

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ В ЛЫЖНЫХ ГОНКАХ ЗА РУБЕЖОМ

Шагарова Е.А.<sup>2</sup>, Корягина Ю.В.<sup>1,2</sup>, Шмидт А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО Научно-методический центр Аналитик, Омск, e-mail: koru@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск

---

Целью данной работы явилось выявление актуальных инновационных разработок и технологий ведущих научных лабораторий мира по проблеме совершенствования подготовки спортсменов в лыжных гонках. В настоящее время лыжные гонки рассматриваются как один из самых сложных видов спорта на выносливость. Нововведения в программе соревнований, существенные улучшения в оборудовании и подготовке трасс привели к большему увеличению скорости в этом виде спорта, чем в любом другом Олимпийском виде спорта на выносливость. Проведенный анализ перспективных зарубежных научных исследований в лыжных гонках показывает, что наибольший акцент в повышении результативности специалисты видят в физиологическом обосновании построения тренировочного процесса, улучшении биомеханических характеристик лыжной техники и ее модернизации, а также в повышении экономичности и эффективности преодоления различных участков дистанции, т.е. увеличении скорости при снижении уровня потребления кислорода.

---

Ключевые слова: лыжные гонки, физиология, биомеханика, техника, экономичность.

## CURRENT PROBLEMS OF TRAINING IN SKI RACING ABROAD

Shagarova E.A.<sup>2</sup>, Koryagina J.V.<sup>1,2</sup>, Shmidt A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Scientific and Methodological Center "Analyst", e-mail: koru@yandex.ru;

<sup>2</sup>Siberian state university of physical education and sports, Omsk

---

The aim of this work was to identify the current innovations and technologies of the world's leading scientific laboratories on the problem of improving the training in cross-country skiing athletes. Currently, cross-country skiing are considered as one of the toughest endurance sports. New features in the competition program, significant improvements in equipment and tracks led to a greater increase in speed in this sport than in any other endurance Olympic sport. The analysis of promising foreign research in skiing shows that the greatest emphasis in improving the efficiency experts see in physiological justification of construction of training process, improving the biomechanical characteristics of the ski technique and modernization, as well as in improving efficiency and effectiveness in overcoming various distances plots, ie increase in speed while reducing the level of oxygen consumption.

---

Keywords: cross-country skiing, physiology, biomechanics, technology, economy.

Значительные изменения скорости передвижения и результатов в лыжном спорте требует качественных изменений в системе спортивной подготовки лыжников и делает актуальным обзор современных зарубежных работ по данному направлению исследований.

### Цель работы

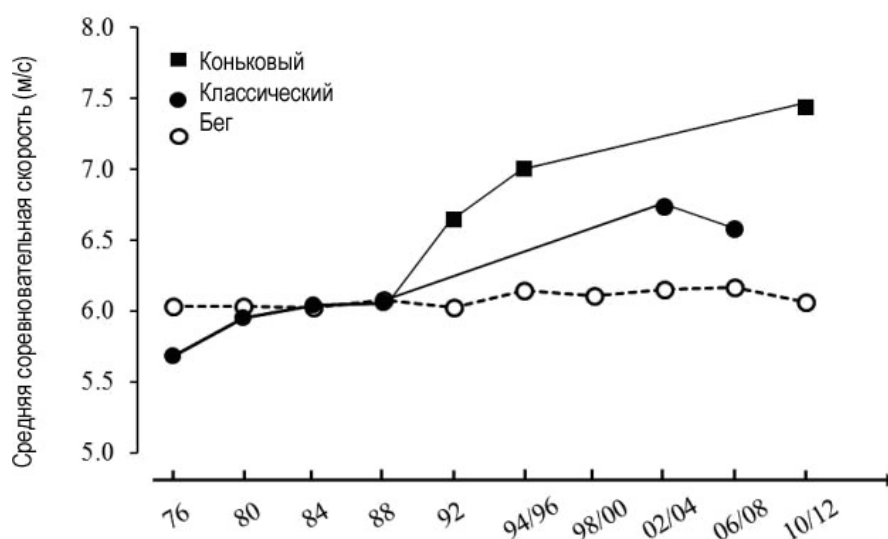
Выявление актуальных инновационных разработок и технологий ведущих научных лабораторий мира по проблеме совершенствования подготовки спортсменов в лыжных гонках.

**Методы и организация исследования.** Осуществлялись поиск и сбор источников информации за 2010–2016 гг. (статьи, материалы конференций, журналы). Найденные источники переводились на русский язык и подвергались научному редактированию и анализу.

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время широко распространено мнение, что работоспособность в видах спорта на выносливость определяется высоким максимальным потреблением кислорода (МПК), однако, существуют и другие факторы, например способность длительно поддерживать высокую скорость потребления кислорода, экономичность и эффективность [3].

**Факторы, лимитирующие работоспособность в лыжных гонках.** Ученые Норвежского университета науки и технологий К. Сандбак и Центрального шведского университета Х. Холмберг проанализировали факторы успеха в современных лыжных гонках [8]. Х. Холмберг сделал доклад на эту же тему на 6 Международном конгрессе «Наука и лыжи» [4].

Ученые отмечают, что лыжные гонки, рассматриваются как один из самых сложных видов спорта на выносливость, он был Олимпийским видом с первых зимних Игр в Шамони, Франция, в 1924 году. Повышение эффективности тренировочного процесса и существенные улучшения в оборудовании и подготовке трасс привели к большему увеличению скорости в этом виде, чем в любом другом Олимпийском виде спорта на выносливость (рисунок).



*Средняя скорость для мужчин-победителей на дистанции 15 км в лыжных гонках и 10000-м беге во время Олимпийских соревнований с 1976 по 2012 г.*

Восемь из 12 лыжных видов были включены в программу Олимпийских игр в Сочи или были существенно изменены по сравнению с форматом игр Лиллехаммера в 1994 году. Эти довольно большие изменения повлекли переоценку факторов успеха результативности в Олимпийских лыжных гонках с вытекающими последствиями для тренировок и специализации в спринте и на длинных дистанциях.

Лыжная гонка может длиться от 12 минут (4 гонки по 3 мин в лыжном спринте) до более 2 часов (50-км гонка). Местность соревнований различается, но правилами

установлено включать в дистанцию примерно: на одну треть гор, одну треть равнины, и одну треть холмов. Это заставляет лыжников часто изменять свою технику передвижения. Тем не менее более 50 % времени гонки проводится на подъемах, где значительно варьирует индивидуальная работоспособность спортсменов. В масс старте тактика является наиболее важной, и результат зачастую решается в финале спринта.

Аэробное энергообеспечение во время соревнований составляет 70–75 % в спринте и 85–95 % на длинных дистанциях. Тем не менее лыжники гонщики часто принимают стратегию с более высокой интенсивностью прохождения подъемов, при этом интенсивность работы значительно выше, чем требуется, для того чтобы достичь МПК (анаэробная доля достигает до 40 % во время спринтерских гонок и 10–20 % на длинных дистанциях). Эта «стратегия хода» достигается за счет использования участниками скоростного спуска для восстановления.

Лыжники гонщики мирового класса показывают одни из самых высоких значений МПК от 80 до 90 и от 70 до 80 мл/кг/мин для мужчин и женщин, соответственно. Потребление кислорода изменяется в зависимости от температуры и снижается в период соревнований при температуре – 20 °С. Среди элитных спортсменов было зарегистрировано, что скорость вентиляции во время гонки составляет 250 л/мин, объем крови 9 л, минутный объем крови > 40 л / мин, и систолический объем > 200 мл. В то же время требуется анаэробная мощность, мощность верхней части тела, высокоскоростная техника и «тактическая гибкость», все это увеличилось у тех, кто стремится завоевать медали. Например, с результативностью в лыжном спринте тесно коррелируют скорость на короткие дистанции и максимальная сила. Абсолютные значения МПК, демонстрируемые элитными спринтерами и лыжниками, специализирующимися на длинных дистанциях, похожи, но последние имеют более низкую массу тела, а лыжники спринтеры имеют более высокие анаэробные способности. Как в спринте, и так и в гонках на длинные дистанции, способность эффективно преобразовывать метаболическую энергию в скорость является ключевым фактором, определяющим производительность.

Данную тему продолжает Эрик Андерсон из Центрального университета Швеции [2]. Целью его докторской диссертации было изучить биомеханические и физиологические факторы, связанные со спринтерскими дистанциями в лыжных гонках. Он провел целую серию экспериментальных исследований.

В лабораторном тесте на лыжероллерном тредмиле он определял валовую эффективность, МПК и максимальную скорость. Модифицированный метод определения валовой эффективности (тест со ступенчато повышающейся нагрузкой) для оценки анаэробного производства энергии во время передвижения на различной местности в

течение 232 с показал, что относительные аэробные и анаэробные механизмы энергообеспечения составили 82 % и 18 %, соответственно, с кислородным долгом 45 мл / кг. Таким образом, он сделал заключение, что время и производительность преодоления дистанции в значительной степени объясняется определенными валовой эффективностью (53 %), скоростью потребления кислорода (30 %) и кислородным долгом (15 %). В связи с этим он отмечает, что необходимо подробнее проанализировать тренировочные стратегии, направленные на снижение энергозатрат и повышение валовой эффективности.

В другом исследовании Э. Андерсон [2] изучал метаболические реакции и темповые стратегии в четырех последовательных лыжных забегах. Первые и последние забеги были самыми быстрыми (оба по 228 с) и были связаны с большим вкладом анаэробных источников энергии, в то время как средние значения скорости потребления кислорода во всех четырех забегах были аналогичны. Индивидуальные различия в производительности забегов объяснялись в основном (69 %) вариациями кислородного долга. На протяжении всех забегов лыжники использовали положительную темповую стратегию. Кроме того, при передвижении в подъем генерировался значительно более высокий (~ 30 %) уровень метаболизма, чем на равнинных участках трассы, что отражает нерегулярное производство анаэробной энергии. В целом, важными для выполнения забегов являются быстрый старт и высокий уровень мощности работы во время передвижения на лыжах в подъем. Это оказывает более выраженное влияние на лыжную производительность в связи с уменьшением флуктуаций скорости и, таким образом, общего воздушного сопротивления.

Ученые Норвежского университета науки и технологий провели исследование по определению физиологических детерминантов спринтерской и стайерской результативности у элитных лыжников [7]. Они отмечают, что ни одно исследование до настоящего времени не показало, какие физиологические возможности определяют уровни результативности на спринтерских и стайерских дистанциях у элитных лыжников. В своем исследовании они соотнесли физиологические лабораторные показатели с уровнем результативности на спринтерских и стайерских дистанциях лыжных гонок с помощью FIS- очков (рейтинговые очки международной лыжной федерации).

Результаты показывают, что пиковая мощность для верхних и нижних конечностей коррелирует с результатами в спринте ( $r = 0,68$  и  $-0,47$ ,  $P < 0,05$ ), но не с результатами на стайерских дистанциях. МПК коррелирует с результатами на стайерских дистанциях ( $r = -0,70$   $p < 0,05$ ), но не в спринте. Не выявлено значимых корреляций между общей эффективностью и FIS очками в спринте или на стайерских лыжных дистанциях. Уровень результативности на стайерских дистанциях коррелирует с уровнем лактата в крови и респираторного коэффициента на субмаксимальных скоростях ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ).

Антропометрические показатели не коррелируют с уровнем результативности в спринте и на стайерских дистанциях.

Следовательно, взрывная сила, измеренная как пиковая мощность верхних и нижних конечностей, связана с уровнем спринтерской производительности, в то время как высокие максимальные аэробные возможности и низкие анаэробные возможности во время субмаксимальной работы на лыжероллерах коррелируют с уровнем стайерской результативности.

**Биомеханика лыжных гонок.** По мере того как лыжные гонки претерпевали изменения, все больше и больше внимания уделялось биомеханической эффективности. Для эффективного преодоления соревновательных дистанций лыжники-гонщики должны освоить широкий диапазон скоростей (5–70 км/ч) и рельефа (с крутизной -20 % до 20 %). Для достижения этой цели постоянно меняются и адаптируются 9 классических и коньковых лыжных ходов. В 1,5 км спринтерской гонке лыжники изменяют ход около 30 раз, в то время как на длинных дистанциях происходят сотни таких переходов. Это является уникальным по сравнению с другими Олимпийскими видами спорта.

В коньковом и классическом стиле для увеличения длины цикла на более высоких скоростях более высокие требования предъявляются к развиваемой движущей силе. Одной из важных стратегий для повышения продолжительности цикла является более эффективное отталкивание палками, с преактивацией и растяжением мышц и активное снижение центра тяжести для достижения более высокой пиковой силы раньше в цикле движения. Соответственно, более скоростно-силовые лыжные ходы, такие как дабл полинг (double poling) модификация одновременного бесшажного хода с более короткой фазой отталкивания и попеременный двухшажный ход в низкой стойке с махами руками были разработаны для использования на равнинной местности [1]. С такими ходами, наиболее взрывные лыжники могут развивать максимальную силу в ходе дабл полинг, достигающую 430 Н в течение 0,05 секунд, а также силу отталкивания ногами выше 1600 Н попеременным двухшажным ходом в низкой стойке с махами руками [8].

На крутых подъемах ускорение лыжников увеличивает скорость цикла при сохранении длины цикла, и чтобы ускориться, используются инновационные техники, такие как «попеременный двухшажный коньковый ход» и «прыжковый вариант одновременного двухшажного хода». Кроме того, в последнее время все больше и больше внимания уделяется холмистым участкам трассы, особенно поворотам на подъемах, где быстрые лыжники более широко используют ускоряющую технику прохождения поворота [8].

Э. Андерсон [2] в своей докторской диссертации также проанализировал биомеханику и скорость движений в лыжных гонках с использованием дифференциальной глобальной

навигационной спутниковой системы в сочетании с возможностью записи видео. Лыжники пробежали 1425 м (2 x 712 м) с временем спринта 207 с, при средней скорости 24,8 км / ч, с множеством переходов между коньковыми лыжными ходами (т.е. различные коньковые ходы [G2-7] [1]. Они использовали стратегию темпа с быстрым стартом с последующим постепенным замедлением (т.е. положительной стимуляцией), первый круг они преодолевали на 2,9 % быстрее, чем второй круг. МПК было связано со способностью поддерживать скорость передвижения в подъем и самые быстрые лыжники использовали G3 в большей степени, чем G2. Кроме того, максимальная скорость на короткие расстояния (50 и 20 м) с помощью ходов G3 и хода дабл полинг оказали значительное влияние на производительность и время спринта.

В своем следующем эксперименте ученый рассмотрел влияние возрастающей скорости (умеренная, высокая и максимальная) на биомеханику при передвижении в подъем классическим попеременным двухшажным ходом и елочкой. Исследование показало, что при передвижении на лыжах в подъем (7,5 °) попеременным двухшажным классическим ходом у лыжников увеличилась скорость цикла и продолжительность цикла от умеренной до высокой скорости; на максимальной скорости скорость цикла увеличилась, и длительность цикла уменьшилась. С повышением скорости отталкивание и скольжение одновременным бесшажным ходом стало постепенно короче. Скорость отталкивания палками и развиваемая сила ног с повышением скорости увеличивалась. Значительно больше была развиваемая сила ног при передвижении по снегу по сравнению с предыдущими результатами для лыжероллеров, хотя пиковая сила была одинакова в обоих случаях. Самые быстрые лыжники проявляли большую пиковую силу ног в более короткий отрезок времени.

При использовании техники елочка на крутом подъеме (15 °), лыжники располагали свои лыжи в боковом направлении ("V" в диапазоне от 25 до 30 °) и располагали их полюса под небольшим боковым углом (от 8 до 12 °), причем большая часть движущей силы, приходилась на внутреннюю сторону передней части стопы. Из общей тяговой силы 77 % генерировалось ногами. Скорость цикла увеличилась на всех трех скоростях (от 1,20 до 1,60 Гц), в то время как продолжительность цикла увеличилась лишь с умеренной до высокой скорости (от 2,0 до 2,3 м).

Следовательно, величина и скорость генерации силы ног являются важными факторами, определяющими производительность в передвижении на лыжах как попеременным двухшажным классическим ходом, так и елочкой, хотя скорость является более важной в попеременном двухшажном классическом ходе, так как этот лыжный ход включает в себя скольжение.

**Экономичность и эффективность в лыжных гонках.** В индивидуальной гонке лыжники в подъем работают более интенсивно, в связи с чем может быть достигнута максимальная мощность работы для данной метаболической стоимости. В видах спорта на выносливость, даже шаг, как правило, должен быть оптимальным [6].

В отличие от других видов спорта на выносливость, оптимальный шаг в лыжных гонках должен насчитывать больше переменных, таких как изменение профиля трассы, состояние снега в разное время сезона или даже однократность гонки. Эффективность хода на Олимпиаде в Сочи была большой проблемой, так как большая высота (1550 м над уровнем моря) ограничивает скорость, которая может быть достигнута на подъеме, а также замедляет восстановление на холмистом рельефе.

Введение масс-старта в Олимпийских лыжных гонках акцентирует внимание на важности и разработке проблемы экономичного и оптимального использования индивидуальных сильных сторон каждого спортсмена. Командная тактика иногда может обеспечить преимущество в таких гонках. Однако командная тактика в лыжных гонках отличается от велогонок, например, более низкими скоростями участвующих, узкими трассами, и тем фактом, что разрешается участвовать в гонке только 4 лыжникам из каждой страны. Кроме того, скорость работы в подъем часто предъявляет слишком большие требования к слабым лыжникам, делая типичных «Аутсайдеров спринта».

Исследователи из Норвежского университета науки и технологий [5] также занимаются повышением эффективности передвижения на лыжероллерах. Целью их исследования было изучение влияния частоты шагов на эффективность и производительность при передвижении на лыжероллерах одновременным одношажным коньковым ходом. Результаты исследования показали, что максимальная эффективность увеличивалась с мощностью. При высокой мощности (на скорости 20 км/ч), эффективность и производительность были значительно снижены при высокой частоте. Следовательно, лыжники самостоятельно оптимизируют энергосбережение (эффективность) и производительность путем подбора частоты шагов при передвижении на лыжероллерах одновременным одношажным коньковым ходом.

Таким образом, анализ перспективных зарубежных научных исследований в лыжных гонках показывает, что наибольший акцент в повышении результативности специалисты видят в физиологическом обосновании построения тренировочного процесса, улучшении биомеханических характеристик лыжной техники и ее модернизации в связи с изменением лыжных трасс, а также с повышением экономичности и эффективности преодоления различных участков дистанции, т.е. увеличении скорости передвижения при снижении уровня потребления кислорода.

### **Список литературы**

1. Корягина Ю.В. Техника лыжных ходов: современные зарубежные классификации и терминология / Ю.В. Корягина // Физкультурное образование Сибири. – 2015. – Т. 33, № 1. – С. 100-104.
2. Andersson E. Physiological and biomechanical factors determining cross-country skiing performance / E. Andersson. – 2016. – 86 p.
3. Bishop D. Endurance training: Lessons from the lab and the field - do they agree? / D.Bishop, P. Saunders // Research to Practice 2016: Conference Proceedings (e-book). 4 April 2016, Exercise & Sports Science Australia, Qld, Australia. – P.16.
4. 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.
5. Leirdal, S. [Электронный ресурс] Effects of frequency on gross efficiency and performance in roller ski skating / S. Leirdal, O. Sandbakk, G. Ettema // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2011: Article first published online: 13 SEP 2011 DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01379.x
6. 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.
7. 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.
8. Sandbakk O. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing / Ø. Sandbakk, H. Holmberg // Int J Sports Physiol Perform. – 2014. – P. 3-14.