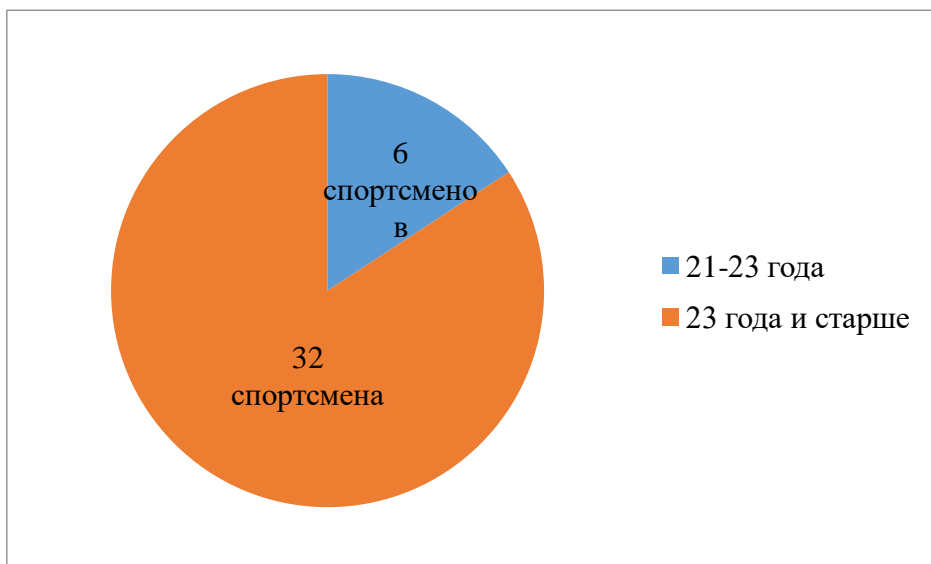


Рисунок. 4 – Анализ возраста победителей чемпионатов России по лыжным гонкам в течение 10 лет

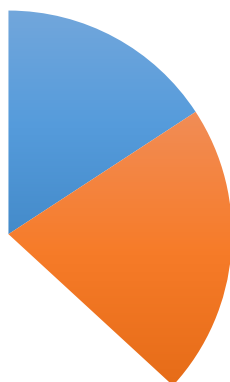


Рисунок. 5 – Анализ возраста спортсменов-победителей чемпионата России по лыжным гонкам в течение 10 лет

Все вышеизложенное определило выбор возраста контингента, поэтому мы решили взять для нашего исследования возраст 21-23 года высококвалифицированных лыжников-гонщиков. В исследовании можно выделить следующие этапы:

1. Анализ научно-методической литературы и оценка результатов чемпионатов России по лыжным гонкам за последние 10 лет позволили выявить актуальность исследования и возраст контингента.

2. Определение взаимосвязи спортивного результата высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года с общей и специальной выносливостью.

3. Оценка развития физических качеств у высококвалифицированных лыжников-гонщиков на общую и специальную выносливость.

4. Определение функционального показателя (ПАНО) у лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года с использованием метода в лабораторных условиях и метода Джо Фрила.

5. Определение взаимосвязи между дистанционным рейтингом высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года и показателями ПАНО при сравнении показателей с помощью двух методов измерения.

Тестирование проводилось в 2020 году в городе Красноярске в период с 22 июля по 13 сентября. Тест в беге на 3000 метров проводился на стадионе ДИНАМО. Тест на специальную выносливость проходил на МСК РАДУГА.

2.2 Методы исследования

В проведенном исследовании применялись следующие методы:

1. Анализ научно-методической литературы;
2. Контрольные испытания (двигательные тесты);
3. Методы математической статистики.

Анализ научно-методической литературы

Анализ научно-методической литературы показал, что проблема оценки функциональных показателей при использовании средств общей и специальной подготовки в прогрессировании результатов соревновательной

деятельности лыжников-гонщиков недостаточно изучена. Верхошанский выделяет специально-физическую подготовку, и склоняет ее к основному средству подготовки. Лыжные гонки – это аэробный вид спорта, в котором преимущественно важно развитие окислительных мышечных волокон, и поддержание высокой мощности на уровне порога анаэробного обмена. Дистанционная скорость обеспечивается многими факторами. Однако основной предпосылкой к достижению ее высоких значений является повышение доли аэробного пути в энергообеспечении мышечной работы. Путь к этому следует искать не только в повышении МПК (как это обычно представляется), а в совершенствовании дыхательных способностей мышц, что требует поиска специализированных методов СФП[9].

Авторы: Д. В. Попов и О. Л. Виноградова [90] утверждают, что у высококвалифицированных спортсменов мощность и потребление кислорода на уровне ПАНО сильно связаны со спортивным результатом на длинных дистанциях. Лыжные гонки — это вид спорта, в котором при выполнении соревновательного упражнения задействованы практически все мышцы ног, туловища и плечевого пояса. В последние пятнадцать лет в лыжных гонках обозначилась тенденция к увеличению использования при движении на соревновательных дистанциях одновременного хода и, соответственно, увеличению нагрузки на мышцы плечевого пояса.

Более того, некоторые спортсмены проходят дистанции, используя исключительно одновременный ход. В ряде работ показано, что аэробные возможности мышц плечевого пояса (скорость и потребление кислорода на ПАНО, пиковое потребление кислорода при работе руками, скорость преодоления дистанции 3 км одновременным бесшажным ходом) положительно и статистически значимо коррелируют с рейтингом спортсменов-лыжников за сезон и со скоростью на соревновательной дистанции [90].

Более того, отмечается, что аэробные возможности мышц плечевого пояса более тесно связаны со спортивным результатом, чем аэробные возможности мышц ног, определяемые в беговом тесте на беговой дорожке.

Прямые измерения показали, что у высококвалифицированных лыжников при работе попеременным ходом (работа руками и ногами) с интенсивностью 76% от максимального потребления кислорода мышцы рук продуцируют лактат, тогда как мышцы ног его потребляют[29].

Контрольные испытания (двигательные тесты)

Метод контрольных испытаний включил двигательные тесты для выявления уровня развития двигательных качеств у спортсменов в возрасте 21-23 года.

Для оценки уровня развития общей выносливости использовали тест «бег 3000 метров».

Цель теста: определить уровень развития общей выносливости.

Оборудование: стандартная атлетическая дорожка (круг 400 метров), 2 секундомера.

Процедура проведения теста: спортсмены бегут 7.5 кругов по 400 метров. Старт общий для всех участников теста, начинается с команды «Внимание... Марш!». Секундомер включается после команды «Марш!». Если совершен фальстарт, то допускается перестартовка.

Результаты: в качестве результатов принималось время прохождения дистанции с точностью до сотых секунд.

Для оценки уровня специальной выносливости проводился тест «бег на лыжероллерах 15км»

Оборудование: 2 секундомера, идентичные лыжероллеры фирма START SCATING, лыжные палочки, ботинки, шлем, очки.

Процедура тестирования: спортсмены бегут 6 кругов по 2.5км. Старт отдельный с интервалом 30сек. для всех участников теста, начинается с команды «Внимание... Марш!». Секундомер включается после команды «Марш!».

Результаты: в качестве результатов принималось время прохождения дистанции с точность до сотых секунд.

Измерение ПАНО с помощью метода Джо Фрила.

Цель теста: определить ЧСС на уровне ПАНО.

Процедура тестирования: спортсмены бегут индивидуальную гонку на лыжах 30 минут, стиль свободный. Старт отдельный с интервалом 2 мин.

Оборудование: мониторы датчика ЧСС, спортивные часы фирма Polar, 2 секундомера.

Функциональное тестирование (определение ПАНО)

В эксперименте участвовало 10 высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года, тренирующихся на этапе высшего спортивного мастерства. Эксперимент был разделен на 2 этапа.

Первый этап проходил в марте 2021 года во время соревновательного периода лыжников-гонщиков. Тестирование проходило с помощью измерения метода Джо Фрила на спортивном комплексе «Академия Биатлона» в рамках контрольной тренировки.

Результаты тестирования функциональных показателей у группы спортивного совершенствования с помощью измерения метода Джо Фрила представлены в приложении Д.

Второй этап нашего исследования проходил в апреле 2021 года в лабораторных условиях с целью определения функциональных показателей. Данный этап проходил в лаборатории с применением высокоточных приборов измерения.

Результаты функциональных показателей лыжников-гонщиков сборной Красноярского края в возрасте 21-23 года с помощью измерения в лаборатории представлены в приложении Е.

Метод математико-статистической обработки данных

Корреляционный анализ

Под корреляцией понимают связь между признаками, которая имеет статистический характер. В случае функциональной связи, одному значению аргумента соответствует только одно значение функции. Для реальных объектов, однако, характерна статистическая связь, то есть, для каждого значения аргумента существует ряд значений функции. Сила и направление такой связи измеряется с использованием методов корреляционного анализа. С его помощью определяют фактическую степень параллелизма между двумя рядами изучаемых признаков, и дают оценку тесноты установленной связи с помощью количественного выраженного коэффициента.

В общем случае предпочтительно использование непараметрических методов, так как они не зависят от вида статистического распределения анализируемых данных. Наиболее популярный непараметрический метод корреляционного анализа – ранговая корреляция Спирмена ρ , который используют для анализа количественных или ранговых показателей[24].

Первый этап расчёта ρ – ранжирование данных, если анализируемый признак количественный. Если ранги показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, в большинстве случаев совпадают (большему значению одного показателя соответствует большее значение другого показателя), делается вывод о наличии прямой корреляционной связи. Если ранги показателей имеют противоположную направленность (большему значению одного показателя соответствует меньшее значение другого), то говорят об обратной связи между ними. Для отсутствия связи типично случайное совпадение одних значений с другими. Значение ρ находят по формуле (1):

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (1)$$

где d_2 – разность между рангами сопряженных значений признаков, n – объем выборки[24].

При использовании коэффициента ранговой корреляции условно оценивают тесноту связи между признаками, считая значения коэффициента равные 0,3 и менее – показателями слабой тесноты связи; значения более 0,4, но менее 0,7 – показателями умеренной тесноты связи, а значения 0,7 и более – показателями высокой тесноты связи[28].

Метод оценки результативности в лыжных гонках.

В федерации лыжных гонок России существует рейтинговая система RUS-пункт. RUS-пункт – это общепринятая с 2008 года Федерацией лыжных гонок России и универсальная оценка результата, показанного спортсменом в гонке календаря ФЛГР, относительно победителя данной гонки. Количество RUS-пунктов рассчитывается по заранее оговоренной формуле и вносится в итоговый протокол. Лист RUS-пунктов – перечень спортсменов, опубликованных ФЛГР в порядке ухудшения RUS-пунктов спортсменов. Гоночные RUS-пункты лыжника-гонщика являются процентом проигрыша победителю и рассчитываются с помощью формулы (2):

$$\text{RUS-пункт} = (T_x / T_{\text{поб}} - 1) * F \quad (2)$$

где, T_x – время спортсмена в секундах; $T_{\text{поб}}$ – время победителя гонки в секундах; F – фактор гонки. Фактор гонки является, по сути, выравнивающим коэффициентом. Фактор гонки зависит от вида старта (спринтерская или дистанционная гонка) особенностей и условий проведения лыжной гонки, а также от состава участников[85].

К факторам гонки относятся такие факторы как длина соревновательной трассы, перепад высот, максимальный подъем, сумма перепадов высот и высшая точка над уровнем моря. Благодаря такому показателю как фактор гонки удается стандартизировать результаты спринтерских и дистанционных соревнований.

Следует отметить, что чем лучший результат показывает спортсмен на соревновании, тем меньше RUS-пунктов он получает за данную гонку[11].

3 Взаимосвязь функциональных показателей (ПАНО) и рейтинга высококвалифицированных лыжников-гонщиков с учетом корреляции общей и специальной выносливости с спортивными результатами

3.1 Корреляция общей и специальной выносливости с спортивными результатами квалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года

После проведения тестов на общую и специальную выносливость, мы рассчитали корреляцию с Rus-пунктами. Коэффициент корреляции между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами теста «Бег 3км» составил: $r=0.381$, что является слабой силой связи. Коэффициент корреляции между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами тест на лыжероллерах 15км (свободный стиль) составил: $r=0.863$, что является сильной теснотой связи.

Данные показатели коэффициентов показывают взаимосвязь общей и специальной выносливости с дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков система (RUS-пунктов). В рассмотренном нами эксперименте специальная выносливость имеет более тесную связь с RUS-пунктами, поэтому при подготовке высококвалифицированных спортсменов в возрасте 21-23года стоит акцентировать внимание на специальную выносливость.

Таблица 5. – Результаты контрольных испытаний лыжников-гонщиков

	Тест 3000 метров, мин.	Тест лыжероллеры 15000 метров, мин.
Среднее	9,42	33,11
Станд. отклонение	0,24	0,95

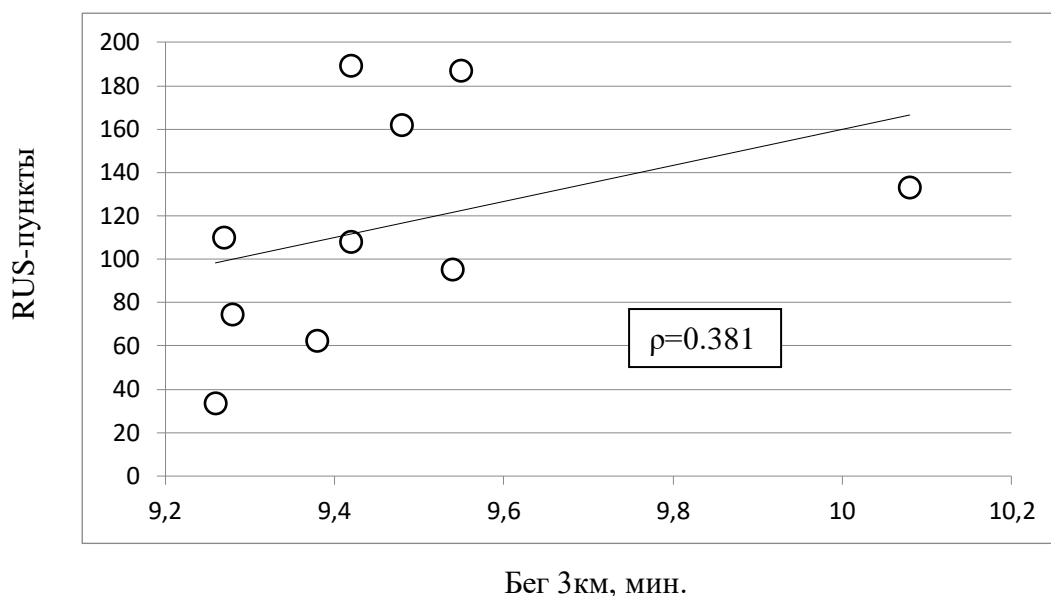


Рисунок 6 – Корреляционная связь между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами теста «Бег 3км»

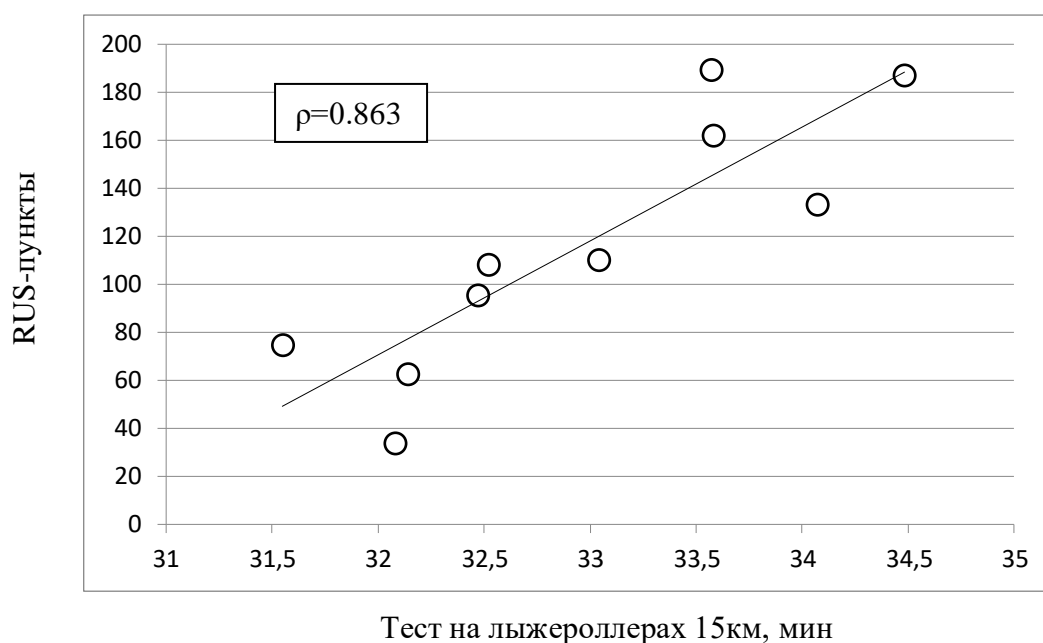


Рисунок 7 – Корреляционная связь между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами тест на лыжероллерах 15км (свободный стиль)

Таким образом, при проведении контрольных тестов и статистико-математических исследований было выявлено, что специальная выносливость у высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23года, имеет

более тесную взаимосвязь со спортивным результатом, чем общая выносливость.

На основе проведенной корреляции, мы выяснили, что специальная выносливость вносит значительный вклад, чем общая выносливость по отношению к спортивному результату, резюмируя корреляционные данные можно выделить, что при оценке функциональных показателей, наиболее достоверными результатами спортсмена являются тесты с использованием средств специальной выносливости спортсмена. Зачастую специалисты в области функциональных тестирований проводят их, не включая специальные средства подготовки в избранном виде спорта. К таким показателям стоит относиться с особой осторожностью и использовать их преимущественно в том виде деятельности, который обладает взаимосвязью с биомеханикой выполнения двигательного действия и включения идентичных мышечных волокон.

3.2 Корреляция между рейтингом (кол-во Rus-пунктов) и показателями (ПАНО) высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года

После проведения тестов на определение ПАНО у высококвалифицированных лыжников-гонщиков, мы рассчитали корреляцию с Rus-пунктами. Коэффициент корреляции между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами теста «Метод Джо Фрила» составил: $r = (-0.173)$, что является очень слабой силой связи.

Коэффициент корреляции между дистанционным рейтингом высококвалифицированных лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами теста определения ПАНО в лабораторных условиях с использованием лыжной имитации бега составил: $r = (-0.290)$, что является очень слабой силой связи. Данные показатели коэффициентов показывают

взаимосвязь функционального показателя (ПАНО) с дистанционным рейтингом высококвалифицированных лыжников-гонщиков система (RUS-пунктов).

В рассмотренном нами тесте функциональные показатели ПАНО имеют очень слабую связь с RUS-пунктами, поэтому при подготовке высококвалифицированных лыжников-гонщиков 21-23года не стоит выстраивать взаимосвязь оценки отдельных функциональных показателей с результатом лыжников-гонщиков, а нужно стремиться к увеличению продолжительности при максимально высокой скорости и мощности в период времени на уровне оценки ПАНО. Учитывать комплексное оценивание различных функциональных показателей с результатами спортсменов.

На сегодняшний день тема функциональной диагностики изучена недостаточно и имеет множество посторонних факторов, оказывающих особое влияние при тестировании любого спортсмена.

Таблица 6 – Функциональные показатели (ПАНО)

	Тестирование «Метод Джо Фрила», ЧСС	Тестирование в лабораторных условиях, ЧСС
Среднее	175,2	175
Станд. отклонение	3,29	3,56

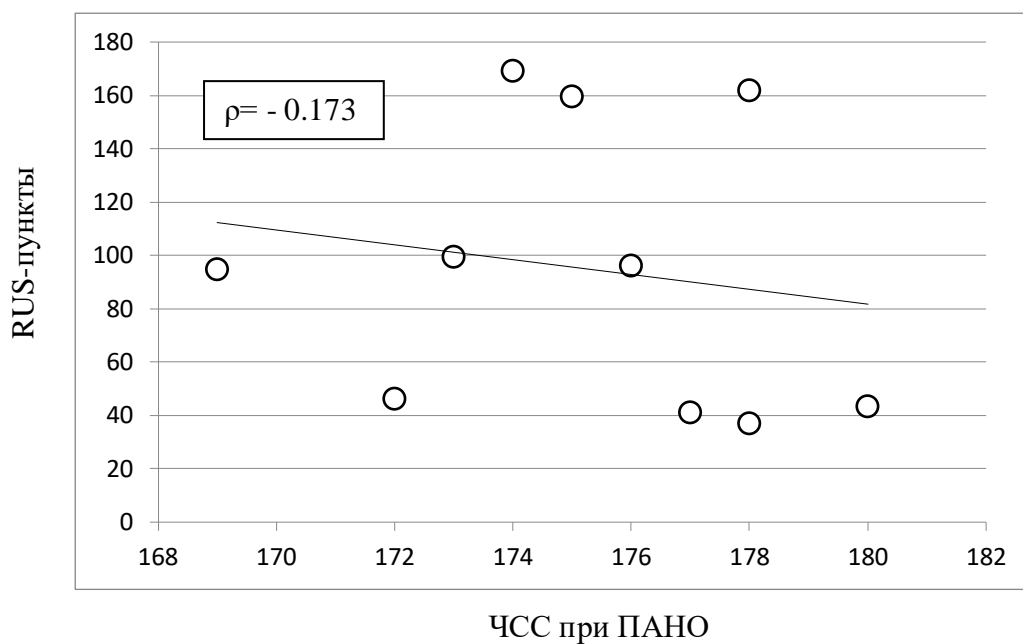


Рисунок 8 – Корреляционная связь между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами функциональных показателей теста определения ПАНО «Метод Джо Фрила»

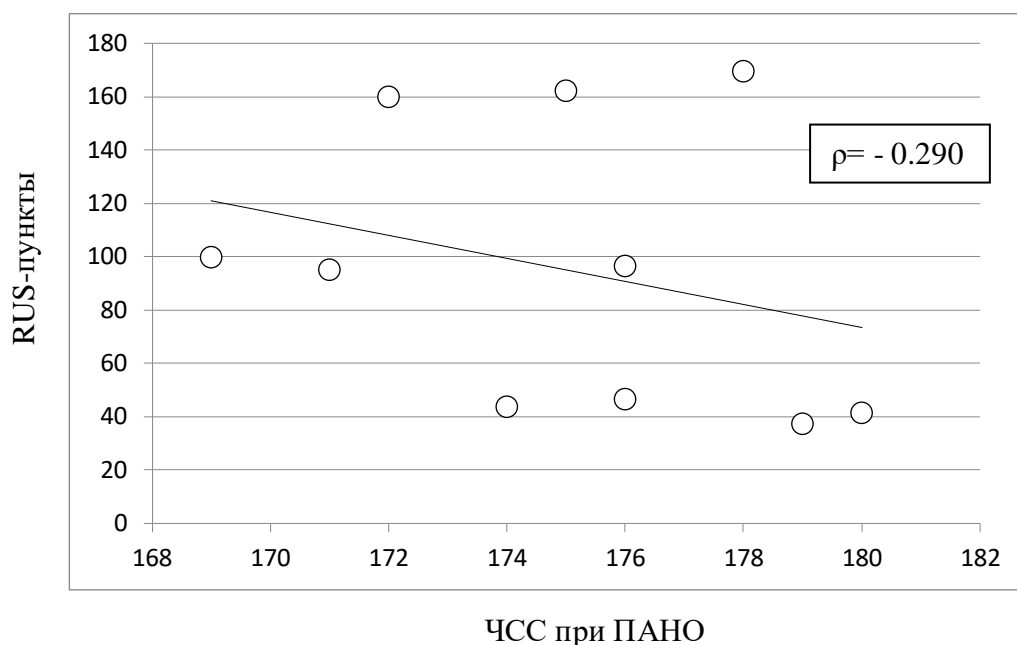


Рисунок 9 – Корреляционная связь между дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков (система RUS-пунктов) и результатами функциональных показателей теста определения ПАНО в лабораторных условиях

На рисунке 10 отображены результаты функциональных показателей (ПАНО) у высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года.

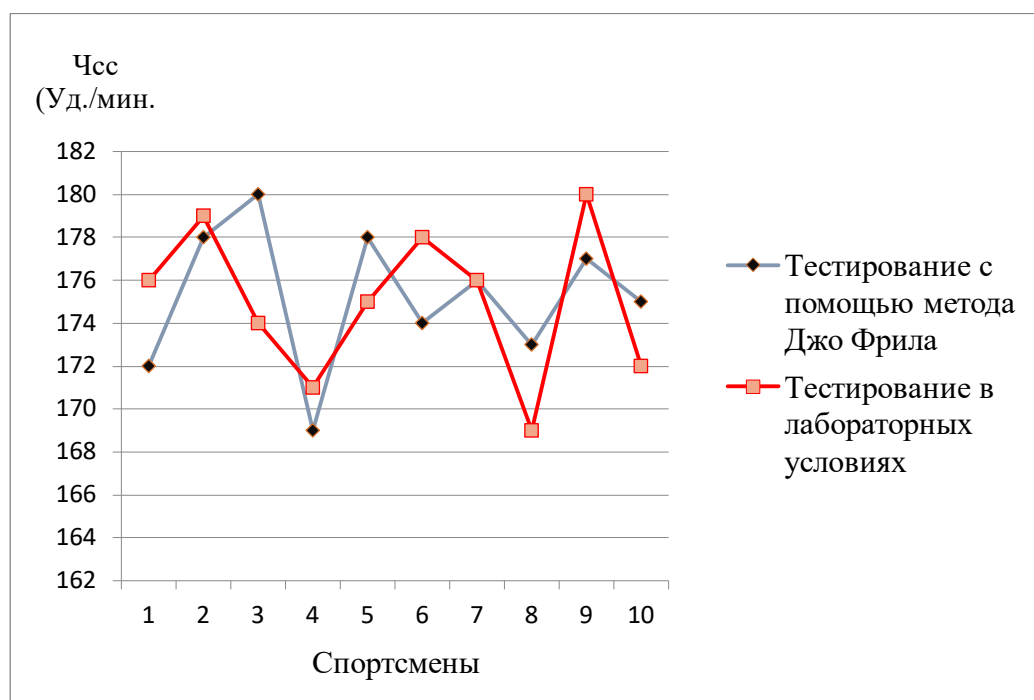


Рисунок 10 – Соотношение функциональных показателей с помощью измерения метода в лабораторных условиях и метода Джо Фрила

Тестирование с помощью использования средств СФП показало, что в возрасте 21-23 года у высококвалифицированных лыжников-гонщиков, можно использовать более доступный способ измерения, к примеру, метод Джо Фрила, поскольку показания вычислений корреляции имели очень слабую тесноту связи при проведении тестирования в обоих методах измерения.

Результаты корреляционного анализа показали, что взаимосвязь между функциональными показателями ПАНО и дистанционным рейтингом лыжников-гонщиков в возрасте 21-23года очень слабая. Данные взаимосвязи указывают на незначительное взаимодействие отдельно рассмотренных показателей медико-биологического контроля с рейтингом лыжников-гонщиков. С помощью комплексного оценивания показателей медико-биологического контроля можно провести взаимосвязь со спортивным

результатом. В комплексное оценивание медико-биологического контроля включают большое количество функциональных показателей: величина МПК, ПАНО, ЖЕЛ (жизненная емкость легких), УОС (ударный объем сердца), МОК (минутный объем крови) и другие. Данные показатели отражают оценку функциональной готовности спортсменов. На основе перечисленных показателей можно провести анализ в сравнении с другими атлетами. Совокупность большого количества, используемых функциональных показателей, позволит определить взаимосвязь со спортивным результатом лыжников-гонщиков.

Получая данные критерий оценки функциональных показателей, мы можем сделать анализ о характере нагрузки на организм, выявить потенциальные возможности респираторной, сердечно-сосудистой и других систем организма, а также диапазоны ЧСС.

Выверенные параметры зон интенсивности ЧСС позволяют соблюдать аэробную и анаэробную форму нагрузки на организм. Тренируясь в пульсовом диапазоне определенной зоны интенсивности, заданной согласно тренировочному процессу, спортсмен получит наиболее высокую степень эффективности после нагрузки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В ходе анализа литературных источников была изучена оценка уровня функциональной готовности в циклических видах спорта.

2. При изучении литературы были рассмотрены современные теории относительно стабильности точки анаэробного порога. Данный функциональный показатель, наряду с ПАО и МПК является индивидуальным показателем, но стоит отметить, что научные исследования, сформированные на протяжении века, выделяют единую теорию при измерении относительно данного показателя $ПАНО = 4\text{ммоль/л}$. Наиболее достоверные показатели ПАО у лыжников-гонщиков можно получить с помощью использования лактометра, измеряя непосредственно во время тренировочных нагрузок.

3. При проведении контрольных тестов и статистико-математических исследований было выявлено, что специальная выносливость высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23года, имеет более тесную взаимосвязь со спортивным результатом, чем общая выносливость.

4. В ходе лабораторного тестирования функциональных показателей и метода определения ПАО с помощью Джо Фрила была выявлена очень слабая теснота связи с рейтингом высококвалифицированных лыжников-гонщиков в возрасте 21-23 года. Данные показателей корреляции отражают, что при подготовке спортсменов нужно объективно учитывать результаты тестирования определения ПАО в лаборатории и метода с помощью Джо Фрила, не сравнивая значения высоких или низких оценок уровня функциональной готовности с результатами спортсменов, а учитывать функциональные показатели медико-биологического контроля в совокупности при определении взаимосвязи со спортивным результатом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Астахов А.В. Физическая работоспособность и методика ее определения / А.В. Астахов // Теория и практика физ. культуры. – 2007. – № 8. – С. 20
2. Астахов А.В. Экспресс-тестирование анаэробного порога и максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов / А.В. Астахов // Теория и практика физ. культуры. – 2015. – С. 73-74
3. Аулик И.В. Порог анаэробного обмена и его роль при тренировке выносливости / И.В. Аулик, И.Э. Рубан // Научно-спортивный вестник. – 1990. – № 5. – С. 15-19.
4. Березов, Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин – М. : Медицина, 1998.
5. Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине // Практическая медицина. — Современные вопросы диагностики. — 2014. — № 3 (79). — С. 50-53.
6. Бомпа Т., Буццичелли К.Б. Периодизация спортивной тренировки / Т. Бомпа, К.Б Буццичелли; М.: Спорт, 2016. – 384 с.
7. Бородин, Е.А. Биохимический диагноз (физиологическая роль и диагностическое значение биохимических компонентов крови и мочи): Учебное пособие в 2-х частях / Е. А. Бородин – Благовещенск, 1991.
8. 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.
9. Верхошанский Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. — Москва : Физкультура и спорт, 1988. — 331 с, ил. — (Наука — спорт).

10. Волков Н.И. Биохимический контроль в спорте: проблемы и перспективы // Теория и практика физической культуры, 1975.- № 11.- С. 14-17.
11. Вяльбе, Е. В. Система соревнований и структура этапов непосредственной подготовки к главному старту высококвалифицированных лыжников-гонщиков : автореферат дис. ... канд. пед. наук / Е. В. Вяльбе. – Москва: РСГУ, 2007. – 25 с.
12. Гигиена детей и подростков: руководство к практическим занятиям. Учебное пособие / под ред. проф. В.Р. Кучмы. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 560 с.
13. Дэниелс Дж. От 800метров до марафона / Дж. Дэниелс; – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 483 с.
14. Емельянов, В. В. Биохимия : [учеб. пособие] / В. В. Емельянов, Н. Е. Максимова, Н. Н. Мочульская ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 132 с.
15. Ермолаев, М.В. Биологическая химия / М. В. Ермолаев, А. Г. Ильичева – М.: Медицина, 1990.
16. Земцова И. И., Спортивная физиология: учеб. пособие для студентов вузов / И. И. Земцова. – Киев : Олимп. л-ра, 2010. – 219 с. – Библиогр. : С. 212-214
17. Капилевич Л.В., Давлетьярова К.В., Кошельская Е.В., и соавт Физиологические методы контроля в спорте / Л.В. Капилевич, К.В. Давлетьярова, Е.В. Кошельская и соавт. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 172 с.
18. Комов, В. П. Биохимия / В. П. Комов, В. Н. Вшедова – М. : Дрофа, 2008.
19. Краснова, А. Ф. Утилизация и реституция источников энергии при мышечной деятельности в условиях устойчивого состояния метаболизма / А. Ф. Краснова, Г. И. Самоданова, С. В. Усик, Н. Н. Яковлев // Физиологический ж. СССР. – 1977, – №6. - С.864 –871

20. Кряжев, В. Д. Методика диагностики порога анаэробного обмена спортсменов по показателям кислотно-основного состояния крови / Р. Н. Володин, В. М. Скуднов, В. Б. Соловьев, В. Д. Кряжев // Медико-биологические проблемы спорта. – 2016. – С. 41– 45.
21. Куцарев, И. П. Справочник для врачей и клинических лаборантов /И. П. Куцарев – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003.
22. Кучкин С.Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) / С.Н. Кучкин // Резервы дыхательной системы. - Волгоград, 1999.- С. 7-51.
23. Кучкин С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма// Автореф. дис. ... док. мед. наук.- Казань, 1986.- 48 с.
24. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1990. – 352 с.
25. Лелявина Т.А. Новый подход к выделению физиологических этапов механизма энергообеспечения во время возрастающей физической нагрузки у здоровых лиц и спортсменов / Т.А. Лелявина, Е.С. Семенова, И.В. Гижа, и соавт. //Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. — 2012. — Выпуск № 4 (86). — С. 77-86.
26. Марри, Р. Биохимия человека / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес – М. : Мир, 1993
27. Мелихова, М.А. Динамика биохимических процессов в организме человека при мышечной деятельности /М. А. Мелихова // ГЦОЛИФК – М., 1992.
28. Начинская, С. В. Спортивная метрология: учебное пособие / С. В. Начинская. – Саратов: Изд. Центр «Академия», 2004. – 240 с.
29. Попов Д. В., Виноградова О. Л. Аэробная работоспособность: роль доставки кислорода, его утилизации и активации гликолиза / Д. В. Попов, О. Л. Виноградова // Успехи физиологических наук. 2012. Т-43, № 1. С 30-47.

30. Пустовалова, Л. М. Основы биохимии для медицинских колледжей / Л. М. Пустовалова – Ростов н/Д : Феникс, 2004.
31. Рогозкин, В.А. Биохимическая диагностика в спорте / В. А. Рогозкин // ГДОИФК. им. П.Ф. Лесгафта. – 1988 – с. 50.
32. Рылова Н.В., Биктимирова А.А. Особенности энергообмена у юных спортсменов // Практическая медицина. — Педиатрия. — 2013. — № 6 (75). — С. 30-34.
33. Совершенствование подготовки резерва спортивных сборных команд Российской Федерации в шорт-треке, биатлоне, легкой атлетике (виды на выносливость) : метод. рекомендации / В. А. Аикин, В. И. Михалев, Ю. В. Корягина, Е. А. Реуцкая; Сибирский гос. ун-т физ. культуры. – Омск : [б.и.], 2014. – 72 с.
34. Соловьев, В. Б. Кислотно-основные показатели крови спортсменов различных квалификационных групп в норме и при физической работе /М. Т. Генгин, В. М. Скуднов, О. П. Петрушова, В. Б. Соловьев // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2010. - № 5. – С. 539 – 544.
35. Страйер, Л. Биохимия: В 3-х т. / Пер. с англ. / Л. Страйер – М.: Мир, 1985.
36. Таймазов, В.А. Биоэнергетика спорта / В. А. Таймазов, А. Т. Марьянович – СПб.: Шатон, 2002.
37. Уилмор Дж.Х. Физиология спорта и двигательной активности: пер. с англ. / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 503 с.
38. Фероян Э. В. Использование критерия «Анаэробный порог» для развития выносливости пловцов-стайеров / Э. В. Фероян // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т. 12. – №3. – С. 249
39. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта: [монография] / М-во науки и

высш. образования Рос. Федер., Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Коми науч. центр, Ин-т физиологии; отв. ред. Е. Р. Бойко. - Сыктывкар: [б. и.], 2019. - 255 с.

40. Фитзингер Пит, Дуглас Скотт Бег по шоссе для серьезных бегунов / П. Фитзингер С. Дуглас; пер. с англ. - Мурманск: Издательство "Тулума" (ИП Немцов), 2007. - 192 с.

41. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость / П. Янсен; пер. с англ. – Мурманск: Издательство "Тулума", 2006. - 160 с

42. Andersen P. and J. Hendriksson. Capillary supply of the quadriceps femoris muscle of man: adaptive response to exercise. *J. Physiol.* / London / 270, 1977. 677-690.

43. Bassett D.R.Jr., Howley E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance // *Med Sci Sports Exerc.* — 2000 Jan. — Vol. 32 (1). — P. 70-84.

44. Billat V.L., Koralsztein J.P., Morton R.H. Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run *J Appl Physiol.* 107(2): 478 - 487. 2009.

45. Billat, V.L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztein, J.P., and Mercier, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med.* 33: 407–426. 2005.

46. Brooks G.A., Fahey T.D. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications.* New York: John Wiley and Sons, 1984, Chap. 12.

47. Brooks, G.A. Response to Davis' manuscript. *Med. and Science in Sports and Exercise.* 17 (1): 19–21. 1985.

48. Brooks, G.A., Dubouchaud, H., Brown, M., Sicurello, J.P., Butz, C.E. Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. *Pro. natl. Acad. Sci. USA.* 96: 1129–1134. 1999.

49. Chase P.B., Kushmerick M.J. Effects of pH on contraction of rabbit fast and slow skeletal muscle fibers // *J. Biophys.* – 1988. – Vol. 53, № 6. – P. 935–946.

50. Christel S.J., R.W. Barbee and W.N. Stainsby. Net O₂, CO₂, lactate and acid exchange by muscle during progressive working concentrations. *J. Appl. Physiol.* 56: 161-165, 1984.
51. Close, R.I. Dynamic properties of mammalian skeletal muscles, *Physiol. Rev.* – 1972. – Vol. 52. –129 p.
52. Connett, R.J., Gaueski, T.E.J., Honig, C.R. Lactate accumulation in fully aerobic, working dog gracilis muscle. *Am. J. Physiol.* 246 (8): 120–128. 1984.
53. Costill D.L., E. Coyle, G. Dalsky, W. Evans, W. Fink and D. Hoopes. Effects of elevated plasma FFA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. *J. Appl. Physiol.* 43: 695-699, 1977.
54. Cross country skiing: handbook of sports medicine and science / ed. by H. Rusko. – Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, Osney Mead, 2003. – 212 p.
55. Davis J.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1985. V. 17. P. 6.
56. Davis, J.A. Validation and determination of the anaerobic threshold. *J. Appl. Physiol.* 57 (1): 611. 1984.
57. Dekerle, J. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power / J. Dekerle, B. Baron, L. Dupont, J. Vanvelcenaher, P. Pelayo // *European journal of applied physiology.* – 2003. – Vol. 89 (3–4). – Pp. 281–288.
58. Douglas, C.G. Coordination of the respiration and circulation with variation in bodily activity. *Lancet.* 312 (1): 213–218. 1927.
59. Ekblom B., Bergh U. Cross-country Skiing // *Nutrition in Sport.* Maughan R.M. (Ed). - Blackwell Science Ltd., 2000. - P. 656-662.
60. Ekblom B. Effect of Physical training on oxygen transport system in man. — *Acta Physiol. Scand.*, 1969, Suppl. 328, P. 9—45.
61. Febbraio, M. A., Lambert, D. L., Starkie, R. L., Proietto, J., Hargreaves, M. Effect of epinephrine on muscle glycogenolysis during exercise in trained men. // *Journal of Applied Physiology.* – 1998. – Vol. 84. – P. 465–470.

62. Fitts R.H. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue // *J. Appl. Physiol.* – 2008. – Vol. 104, № 2. – P. 551–558.
63. Freminet A., Poyart C., Leclerc L. Is the use of isotopic tracers valid for the study of lactate metabolism in vivo? In: *Lactate – Physiologic, Methodologic and Pathologic Approach*, P.R. Moret, J. Weber, J.-Cl. Haissly, and Denolin (Eds.). Berlin: Springer – Verlag, 1980, pp. 89-94.
64. Gaw A., Cowan R.A., Stewart M.J., Sheperd J.. *Clinical Biochemistry* // Edinburg: Churchill Livingstone, 1999, - P. 166.
65. Geir, S., Robstad, B., Skjønsberg, O.H., Borchsenius, F. Respiratory gas exchange indices for estimating the threshold. *Journal of Sports Science and Medicine*. 4: 29–36. 2005.
66. Gladden L.B. Lactate metabolism during exercise // *Principles of Exercise Biochemistry*, 3 rd rev. ed. / J.R. Poortmans (ed.). – Basel: Karger, 2004: 152–196.
67. Hetenyi, G., Perez, G., Vranic, M. Turnover and precursor product relationships of nonlipid metabolites. *Physiol. Rev.* 63: 606–667. 1983.
68. Holloszy J.O. Biochemical adaptation to exercise: aerobic metabolism. In: *Exercise and Sport Sciences Reviews*, J.H. Willmore / Ed. / New York: Academic Press, 1973, Vol. I, pp. 45-72.
69. Holtmann, W.F. Zur frange der dauerleistungsfähigkeit. *Fortschr. Med.* 7 (4): 443–453. 1961.
70. Juel C., Klarskov C., Nielsen J. J., Krstrup P., Mohr M., Bangsbo J. Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H(+) release from human skeletal muscle. // *Journal physiol endocrinol metab.* – 2004. – Vol. 286. – P. 245–251.
71. Karlsson J., Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a theoretical concept. I. Theoretical considerations. *Int. J. Sports Med.*, 3:190-201, 1982.
72. Krebs H.A., Kornberg ff.L. *Energy Transformations in Living Matter* // Springer, 1957.

73. Langfort J., Zarzeczny R., Nazar K., Kaciuba-Uscilko H. The effect of low-carbohydrate diet on the pattern of hormonal changes during incremental, graded exercise in young men. // *Journal of sport nutrition and exercise metabolism*. – 2001. – Vol. 11. – P. 248-257.
74. Loat, C.E., Rhodes, E. C., Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise // *Sports*, 1993. – Vol. 15. – No. 2. – Pp. 104–115.
75. Mader, A. Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results // *J. Sport. Med. Phys. Fitness*. – 1991. – Vol. 31. – No. 1. – Pp. 1–19.
76. Osborne M. A., Schneider D. A. Muscle glycogen reduction in man: relationship between surface EMG activity and oxygen uptake kinetics during heavy exercise. // *Experimental Physiology*. – 2006. – Vol. 91. – P. 179-189.
77. Ramsbottom, R., Kinch, R.F., Morris, M.G., Dennis, A.M. Practical application of fundamental concepts in exercise physiology. *Advan. Physiol. Educ.* 31 (4): 347–351. 2007.
78. Robergs, R.A., Ghiasvand, F., Parker, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 287: 502–516. 2004.
79. Vachon J.A., Bassett D.R., Clarke S. Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running // *J. Appl. Physiol.* 1999. V. 87. P. 452.
80. Wasserman K., Whipp B., Koyak S., Beaver W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise // *J. Appl. Physiol.* 1973. V. 35. P. 236.
81. Wasserman, K.Y., McIlroy, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patient during exercise. *Am. J. Cardiol.* 14 (3): 844–852. 1964.
82. Watt M. J., Howlett K. F., Febbraio M. A., Spriet L. L., Hargreaves M. Adrenaline increases skeletal muscle glycogenolysis, pyruvate dehydrogenase

activation and carbohydrate oxidation during moderate exercise in humans. // Journal of physiology. – 2001. – Vol. 534.1, pp.269–278.

83. Westerblad, H., Allen, D., Jannergren, J. Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic Phosphate the Major Cause? News Physiol. Sci. 17: 17–21. 2002.

84. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена [Электронный ресурс] : Медицинский информационно-аналитический центр «ИнфаМед». – 2015. – Режим доступа: <http://www.infamed.com/stat/s05.html>

85. Система учета результатов в лыжных гонках [Электронный ресурс] : Федерация лыжных гонок России – Москва, 2013. – Режим доступа: <http://www.flgr-results.ru>.

Приложение А

Результаты теста «Бег 3000 м по стадиону»

Приложение А. 1 – «Результаты теста бег 3000 метров»

№	Испытуемый	Бег 3 метров (мин.)
1	Ч-ов	9,42
2	Г-ов	9,28
3	К-юк	9,26
4	Л-ло	9,54
5	В-ов	9,48
6	С-ев	9,55
7	А-ин	9,27
8	К-ан	9,42
9	К-ов	9,38
10	П-ев	10,08

Приложение Б

Результаты теста «Лыжероллеры 15км свободный стиль»

Приложение Б. 1 – «Результаты теста лыжероллеры 15000 метров»

№	Испытуемый	Бег 15000 метров (мин.)
1	Ч-ов	33,57
2	Г-ов	31,55
3	К-юк	32,08
4	Л-ло	32,47
5	В-ов	33,44
6	С-ев	34,48
7	А-ин	33,04
8	К-ан	32,52
9	К-ов	32,14
10	П-ев	34,07

Приложение В

Рейтинг лыжников-гонщиков сезон 2018-2019 гг.

Приложение В. 1 – «Система Rus-пунктов»

№	Испытуемый	Rus-пункты
1	Ч-ов	189,44
2	Г-ов	74,72
3	К-юк	33,75
4	Л-ло	95,46
5	В-ов	162,07
6	С-ев	187,16
7	А-ин	110,18
8	К-ан	108,22
9	К-ов	66,2
10	П-ев	133,29

Приложение Г

Рейтинг лыжников-гонщиков (система Rus-пунктов) сезон 2020-2021гг.

Приложение Г. 1 – «Система Rus-пунктов»

№	Испытуемый	Rus-пункты
1	Ж-ль	46,49
2	Г-ов	37,25
3	К-юк	43,64
4	Л-ло	95,06
5	В-ов	162,21
6	Ад-ин	169,53
7	А-ин	96,45
8	К-ан	99,75
9	Куз-ов	41,35
10	К-ов	159,92

Приложение Д

Результаты теста «Определение ПАНО с использованием метода Джо Фрила» 2021 г.

Приложение Д. 1 – «Показатели ПАНО»

№	Испытуемый	ПАНО
1	Ж-ль	172
2	Г-ов	178
3	К-юк	180
4	Л-ло	169
5	В-ов	178
6	Ад-ин	174
7	А-ин	176
8	К-ан	173
9	Куз-ов	177
10	К-ов	175

Приложение Е

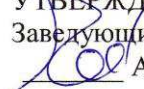
Результаты теста «Определение ПАНО с использованием метода в лабораторных условиях» 2021г.

Приложение Е. 1 – «Показатели ПАНО»

№	Испытуемый	ПАНО
1	Ж-ль	176
2	Г-ов	179
3	К-юк	174
4	Л-ло	171
5	В-ов	175
6	Ад-ин	178
7	А-ин	176
8	К-ан	169
9	Куз-ов	180
10	К-ов	172

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


Институт физической культуры, спорта и туризма
Кафедра теоретических основ и менеджмента физической культуры и туризма

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 А.И. Чикуров
«20» июля 2021г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

49.03.01 Физическая культура

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ У
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ НА
ЭТАПЕ ВЫСШЕГО СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА**

Руководитель  канд. пед. наук доцент А. И. Чикуров

Выпускник  В. Ю. Куимов

Нормоконтролер  М. А. Рутьковская

Красноярск 2021