

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Совершенствование подготовки резерва спортивных сборных команд  
Российской Федерации в шорт-треке, биатлоне, легкой атлетике  
(виды на выносливость)

Омск – 2014

Рецензенты:

Доктор психологических наук, профессор Смоленцева В.Н.

Доктор биологических наук, профессор Григорьев А.И.

Методические рекомендации по совершенствованию подготовки резерва спортивных сборных команд Российской Федерации в шорт-треке, биатлоне, легкой атлетике (виды на выносливость) / Составители Аикин В.А., Михалев В.И., Корягина Ю.В., Реуцкая Е.А. – Омск: изд-во СибГУФК, 2014. – 72 с.

Основанием для выполнения настоящей работы явился приказ Минспорта России от 19 декабря 2013 г. № 1083 об утверждении ФГБОУ ВПО СибГУФК государственного задания на выполнение работ на 2014 год.

В методических рекомендациях представлены современные научные данные зарубежных лабораторий по основным аспектам организации тренировочного процесса и соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов и резерва национальных команд в биатлоне, шорт-треке и легкой атлетике (виды на выносливость). Основное внимание зарубежные исследователи уделяют изучению специальной работоспособности, технико-тактической подготовке, медико-биологическому обеспечению и техническому оснащению тренировочного процесса.

Методические рекомендации предназначены для тренеров, спортсменов, аспирантов, магистрантов и студентов, также могут быть использованы слушателями курсов повышения квалификации, научными работниками, специалистами комплексных научных групп и всеми лицами, интересующимися современными аспектами спортивной подготовки.

## Введение

Очевидно, что научный прогресс вносит существенный вклад в развитие спорта. Наука стала неотъемлемой частью тренировочного процесса, одним из факторов, обуславливающих модернизацию спортивного оборудования и инвентаря. Совершенствованием содержания тренировочного процесса занимаются ведущие специалисты и ученые многих стран. Проблемы не всегда удачных выступлений спортсменов связаны, в том числе, и с недостаточным научным обеспечением подготовки в том или ином виде спорта, отсутствием информации о новых тренировочных методиках ведущих спортсменов, об опыте их подготовки. В этой связи, анализ данных исследований различных лабораторий мира об основных современных тенденциях тренировочной и соревновательной деятельности является достаточно актуальным.

В качестве основных путей по дальнейшему улучшению подготовки высококвалифицированных спортсменов являющихся резервом спортивных сборных команд Российской Федерации, является совершенствование различных аспектов подготовки: медико-биологического, материально-технического, информационного, спортивно-педагогического.

Изучение новых зарубежных научных изданий и сайтов показывает, что большое число исследователей занимается проблемой совершенствования системы спортивной подготовки (Аикин В.А. с соавт., 2013; Корягина Ю.В. с соавт., 2013а, 2013б; Михалев В.И. С соавт., 2014). Однако, повышение эффективности управления подготовкой российских спортсменов в настоящее время сдерживается отставанием внедрения новых технологий подготовки в практическую деятельность.

В методических рекомендациях представлена информация из зарубежных научных журналов и материалов Международных конференций по различным аспектам тренировочного процесса, в основу которых положены результаты исследований, выполненные в научно-

исследовательских лабораториях и университетах учеными разных государств.

Методические рекомендации предназначены для тренеров, спортсменов, аспирантов, магистрантов и студентов, также могут быть использованы слушателями курсов повышения квалификации, научными работниками, специалистами комплексных научных групп и всеми лицами, интересующимися современными аспектами спортивной подготовки.

## 1. Совершенствование тренировочного процесса биатлонистов

Аналитическое исследование зарубежных лабораторий, выполненных в 2009-2014 годах показало направленность исследований связанных с совершенствованием методов и технологий тренировочного процесса.

Биатлон, как и другие олимпийские виды спорта, постоянно находится в призме внимания специалистов различных стран. Большое внимание ученые уделяют организации и совершенствованию системы спортивной тренировки в биатлоне. Представитель «Школы спорта и наук о здоровье» Р. Карлсон представила интересные данные об особенностях шведской национальной системы подготовки высококвалифицированных биатлонистов (Carlson R., 2012).

Основная цель проведенного ей исследования заключалась в объяснении успеха достигнутого шведскими биатлонистами в последние годы. На основе экологической модели развития человека она проанализировала доминирующие роли, деятельность и представления биатлонистов национальной команды в период их подросткового и юношеского возраста (рисунок 1).

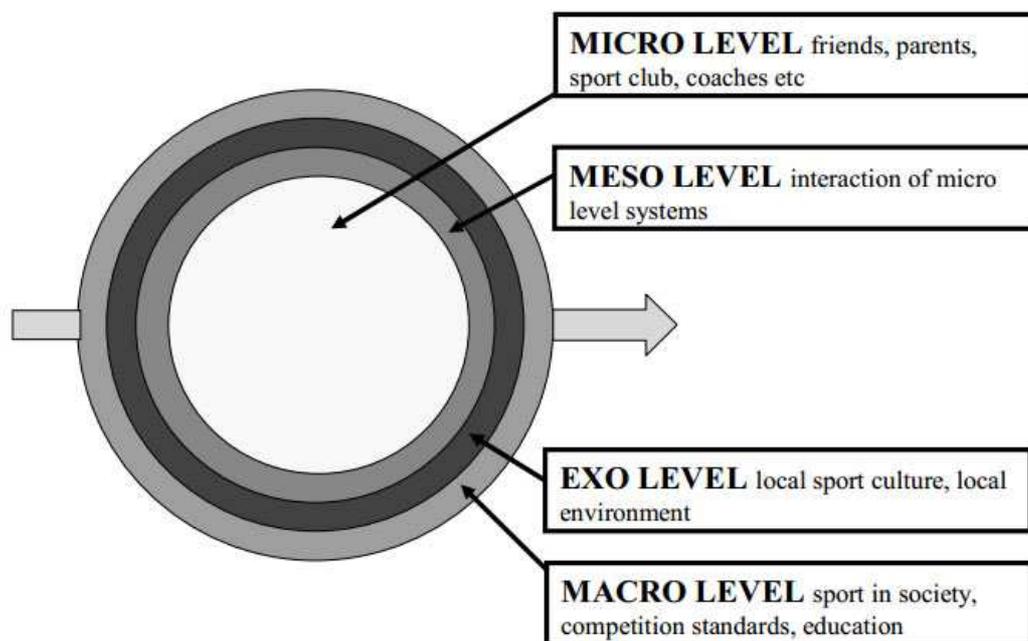


Рисунок 1 – Экологическая модель развития человека (по Carlson R., 2012).  
 Micro level – микро уровень, friends - друзья, parents - родители, sport club – спорт клуб, coaches - тренеры, Micro level – микро уровень, interaction of micro level systems – взаимодействия систем микро уровня, Exo level – внешний уровень, local sport culture – местная спорт культура, local environment – местная среда окружения, Macro level – макро уровень, sport in society – спорт в обществе, competition standards – соревновательные стандарты, education – образование.

В основе формирования будущей спортивной элиты лежат все четыре уровня экологической модели развития человека. Содержание микроуровня сильно влияет на развитие спортсмена в раннем подростковом возрасте и является важной базой для его будущего становления. В этом исследовании были определены преимущества макроуровня, в виде специализированного высшего образования в юношеском возрасте (спортивные академии) в качестве сильнейшего фактора влияния. По мнению автора, экзо уровень является основным показателем развития биатлонной элиты. Carlson R. указывает, что на формирование будущей биатлонной элиты, прежде всего оказывают влияние следующие факторы: занятия различными видами спорта в раннем подростковом возрасте и наличие близлежащих спортивных клубов; организованный спорт как доминирующий вид досуга и активности; проживание совместно с обоими биологическими родителями; занятия лыжными гонками как основным видом спорта в старшем подростковом

возрасте; дополнительные занятия стрельбой. Главная цель и перспектива к будущему успеху реализуется в процессе обучения в спортивной академии. Представленная R. Carlson организационная система подготовки биатлонистов частично отражает российскую, и как показали данные является наиболее оптимальной для подготовки спортсменов международного уровня.

Повышению эффективности стрельбы биатлонистов тренеры всегда уделяется особое внимание. В рамках этой проблемы ученый Норвежского университета науки и технологий A. Vonheim (2012) изучал влияние упражнений различной интенсивности на стрелковую результативность, и на изометрическую и динамическую точность. Исследование заключалось в выполнении испытуемыми трех различных заданий на точность: серии стрельбы из 5 выстрелов, удержании на цели в течение 10 секунд и следовании прицелом по линии. Результаты не показали существенного влияния интенсивности упражнений на результативность стрельбы (серию из 5 выстрелов). Не выявлено никаких конкретных величин ЧСС, при которой испытуемые выполняли задание лучше, но как было показано, результативность, по крайней мере, в задачах на удержание и следование по линии, уменьшается по мере увеличения интенсивности (рисунок 2). В этой связи, для решения данных задач специалисты рекомендуют совершенствовать стабильность стрелковой стойки.

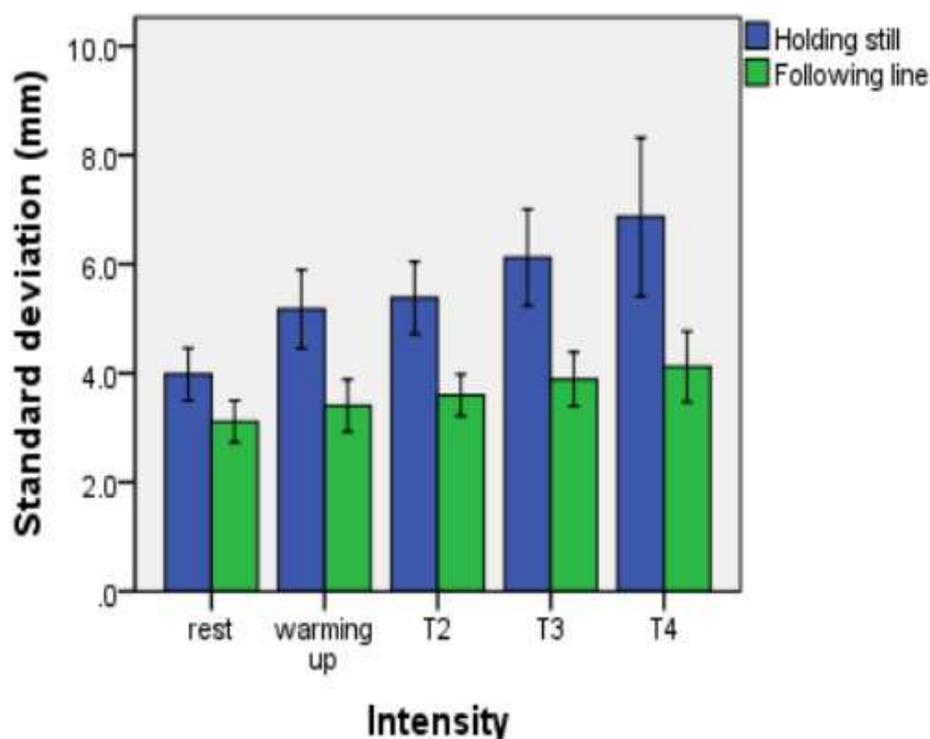


Рисунок 2 - Стандартное отклонение радиального расстояния от мишени в задании на удержание, и SD вертикальных движений в задании следование по линии. Доверительный интервал 95% (по Vonheim A., 2012).

Standard deviation – стандартное отклонение, Intensity – интенсивность, Warm up – разминка, Rest – покой, T2 - интенсивность 75-80% от ЧССмакс, T3 - интенсивность от 85-87 % ЧССмакс и T4 интенсивность 90-95% от ЧССмакс, Holding still – задание на удержание, Following line – задание следования по линии.

Ряд исследований посвящены проблемам совершенствования тренировочного процесса лыжников-гонщиков. Так ученые университета Гази (Турция) исследовали влияние восьминедельной лыжероллерной спринтерской тренировки на анаэробную мощность и силовые характеристики лыжников-гонщиков юниоров (Altunsoy M. et al., 2013). Авторы указывают, что лыжные гонки значительно изменились в последние годы. Хотя результат на соревновательных дистанциях, по механизмам энергообеспечения, в основном, зависит от аэробной производительности, в пределах 5%, по мнению авторов, влияет уровень развития анаэробной мощности спортсмена но, опять же в зависимости от длины соревновательной дистанции. В процессе исследований, для увеличения мышечной силы и анаэробной мощности, они апробировали и предлагают

включить в тренировочный процесс, как более эффективный, пирамидный вариант повторного метода тренировки.

В шведском исследовательском центре зимних видов спорта и медицинском факультете Центрального Шведского университета провели исследование по выявлению результативности максимального одновременного отталкивания лыжными палками во время и после тренировки умеренной интенсивности в процессе подготовки в среднегорье у элитных лыжников (Нёок М. et al., 2013). Авторы сделали вывод, что объем максимальных нагрузок с использованием одновременного отталкивания палками у высококвалифицированных элитных лыжников, в среднегорье снижается меньше, что указывает на большую зависимость упражнений верхней части тела от анаэробной энергетической системы.

Общеизвестно, что результат в лыжной гонке биатлонистов во многом определяется экономичной техникой передвижения. Ученые из университета Колорадо Меса (США) предположили, что синхронизация дыхательных циклов с циклами движений улучшает их экономичность. Они исследовали особенности дыхания при отталкивании палками в коньковом стиле (Smith G. et al., 2013). Результаты исследования говорят о том, что дыхание часто связано с отталкиванием палками как в попеременном, так и в одновременном двухшажном ходе несмотря на существенно более высокую частоту для одновременного двухшажного хода (рисунок 3). Высокие требования к частоте дыхания для одновременного двухшажного хода при высокой скорости может способствовать переходу лыжников к низкой частоте дыхания техники попеременного двухшажного хода. Таким образом, возможна регуляция дыхания в ходе лыжной гонки.

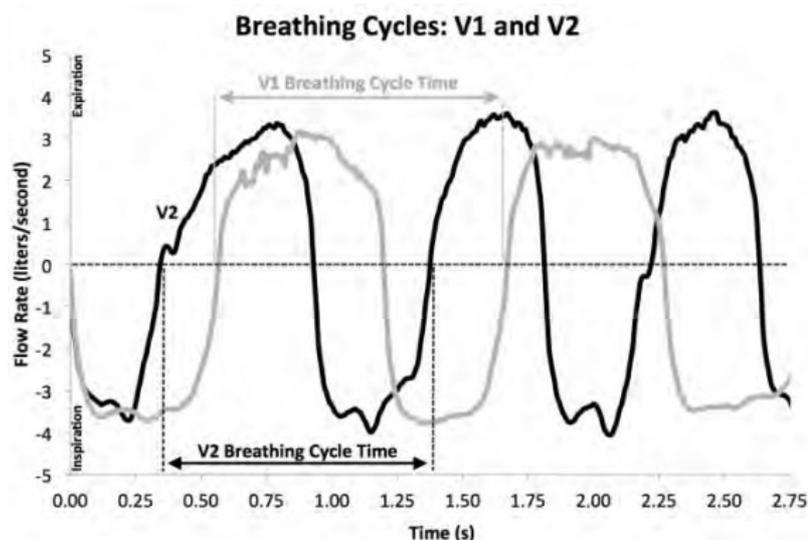


Рисунок 3 – Сравнение индивидуальных паттернов дыхания испытуемого при передвижении попеременным и одновременным двухшажными коньковыми ходами со скоростью 3 м/с (по Smith G. et al., 2013). При этой скорости соотношение дыхания с отталкиванием палками было 1 к 1. Для попеременного двухшажного хода частоты дыхания и отталкивания палками были 0,81 и 0,85 Гц, для одновременного двухшажного хода 1,21 и 1,2 Гц.

Flow Rate – поток воздуха, litres/second – литров в секунду, inspiration - вдох, expiration - выдох, breathing cycle time – время дыхательного цикла, time – время, V1 - попеременный двухшажный ход, V2 - одновременный двухшажный ход.

Представители института спортивной науки университета Инсбрука, Австрия и университета Южной Калифорнии (США) предложили и рекомендуют новый сенсомоторный тест для контроля ловкости нижних конечностей лыжников гонщиков (Krenn O. et al., 2013). Целью их исследования было диагностировать роль сенсомоторного контроля в продуктивности силы ног для технических навыков скольжения лыжников-гонщиков по сравнению с задачей балансирования на одной ноге. В результате исследований был предложен тест-предиктор мастерства скольжения. Данный тест заключается в давлении стопы на тонкую пружину, приводящее к потере устойчивости, в то время как спортсмен должен удержать равновесие.

В шведском исследовательском центре зимних видов спорта, Центрального шведского университета изучали особенности использования интервальных тренировок в подготовке лыжников (McGawley K. et al., 2013). Авторы апробировали и рекомендуют для применения блоковое

распределение интервальных тренировок для юниоров. При использованном ими блоковом распределении в 1 и 3 неделю спортсмены выполняют только низкоинтенсивные тренировки, а все 9 интервальных тренировок приходится на 2 неделю. Однако, ученые отмечают, что блоковая периодизация не приводит к большему «общему» стрессу по сравнению с традиционной периодизацией (равномерное распределение: по 3 интервальных тренировки в течение 3-х недель) несмотря на резкое увеличение стресса после интенсивной недели интервальных тренировок. В связи с чем блоковая периодизация может быть полезным методом тренировки высококвалифицированных лыжников и биатлонистов на разных этапах сезона, но не превосходит традиционную периодизацию в повышении адаптации, аэробных способностей или работоспособности.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что в настоящее время специалисты продолжают изучать влияние интенсивности лыжной гонки на точность стрельбы. Разрабатываются и рекомендуются различные комбинации применения методов тренировки для повышения аэробных и анаэробных возможностей и экономичности лыжной техники. Анализируется эффективность системы социального устройства по формированию спортивной элиты.

## 2. Новые технические решения в биатлоне

Как и в предыдущие годы, зарубежные ученые уделяют большое внимание разработке новых технических решений для использования их в тренировочном процессе спортсменов. Ученые университетов Ювяскюля и Оулу, а также центра метрологии и аккредитации и университета прикладных наук Финляндии работают в рамках проекта “Спортивные технологии” и целью их деятельности является разработка аналитико-диагностических систем для индивидуальных видов спорта (Hakkarainen A. et al., 2013). В настоящее время ими реализованы и рекомендуются к использованию следующие разделы проекта: измерение оптических свойств

снега с использованием голографического и диффузного отражения изображений, измерение лыжного профиля с помощью оптической бесконтактной хроматической конфокальной микроскопии, разработаны иммуносенсор кортизола на основе прямого метода анализа соревновательных иммуноферментов, универсальная система измерения с беспроводной передачей данных для лыжного спорта и система измерения и тренировки динамического баланса.

В рамках этого же направления ученые кафедры инженерии Центрального Шведского университета разработали портативную систему измерения сопротивления лыжероллеров (Ainegrena M., Carlssona P., Tinnsten M., 2013). Данная система оснащена колесами для облегчения транспортировки и имеет эргономичную рабочую высоту. Размер резинового мата верхней поверхности подходит для всех имеющихся на рынке типов лыжероллеров. Поперечные опоры, стабилизирующие лыжероллеры легко регулируются в трех направлениях. Использование одного датчика силы, подключенного к одной точке на середине лыжероллера, дает простой и улучшенный способ для измерения сил в различных направлениях. Кронштейн подходит к обоим системам лыжных креплений, доступных на рынке (Rottefella, Salomon). Данная система рекомендуется для подготовки лыжероллеров при проведении экспериментов на любом тредмиле.

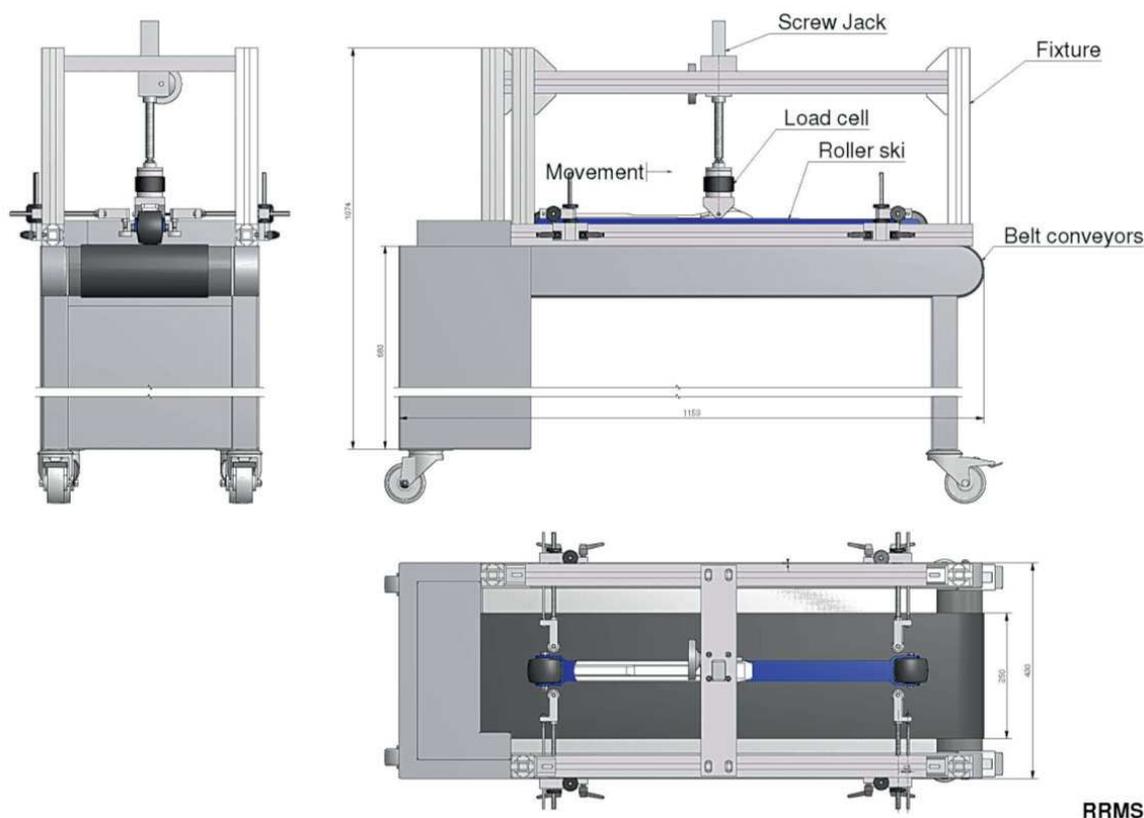


Рисунок 4 - Портативная система измерения сопротивления лыжероллеров (P-RRMS) (по Ainegreña M., Carlssona P., Tinnsten M., 2013). Движение указывает на возможность перемещения датчика направления движения лыжероллера. Ремень приложен к резиновому мату.

Screw Jack - Винт Джек, Fixture - зажимное приспособление, Movement - движение, Load cell - ячейка загрузки, Roller ski - лыжероллер, Belt conveyors – Ленточные конвейеры

Представители Норвежского университета науки и технологий изучив влияние изменений температуры на характеристики гоночных лыж (Breitschädel F., Klein-Paste A., Løset S., 2010), показали, что статические и динамические характеристики лыжного скольжения изменяются в диапазоне температур от 20°C до -15°C. Жесткость лыж увеличивается с понижением температуры для всех лыж в диапазоне нагрузки от 0,3 до 0,5 кН. При отрицательных температурах лыжи в любом случае изменяют свои характеристики, но различий между лыжами одного бренда намного меньше. Авторы констатируют, что производители лыж используют различные материалы состава и поверхности, методы производства и формы лыж. Это приводит к различному тепловому поведению и не позволяет определить общую тенденцию по термо-зависимым характерным изменениями для всех брендов.

Есть многочисленные исследования вибрации горных лыж и сноубордов в процессе спуска по трассе, где интенсивные колебания, как предполагается, имеют преимущественно негативный эффект на результат спортсмена. С другой стороны, существующие экспериментальные данные показывают, что в беговых лыжах вибрации могут сыграть положительную роль. В рамках этой проблемы ученые Центрального Шведского университета исследовали вибрации беговых лыж и возможные механизмы их влияния на свободное скольжение (Korpyug A. et al., 2010). Полученные ими экспериментальные данные показывают, что в лыжных гонках и биатлоне вибрации могут улучшить скольжение, особенно при более низких температурах снега. Однако, значительная сложность системы (сложные формы колебаний лыж, их зависимости от нагрузки, показателей свойств снега) не позволяет напрямую использовать промышленные модели вибрации-трения для исследований вибраций беговых лыж. В связи с чем авторы разработали установку для изучения вынужденных колебаний нагруженных беговых лыж (рисунок 5).

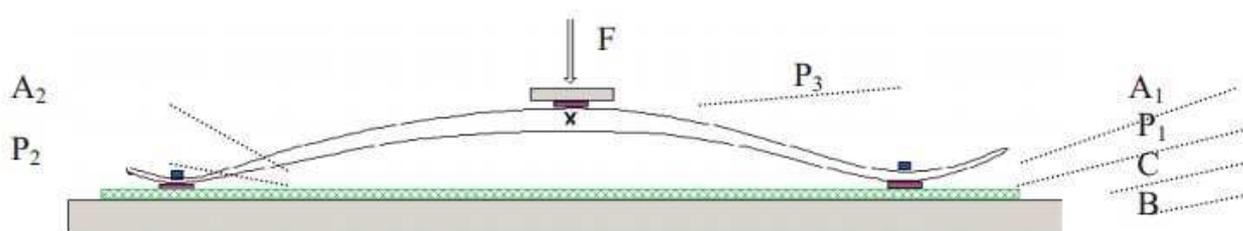


Рисунок 5 - Установка для изучения вынужденных колебаний нагруженных беговых лыж (по Корпууг А. et al., 2010). P1, P2, P3-тонкопленочные датчики давления; A1, A2 - акселерометры; F-статическая нагрузка и гармоническое возмущение; C-акустическая изоляция, B-прочная основа.

Результаты данных исследований могут быть полезны сервисменам для улучшения скользящих свойств лыж.

Таким образом, проведенный анализ научных работ показал, что в зарубежных научно-исследовательских лабораториях и центрах идет активная реализации новых технических решений и разработка систем измерений, как организма спортсмена, так и спортивного инвентаря.

### 3. Текущие тенденции в физиологии и биомеханике биатлона

Исследования зарубежных лабораторий по проблемам физиологии и биомеханике биатлона, выполненных в период подготовки к зимним Олимпийским играм в Сочи отражали общие тенденции развития биатлона – увеличение скорости спортсмена и изменение акцента в технике на большую работу верхней части тела спортсмена и повышение точности стрельбы в условиях высокой интенсивности.

Вопросы физиологии и биомеханики биатлона широко обсуждались на 6 Международном конгрессе “Наука и лыжный спорт”, проходившем 14-19 декабря в Зальцбурге (Австрия). Ученый из исследовательского центра зимних видов спорта Центрального шведского университета Х. Холмберг в своем докладе отметил, что ранее большая часть исследований была направлена на изучение физических характеристик спортсменов и их энергетических возможностей, предъявляемым в связи с различными режимами лыжных гонок (Holmberg H., 2013). В настоящее время претерпели изменения научные подходы и идеи. Все больше внимания уделяется техническим аспектам и, связанными с ними, физиологическим и биомеханическим характеристикам. При этом, в гонке на дистанции, мышцы как верхних, так и нижних конечностей должны генерировать высокие силу и мощность, должны содержать богатую капиллярную сеть и митохондрии. Именно эти факторы оказывают существенное влияние на результативность.

Интеграция физиологического и биомеханического подходов и применение современных технологий имеют огромный потенциал для выявления факторов производительности в биатлоне на что и необходимо делать акцент при совершенствовании специальной работоспособности биатлониста.

Одним из основных факторов специальной работоспособности биатлониста, является уровень аэробной производительности. Ученый Копенгагенского университета (Дания) Бенгт Салтин отмечает, что

тенденции последних лет в биатлоне и лыжных гонках – это повышенное внимание к увеличению функциональных возможностей мышц рук, что позволило приблизить максимальное потребление кислорода (МПК) верхней части тела в отдельных упражнениях к общему МПК (Saltin B., 2013). Это относится как к размеру мышечных волокон, что дает основу для увеличения площади поперечного сечения мышц и тем самым силы, богатой капиллярной сети, а также более высокой плотности митохондрий.

В настоящее время ценятся спортсмены-универсалы, которые являются победителями, как в спринте, так и на длинных дистанциях. Это означает, что в своей тренировке спортсмены охватывают все основные компоненты подготовки, т.е. интенсивную силовую тренировку, особенно верхней части тела, в том числе с отягощениями, которая трансформируется в эффективное отталкивание палками. Тщательную гликолитическую и аэробную тренировку мышц конечностей, а также "старомодную" аэробную тренировку, обеспечивая аэробную мощность, которая по-прежнему является приоритетной как для спринтера, так и для стайера.

Исследователи Норвежского университета науки и технологии определили физиологические детерминанты спринтерской и стайерской результативности у элитных лыжников путем соотнесения физиологических лабораторных данных с уровнем результативности в гонках (Sandbakk O. et al., 2013). Исследование показало, что различные физиологические переменные, полученные в лабораторных исследованиях, коррелируют с уровнем результативности спринтерских и стайерских лыжных гонок в группе элитных лыжников относительно одинаково. Пиковая мощность верхних и нижних конечностей имела высокую взаимосвязь с производительностью в спринтерской гонке, в то время как высокие максимальные аэробные возможности во время субмаксимальной работы на лыжероллерах коррелируют с уровнем стайерской результативности. В этой связи, рекомендуется больше специализировать гоночную подготовку.

По-прежнему, одним из приоритетных направлений зарубежных исследований является изучение функции равновесия, или как называют ее зарубежные ученые - постурального баланса. Так, исследователь лаборатории физической активности, работоспособности и здоровья Университета Пау и Платит де Адур (Франция) Тьерри Пайар представил обзор влияния общего и локального утомления на постуральный контроль (Paillard T., 2012).

Физиологические эффекты, вызванные глобальными и локальными упражнениями, заметно отличаются, но оба типа упражнений способствуют ухудшению эффективности сенсорной импульсации и двигательных проявлений функции равновесия. Глобальные упражнения, больше влияют на сенсорные рецепторы и функцию равновесия, чем локальные, которые вызывают ухудшение контроля осанки. Все виды упражнений, связанные со значительными объемами ходьбы и бега могут повлиять на постуральный контроль больше, чем упражнения, где тело поддерживается (например езда на велосипеде). И это повышает риск получения травмы. Автор указывает, что влияние локального утомления на функцию равновесия различается в зависимости от параметров физических упражнений, используемого теста, характеристик спортсменов и физиологических условий. Тем не менее, утомление проксимальных мышц, а также мышц разгибателей нижних конечностей ухудшает постуральный контроль больше чем утомление дистальных мышц, а также мышц сгибателей верхних конечностей. Представленные им данные рекомендуется использовать при совершенствовании функции равновесия у спортсменов.

Исследователи кафедры спортивной науки и кинезиологии, кафедры инженерии университета Зальцбурга (Австрия) также занимаются подобной проблемой (Buchecker M. et al., 2013). Целью их исследования было при помощи нелинейных статистических методов проанализировать данные двигательных стратегий, направленные на регулирования постурального контроля у элитных биатлонистов. В результате исследования авторы

пришли к выводу, что в условиях подобных соревновательным, постуральное поведение высококвалифицированных спортсменов, требует меньше когнитивного контроля. Этот результат может отражать способность высококвалифицированных биатлонистов более эффективно адаптироваться в изменяющейся среде а, следовательно, улучшать локальную устойчивость.

Часть зарубежных исследователей соотносят функцию равновесия с понятием "корпусной стабильности". Хотя в литературе имеются противоречия в определении того, что имеется в виду под "корпусной стабильностью". Ученые университета Фрайбурга (Германия) указывают, что на основании биомеханических аспектов представляется наиболее важным, чтобы центр стабильности не ограничивался только стабилизацией корпуса. Во многих спортивных дисциплинах, особенно в лыжах, функционально необходим совместный нервно-мышечный контроль нижних конечностей и верхней части тела (Gollhofer A., Gehring D., Mornieux G., 2013). Результаты их исследований указывают на важность корпусной стабильности для спортивных результатов. Функциональная подготовка на неустойчивых поверхностях способствует высокой нервно-мышечной активации мышц туловища и повышает функциональные показатели и физическую работоспособность. Представленные им данные рекомендуется использовать при совершенствовании функции равновесия у спортсменов.

Как и в предыдущие годы ведется работа по повышению эффективности стрельбы спортсмена-биатлониста. Исследователи департамента спортивной науки и кинезиологии университета Зальцбурга (Австрия) определили влияние утомления на производительность стрельбы и биомеханические параметры элитных биатлонистов (Sattlecker G. et al., 2013). Они проанализировали результативность, а также биомеханические параметры стрельбы у элитных биатлонистов в условиях моделируемой гонки. Результаты исследования показали, что сила нажатия на спусковой крючок играет важную роль при стрельбе в состоянии утомления. Вследствие чего

авторы рекомендуют акцентировать внимание на данном параметре при тренировке.

Специалисты Научно-исследовательского института олимпийских видов спорта Ювяскюля (Финляндия) исследовали влияние веса винтовки на биомеханику лыжных ходов в биатлоне (Linnamo V. et al., 2013). Они выявили, что максимальная скорость передвижения на лыжах была на 3,3% ниже при передвижении с винтовкой, по сравнению с максимальной скоростью передвижения на лыжах без винтовки. Таким образом, метаболическая стоимость веса винтовки составляет 7-8% от общего объема расхода энергии. Кроме того, авторы установили, что вес винтовки, видимо, в большей степени нагружает и влияет на движение верхней части тела спортсмена, а не функции ног.

Несколько противоположные данные в подобном исследовании получили специалисты кафедры спортивной науки и кинезиологии университета Зальцбурга (Австрия) и Шведского исследовательского центра Зимних видов спорта (Stöggl T. et al., 2013). Целью их исследования было оценить влияние веса винтовки на физиологические и биомеханические реакции и гендерные различия у элитных биатлонистов при передвижении попеременным двухшажным ходом и одновременным двухшажным ходом. Результаты показывают, что передвижение с винтовкой увеличивает физиологические и биомеханические требования со значительно большим включением в работу ног и увеличением времени цикла. Последствия передвижения с винтовкой не отличались между лыжными ходами, а также выявлены лишь незначительные гендерные различия. Следовательно, передвижение на лыжах с винтовкой оказывает более значительные требования к физическому развитию туловища и конечностей биатлонистов, что необходимо учитывать при их подготовке.

Таким образом, зарубежными специалистами исследуются физиологические и биомеханические характеристики лыжной техники и параметров стрельбы. В тренировочном процессе биатлонистов зарубежные

исследователи рекомендуют уделять повышенное внимание к развитию аэробных и анаэробных возможностей мышц, преимущественно верхней части тела и поструральному балансу.

#### 4. Тренировочный процесс в шорт -треке

Анализ работ зарубежных лабораторий, показал общую направленность исследований в конькобежном спорте, как в скоростном беге на коньках, так и в шорт треке, связанную с совершенствованием технологий организации и технического обеспечения тренировочного процесса.

Ученые указывают, что в течение последних лет отмечается постоянный рост спортивных результатов конькобежцев во время международных соревнований, таких как Олимпийские игры и различные чемпионаты мира. Продолжают улучшаться мировые рекорды. Почти 50% этого улучшения можно объяснить технологическими усовершенствованиями, и остальные 50%, связаны с улучшением спортивной подготовки. Очевидно, что с введением искусственного льда и крытых катков, появилась возможность заниматься специальной подготовкой практически круглый год. Специалисты из университетов Амстердама и Висконсина-Ла-Кроссе (Нидерланды) (Orie J. et al., 2014) проанализировали 38 летний опыт тренировки конькобежцев олимпийцев, специализирующихся как на длинных, так и на коротких дистанциях и отмечают, что большую роль в улучшении результатов сыграло применение поляризованной модели тренировки и увеличении интенсивности (рисунок 6).

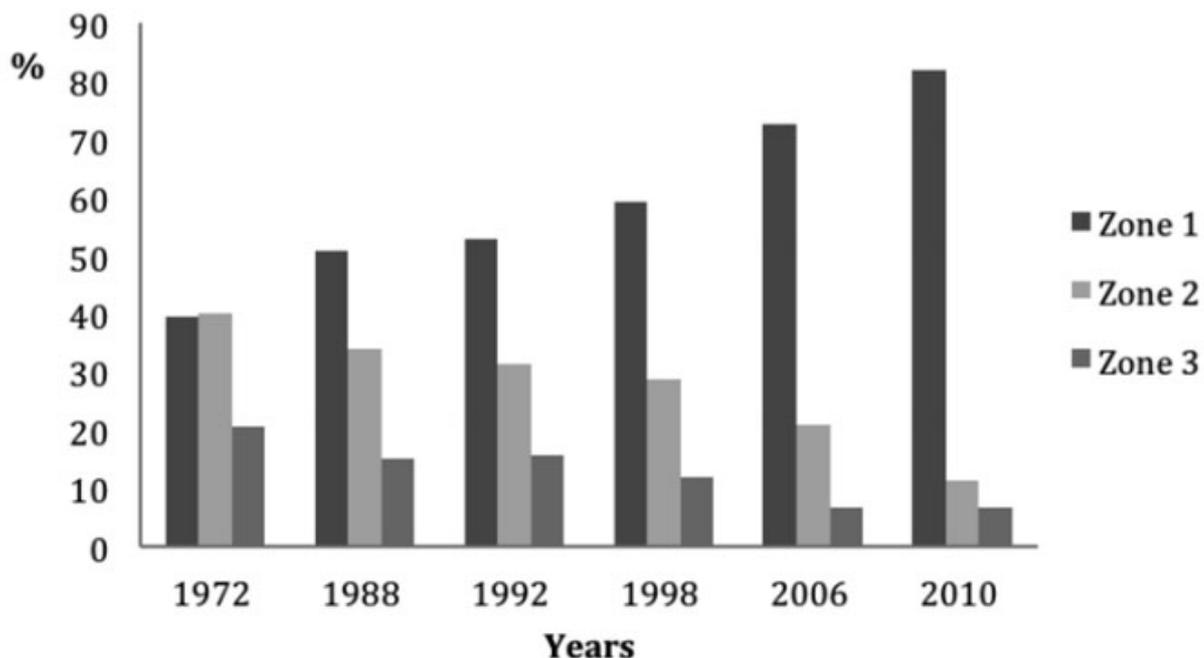


Рисунок 6 - Взаимосвязь между распределением тренировочной интенсивности и временем тренировки. Тренировочная интенсивность разделена на 3 зоны: зона 1  $\leq 2$  ммоль / л лактата, зона 2 2-4 ммоль / л лактата, зона 3 лактат  $> 4$  ммоль / л.  
Zone - зона, years – годы.

Концепция поляризованной тренировки основана на соотношении времени тренировок на низкой и высокой интенсивности. Существует тесная связь между тем, в какой зоне тренировались спортсмены и их результатами. Чем больше они тренируются в зоне 1 (высокоинтенсивной), тем лучше результаты. Эффективность поляризованной модели тренировки доказана учеными для различных видов спорта (Stephen S., 2010). Таким образом, авторы рекомендуют учитывать выявленные тенденции при распределении тренировочной интенсивности и активнее использовать поляризованную модель в тренировке конькобежцев.

Специалисты университета Гуанси, центра управления Генеральной администрации спорта Китая и Научно-исследовательского института спортивных наук (Poirier L. et al., 2011), проведя анализ текущего состояния развития технической и тактической подготовки в шорт треке, указывают, на высокую степень взаимосвязи между развитием шорт трека и соответствующими научными исследованиями. Они отмечают, что исследования спортивной техники китайских шорт-трековиков, в основном

сосредоточены на подготовки юниоров и проблемах биомеханического анализа соревновательной техники с целью ее совершенствования. Исследования технико-тактической подготовки в основном сосредоточены на развитии специализированных восприятий спортсмена и совершенствовании тактики прохождения дистанции. Таким образом, технико-тактическая подготовка в шорт треке, по мнению Poirier L. et al. является приоритетной.

В системе спортивной тренировки в конькобежном спорте ученые во всем мире уделяют большое внимание подготовке спортивного резерва. Так в Канаде разработана специальная программа подготовки юных конькобежцев под названием “достигнуть переднего края”. Целью исследования специалистов университетского колледжа Сент-Мэри (Канада) было определение соответствия компонентов программы “достигнуть переднего края” модели долгосрочного развития спортсмена (Hillis T. L., Holman S., 2013). Результаты показывают, что при формировании спортивных групп юных конькобежцев следует полагаться не только на стадии развития, как это предлагается в рамках программы долгосрочного развития спортсмена, паспортный возраст и результаты скорости прохождения дистанций, как это предлагается в традиционном делении конькобежцев на группы. Определение группы должно обязательно учитывать технические навыки, а также регулярность занятий. Элементы данной программы могут быть использованы в отечественной системе подготовки юных конькобежцев.

Исследователи кафедры спортивных наук университета Росток (Германия) рекомендуют в тренировке юных шорт-трековиков одновременно сочетать сенсомоторную и силовую тренировки (Behrens M. , Mau-Moller A., Laabs H., 2010). Их исследование продемонстрировало положительное влияние 12 недельного сочетания сенсомоторная – силовая тренировка на силу мышц и нервно-мышечную активацию молодых шорт-трековиков. Данное сочетание может быть полезно для видов спорта, в которых играют

решающую роль максимальная сила, активная стабилизация суставов и постуральный контроль.

Для повышения эффективности тренировочной и соревновательной деятельности в современном шорт треке большое значение имеет постоянное совершенствование техники движений, чему уделяется большое внимание зарубежных исследователей. Доктор Яхуан Ванг в университете штата Юта разработал и рекомендует использовать систему видеоанализа (Wang, Y., 2012), позволяющую отслеживать одновременно несколько конькобежцев, снятых одной панорамой камерой. Эффективный автоматический алгоритм поиска ключевого кадра предполагает получать гомографии преобразования каждого кадра в реальной системе координат катка. Предложенный новый алгоритм шаблона перестроения позволяет в сочетании с нечеткой моделью успешно обрабатывать окклюзии между объектами. Экспериментальные результаты показывают, что предлагаемая система решает сложные проблемы очень эффективно.

Другие исследователи из университета Лаваль (Канада) разработали ГИС-ориентированную (географическая информационная система) оптическую систему слежения для шорт-трека (Landry T., Gagnon L., Laurendeau D., 2013) (рисунок 7). Авторы также предлагают модели и инструменты для оценки работоспособности человека на основе геометрических, физических и мощностных параметров. Главной проблемой остается ухудшение эффективности слежения, когда конькобежцы движутся близко друг к другу, по причине длительной окклюзии. В будущем предполагается, что включение в модель ускорения на основе мощности в динамической модели слежения позволит улучшить прогноз. Предоставляя более чистый и более полный сигнал, активная внешняя система позиционирования настоятельно рекомендуется в помощь для разработки точных моделей.

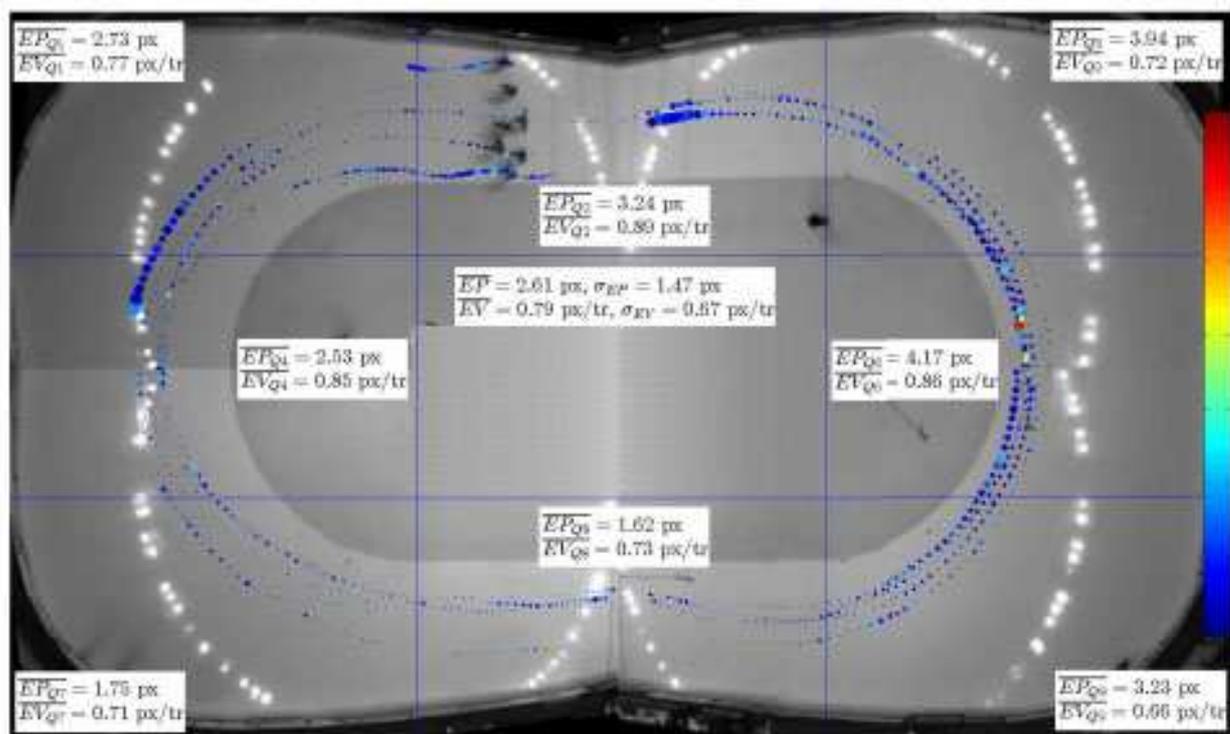


Рисунок 7 - Рассмотрены ошибки оптического трекера для каждой из девяти Q квадранта. Цвет точек указывает на ошибку мгновенной скорости (EV) в пикселей на кадр, в то время как размер точек пропорционален квадрату абсолютной погрешности на позиции (EP) в пикселях.

В конькобежном спорте, где развивается высокая скорость передвижения, на тело спортсмена действуют силы активного аэродинамического сопротивления, ограничивающие эту скорость. Специалисты Норвежского университета науки и технологий провели экспериментальный анализ параметров, влияющих на силу сопротивления движению конькобежцев (Oggiano L., Sætrana L.R., 2010). Их исследование показывает влияние различных параметров ткани спортивных костюмов на аэродинамические характеристики. По их данным жесткая ткань является не всегда выгодной с точки зрения уменьшения сопротивления. Тем не менее, точный выбор различных материалов для разной скорости, угла наклона, размера модели и расстояния между ног может улучшить общие аэродинамические свойства, уменьшая лобовое сопротивление.

Специалисты университета Калгари и университета Альберты Л. Пуарье в целях минимизации трения и повышения скорости пытаются оптимизировать форму лезвия коньков (Poirier L. et al., 2011). Они

предоставили новые данные о твердости льда для спортивных ледовых поверхностей и включили их в модель расчета трения льда. Учет данных параметров может оказывать существенное влияние на скорость и результат в шорт-треке.

Качественный спортивный инвентарь не только улучшает скоростные характеристики спортсменов, но и защищает их от травм. Исследователь научной лаборатории нейротравмы университета Оттавы (Канада) Клара Картон (Karton C. et al., 2013) оценила эксплуатационные характеристики шлемов в конькобежном спорте по отношению к управлению максимальными линейными и угловыми ускорениями. Шлем двухскоростной модели катания обеспечивал защиту при максимальном линейном ускорении на низком диапазоне оценки вероятности для сотрясения мозга для всех условий воздействия. И, наоборот, в результате максимальных значений углового ускорения все оказались близки к верхней границе диапазона вероятностей для сотрясения мозга.

Исследователи университета Маунт Роял и университета Калгари (Канада) выявили влияние размера и формы шлема на максимальное линейное торможение при ударе о защитные подушки (Maw S., Lun V., Clarke A., 2012). Размер и форма шлема действительно влияют на пиковое линейное торможение в испытаниях при ударе о борта в шорт треке. Чем меньше и круглее шлемы, тем ниже эти значения будут при использовании относительно жестких шлемов. Влияние величины размера шлема больше, чем формы шлема, и это влияние увеличивается со скоростью до уровня нескольких Гц на каждые несколько сантиметров в разнице размера шлема. Представленные данные рекомендуется учитывать в целях обеспечения безопасности и сохранения здоровья шорт трековиков.

Развивается направление, связанное с физиологическим обоснованием тренировочного процесса шорт-трековиков. Так специалисты центра медицинских технологий университета Керсан, Корея, выявили взаимосвязь между региональными размерами мозжечка и статической устойчивостью у

высококвалифицированных женщин, занимающихся шорт-треком (Park I.S. et al., 2012). Результаты показали, что у женщин-спортсменок объем 6-7 долей мозжечка значительно коррелирует со статическим равновесием левой части тела. Конькобежный стаж занятий оказывает большее влияние на статическое равновесие мужчин, чем женщин. Представленные данные можно использовать с целью спортивной ориентации и прогноза.

Ученый Китайского университета провел сравнительный анализ мышц шорт трековиков, соревнующихся на короткие и длинные дистанции (Xia, J.Y., 2011). Целью исследования было найти, если есть ли различия и дефицит силы мышц между спортсменами, соревнующимися на длинных и коротких дистанциях, и могут ли они перенимать друг у друга опыт подготовки. Ученые заключили, что индекс максимальной силы колена и лодыжки для спринтеров больше соответствует характерным особенностям конькобежных видов, в то время как спортсмены стайеры имеют хорошие силовые показатели на низкой скорости. В индексе сгибателей - разгибателей, как спортсмены соревнующихся на длинных, так и на коротких дистанциях, имели показатели ниже рекомендованных, особенно шорт-трековики. У шорт-трековиков, соревнующихся на длинных дистанциях, сила мышц левых разгибателей больше, чем правых, и им необходимо улучшить баланс обеих ног.

Ученые центра спорта и науки университета Эссекс и Британского Олимпийского университета исследовали влияние длины дистанции на оксигенацию мышц спортсменов шорт трековиков (Hesford C.M. et al., 2013). Было показано, что дистанция гонки мало или вообще не влияет на глобальные физиологические переменные, но длина дистанции и техника оказывают влияние на локальный кровоток. Наибольшее снижение насыщения крови кислородом в мышцах происходит на 2 и последующих кругах дистанции, как у мужчин, так и у женщин. Представленные результаты предлагают понимание местных метаболических воздействий

максимальной скорости, а также воздействие изменений в технике передвижения в конькобежных гонках.

Соревновательный стресс зачастую оказывает негативное воздействие на спортивную работоспособность. Ученые Харбинского технологического института провели анализ когнитивной тревожности шорт-трековиков (Baofeng Z., Shuang-ling L., Yong L., 2009). Результаты показывают, что когнитивная личностная тревожность спортсменов находится на уровне ниже среднего, уровень тревожности мужчин ниже, чем у женщин. Тренировочный стаж имеет отрицательную корреляцию с тревогой предсоревновательной подготовки. Ключевыми факторами, влияющими на когнитивную тревожность конькобежцев относятся тревожность социальной оценки, предсоревновательную тревожность, беспокойство неудачи, тревога получения спортивной травмы.

Специалисты английского института спорта и университета Лафборо (Великобритания) исследовали баланс жидкости у элитных шорт-трековиков (Currell K., Simpson E., Mears S., 2013). Были выявлены различия в потере пота при ледовых тренировках разной направленности: тренировки на выносливость, на скорость и выносливость с силовой тренировкой. Во время всех тренировок, ни один из участников не потерял более 2% от массы тела, по-видимому, участники адекватно потребляли жидкость во время тренировки, чтобы предотвратить обезвоживание.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что в последние годы зарубежными исследователями активно совершенствуются технологии подготовки, разрабатываются системы видеонализа, совершенствуются и экспериментально апробируются характеристики спортивной экипировки. Ведется работа по оптимизации планирования и подготовке спортивного резерва, физиологическому обоснованию тренировочного процесса шорт-трековиков.

## 5. Тактическая подготовка шорт - трековиков

Ученые проводят многочисленные исследования, анализируя эффективность различных тактических схем прохождения дистанций в шорт треке. Шаговые стратегии оказывают огромное влияние в этом виде спорта. Ученые Технологического института Хуанши и Шанхайского университета спорта (Китай) определили особенности влияния пола, квалификации и дорожки на шаговые стратегии на дистанции 500 м (Da-wu H. et al., 2013). Данные показывают, что женщины выполняют ускорения на дистанции быстрее, чем мужчины. Более квалифицированные конькобежки женщины ускоряются быстрее по внутренней дорожке, чем низкоквалифицированные. Квалификация не оказывает существенного влияния на шаг у мужчин и дорожка имеет большое влияние на различия в шаге.

Никола Булок с сотрудниками из Университета Уэльса особую роль в достижении высоких результатов отводит правильному прохождению поворотов и обгону на поворотах (Bullock N., Martin D. T., Zhang A., 2008). Им выявлено, что на дистанции 500 м прохождение обгонов необходимо равномерно распределять по всем участкам трассы. Чтобы получить лидирующую позицию на 1000 м более 75 % обгонов необходимо совершать при входе в поворот, а возможность обогнать по внутренней и внешней стороне распределяется поровну. Для дистанции 1500 м обгоны равномерно распределяются по всем направлениям трассы для женщин, но 60 % обгонов у мужчин происходит на повороте. Обгон снаружи происходит в 60 % раз для мужчин, в то время как 66 % женщин обгоняют по внутренней стороне.

Исследования ученых из института спортивных и оздоровительных наук университета Базила (Швеция) посвящены тактической деятельности конькобежцев и распределением сил по дистанции в соревновательных гонках (Muehlbauer T., Schindler C., Panzer S., 2010). Исследование показало, что конькобежцам предпочтительна стратегия быстрого старта во время официальной 1000-м спринтерской гонки. Однако, результаты

свидетельствуют, что сокращение времени прохождения в заключительной части дистанции является более эффективным для результата на финише. Конькобежцы с более низким рейтингом должны сосредоточиться в тренировке на снижении variability во времени отрезков дистанции от соревнований к соревнованиям.

Исследователи из университета Амстердама (Нидерланды) занимаются моделированием прохождения дистанций в шорт треке (de Koning J.J. et al., 2011). На основе разработанной модели, заключающейся в соотношении между минимизацией расхода кинетической энергии в конце гонки и потерей энергии на трение, они предположили, что мировые рекорды являются следствием просчитанного риска раннего использования мощности для оптимизации потерь энергии, при этом, не вызывая “энергетическую катастрофу”. Другая группа ученых этого же университета с помощью экспериментального подтверждения смоделированной стратегии гонки сделали несколько противоположное заключение (Hettinga F.J. et al., 2013). По данным их исследования стратегия быстрого начала имеет негативное последствие на результат и технику конькобежцев и не приводит к более высокой производительности.

Как видно, зарубежные ученые в последние годы уделяют значительное внимание тактической подготовке конькобежцев и шорт-трековиков. Ими широко используется моделирование и анализ тактики прохождения соревновательных выступлений ведущих спортсменов мира. По мнению зарубежных ученых дальнейшее развитие научных исследований в шорт треке, может быть связано с разработкой и внедрением инновационных методов технической и тактической подготовки и увеличением исследований связанных с созданием тактических схем (Ping C., Shan L., Lai S., 2010). Представленные учеными тактические схемы могут быть использованы при планировании прохождения спортсменами соревновательных дистанций.

## 6. Беговая экономичность и особенности ее повышения у легкоатлетов стайеров

В последние годы в тренировочном процессе бегунов стайеров уделяется внимание двум основным направлениям: расширению функциональных возможностей организма спортсмена и повышению экономичности бега. Традиционно в стайерских дисциплинах первостепенная роль отводится развитию аэробных возможностей организма спортсменов, определяемых уровнем максимального потребления кислорода (МПК) и вентиляционным порогом, в то время как в работах зарубежных тренеров и ученых в последние годы больше внимания уделяется также и повышению экономичности бега.

Экономичность бега — это степень эффективности потребления кислорода и сжигания калорий в процессе бега. Измеряется в количестве кислорода на килограмм веса бегуна на километр дистанции (мл/кг/км). Или калорий (Ккал/кг/км) (Romeo F., 2009). Э. Арселли и Р. Канова этот же показатель называют “удельная энергостоймость”. Другие авторы для характеристики и обоснования экономичности бега предлагают оценивать потребление кислорода и частоты сердечных сокращений на определенной скорости (Helgerud J., Støren Ø., Hoff J., 2009; Mooses M. et al., 2013), а также минимальную шаговую частоту сердечных сокращений соотнесенную с временем работы на постоянной скорости (De Ruyter C. J. et al., 2014). Обширные исследования показали, что с аналогичными значениями максимального потребления кислорода, спортсмены с более низкими энергетическими затратами во время бега, в целом, показывают лучшую работоспособность (De Ruyter C. J. et al., 2014).

Большую роль в повышении экономичности играет согласованность работы различных систем организма. Исследователи из Калифорнии Б. Филлипс и Я Джин провели поисковое исследование по изучению адаптации темпа к синхронизации работы сердца и опорно-двигательного аппарата во

время бега. Все предыдущие исследования сердечно-двигательной синхронизации у бегунов включали в себя создание условий, где темп шага и частота сердечных сокращений практически идентичны. Тем не менее, естественное соотношение темпа и частоты сердечных сокращений во время бега не может иметь соотношение 1:1. Авторы изучили влияние эффективности соотношения темпа и частоты сердечных сокращений, кроме 1:1 (например, 1:2, 2:3, 3:2) на результат бегунов. Темп задавался с использованием звукового сигнала стимуляции шага по частоте сердечных сокращений. Результаты исследования свидетельствуют о том, что адаптивный темп сердечно-двигательной синхронизации может иметь положительное влияние на беговую результативность. У испытуемых наблюдалось улучшение времени бега на субмаксимальной скорости, увеличение временной константы в увеличении частоты сердечных сокращений, имелась тенденция к снижению variability сердечного ритма. Авторы также отмечают, что условия стимуляции хоть и не коррелируют с временем бега, но способствуют более высокому темпу по сравнению с мнимыми условиями (при подаче ложных сигналов стимуляции) (Phillips B., Jin Y., 2013). Следовательно метод звуковой стимуляции может быть рекомендован для повышения беговой эффективности на субмаксимальной скорости.

Нахождение оптимальной длины и частоты шагов – необходимое условие технического совершенства бегуна. Целью ученых научно-исследовательского института движений, университета Амстердама (Нидерланды) К. Рутер, П. Верджика, В. Веркер было определить оптимальную частоту шага (минимальное потребление кислорода для пройденного расстояния) и сравнить ее с самостоятельным выбором частоты шага у опытных и начинающих бегунов. Результаты показывают, что при субмаксимальных скоростях, опытные бегуны субъективно выбирают частоту шага ближе к минимуму для потребления кислорода, чем начинающие бегуны. Снижение было существенным и доходило до 3-5% для

некоторых начинающих бегунов и потенциально улучшалось примерно на 1% у некоторых подготовленных бегунов. Специалисты подчеркивают, что хотя эти снижения относительно небольшие, они относятся к значимым улучшениям беговой работоспособности и легко достижимы. Кроме того, авторы рекомендуют устанавливать оптимальную частоту шага бегуна путем нахождения минимальной шаговой частоты сердечных сокращений соотнесенной со временем работы на постоянной скорости (Ruiter C.J. et al., 2014).

Важной характеристикой техники бегуна является отталкивание. Исследователи биологического факультета колледжа Санкт Ансельм (США) П. Ларсона, Э. Хигинза, Д. Каминский, Т. Декера анализировали отталкивающие движения левой и правой ног у 936 бегунов на длинные дистанции на 10 км отрезке полумарафонской и марафонской гонки. Авторы отнесли 88,9% бегунов к отталкивающимся задней частью стопы, 3,4% - отталкивающимся средней частью стопы, на 1,8% - отталкивающимся передней частью, также 5,9% бегунов отталкивались асимметрично. Ученые также сравнили отталкивающие движения ног у 286 бегунов марафонцев между отрезками гонки 10 км и 32 км и выявили, что большой процент бегунов на 10 км отрезке марафона, отталкивающимися средней и передней частью стопы, на 32 км отрезке марафона перешли к отталкиванию задней частью стопы. Частота асимметричного отталкивания ногой снижается с 10 км до 32 км отрезков дистанции. Следовательно, отталкивание задней частью стопы является более специфичным и экономичным и может быть рекомендовано спортсменам, соревнующимся на данных дистанциях. Тем не менее авторы не нашли значимой взаимосвязи между отталкивающими движениями стопы и временем гонки бегунов (Larsona P. et al., 2011).

Ученые Норвежского университета науки и технологий Дж. Хеллгруд, О. Сторен, Дж. Хофф исследовали различия в беговой экономичности на различных скоростях у хорошо подготовленных бегунов стайеров. Результаты показывают, что различия в экономичности бега на скоростях

ниже интенсивности 90% от максимального потребления кислорода (МПК) не выражены (Helgerud J., Støren Ø., Hoff J., 2009). Некоторые исследования показывают, что экономичность бега на скоростях до анаэробного порога изменяется незначительно и в среднем для людей составляет 1 ккал/кг/км (Romeo F., 2009). Женщины характеризуются более низким МПК, но лучшей экономичностью бега, чем мужчины (Helgerud J., Støren Ø., Hoff J., 2009). По-видимому, при тренировке в беге на длинные дистанции женщинам необходимо больше совершенствовать именно эти способности.

Целью исследований ученых центра поведенческих, социальных и медицинских наук университета Тарту и национального института развития здоровья Таллина (Эстония) М. Мусис, Д. Юрима, Д. Маэсту, К. Лоси и П. Падж было сравнение беговой экономичности между спортсменами соревновательного и рекреационного уровня на их индивидуальных вентиляционных порогах и параметров композиции тела, которые имеют отношение к индивидуальной беговой экономичности (Mooses M. et al., 2013). Это исследование показало, что нет никакой разницы в экономичности бега между бегунами на длинные дистанции с различным уровнем производительности при беге на трассе, в то время как существуют различия при беге на скорости вентиляционного порога. Различия в беговой экономичности между спортсменами соревновательного и оздоровительного уровня не связаны с составом тела и / или различным индексом массы ног (Romeo F., 2013).

Способность эффективно использовать энергию является одним из важнейших компонентов деятельности, требующей выносливости, особенно среди высококвалифицированных спортсменов. Целью работы специалистов кафедры питания и физических упражнений университета штата Флорида Д. Уилсон, Л. Хорнбюкл, Д. Ким было изучение влияния статического стретчинга на выносливость и общую энергетическую стоимость, измеренную в калориях потраченных на беговой дорожке у подготовленных бегунов на длинные дистанции мужского пола. По результатам своего

исследования ученые пришли к двум важным выводам: 1) статический стретчинг оказывает вредное воздействие на деятельность, требующей высокой силы и скорости, лежащих в основе работоспособности мышц (рисунок 8), 2) после статического стретчинга увеличиваются затраты энергии в беговых упражнениях умеренной интенсивности (рисунок 9). Таким образом, ученые предостерегают тренеров и спортсменов, выполняя длительный, статический стретчинг непосредственно перед бегом средние или на длинные дистанции. Влияние же других форм стретчинга (т.е. динамического стретчинга) на выносливость еще предстоит проверить (Wilson J.M., 2010).

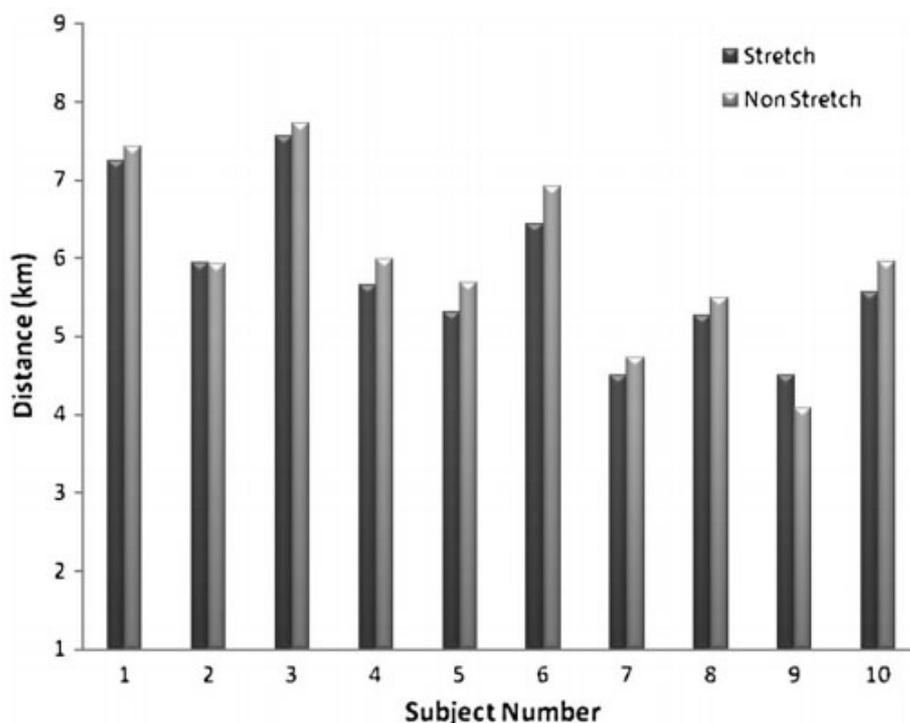


Рисунок 8 – Расстояние, пробегаемое за 30 минут для каждого испытуемого при условиях со стретчингом и без стретчинга (по Wilson J.M., 2010). Distance – расстояние, Subject Number – номер испытуемого.

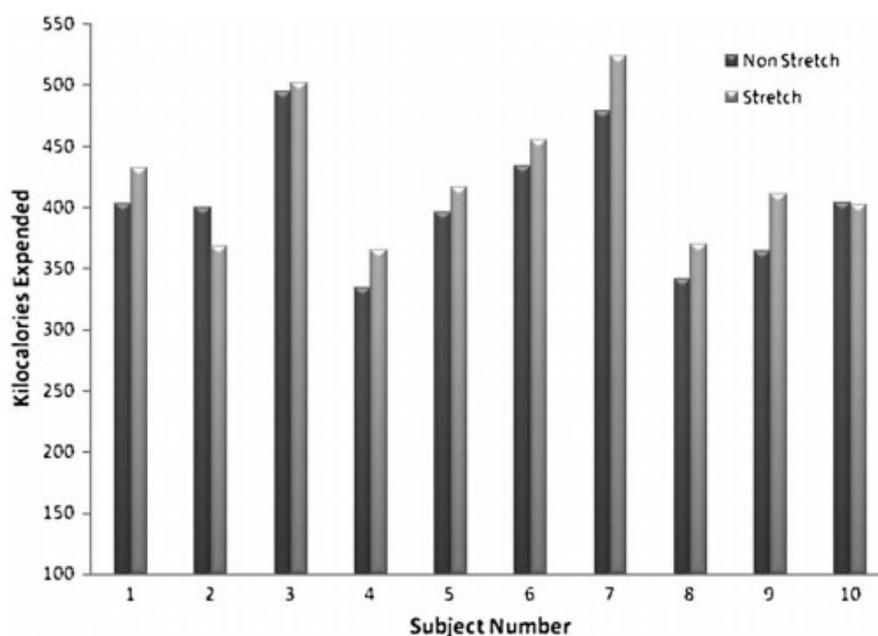


Рисунок 9 – Расход энергии (ккал) по каждому испытуемому в условиях с растяжением и без растяжения (по Wilson J.M., 2010). Kilocalories Expended – расход энергии, Subject Number – номер испытуемого.

Считается, что бег в амортизирующей обуви, предотвращает травмы нижних конечностей. Тем не менее, не ясно, как бег в этой обуви влияет на расход энергии. Ученый департамента восстановительной медицины университета Гронингена (Нидерланды) С. Собхани сравнил экономичность бега в амортизирующей, специализированной беговой и стандартной обуви. Полученные им результаты показывают, что потребление кислорода во время работы в амортизирующей обуви было в среднем на 4,5% выше, чем в стандартной обуви ( $p < 0,001$ ) и 5,6% выше, чем в беговой обуви ( $p < 0,001$ ). Для всех трех типов обуви не было обнаружено никаких существенных различий между ЧСС и скоростью выполняемой нагрузки (Sobhani S., 2014). Таким образом, амортизирующие кроссовки увеличивают затраты энергии и их не рекомендуется использовать для тренировок и соревнований в беге на длинные дистанции.

Следовательно, наиболее перспективным, по мнению ученых, направлением улучшения спортивных результатов легкоатлетов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, является повышение экономичности бега. Это может достигаться разными путями: оптимизацией

темпа, особенностями отталкивания, за счет применения специальной обуви, использования или наоборот исключения определенных тренировочных средств. Однако, необходимо учитывать что беговая экономичность является высокоспецифичной к бегу на определенной скорости или физиологической интенсивности (уровень которой определяется вентиляционными порогами, % от МПК, частотой сердечных сокращений), а также зависит от гендерных особенностей.

## 7. Современные тенденции в физиологии бега на длинные и сверхдлинные дистанции

В настоящее время проблема поиска предикторов и факторов, лимитирующих работоспособность организма спортсменов в беге на длинные дистанции по-прежнему остается в призме внимания ученых.

В настоящее время накоплено большое количество научных знаний, касающихся исследования функциональных возможностей организма бегунов стайеров. Однако, исследователи центра спортивной медицины (Испания), Цюрихского центра интегративной физиологии человека (Швейцария) и Политехнического университета Мадрида (Испания) еще раз определили физиологические детерминанты специализации элитных бегунов на средние и длинные дистанции с целью их более тщательной классификации. Исследователи сообщают, что предикторами успешности в беге на длинные по сравнению со средними дистанциями, являются большие показатели абсолютного и относительного максимального потребления кислорода (МПК), потребления кислорода и скорости на уровне вентиляционного порога 2 (Rabadán M., 2011). Данные показатели необходимо учитывать при определении специальной работоспособности бегунов-стайеров.

Этапный контроль функциональной подготовленности играет большую роль в дальнейшем планировании тренировочного процесса. На кафедрах физической культуры Государственного университета Маринга и

Государственного университета Лондрин (Бразилия) провели исследование влияния подготовительного тренировочного этапа на показатели аэробных возможностей, вариабельность сердечного ритма и результативность в беге на дистанции 5-км у бегунов стайеров высокой квалификации. Анализ показал, «значимое» и «очень значимое» улучшения скорости, взаимосвязанное с МПК (от  $20,0 \pm 1,0$  км/ч до  $21,2 \pm 0,6$  км/ч) и производительностью в беге на 5 км (от  $18,0 \pm 0,4$  км/ч до  $18,9 \pm 0,7$  км/ч), а также «значимое» снижение высоко частотных (от  $41,4 \pm 18,5$  до  $30,4 \pm 14,3$ ), и увеличение низко частотных (от  $58,5 \pm 18,5$  до  $69,6 \pm 14,3$ ) составляющих сердечного ритма. Изменения в скорости, связанные с МПК и влиянием блуждающего нерва по данным вариабельности ритма сердца были сильно взаимосвязаны с результативностью бега на дистанции 5 км (Silva D.F. et al., 2013). Данное исследование также показывает высокую прогностическую значимость показателей МПК и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма для контроля функциональной подготовленности бегунов стайеров.

Ранее было выявлено, что марафонский бег может вызвать обратимые повреждения мышечных клеток и изменить широкий спектр биохимических показателей в день после гонки. Часто беговые стайерские дисциплины рассматриваются как потенциально опасные для здоровья. Ученые кафедры инфекционных болезней университета Копенгагена (Дания) изучили биохимический и компонентный состав тела спортсменов при ежедневном марафоне в течение недели. Авторы выявили, что дневной марафон в течение 7 дней не оказывал большие негативные последствия на биохимию крови спортсменов и даже оказал некоторое благотворное влияние на традиционные маркеры риска сердечно-сосудистых заболеваний, что наблюдалось до 24 часов после гонки. В целом были найдены обычные побочные эффекты, включая незначительные повреждения мышечных клеток и незначительное увеличение маркеров повреждения клеток печени. Это означает, что ежедневный марафон в течение недели не вызывает какой-либо

серьезной опасности для здоровья на биохимическом уровне (Karstoft K. et al., 2013).

Профессор Янг-Джу Ким с сотрудниками университета Инчже, университета Сунчанхунг и Национального спортивного университета (Республика Корея) исследовал влияние ультра-марафонского 308 км бега исследовал выраженность структурных нарушений сердца у 18 марафонцев мужчин. Образцы крови были собраны перед гонкой, а также на контрольных-точках 100 км, 200 км и 308 км. Авторы заключили, что по характеристикам сердечных маркеров у спортсменов отмечается физиологическая переходная защитная реакция миокарда, возникающая в результате непрерывного гемодинамического сердечного стресса. Однако, нормальный индекс массы миокардиальной креатин киназы и отсутствие увеличения уровней кардиального тропонина I в течение 308 км ультра-марафонского бега предполагает отсутствие повреждения миокарда (Kim Y. et al., 2014).

Специалисты университета Британской Колумбии (Канада) Д. исследовали артериальное соответствие при длительном ультра-марафонском беге. Показатели артериального давления у исследуемых бегунов стайеров, были ниже по сравнению с физически активными мужчинами того же возраста из контрольной группы и взаимосвязаны с параметрами тренировочной нагрузки. В частности, в анализируемых авторами данных снижение давления у бегунов стайеров было связано с увеличением длины дистанции, пробегаемой за тренировку. Однако, более широкое определение частоты, интенсивности и продолжительности беговых нагрузок не выявили никакой связи для бегунов в целом (Burr J.F. et al., 2012).

Длительный бег, и особенно марафон — большой стресс для организма. Человек тяжело переносим его не только физически, но и психологически, и не всегда физическая составляющая является самой сложной. Ученые факультета психологии, университета Халл, а также университетов Лидса и

Центрального Ланкашира (Великобритания) провели оценку стресса, адаптации и эффективности адаптации к стрессу, у бегунов стайеров международного уровня во время тренировок и соревнований. Испытуемые подвергались стрессу и адаптировались в течение 6 недель. Результаты показали, что бегуны испытывали различный уровень стресса и использовали различные технологии адаптации в дни тренировок и соревнований. Стресс был значительно интенсивнее в дни соревнований. Кроме того, была значимая отрицательная корреляция между интенсивностью стрессора и контролем стресса, и отрицательная корреляция между интенсивностью стрессора и эффективностью адаптации. Эти результаты подтверждают мнение, что стрессоры и адаптация являются специфическими ситуационными показателями (Nicholls A. R. et al., 2009).

Специалисты Университета Падерборн (Германия) изучили различия в конкурентоспособности мужчин и женщин, тренирующихся и соревнующихся в беге на длинные дистанции. Анализ данных, показал, что женские стайерские соревнования с большим призовым фондом (5000 м на стадионе, 10000 м шоссе, полумарафон и марафон) всегда были особенно привлекательными для спортсменов. И хотя гендерный разрыв все еще существует в пользу мужчин, он значительно сократился за последние годы. Эти выводы не совместимы с гипотезой, о том, что гендерные различия в конкурентоспособности отражают сложившиеся биологические различия и / или психологические предрасположенности. Авторы объясняют это изменением социально-культурных условий, предполагающим сегодня во многих частях мира одинаковым воспитанием мальчиков и девочек а также возрастающей мотивацией от успеха (т.е. идентичен призовой фонд) способствующей в настоящее время женщинам тренироваться так же усиленно, как мужчин (Frick B., 2011).

В связи с тем, что соревнования в беге на длинные и марафонские дистанции чаще всего проводятся в жарких условиях внешней среды, одними из основных факторов снижения работоспособности спортсменов являются

перегревание и дегидратация. Исследователи университета Северной Алабамы и Государственного университета среднего Теннесси проанализировали кинетику гидратации при 75% по сравнению с 150% заменой жидкости во время десятикилометрового забега вне помещения. Текущие правила Американского колледжа спортивной медицины рекомендуют восполнять 150% потери пота между тренировками, разделенные не более 12 часовым перерывом, но существует мало доказательств в отношении последствий этих рекомендаций для бегунов. Значимые различия были обнаружены в массе тела и удельном весе мочи. Частота сердечных сокращений во время 10-км пробега и повышение внутренней температуры после бега (не различались при 75 % и 150% режимах восполнения жидкости соответственно, несмотря на повышение производительности ~ 3% за счет более быстрого темпа, во второй половине беговой дистанции при восполнении жидкости на 150%. Воспринимаемая тяжесть забега была ниже ( $p = 0,02$ ) при восполнении 150% жидкости ( $7,5 \pm 1,3$ ) по сравнению с 75% ( $8,4 \pm 0,9$ ). Однако, вынужденное питье может быть потенциальной помехой для тренировочных забегов в жару вечером и утром, обильная концентрация мочи и трудности в потреблении рекомендуемых объемов жидкости, показывает, что замена жидкости <150% может быть более идеальным вариантом (Davis B. A. et al., 2014).

Сочетанное влияние сразу двух факторов внешней среды на спортивную работоспособность спортсменов-стайеров: эффекты теплового воздействия и времени суток рассмотрел специалист больницы спортивной ортопедической медицины Катара С. Расинайз (рисунок 10). Автор выявил, что способность выполнять длительные упражнения в нейтральной среде одинакова утром и днем. Однако, в жаркой среде, дневной прирост температуры может уменьшить физическую работоспособность (Racinais S., 2010). Таким образом, необходимо учитывать как время дня, так и условия внешней среды.

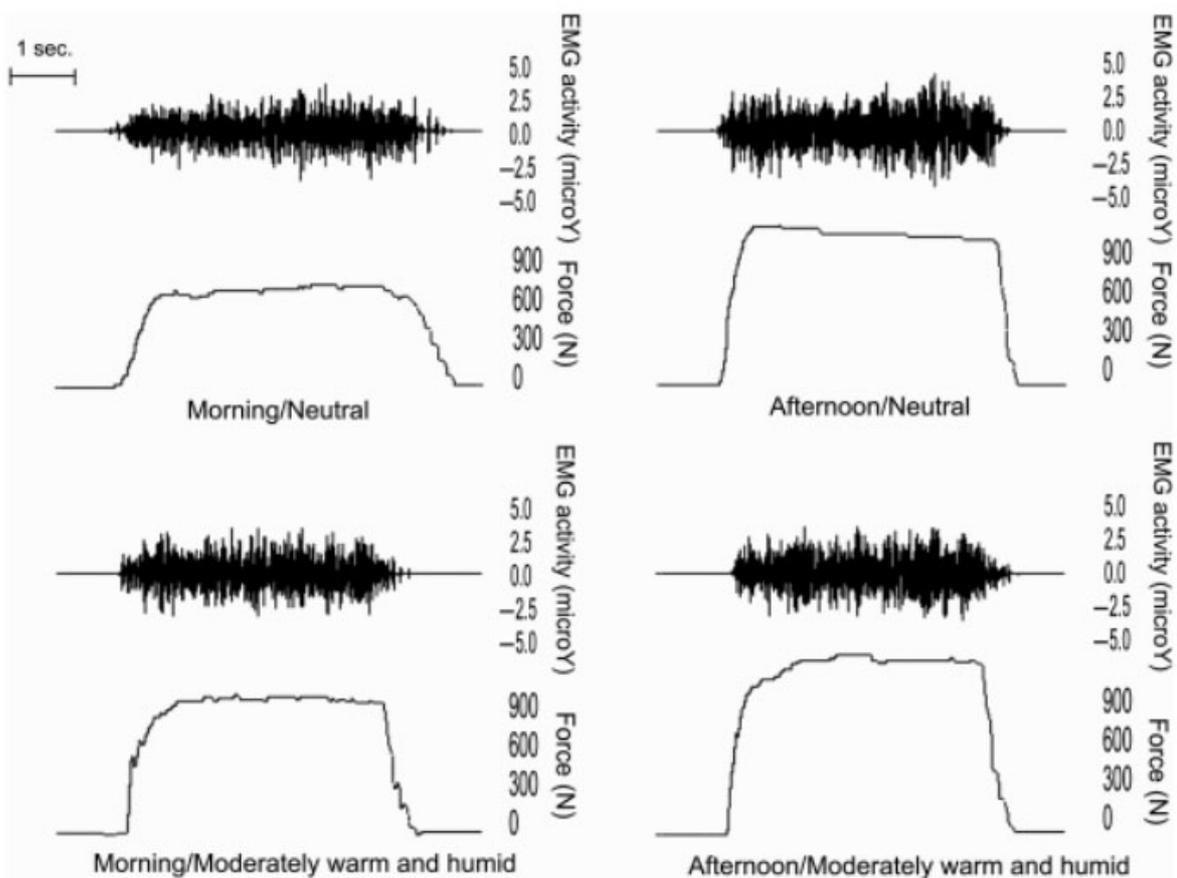


Рисунок 10 - Сила мышц и нервная активность в нейтральной и жаркой среде. Жаркая среда улучшает мышечный силу в первой половине дня только, когда температура тела находится на самом низком уровне.

Примечание: EMG activity – электромиографическая активность, Force – сила, Morning – утро, Afternoon – день, Moderately warm and humid - умеренно теплый и влажный.

Особенности тепловой акклиматизации группы бегунов на супермарафонские дистанции при подготовке к соревнованиям в жаркой пустыне изучали специалисты университета Ковентри и университета Бангор (Великобритания). По результатам своего исследования авторы рекомендуют для того, чтобы вызвать у бегунов-стайеров значительную тепловую акклиматизацию, в том числе снижение напряжения сердечно-сосудистой системы и терморегуляции, выполнение двух упражнений продолжительностью по 2 ч при интенсивности 60% от МПК и температуре окружающей среды 30 ° С. Либо выполнение двух беговых упражнений продолжительностью 2 ч при интенсивности 60% от МПК и при температуре окружающей среды 35 ° С. Подобные сочетанные воздействия «упражнение + тепловой стресс» приводят к физиологическим изменениям в организме

бегунов стайеров сопровождающимся снижением индекса теплового комфорта (Costa R. et al., 2014).

Анализ вышеприведенных научных данных позволил выделить следующие наиболее значимые тенденции в зарубежных исследованиях физиологии бега на длинные и сверхдлинные дистанции. Продолжается поиск и более детальная классификация физиологических детерминантов специальной работоспособности в стайерском беге. Исследуются отдельные положительные и отрицательные эффекты стрессорного воздействия марафонского и ультрамарафонского бега на состояние сердечно-сосудистой системы человека. Специалисты продолжают изучать влияние жарких условий среды на результативность бегунов стайеров и предлагают различные варианты предупреждения состояний вызывающих снижение спортивной работоспособности.

#### 8. Медико-биологическое обеспечение тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов и их резерва

В центре внимания зарубежных специалистов стоит проблема медико-биологического обеспечения тренировочного процесса, а также вопросы сохранения здоровья высококвалифицированных спортсменов. В зимних видах спорта наиболее актуальным остается профилактика заболеваний дыхательной системы. Ученые университета Британской Колумбии (Sheel A. W., MacNutt M.J., Querido J.S., 2010) объясняют бронхиальные расстройства спортсменов частой гипервентиляцией холодным и сухим воздухом во время физических упражнений. Сочетание интенсивных тренировок с холодными условиями окружающей среды вызывает ремоделирование эпителия дыхательных путей, о чем свидетельствует биопсия бронхов человека. Холод и физическая нагрузка оказывают более существенное влияние на дыхательную систему женщин: женщины испытывают ограничение потока выдоха чаще и на более низком уровне минутной вентиляции по сравнению с мужчинами-спортсменами; женщины испытывают большую динамическую

гиперинфляцию во время тяжелых физических упражнений; полная механическая работа дыхания выше у женщин по сравнению с мужчинами во время нагрузки повышающейся мощности.

Группа ученых Норвежского университета науки и технологий и Сиднейского университета (Австралия) провели исследования по сравнению реакции дыхательных путей спортсменов на различные стимулы (Sue-Chu M. et al., 2010). Ученые показали, что прямые и косвенные стимулы сужения просвета бронхов дыхательных путей неоднородны. Это может быть связано с аллергической сенсibilизацией или условиями тренировки, с возможными последствиями лечения симптомов, а также гиперчувствительностью дыхательных путей у этих спортсменов.

В олимпийском медицинском институте Великобритании исследовали влияние 2-х дневной повторной соревновательной нагрузки на А-иммуноглобулин слюны у тренированных спортсменов-мужчин. Уменьшение концентрации А-иммуноглобулина слюны было рассмотрено ими в качестве возможной причины повышенной восприимчивости спортсменов к инфекциям верхних дыхательных путей. Целью их исследования было определить влияние двухдневной соревновательной биатлонной гонки на лыжероллерах на А-иммуноглобулин, скорость секреции кортизола слюны и концентрацию тестостерона. Результаты показывают, что спортсмены, участвующие в повторных стартах, не демонстрируют снижение слюноотделения или скорости секреции А-иммуноглобулина. Симпатическая стимуляция не проявляется в ингибировании слюноотделения и секреции А-иммуноглобулина вскоре после гонки (Laing S. et al., 2009).

Профилактика травм и заболеваний в среде спортивной элиты способствует сохранению здоровья спортсмена и росту результативности. На Всемирной конференции МОК по предупреждению травматизма и болезней в спорте в Монако ученые из университета Ноттингема и Английского института спорта (Великобритания) (Palmer-Green D. et al., 2014)

представили доклад об эпидемиологическом изучении травм и заболеваний шорт-трековиков в Великобритании. Специалисты выявили, что примерно 64% и 73% спортсменов команды страдают по крайней мере одной травмой или болезнью. Наиболее распространенными являются травмы бедра (38%), поясничного отдела позвоночника и колена (19% каждая), с потерей из-за травмы 8, 19 и 43 тренировочных дней, соответственно. Наиболее частыми причинами травм были чрезмерные напряжения (хронические, острые: 38%). Самыми распространенными заболеваниями были инфекции верхних дыхательных путей (75%), которые происходили чаще всего в периоды соревнований и дальних поездок.

В Харбинском институте физкультуры (Китай) исследовали причины изменения плотности костной ткани шорт-трековиков, связанные с тренировкой на льду и провели корреляционный анализ между спортивной тренировкой и спортивными травмами и минеральной плотностью костной ткани у спортсменов (Yaru W. et al., 2012). Было выявлено, что длительные высоко интенсивные тренировки на льду оказывает негативное воздействие на минерализацию костной ткани спортсменов. Так, например, раннее начало тренировок на льду увеличивает ультразвуковые признаки изменения пяточной кости.

Специалисты Норвежского университета науки и технологий, определили, что распространенность заболеваний опорно-двигательного аппарата среди норвежских биатлонисток (Østerås H., Garnæs K.K., Augestad L.V., 2013) составляет 57,8 %. Наиболее часто встречались травмы колена (23,0 %), икроножных мышц (12,2 %), голеностопного сустава (10,8 %), нижней части спины (10,8 %) и бедра (10,1 %). Заболевания привели к прекращению тренировок у 73,5 % спортсменов и альтернативным тренировкам у 87,8 %. Результаты подтверждают, что профилактика проблем нижних конечностей должна быть приоритетной, особенно во время предсезонной подготовки.

Исследованием характера и происхождения травм опорно-двигательного аппарата у высококвалифицированных биатлонистов занимались также ученые европейской школы физиотерапии Амстердама (Нидерланды) (Blut D. et al., 2010). По их данным частота травм у биатлонистов составляет около 58,6 %. Встречаются в основном травмы легкой степени тяжести. Спортсменки получают больше травм, чем спортсмены-мужчины. Наиболее распространенными являются травмы нижней части спины. Большинство травм связано с большим объемом тренировочных средств, таких как бег.

Исследователи Сиднейского университета проанализировали взаимосвязь параметров тренировочной нагрузки (частота, объем и интенсивность) и типа расположения с тяжестью травм у легкоатлетов 13–17 лет (Huxley D.J. et. al., 2013). Результаты показывают, что интенсивные тренировки и нагрузки в 13–14 лет и высокоинтенсивные тренировки в 15–16 лет связаны с получением травмы у спортсменов этих возрастных групп. Тяжелые травмы приводят к значительной потере времени тренировок и соревнований и в 17,3% случаев — к прекращению тренировочных занятий. Основной причиной травм является именно интенсивная тренировка, а не объем и стаж занятий. Представленные данные необходимо учитывать при организации тренировок с юными спортсменами.

Специалисты Национального центра легкой атлетики (Греция), Биомедицинского университета Рима (Италия) и Лондонской школы медицины и стоматологии (Великобритания) провели совместное исследование по определению уровня фосфора и магния, креатинина и сыворотки креатинкиназы в крови у высококвалифицированных легкоатлетов (Malliaropoulos N., 2013). У исследованных спортсменов большинство изменений в сыворотке фосфора и магния были близки к верхним пределам не занимающихся спортом. Были разработаны новые справочные данные для биохимических показателей высококвалифицированных спортсменов. В представленных рекомендациях для спортсменов принимаются во внимание вид спортивных занятий, индекс

массы тела, а также возможные изменения в течение сезона тренировок и соревнований.

Наряду с применением традиционных физиологических методов диагностики состояния организма в спорте ведется активное внедрение новых методов исследования нервно-мышечного аппарата спортсменов. Исследователи Университета Нортумбрии (Великобритания), Северо-Западного университета (Южная Африка) и Университета Брунел (Великобритания) представили обзор применения метода транскраниальной магнитной стимуляции и результаты того, как этот метод может быть использован для исследования срочной и долговременной адаптации центральной нервной системы (ЦНС) на нагрузку (Goodall S. et al., 2012). Авторы отмечают, что транскраниальная магнитная стимуляция может быть использована с тем, чтобы установить дополнительную информацию о влиянии ЦНС во время физических упражнений и других двигательных задач. Данный метод является ценным инструментом для определения количественного центрального вклада локомоторного утомления и адаптации.

Большое внимание в последних работах зарубежных исследователей, как и ранее, уделяется оценке функционального состояния по данным анализа вариабельности ритма сердца. Ученые из Северо-Тренделагского Университетского колледжа (Норвегия) изучили особенности восстановления вегетативной нервной системы у женщин-биатлонисток мирового класса (Emanuelson E. et al., 2009). Определены существенные внутри-индивидуальные различия общей вариабельности сердечного ритма. Авторы отмечают, что показателям улучшения или восстановления формы предшествовало уменьшение или увеличение вариабельности ритма сердца. Ночной отдых является достаточным, чтобы восстановиться после двух тренировок и тренировок продолжительностью 2-4 часа в день.

Представители испанской научной школы оценивая функциональное состояние спортсменов при помощи метода нелинейной динамики анализа

вариабельности сердечного ритма выявили, что восстановление вариабельности сердечного ритма не коррелировало с восстановлением частоты сердечных сокращений (ЧСС) для любых из выбранных нелинейных показателей, подтверждая идею предоставления дополнительной информации о восстановлении ЧСС (Goya-Esteban R. et al., 2012).

В университете Бирмингема (Великобритания) было проведено исследование особенностей восстановления сердечного ритма после интенсивных динамических упражнений (Coote J.H., 2009). Высококвалифицированным биатлонистам характерен высокий тонус блуждающего нерва и расширенный диапазон увеличения сердечного выброса. В биатлоне увеличение влияния блуждающего нерва на сердце также дает преимущества для лучшего контроля стабильности, необходимой для точной стрельбы. К факторам, оказывающие влияние на парасимпатическую активность и восстановления ЧСС биатлонистов относят: высокие значения максимального потребления кислорода (> 60 мл/кг/мин) и низкую ЧСС покоя (около 50 ударов/мин), следствие холодного воздуха, а также центральные команды - сознательную попытку спортсмена в замедлении ЧСС, так как время, проведенное на огневом рубеже, время очень короткое (<1 мин).

В настоящее время в связи с активным использованием специализированных эргометров для оценки специального состояния и работоспособности спортсменов существует проблема сопоставления полученных данных. Анализ методов определения МПК с помощью разных эргометров, в том числе и лыжного, проведенный учеными кафедры физиологии института спорта Варшавы (Klusiewicz A., Faff J., Starczewska-Czarowska J., 2011), показал следующие результаты: высокая точность определения МПК на лыжном эргометре возможна без измерения потребления кислорода благодаря очень сильной корреляции между мощностью и потреблением кислорода. МПК может быть прогнозируемо у мужчин и женщин по результатам работы субмаксимальной и максимальной

мощности на лыжном эргометре с не меньшей точностью, чем при выполнении упражнений на велоэргометре, тредмиле или гребном эргометре.

Сон, как известно, является важным компонентом восстановления после тренировки. Однако в практике спорта еще недостаточно сведений о качестве и количестве сна у высококвалифицированных спортсменов. Австралийские ученые исследовали причины плохого сна у спортсменов перед важными соревнованиями. В качестве главных причин плохого сна спортсмены указали: мысли о соревнованиях (83,5 %) и нервозность (43,8 %). Главная проблема сна - это засыпание (82,1 %). Для преодоления плохого сна спортсмены используют стратегии релаксации и чтения. Выявлено, что вероятность плохого сна возрастает у спортсменов более старшего возраста (Juliff L.E., Halson S.L., Peiffer J.J., 2014).

Специалисты центра исследований сна университета Южной Австралии, Центрального университета Квинсленда и университета Саншайн Кост (Австралия) также исследовали характеристики «предсоревновательного сна» спортсменов и их взаимосвязь с последующими «предсоревновательным настроением» и работоспособностью. Было установлено, что тревога, шум, необходимость пользоваться ванной и раннее время соревнований были одними из наиболее часто встречающихся причин нарушения сна у спортсменов в ночь перед соревнованиями. Негативное настроение из-за усталости и напряжения отрицательно значимо коррелировало с предсоревновательным качеством сна и общим временем сна. Взаимосвязь между предсоревновательным качеством сна и утомлением, напряжением и активностью составляли примерно 4 - 5% дисперсии в баллах настроения (Lastella M., Lovell G. P., Sargent C., 2014).

Ученые английского института спорта и колледжа университета Сант Мери (Великобритания) исследовали продолжительность и качество сна у высококвалифицированных спортсменов с помощью наручных часов Актиграфы. Выявлено значительное влияние пола на «время пробуждения» (средняя разница: 12 минут выше у мужчин, 95% вероятный диапазон: от 3

до 21 минут) и «эффективность сна» (средняя разница: 2,4 ниже у мужчин, 95% вероятный диапазон: от 0,1 до 4,8). Спортсмены показали худшие показатели качества сна, чем контрольная группа не спортсменов, с учетом возраста и пола, но он оставался в пределах диапазона для здорового сна (Leeder J. et al., 2012). Таким образом, проблема сна существует и тренерам и ученым нужно обратить внимание на контроль и обучение спортсменов мероприятиям по улучшению сна, особенно перед важными соревнованиями.

Таким образом, наиболее значимым в медико-биологическом обеспечении тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов и их резерва в настоящее время является выявление и профилактика травм и профессиональных заболеваний, нарушений сна, разработка методов и критериев оценки функционального состояния систем организма спортсменов.

#### 9. Физиологические эргогенные средства: современные тенденции применения в подготовке спортсменов

Согласно современным представлениям эргогенные средства – это средства, которые могут улучшить показатели при выполнении упражнений и/или повысить адаптацию к тренировочным нагрузкам. Одной из наиболее активно применяемых в спорте групп эргогенных средств являются физиологические эргогенные средства.

Особую роль имеют средства предварительной (и послерабочей) стимуляции работоспособности спортсменов, ускоряющей процессы восстановления, в том числе и в условиях соревновательной деятельности. В данном направлении учеными разных научных школ активно ведется исследовательская работа. Так, группа ученых канадских университетов занимается проблемой исследования влияния гипероксии на содержание лактата и пирувата и на парциальное напряжение дыхательных газов в мышцах (Stellingwerff T., 2006). Они выявили, что гипероксия (60%-е

содержание O<sub>2</sub>) по сравнению с обычным воздухом при выполнении упражнения большой мощности влияет на уменьшение мышечного гликогенолиза, уменьшение накопления лактата и его утилизацию, снижает концентрацию адреналина крови на ~ 44%.

Исследователи из Пражского университета Д. Сачи и др. пробовали использовать ингаляции концентрированным кислородом при повторном выполнении Вингейт-теста (Suchý J., Heller J., Bunc V., 2010). Ингаляции 99,5%-го кислорода в период восстановления после выполнения Вингейт-теста значительно ускоряют краткосрочные процессы восстановления. Отмечено значительно меньшее снижение результативности выполнения второго Вингейт-теста после ингаляции 99,5%-го кислорода по сравнению с воздухом. Похожее на приведенное выше исследование было проведено новозеландскими учеными (Kay B., Stannard S.R., Morton R.H., 2008). Они использовали случайный рандомизированный тест, для оценки дыхания 21%, 60% и 100% кислородом во время четырехминутного отдыха после 30-секундного максимального упражнения при повторном упражнении. Дыхание 100%-м кислородом во время отдыха после максимального упражнения улучшает продуктивность последующего упражнения, однако показатели утомления также увеличены и переходный эргогенный эффект поэтому недолгий — возможно, 1–2 с.

Проведенное в Сибирском ГУФК (г.Омск) исследование также показало, что применение гипероксической газовой смеси оказывает направленное влияние на функциональные возможности кардиореспираторной системы, оптимизируя вегетативное обеспечение. Использование кислородной поддержки перед максимальной нагрузкой способствует увеличению производительности кислородтранспортной системы, общей производительности сердца, а также снижению лимитирующих возможностей дыхательной системы. Дыхание гипероксической газовой смесью в течение 20 минут после максимальной нагрузки способствует

ускорению процессов срочного восстановления сердечно-сосудистой и дыхательной систем (Михалев В.И., Реуцкая Е.А., Корягина Ю.В., 2012).

Одним из направлений применения физиологических средств непосредственно или параллельно тренировочному процессу является обратная связь об изменении физиологических процессов и результатов деятельности. Обратная связь является полезной в увеличении производительности спортсменов, а также в процессе двигательного обучения и реабилитации (Lauber B., Keller M., 2012). Тем не менее установки и пути обратной связи значительно варьируют. Это может быть отнесено не только к условиям и обеспечению обратной связи, но также зависит от различий испытуемых. Кроме того, мало изучены внутренние процессы, которые облегчают производительность тренировки и реабилитации. Тренировка времени реакции с использованием обратной связи является неотъемлемой частью психологической подготовки конькобежной Канадской программы «Mind Room» (Lauber B., Keller M., 2012).

Исследователи из университетов Сан-Франциско (США) и Торонто (Канада) представили новую систему в виде повторных стартов. Протокол измерения активации педали устройства ногой был составлен таким образом, чтобы ответ был записан, когда педаль была выпущена, а не прижата. Это позволяет спортсменам реагировать, моделируя их фактический старт на льду. Результаты могут сообщаться каждому спортсмену в качестве обратной связи, а затем стартовый сигнал звучит для спортсмена спустя 2 с, чтобы освободить педаль.

В несколько ином аспекте обратную связь применял ученый университета Калгари А. Годбоут. Он занимается разработкой беспроводных звуковых устройств обратной связи и их адаптации для совершенствования техники прохождения поворотов в шорт-треке (Godbout A., 2010). Система дает возможность определить различия или несовершенство движений испытуемых и доводит до испытуемого информацию о том, как было

произведено движение, позволяет улучшить движение, время и позицию тела в режиме реального времени.

Немаловажную роль в повышении результатов спортсменов ученые отводят использованию и учету биологических ритмов. В. Пугачева с учеными из университетов Словакии и Чехии провели анализ отношений между биоритмами и физической работоспособностью биатлонистов (Paugschová B., Gereková J., Ondráček J., 2010). Оптимальным временем для развития скоростных способностей авторы определили 6 ч вечера, для силовых способностей — 9 ч утра и для тренировочных стрельб — вторую половину дня и вечернее время.

Наиболее активно исследованиями по спортивной хронобиологии занимаются ученые Ливерпульского университета. Они провели сравнение реакций на непрерывные тренировки утром и вечером в жаркой среде (35 °C) (Bardis K., Atkinson G., 2008). Были исследованы показатели: температура тела, аэробные возможности, выходная мощность и время работы в ступенчатом тесте на велоэргометре. Исследования проводились в 08:00 и 17:00. Авторы выявили, что в вечернее время по сравнению с утренним, была больше средняя выходная мощность на 9 ватт и увеличилось время работы на 2,8%.

Исследователями лаборатории физиологии упражнений университета Сан-Паулу (Afonso L. et al., 2006) установили, что тренировка в позднее время, хоть и приводит к большему напряжению сердечно-сосудистой системы, но не сопровождается снижением аэробной производительности и не воспринимается как более тяжелая.

Ученые кафедры акушерства и гинекологии отдела репродуктивной эндокринологии университета Патры (Греция) (Georgopoulou N. A. et al., 2011) выявили, что у элитных спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, суточный ритм кортизола слюны был сглажен, возможно, из-за напряженных тренировок и соревнований. Гимнастки имеют более высокие

уровни кортизола слюны утром и психологического стресса по сравнению с уровнем кортизола в слюне у нетренированных мужчин и женщин.

В настоящее время в хронобиологических исследованиях происходит смещение акцента изучения динамики функций организма и работоспособности в разное время суток на исследования, связанные с поиском ритмов систем организма, как индикаторов функционального состояния и адаптационных процессов. Разными исследователями показана роль физической активности как пейсмекера синхронизирующего и десинхронизирующего циркадианные ритмы человека.

Ученые отдела физиологии высшей школы медицины университета Хоккайдо (Япония) показали, что пейсмекером для биологических часов у млекопитающих, включая человека, является не только яркий свет, но и физическая активность (Yamanaka Y. et al., 2006). Они выявили фазосдвигающие эффекты физических упражнений. Запланированные физические упражнения в периоде бодрствования способствовали увеличению мелатонина в плазме. Регулярные физические упражнения также способствовали большей выраженности циркадианных ритмов, что связано с острой фазой задержки сдвига сна / бодрствования и свето/темнового цикла. Эти результаты показывают, что физические упражнения как внешние сигналы времени полезны для регулирования циркадианного ритма. Аналогичные данные были продемонстрированы в наших исследованиях, в которых показано, что двигательная активность способствует проявлению большей ритмичности физиологических и психологических показателей у умственно отсталых школьников (Кудря Н.С., Корягина Ю.В., Литош Н.Л., 2012).

Ученые кафедры психобиологии Федерального университета Сан-Паулу (Бразилия) и научно-исследовательского института спорта Ливерпульского университета Джона Мура провели первое исследование по определению циркадного ритма при выполнении движений с разной скоростью (Araujo L., Waterhouse J., Edwards B. et al., 2011). Данное

исследование показало выраженный 24 - часовой ритм в медленных и быстрых движениях разгибателей и сгибателей колена.

Также в проведенных нами исследованиях ритмической организации психофизиологических показателей спортсменов различных специализаций (Корягина Ю.В., 2010) установлено, что суточная динамика психофизиологических процессов у спортсменов имеет преимущественно 24 ч ритмическую структуру. Помимо суточных ритмов выявлены 14 ч и 30 ч, что связано с характером спортивной деятельности: у спортсменов циклических динамических видов установлены ультрадианные 14 ч ритмы, у спортсменов ситуационных видов - инфрадианные 30 ч, а у спортсменов силовых видов встречаются, как ультрадианные 14 ч, так и инфрадианные 30 ч составляющие.

В другой нашей работе (Корягина Ю.В., Салова Ю.П., 2013) была проанализирована ритмичность и определены хронобиологические особенности основных систем, лимитирующих работоспособность лыжников. Показано, что ритмическая организация дыхательной системы спортсменов представлена 14 ч, 16 ч ультрадианными, суточными 24 ч, инфрадианными 30 ч ритмами. Циркадианная ритмичность сердечно-сосудистой системы лыжников представлена суточными 24 ч и ультрадианными 14 ч ритмами показателей центральной гемодинамики и суточными 24 ч ритмами показателей периферической гемодинамики.

Высококвалифицированным спортсменам стайерам для участия в крупных соревнованиях часто требуется преодолевать большие расстояния. Известно, что авиаперелеты через несколько часовых поясов вызывают рассогласование циркадианных ритмов или десинхроноз, и как следствие ухудшение спортивных результатов в беге на длинные и сверхдлинные дистанции. Ученые кафедры ортопедической хирургии Стэнфордского университета (Калифорния, США) В. Е. Литэрвуд, Дж. Л. Драго представили обзор и разработали рекомендации для уменьшения влияния авиаперелетов на спортивную работоспособность: 1) В преддверии поездки, адаптировать

биологические часы к новому часовому поясу через средства постепенного по 1 ч / день, изменения в планировании сна. 2) Суточный фазовый сдвиг может быть облегчен путем надлежащего времени воздействия света и использования дополнительного мелатонина, принимающегося орально, в дозах от 2 до 5 мг. 3) Воздействие естественного дневного света предпочтительнее, чем воздействие искусственного света. 4) Воздействие на путешественников социального контакта во время, соответствующему местному времени в пункте назначения. 5) Избегать приема кофеина во время путешествия, так как это стимулятор может помешать надлежащему восстановлению сна и влияет на способность эффективно адаптироваться к новому часовому поясу. 6) Короткий (20-30 мин) сон может быть полезен для восстановления после лишения сна и восстановления нормального состояния возбуждения. 7) Потреблять повышенный объем жидкости во время воздушного путешествия для борьбы с обезвоживанием. Избегать алкоголя или кофеина, которые действуют как диуретики и могут добавить потери жидкости. 8) Во время путешествия, есть меньше пищи до и во время полета. По прибытии, количество приемов пищи должно соответствовать привычкам и назначению. 9) Избегать небутилированной воды, сырых или минимально приготовленных продуктов (Leatherwood W. E., Drago J. L., 2013).

Развиваются методы хронокоррекции и оптимизации функционального состояния человека. Учеными из института биомедицинских исследований ВНИЦ РАН и Северо-Осетинской медицинской академии предложены и успешно апробированы новые методы хронокоррекции состояния спортсменов (Хетагурова Л.Г., 2010). В их исследованиях эргогенные средства, такие как низкоинтенсивное магнитолазерное воздействие в режиме биоуправления в комплексе с приемом адаптогенов обеспечивает успешную коррекцию патологических десинхронозов, повышают уровень здоровья, общую физическую работоспособность, переносимость нагрузок.

Таким образом, физиологические эргогенные средства, применяются одновременно как в целях срочного, так и кумулятивного воздействия.

Стратегическим направлением является комплексное применение физиологических средств стимуляции одновременно с применением тренировочных средств в тренировочных циклах. Данные комбинации средств и обоснование их применения в различных видах спорта позволят обеспечить достижение более высокого кумулятивного тренировочного, рост адаптационного потенциала организма спортсмена и результативности соревновательной деятельности. Специально разработанные рекомендации по поведению и хронокоррекция способствуют предупреждению десинхронозов и ресинхронизации (восстановлению ритмов) физиологических процессов, восстановлению спортивной работоспособности после перелетов через несколько часовых поясов.

#### 10. Пищевые эргогенные средства в подготовке спортсменов

В последнее время все больше внимания уделяется поиску и внедрению пищевых эргогенных средств, которые, кроме пополнения депо энергетических ресурсов, витаминов и минеральных веществ, имеют биостимулирующее, антиоксидантное и общеукрепляющее действие.

Популярность высокоэнергетических напитков увеличивается с каждым годом. Последние данные позволяют предположить, что энергетические напитки продаются в более чем 140 странах мира (Schneiker K.T., 2006; Shirreffs S.M., Sawaka M.N., 2011; Lee C.L., Lin J.C., Cheng C.F., 2011; McCormack W.P., Hoffman J.R., 2012). Маркетинговые стратегии компаний, реализующих энергетические напитки, в большей степени ориентированы на молодой, спортивный контингент населения. В дополнение эти компании часто выступают в качестве спонсоров спортивных мероприятий, и их продукцию активно поддерживают профессиональные спортсмены. Половина энергетических напитков продается физическим лицам младше 25 лет. Авторы отмечают, что 31,5% подростков самостоятельно используют высокоэнергетические напитки. Основным ингредиентом в энергетических напитках является кофеин. Тем не менее, для

усиления эффекта кофеина, многие из этих напитков содержат несколько дополнительных ингредиентов, чтобы обеспечить аддитивный эффект (McCormack W.P., Hoffman J.R., 2012).

Кофеин является стимулятором центральной нервной системы, и его эффекты подобны, но слабее, чем у амфетаминов. Исследования показали, что кофеин используется в качестве эргогенного средства, как для повышения аэробной, так и анаэробной работоспособности спортсменов (Fukuda D.H. et al., 2010; Lee C.L., Lin J.C., Cheng C.F., 2011; McCormack W.P., Hoffman J.R., 2012).

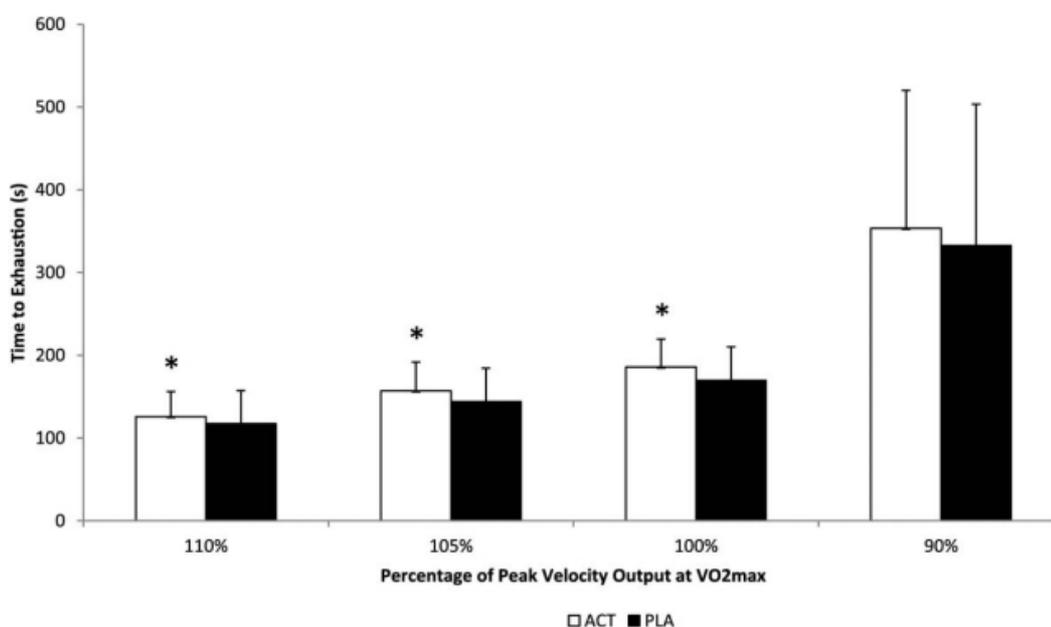


Рисунок 11 - Время работы до отказа на отрезках процентов от максимальной скорости для сессий тестирования АСТ (смесь кофеина, креатина, аминокислот) и PL (плацебо). \* Значимое различие ( $p < 0,05$ ) между группами (по Fukuda D.H. et al., 2010). Time of Exhaustion - Время работы до отказа, Percentage of Peak Velocity Output at VO2max – процент скорости от максимальной при МПК.

Эффективность кофеина, а также различных комбинаций кофеина и других ингредиентов, была установлена в отношении повышения выносливости. Кофеин способствует более активному использованию в качестве энергоносителей жирные кислоты, а не гликоген, что в результате приводит к эффекту сохранения запасов гликогена (McCormack W.P., Hoffman J.R., 2012). Было выявлено, что кофеин повышает

производительность в беговых дисциплинах легкой атлетики и велосипедном спорте, гребле и плавании. Во время кратковременных высокоинтенсивных упражнений, основной эргогенный эффект кофеина объясняется усилением производства мощности. McCormack W. P., Hoffman J. R. (2012) предложили несколько вероятных механизмов действия кофеина на скоростно-силовую производительность. Одним из наиболее вероятных эффектов кофеина является его действие на центральную нервную систему в качестве антагониста аденозина, возможно, задерживая утомление путем блокирования аденозиновых рецепторов, снижая ингибирующий эффект аденозина. Другим вероятным механизмом является повышение активации мышц (рекрутирование двигательных единиц).

Оптимальная дозировка в большинстве исследований, показывающих положительное влияние добавок кофеина, составляет 5-6 мг / кг массы тела (Schneiker K.T., 2006; Lee C.L., Lin J.C., Cheng C.F., 2011; McCormack W. P., Hoffman J. R., 2012). Это означает, что средняя доза кофеина для человека весом 80 кг будет составлять приблизительно 400 мг. Для сравнения, чашка кофе содержит от 110 до 150 мг кофеина. Энергетические напитки обычно содержат от 75 до 80 мг кофеина. При низком содержании кофеина (до 2,1 мг / кг массы тела) никакого существенного влияния энергетических напитков на работоспособность спортсменов не выявлено.

Биологически активные добавки (БАД) представляют собой средства растительного, животного и минерального происхождения, которые действуют в организме мягче, чем фармакологические препараты, и имеют намного меньше побочных явлений.

Обязательным требованием к БАД является строго контролируемое содержание в них биологически активных веществ, а просчитанное их соотношение должно быть приведено в соответствие с потребностями организма. БАД должны быть безвредны для организма, не иметь побочных эффектов по сравнению с синтетическими лекарственными средствами.

В настоящее время среди БАД большое значение придается системе, поддерживающей буферные свойства мышц на основе  $\beta$ -аланина (Culbertson J. Y. et al., 2010; Stellingwerff T., Maughan R. J., Burke L. M., 2011).

Исследование влияния  $\beta$ -аланина на карнозин мышц и физическую работоспособность (Culbertson J. Y. et al., 2010) показало, что добавка  $\beta$ -аланина (2-6 грамм / день) способна увеличить концентрацию карнозина в скелетных мышцах на 20-80%. Добавка на основе  $\beta$ -аланина способствовала увеличению производительности кратковременного высокоинтенсивного упражнения и адаптации спортсменов к тренировочной нагрузке.

Учитывая, что карнозин, являясь энергетическим субстратом мышц, служит физиологическим буфером, обладая антиоксидантными свойствами, регулирует влияние ферментов и влияет на регуляцию кальция в саркоплазматическом ретикулуме, увеличение его содержания в мышцах, по мнению авторов, способствовало отдалению порога утомления.

Популярны в настоящее время и добавки на основе L-карнитина и креатинсодержащие добавки (Lee C.L., Lin J.C., Cheng C.F., 2011; Weicong X., Нао W., 2013).

Креатин – азотсодержащая карбоновая кислота, сохраняет уровень АТФ/АДФ на достаточно высоком уровне, нейтрализует кислоты, которые образуются во время интенсивной мышечной работы и снижают рН крови, вызывая утомление. Дополнительный прием креатина (20 г/день в течение 5 дней) способствует 20% повышению концентрации гликогена в мышцах (Stellingwerff T., Maughan R.J., Burke L.M., 2011). Кроме того, результаты недавних исследований показали, что высокие дозы креатина (20 г/день), в сочетании с углеводами, вызывают эффект суперкомпенсации гликогена в течение 24 ч. Тем не менее, потребление креатина в сочетании с углеводами не влияет на увеличение скорости ресинтеза гликогена. Также установлено, что высокие дозы креатина (20 г/день) в течение 6 дней увеличивают запасы гликогена в мышцах, но этот эффект не сохраняется в течение длительного времени, если спортсмены получают низкие дозы креатина (2 г/день). Взятые

вместе, результаты показывают, что высокие дозы потребления креатина одновременно с углеводами увеличивают запасы гликогена, и этот эффект можно увидеть уже через 24 ч после дополнительного приема креатина. Однако, учитывая, что высокие дозы потребления креатина могут привести к 2-3% увеличению массы тела, потенциальная выгода от 20% повышения мышечного гликогена должна быть взвешена против возможных негативных последствий прироста веса тела в индивидуальном порядке и конкретном виде спорта (Stellingwerff T., Maughan R.J., Burke L.M., 2011).

Таким образом, анализ представленных научных работ свидетельствует об определенном эффекте применения различных пищевых эргогенных средств при спортивной деятельности. Однако, в целях сохранения здоровья спортсменов, повышения их спортивных результатов в практике спорта должны использоваться лишь те пищевые добавки, которые имеют сертификат соответствия и научное обоснование к использованию в конкретном виде спорта. При использовании тех или иных эргогенных средств следует также учитывать индивидуальные особенности организма спортсменов.

## Заключение

Анализ выступлений спортсменов в биатлоне, шорт треке и легкой атлетике (виды на выносливость) позволяет говорить о некоторых тенденциях в мире спорта высших достижений, привлекающих внимание зарубежных исследователей. Сегодня очевидным является факт доминирования на мировой спортивной арене представителей определенного ряда государств. Очевидно, что высокие достижения представителей этих стран, являются результатом эффективной системы подготовки. При этом эффективность системы определяются как тренировочными, так и во многом внутренировочными факторами: селекционной работой, научно-техническими достижениями общества, материально-техническими условиями, квалификацией спортивных специалистов и тренеров.

Специалисты считают, что данное явление вызвано целым комплексом причин, начиная от анализа факторов техники и физической работоспособности, заканчивая качеством оборудования. Иностранцами специалистами ведется глобальная работа по разработке технологий регистрации и анализа тренировочных данных, связанных как с технико-тактической, так и функциональной подготовленностью. Разрабатываются технологии совершенствования технико-тактической деятельности, повышения экономичности и производительности, специальной работоспособности спортсменов. Результатами таких исследований, как правило, становятся практические рекомендации для тренеров, спортсменов, руководителей команд.

Современные технические решения, в области 3D видеоанализа и специализированного программного обеспечения, разработанные специалистами США и Канады позволяют осуществлять детальный анализ биомеханических составляющих движений и тактики прохождения дистанций и их отдельных участков.

Большое количество исследований посвящено медико-биологическим аспектам подготовки. В данном направлении активно разрабатывают и

внедряются современные методы диагностики функционального состояния организма, процессов утомления и восстановления, ведется работа по профилактике профессиональных травм и заболеваний. Исследуются эффекты различного стрессорного воздействия на функциональное состояние человека.

С целью определения маркеров “спортивной успешности” и исходя из концепции взаимообусловленности структурных конституциональных и функциональных особенностей человека, спортивные физиологи продолжают поиск и более детальную классификацию физиологических детерминантов специальной работоспособности. Представленные ими данные можно использовать в спортивной ориентации, а также для контроля и прогноза выступлений спортсменов.

Перспективным направлением является применения физиологических и пищевых эргогенных средств, способствующих как повышению спортивной работоспособности, так и ее восстановлению. Стратегическим направлением является комплексное применение различных эргогенных средств стимуляции одновременно с применением тренировочных средств и технологий.

Представленные в методических рекомендациях данные позволят российским тренерам, спортсменам и ученым получить новую актуальную информацию и конкретные рекомендации по спортивно-технической и функциональной подготовке. Данные сведения можно использовать при планировании и программировании тренировочного процесса и моделировании условий соревновательной деятельности. В процессе спортивной тренировки необходимо акцентировать внимание на совершенствовании внутрине тренировочных и внесоревновательных компонентов подготовки, всестороннему исследованию возможностей применения новейших технических средств, осуществлению адекватной психологической подготовки российских спортсменов, эффективности медико-биологического обеспечения.

## Литература

1. Аикин, В.А. Современные тенденции применения медико-биологических средств для повышения работоспособности и восстановления спортсменов в биатлоне и шорт треке (по материалам зарубежной печати) / В. А. Аикин, Ю.В. Корягина, Е.А. Сухачев, Е.А. Реуцкая // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 7. – С.43-50.
2. Корягина Ю.В. Медико-биологические средства повышения работоспособности и восстановления спортсменов / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева, Т.П. Замчий, К.С. Зайцев // Фундаментальные исследования. - 2013. -№ 10-8. - С. 1753-1757.
3. Корягина, Ю.В. Хронобиологические особенности адаптации к занятиям различными видами спорта / Ю.В. Корягина // Теория и практика физической культуры. - 2010. -№ 7. - С. 24-28.
4. Корягина, Ю.В. Биологические ритмы и адаптация к мышечной деятельности лыжников / Ю.В. Корягина, Ю.П. Салова // Омск: Издательство СибГУФК, 2013. – 148 с.
5. Кудря, Н.С. Влияние психофизиологических особенностей на суточные ритмы школьников 12-16 лет с нарушениями интеллектуального развития / Н.С. Кудря, Ю.В. Корягина, Н.Л. Литош //Адаптивная физическая культура. - 2012. - Т. 50, № 2. - С. 32-34.
6. Михалев, В. И. Влияние кислородно-воздушной смеси с содержанием кислорода 93 % на вариабельность сердечного ритма и систему внешнего дыхания спортсменов / В. И. Михалев, Е. А. Реуцкая, Ю. В. Корягина // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 11. –С.12-15.
7. Михалев, В.И. Новые технологии совершенствования тренировочного процесса биатлонистов / В.И. Михалев, В.А. Аикин, Ю.В.

- Корягина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014, № 3 (109). С. 118-124.
8. Хетагурова, Л. Г. Стресс (хрономедицинские аспекты): монография / Л. Г. Хетагурова. – Владикавказ: Изд-во «Проект-Пресс», 2010. – 192 с.
9. Afonso, L. Maximal heart rate on treadmill at different times / L. Afonso [et al.] // *Rev Bras Med Esporte.* – 2006. - V.12, №6. – Режим доступа свободный. - <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922006000600004>. - Заглавие с экрана.
10. Ainegreña M. A portable roller ski rolling resistance measurement system / M. Ainegreña, P. Carlssona, M. Tinnsten // *Procedia Engineering.* – 2013. - V. 60. – P. 79 – 83.
11. Altunsoy M. Effect of eight week roller-ski sprint training on anaerobic power and strength in junior cross country skiers / M. Altunsoy, I. Yarim, E. Cetin [et al.] // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria.* – P. 167.
12. Araujo, L. G. Twenty-four-hour rhythms of muscle strength with a consideration of some methodological problems. – L. Araujo, J. Waterhouse, B. Edwards [et al.] // *Biological Rhythm Research.* – 2011. - V. 42, №6. - P. 473-490.
13. Bao-feng, Z. Analysis of the Short Track Speed Skaters' Cognitive Trait Anxiety / Z. Bao-feng, L. Shuang-ling, L. Yong. - *China Winter Sports.* - 2009-02. - [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-BXYD200902017.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BXYD200902017.htm)
14. Bardis, K. Effects of time of day on power output and thermoregulation responses during cycling / K. Bardis, G. Atkinson // *Biology of exercise.* - V. 4, 2008. – P.17-28.
15. Behrens, M. Combined sensorimotor and resistance training for young short track speed skaters: A case study / M. Behrens, A. Mau-Moller, H. Laabs // *Isokinetics and Exercise Science.* – V. 18. – 2010. –P. 193–200.
16. Blut D. Epidemiology of musculoskeletal injuries among elite biathletes: a preliminary study / D. Blut [et al.] // *Clinical Journal Sport Medicine.* – 2010. – V. 20, № 4. – P. 322-324.

17. Breitschädel F. Effects of temperature change on cross-country ski characteristics / F. Breitschädel, A. Klein-Paste, S. Løset // *Procedia Engineering*. – V. 2. – 2010. – P. 2913–2918.
18. Buchecker M. Effects of fatigue on postural control strategies during biathlon shooting – a nonlinear approach / M. Buchecker, G. Sattler, J. Birklbauer [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg. – Austria. – P. 80.
19. Bullock, N. Performance Analysis of World Class Short Track Speed Skating: What Does It Take To Win? / N. Bullock, D. T. Martin, A. Zhang // *International Journal of Performance Analysis in Sport*. - 2008. - V.8, I.1. - P.9-18.
20. Burr, J.F. Long-term ultra-marathon running and arterial compliance / J.F. Burr [et al.] // *Int J Sports Med*. – 2012. – V. 33. – P. 224–229.
21. Carlson R. Talent detection and competitive progress in biathlon – a national example. Talent detection in biathlon – a national example / R. Carlson // *Pol. J. Sport Tourism*. – 2011. – V. 18. – P. 290-295.
22. Costa, R. Heat acclimation responses of an ultra-endurance running group preparing for hot desert-based competition / R. Costa [et al.] // *European Journal of Sport Science*. – 2014. – V. 14, №1. – P. 131-141.
23. Coote, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise / J. H. Coote // *Experimental Physiology*. – 2009. – V. 95, № 3. – P. 431–440.
24. Culbertson J. Y. Effects of Beta-Alanine on Muscle Carnosine and Exercise Performance: A Review of the Current Literature / J.Y. Culbertson, R. B. Kreider, M. Greenwood, M. Cooke // *Nutrients*. - 2010, № 2. – P. 75-98.
25. Currell, K. Fluid balance in elite short track speed skaters / K Currell, E. Simpson, S. Mears // *ISSSMC 2013 Conference Abstracts. Br J Sports Med 2013*. - 47. - doi:10.1136/bjsports-2013-093073.26
26. Davis, B.A. Hydration kinetics and 10-km outdoor running performance following 75% versus 150% between bout fluid replacement / B. A. Davis [et al.] // *European Journal of Sport Science*. – 2014. - <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.894578>

27. Da-wu, H. The Impact of Gender, Ranks and Lanes on Pacing Strategy in 500 m Speed Skating / H. Da-wu, C. Yue-liang, W. Ying [et al.] // Journal of Beijing Sport University 2013. - 02
28. Emanuelsen, E. Autonomic recovery during high training loads in female world-class biathlon / E. Emanuelsen [et al.] // ATHLETES 14th annual ECSS Congress Oslo/Norway, June 24–27 2009. – Режим доступа свободный: <http://www.ecss.de/> – Заглавие с экрана.
29. Frick, B. Gender differences in competitiveness: Empirical evidence from professional distance running / B. Frick // Labour Economics. – 2011. - V. 18, I. 3. – P. 389–398.
30. Fukuda, D.H. The possible combinatory effects of acute consumption of caffeine, creatine, and amino acids on the improvement of anaerobic running performance in humans. / D.H. Fukuda [et al.] // Nutr Res. - 2010. – V.30. – P. 607–614.
31. Georgopoulou, N. A. Abolished circadian rhythm of salivary cortisol in elite artistic gymnasts / N. A. Georgopoulou [et al.] // Steroids. – 2011. - V. 76, №10. – P. 353–357.
32. Godbout, A. Corrective sonic feedback for speed skating: a case study / A. Godbout // The 16th International Conference on Auditory Display (ICAD-2010). – Режим доступа свободный. - <http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~boyd/papers/icad10-godbout-boyd.pdf>. - Заглавие с экрана.
33. Gollhofer A. Importance of core muscle strength for lower limb stabilization/ A. Gollhofer; D. Gehring; G. Mornieux // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 11.
34. Goodall, S. Transcranial magnetic stimulation in sport science: A commentary / S. Goodall [et al.] // European Journal of Sport Science, 2012. - P.1-9.
35. Goya-Esteban, R. Heart Rate Variability Non Linear Dynamics in Intense Exercise / R. Goya-Esteban [et al.] // Computing in Cardiology. – 2012. – V. 39. – P. 177-180.

36. Hakkarainen, A. Measurement systems of wellness and sports technology / A. Hakkarainen, T. Heikkinen, V. Kaikkonen [et al.] // 18th annual ECSS Congress Barcelona/ESP, June 26th-29th 2013. - [https://www.ecss.de/ ASP/MOBI/EDSS \\_Abstract\\_Text.asp? MyAbstractID=3018](https://www.ecss.de/ASP/MOBI/EDSS_Abstract_Text.asp?MyAbstractID=3018)
37. Huxley, D.J. An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes / D.J. Huxley [et. al.] // European Journal of Sport Science. 2013. - <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17461391.2013.809153>
38. Helgerud J. Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? / J. Helgerud, Ø. Støren, J. Hoff // Eur J Appl Physiol. – 2009. - DOI 10.1007/s00421-009-1218-z
39. Hesford, C. M. Effect of Race Distance on Muscle Oxygenation in Short-Track Speed Skating / C.M. Hesford [et al.] // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2013. – Режим доступа свободный: DOI: 10.1249/MSS.0b013e31826c58dd. – Заглавие с экрана.
40. Hettinga, F. J. Optimal pacing strategy: from theoretical modelling to reality in 1500-m speed skating / F. J. Hettinga [et al.] // British Journal of Sports Medicine. - 2011. - V.45. - P. 30-35.
41. Hillis, T. L. Creating a Champion: Identifying Components that Assist Skill Development in Young Speed Skaters / T. L. Hillis, S. Holman // International Journal of Sports Science & Coaching. - 2013. – V. 8 -№ 1. - P.33-41.
42. Holmberg H. Integrative biomechanics and physiology in c-c skiing / H. Holmberg // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 7.
43. Höök, M. Changes in maximal double poling performance during and after moderate altitude training in elite cross-country skiers / M. Höök, K.Jensen, S.Willis [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 95.
44. Juliff, L. E. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions / L.E. Juliff, S.L. Halson, J.J. Peiffer // Journal of Science and

Note to users

45. Karstoft, K. Daily marathon running for a week—the biochemical and body compositional effects of participation / K. Karstoft [et al.] // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2013. - V. 27, №11. – P. 2927–2933.

46. Karton, C. The evaluation of speed skating helmet performance through peak linear and rotational accelerations / C. Karton [et al.] // *British Journal of Sports Medicine*. - 2013. - №1. - Режим доступа свободный <http://bjsm.bmj.com>. - Заглавие с экрана.

47. Kay, B. Hyperoxia during recovery improves peak power during repeated wingate cycle performance / B. Kay, S.R. Stannard, R.H. Morton // *Brazilian Journal of Biomotricity*. – 2008. – V. 2; I. 2; P. 92-100.

48. Kim, Y. The effects of running a 308 km ultra-marathon on cardiac markers / Y. Kim [et al.] // *European Journal of Sport Science*. – 2014. – V. 14, 1. - P 92-97.

49. Klusiewicz, A. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal and maximal exercise on a ski ergometer / A. Klusiewicz, J. Faff, J. Starczewska-Czapowska // *Biol. Sport*. – 2011. – 28. – P.31-35.

50. Koning, J.J. Using modeling to understand how athletes in different disciplines solve the same problem: swimming versus running versus speed skating / J.J. de Koning [et al.] // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. - 2011, № 6. - P. 276-280.

51. Koptyug A. Cross-country ski vibrations and possible mechanisms of their influence on the free gliding / A. Koptyug, M. Bäckström, M. Tinnsten, P. Carlsson // *Procedia Engineering*. – 34. – 2012. – P. 473 – 478.

52. Krenn O. The lower extremity dexterity test quantifies sensorimotor control for cross-country skiing / Oliver Krenn, Inge Werner, Emily Lawrence [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 82.

- 53.Laing, S. The effects of 2-days repeated competitive stress on saliva immunoglobulin-a responses in trained male athletes / S. Laing, , A.R. Jackson, N. Djedovic [et al.] // European College of Sport Science: Book of Abstracts of the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science, Oslo/Norway, June 24-27, 2009. – P.13.
- 54.Landry, T. A GIS-Centric Optical Tracking System and Lap Simulator for Short Track Speed Skating / T. Landry, L. Gagnon, D. Laurendeau // International Conference on Computer and Robot Vision. – 2013. – P.288-294.
- 55.Larsen, H.B. Kenyan dominance in distance running. / H.B. Larsen // Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology. - 2003. - 136(1). – P. 161-170.
- 56.Larsona P. Foot strike patterns of recreational and sub-elite runners in a long-distance road race / P. Larsona [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2011. – V. 29, I.15. - P. 1665-1673.
- 57.Lastella M. Athletes' precompetitive sleep behaviour and its relationship with subsequent precompetitive mood and performance / M. Lastella , G. P. Lovell, C. Sargent // European Journal of Sport Science. – 2014. – V. 14, №1. - P. 123-130.
- 58.Lauber, B. Improving motor performance: Selected aspects of augmented feedback in exercise and health / B. Lauber, M. Keller // European Journal of Sport Science. – 2012. – 1-8. -10.1080/17461391.2012.725104.
- 59.Leatherwood, W. E. Effect of airline travel on performance: a review of the literature / W. E. Leatherwood, J. L. Drago // Br J Sports Med. – 2013. – V. 47. – P. 561–567.
- 60.Lee C.L. Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance / C.L. Lee, J.C. Lin, C.F. Cheng // Eur Journal Applied Physiology. - 2011. – V. 111. – P. 1669–1677.
- 61.Leeder, J. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy / J. Leeder, M. Glaister, K. Pizoforzro [et al.] //Journal of Sports Sciences. – 2012. - V. 30, I. 6. – P. 541-545.

- 62.Linnamo V. Effects of rifle carriage on skiing biomechanics in biathlon / V. Linnamo, O. Ohtonen, J.Mikkola [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 155.
- 63.Malliaropoulos, N. Blood phosphorus and magnesium levels in 130 elite track and field athletes / N. Malliaropoulos // Asian Journal of Sports Medicine. – V. 4, № 1. - March 2013. - P. 49-53.
- 64.Marc A. Marathon progress: demography, morphology and environment / A. Marc [et al.] // Journal of Sports Sciences. -2014. - V. 32, № 6. – P. 524-532.
- 65.Maw, S. The influence of helmet size and shape on peak linear decelerations when impacting crash pads/ S. Maw, V. Lun, A. Clarke// Procedia Engineering. – 2012. – V. 34. – P. 819 – 824.
- 66.McGawley K. Block interval training in highly-trained cross-country skiers / K. McGawley, E. Juudas, H.Holmberg [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 83.
- 67.McCormack W. P. Caffeine, energy drinks, and strength-power performance / W. P. McCormack, J. R. Hoffman // Strength and Conditioning Journal. - V. 34, № 4. - 2012. – P. 11-16.
- 68.Mooses M. Running economy and body composition between competitive and recreational level distance runners / M. Mooses [et al.] // Acta Physiologica Hungarica. – 2013. - V. 100 (3). - P. 340–346.
- 69.Muehlbauer, T. Pacing and sprint performance in speed skating during a competitive season / T. Muehlbauer,C. Schindler,S. Panzer // Int J Sports Physiol Perform.- 2010. - 5(2). - P. 165-76.
- 70.Nicholls, A. R. Stress appraisals, coping, and coping effectiveness among international cross-country runners during training and competition / A. R. Nicholls [et al.] // European Journal of Sport Science. – 2009. –V.9(5).–P.285-293.
- 71.Oggiano, L. Experimental analysis on parameters affecting drag force on speed skaters / Sports Technology / L. Oggiano, L.R. Sætrana // Special Issue: Aerodynamics in Olympic Sports. – V. 3, I. 4. – 2010. – P. 223-234.

72. Orié, J. Thirty-eight years of training distribution in olympic speed skaters / J. Orié, N. Hofman, J. de Koning, C. Foster // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2014. – V. 9. – P. 93 -99.
73. Østerås, H. Prevalence of musculoskeletal disorders among Norwegian female biathlon athletes / H. Østerås, K. K. Garnæs, L. B. Augestad // *Open Access Journal of Sports Medicine*. – V.2013; I.: default. – P. 71.
74. Palmer-Green, D. Epidemiological study of injury and illness in great britain short-track speed skating / D Palmer-Green, M Brownlow, J Hopkins [et al.] // *Abstracts from the IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport, Monaco 2014*. *Br J Sports Med* 2014;48:649-650 doi:10.1136/bjsports-2014-093494.238
75. Paillard T. Effects of general and local fatigue on postural control: A review / T. Paillard // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – V. 36. P. 162–176.
76. Park, I. S. Regional cerebellar volume reflects static balance in elite female short-track speed skaters / I.S. Park [et al.] // *Int J Sports Med*. 2012 Nov 9. – Режим доступа свободный: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23143696>. – Заглавие с экрана.
77. Paugschová, B. Biorythmic changes in the development of velocity and power abilities in biathlon / B. Paugschová, J. Gereková, J. Ondráček // *Studia sportiva*. - 2010, №4. - P. 25-34.
78. Phillips B. Effect of Adaptive Paced Cardiolocomotor Synchronization During Running: A Preliminary Study / B. Phillips, Y. Jin // *Journal of Sports Science & Medicine*. Sep 2013; 12(3)381-387.
79. Ping, C. Current Status and Development Trend of the Technical and Tactical Training of Short Track Speed Skating / C. Ping, L. Shan, S. Lai // 《China Winter Sports》 2010-03.-[http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-BXYD201003007.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BXYD201003007.htm)
80. Poirier, L. Getting a Grip on Ice Friction / L. Poirier, R.I. Thompson, E. P. Lozowski [et al.] // *Proceedings of the Twenty-first (2011) International Offshore*

and Polar Engineering Conference Maui, Hawaii, USA, June 19-24, 2011. – P.1071-1077.

81.Rabadán, M. Physiological determinants of speciality of elite middle- and long-distance runners / M. Rabadán // Journal of Sports Sciences. – 2011. – V. 29, I. 9. – P. 975-982.

82.Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon / S. Racinais // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 2010. - Volume 20, Issue Supplement s3. - P. 80–89.

83.Romeo F. A simple model of energy expenditure in human locomotion / F. Romeo // Revista Brasileira de Ensino de Física. – 2009. - V. 31, №. 4. – P. 4306.

84.Ruiter, C.J. Stride frequency in relation to oxygen consumption in experienced and novice runners / C. J. De Ruiter [et al.] // European Journal of Sport Science. – 2014. - Vol. 14. - № 3. – P. 251-258.

85.Saltin B. Success in cc skiing: no longer just a question of a high aerobic capacity / B. Saltin // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 14.

86.Sandbakk, O. Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers / Ø. Sandbakk, C.Å. Grasaas, E.Grasaas [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg – Austria. – P. 93.

87.Sattlecker G. Effects of fatigue on shooting performance and biomechanical patterns in elite biathletes / G. Sattlecker, M. Buchecker, J. Birklbauer [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 79.

88.Saunders, P.U. Factors affecting running economy in trained distance runners / P. U. Saunders, D. B. Pyne, R. D. Telford, J. A. Hawley // Sports Medicine. - 2004. - 34(7). – P. 465-485.

- 89.Schneiker K.T. Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes / K.T. Schneiker // *Med Science Sports Exercise*. – 2006. - V. 38. – P. 578–585.
- 90.Sheel, A. W. The pulmonary system during exercise in hypoxia and the cold / A. W. Sheel, M.J. MacNutt, J.S. Querido // *Experimental Physiology*. – 2010. – V. 95, № 3. – P. 422–430.
- 91.Shirreffs S.M. Fluid and electrolyte needs for training, competition and recovery / S.M. Shirreffs, M.N. Sawaka // *Journal of Sports Sciences*. - 2011. – V. 29. – P. 39–46.
- 92.Silva, D.F. Longitudinal changes in cardiac autonomic function and aerobic fitness indices in endurance runners: A case study with a high-level team / D.F. Silva [et. al.] // *European Journal of Sport Science*. -2013. – V. 14, I.5.– P.443-451.
- 93.Smith G. Breathing and poling entrainment in ski skating / G. Smith, B.Alumbaugh, G. Leadbetter [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 40.
- 94.Sobhani S. Rocker shoe, minimalist shoe, and standard running shoe: A comparison of running economy / S. Sobhani // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2014. – V. 17, I. 3. – P. 312-316.
- 95.Stellingwerff, T. Hyperoxia decreases muscle glycogenolysis, lactate production, and lactate efflux during steady-state exercise / T. Stellingwerff, P.J. Leblanc, M.G. // *Hollidge Am J Physiol Endocrinol Metab*. - 2006. - 290. - P. 1180-1190.
- 96.Stephen S. Intensity and duration distribution in endurance athletes? / S. Stephen // *International journal of sports physiology and performance*. – 2010. - № 5. – P. 276-291.
- 97.Stellingwerff T. Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming /T. Stellingwerff, R. J. Maughan, L. M. Burke // *Journal of Sports Sciences*. – 2011.– V. 29 (1) .– P. 79–89.

98. Stöggli T. Physiological and biomechanical response to rifle carriage in elite biathletes / T. Stöggli, P. Bishop, M. Höök [et al.] // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg .– Austria. – P. 81.
99. Suchý, J. The effect of inhaling concentrated oxygen on performance during repeated anaerobic exercise / J. Suchý, J. Heller, V. Bunc // Biol. Sport. - 2010. - 27. – P. 169-175.
100. Sue-Chu, M. Airway hyperresponsiveness to methacholine, adenosine 5 monophosphate, mannitol, eucapnic voluntary hyperpnoea and field exercise challenge in elite cross-country skiers / M. Sue-Chu [et al.] // British journal Sports Medicine. – 2010. – V.44. – P. 827–832.
101. Vonheim A. The effect of skiing intensity on shooting performance in biathlon / A. Vonheim. - Master Thesis Human Movement Science Programme. - Trondheim: Spring. – 2012. – 34 p.
102. Wang, Y. A novel and effective short track speed skating tracking system/ Y. Wang // A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of philosophy. - 2012. - 68 p.
103. Weicong X. The effects of a high dosage of creatine and caffeine supplementation on the lean body mass composition of rats submitted to vertical jumping training / X. Weicong, W. Hao // 17 International scientific congress Olympic sport and sport for all. 2013. – Congress Proceeding. China. – Capital university of physical education and sport. - P. 424.
104. Wilson J.M. Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance / J.M. Wilson // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2010. - V.24 (9). – P. 2274–2279.
105. Xia, J.Y. The Comparative Analysis on Muscles of Short and Long Track Speed Skating Athletes / J. Y. Xia // Applied Mechanics and Materials. – 2011. - V. 117 – 119. – P. 737-740.
106. Yaru, W. Analysis of correlation on sports training and sports injuries and bone mineral density of ice athletes / W. Yaru, Z. Wenyan, Y. Shuyuan [et al.] //

Journal of Jilin Institute of Physical Education 2012-03. -  
[http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-JLTY201203033.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-JLTY201203033.htm)

107. Yamanaka Y. Effects of physical exercise on human circadian rhythms / Y. Yamanaka [et al.] // Citation Sleep and Biological Rhythms.- 2006.- V. 4(3).-

Режим доступа свободный: <http://hdl.handle.net/2115/45263>.- Заглавие с экрана.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Совершенствование тренировочного процесса биатлонистов.....	5
2. Новые технические решения в биатлоне.....	11
3. Текущие тенденции в физиологии и биомеханике биатлона.....	15
4. Тренировочный процесс в шорт -треке .....	20
5. Тактическая подготовка шорт - трековиков.....	28
6. Беговая экономичность и особенности ее повышения у легкоатлетов стайеров.....	30
7. Современные тенденции в физиологии бега на длинные и сверхдлинные дистанции.....	36
8. Медико-биологическое обеспечение тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов и их резерва.....	42
9. Физиологические эргогенные средства: современные тенденции применения в подготовке спортсменов .....	49
10. Пищевые эргогенные средства в подготовке спортсменов.....	56
Заключение .....	61
Литература .....	63