

На правах рукописи

Милодан Виктор Андреевич

**Влияние регламентированных режимов дыхания
на увеличение работоспособности в беге.**

Специальность 13.00 04- теория и методика физического воспитания
спортивной тренировки, оздоровительной
и адаптивной физической культуры

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Санкт-Петербург - 2008



003 168739

Работа выполнена на кафедре теории и методики легкой атлетики Санкт-Петербургского государственного университета физической культуры им. П. Ф. Лесгафта

Научный руководитель доктор педагогических наук, профессор
Костюченко Валерий Филиппович

Официальные оппоненты заслуженный деятель науки РФ,
доктор педагогических наук, профессор
Агеев Владимир Ульянович
СПб.ГУФК им. П. Ф. Лесгафта

Заслуженный работник высшей школы
РФ, доктор биологических наук, профес-
сор Борилкевич Владимир Евгеньевич
СПб.ГУ.

Ведущая организация Балтийский государственный техниче-
ский университет (Военмех)
им. Д. Ф. Устинова

Защита состоится *22 МАЯ* 2008 года в *13* часов на заседании
Диссертационного совета Д 311.010.01. Санкт-Петербургского государ-
ственного университета физической культуры им. П. Ф. Лесгафта по ад-
ресу: 190121 . Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35

С диссертацией можно ознакомиться в Головной научно-методической
библиотеке при Санкт-Петербургском государственном университете фи-
зической культуры им. П. Ф. Лесгафта и на сайте университета
(Lesgaft.spb.ru)

Автореферат разослан "*21*" апреля

2008 года.

Ученый секретарь диссертаци-
онного совета кандидат пе-
дагогических наук, профессор


Л. А. Егоренко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Рост спортивных достижений непосредственно связан с повышением эффективности тренировочного процесса и является следствием научных внедрений во все разделы спортивной подготовки. Сейчас уже не вызывает сомнений, что этот дальнейший процесс может быть осуществлен только путем глубоких научных исследований во всех звеньях и на всех этапах становления спортивного совершенства с использованием смежных наук.

В настоящее время уже недостаточно только эмпирических сведений о практической значимости тех или иных педагогических средств и методов тренировки. Дальнейший рост спортивных достижений предъявляет все большие требования к более точным и глубоким знаниям биологической сущности средств и методов тренировки. В этом заключается один из основных принципов научного подхода к спортивной тренировке.

Важно знать динамику роста функциональных возможностей организма, резервы его систем и органов (Калиниченко А.И., 1981, Костюченко В.Ф., 2005). При этом не следует достигать максимальных резервных возможностей в простоте спортивных результатов в достаточно юном возрасте.

Традиционный подход к выбору методов и средств тренировки не позволяет расширить диапазон адаптационных возможностей и повысить эффективность тренировки без дальнейшего увеличения объема и интенсивности тренировочных занятий, которые часто приближаются к предельным.

В этих случаях возникает необходимость поиска средств и методов повышения интенсивности адаптационных процессов без дальнейшего увеличения объема и интенсивности тренировок. Научных сведений об этом чрезвычайно мало и они касаются, в основном, рационализации распределения нагрузок в

тренировочном микроцикле и характера повышения их в тренировочном процессе (Харре Д., 1971).

В связи с этим возникает необходимость использования физиологических резервов организма. В этом направлении могут быть весьма перспективными средства локального воздействия на отдельные системы организма. Основной целью таких методов должна быть интенсификация отдельных процессов, избирательно направленная на создание крайних сдвигов в организме, в его отдельных системах и органах, вызывающих нарушение гомеостаза. Одним из лучших средств, изменяющих гомеостазис, может стать сочетание мышечной деятельности с различными регламентированными режимами затрудненного дыхания, вызывающих недостаток кислорода.

Объект исследования: процесс совершенствования функциональных возможностей дыхательной системы

Предмет исследования: динамика работоспособности бегунов в зависимости от регламентированных режимов дыхания

Гипотеза. В связи с тем, что гипоксия и гиперкапния, возникающие в периоды различного гиповентилируемого дыхания, служат мощным стимулятором дыхательных процессов, возникает гипотетическое предположение, что тренировки в условиях гипоксии, создаваемой методом регламентированной регуляции дыхания, значительно и разносторонне повысят эффективность дыхательной системы и увеличат работоспособность в беге за счет, как аэробных, так и анаэробных возможностей.

Научная новизна: Впервые разработана и научно обоснована система РРД. Дана сравнительная физиологическая характеристика различных РРД в стандартной нагрузке. Показаны воздействия РРД на различные стороны дыхательной системы и дыхательных функций.

Цель настоящего исследования - изучить влияние различных регламентированных режимов дыхания (РРД) на функциональные возможности дыхательной системы и на эффективность тренировочного процесса.

Задачи исследования:

- 1 Исследовать и сравнить гипоксемические сдвиги в организме, вызываемые задержками дыхания в покое и в физической нагрузке.
2. Исследовать и сравнить сдвиги, наступающие в системе дыхания в результате применения в дозированных нагрузках различных РРД
- 3 Изучить влияние некоторых РРД на эффективность одноразового тренировочного процесса в условиях стадиона.
4. Изучить влияние различных РРД на аэробные и анаэробные возможности бегунов, эффективность тренировочного процесса и на рост спортивных результатов
5. Обучить технике выполнения каждого РРД при применении в педагогической практике

Теоретическая значимость результаты исследования расширяют представления о возможностях совершенствования функционального состояния дыхательной системы. В беге умеренной мощности определен диапазон максимальной переносимости. 1) гиповентиляции, 2) кислородного дефицита, 3) гиперкапнии. Определен диапазон максимальной а) диффузионной способности легких для кислорода (DL_{O_2}), б) активизации механизмов аэробного энергообеспечения, значительно превышающего VO_2 тах испытуемых, зарегистрированный в тесте со ступенчато-нарастающей нагрузкой. Указываются причинные механизмы, вызывающие столь значительные сдвиги, которые не удавалось получить в работе любой мощности при обычном дыхании. Тренировка по системе РРД, разнонаправлено влияющая на резервы дыхательной системы, позволяет вызывать в организме крайние сдвиги как аэробного, так и анаэробного характера.

Методы и организация исследований: Проводилось несколько серий исследований в лабораторных (155 человек) и естественных условиях (77 человек). Для регистрации комплекса педагогических и физиологических показателей применялись следующие методы

1. Изучение состояние вопроса по литературным источникам.
2. Оксигемометрия.
3. Газоанализ по методу Дугласа – Холдена.
4. Исследование параметров внешнего дыхания.
5. Моделирование физических нагрузок, адекватных изучаемой физической деятельности
6. Метод педагогического эксперимента.
7. Метод математической статистики

Для определения двигательных возможностей бегунов использовался тест со ступенчато-нарастающей нагрузкой, рекомендованный Международной Биологической программой. (ЖВР) (Шеппард с соавт. 1968)

Практическая значимость Предложена методика повышения максимальных аэробных и анаэробных возможностей по системе регламентированных режимов дыхания для бегунов на средние дистанции Показано преимущество этого метода перед традиционными

Положения, выносимые на защиту:

1. Для повышения аэробных и анаэробных возможностей необходимо использовать не только гипоксические, но и смешанные – гипоксическо-гиперкапнические воздействия
2. Для увеличения работоспособности в беге необходимо повышать функциональную устойчивость систем как аэробного, так и анаэробного энергообеспечения
3. Система РРД в огромном арсенале тренировочных средств и методов является отдельным, дополнительным средством увеличения работоспособности в беге

Структура и объем работы Все исследования проводились сериями

1. Содержанием 1-й серии экспериментов являлось исследование и сравнение гипоксемических сдвигов, вызываемых задержками дыхания в условиях покоя и физической нагрузки (75 человек)

2. Содержанием 2-й серии экспериментов (10 человек) являлось проведение испытаний на определение максимальных аэробных возможностей ($\dot{V}O_2 \max$)

3. Третья серия экспериментов проводилась в 2 этапа

Содержанием 1 этапа являлось проведение 8-ми вариантов исследования, в которых нагрузка была стандартная (бег на тротуаре с умеренной скоростью бега = 4,5 м/сек и длительностью 8 минут), а РРД, выполняемые в период 4-й минуты бега-разные. Участвовали те же 10 человек. Целью было: дать сравнительную физиологическую характеристику различным РРД и определить степень их воздействия на аэробные и анаэробные возможности испытуемых.

Содержанием 2-го этапа 3-й серии экспериментов было изучение влияния некоторых РРД на эффективность одноразового тренировочного процесса бегунов. Для этого в условиях стадиона был проведен ряд пробных педагогических экспериментов, в которых приняло участие 55 бегунов и бегуний 1-2 ряда.

4. Педагогический эксперимент завершал предыдущие серии экспериментов и проводился в 2 серии поочередно (4-я и 5-я серии)

Содержанием 4-й серии экспериментов было: 1) проведение исходного тестирования на определение максимального потребления кислорода. 2) участие в исходных соревнованиях в беге на 1000 метров. Всего участвовало 22 бегуна разрядника на средние дистанции. Затем были сформированы 2 группы, где средний результат бега и разброс индивидуальных данных были приблизительно одинаковы (без статистически достоверных различий). После этого обе группы выполняли идентичную тренировочную программу, с тем отличием, что экспериментальная группа в тренировках использовала РРД, а контрольная применяла обычное дыхание.

5-я серия экспериментов проводилась в той же последовательности, как и 4-я.

Полученные данные обрабатывались методом вариационной статистики с использованием t – критерия Стьюдента. Достоверными считались различия при $P < 0,05$. Вычислялась корреляционная матрица показателей.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и методических указаний, списка литературы, состоящего из 196 источников, из них 14 зарубежных. Общий объем работы составляет 136 страниц, включая 20 таблиц, 6 рисунков и 4 корреляционные матрицы.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с Тематическим планом НИОКР СПб.ГУФЖ им П.Ф.Лесгафта на 2006-2010 г.г. по направлению 02, тема 02.04.03.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В лабораторных условиях изучалось влияние различных РРД в беге умеренной мощности со скоростью (V) = 4,5 м/сек и временем (T) бега = 8 минут на аэробные и анаэробные возможности бегунов (Табл 1, рис 1-4)

В таблице 1 дается описание 8-ми вариантов различных РРД, применяемых в стандартной нагрузке в период 4-й минуты, (после наступления устойчивого состояния по показателям газообмена – 3-я минута) и указаны величины снижения насыщения артериальной крови кислородом (HbO_2 %) в этот период.

Из рис. 1(А, Б) видно, что в период РРД достоверно возникает гиповентиляция различной степени, в диапазоне от 4 до 68 % от фона (3-я минута)

Процент потребления кислорода ($\%O_2$) в период регламентированного управления дыханием значительно достоверно увеличивается (кроме варианта с предельно частым дыханием), особенно в вариантах с предельно редким дыханием (рис. 2 А, Б). Максимальный резерв диффузионной способности легких для кислорода при газообмене в период РРД в этих вариантах увеличивался на 180-190%, а в отдельных случаях до 206% от фона. Подобных величин, харак-

теризующих столь высокую эффективность перехода кислорода из легочных альвеол в кровь не удавалось получить ни в одной из нагрузок любой мощности при обычном дыхании. Это дает возможность оказывать тренировочное воздействие локально на этот участок легких, конкретно влиять на процесс ДЛЮ₂. Следует заметить, что при одинаковой гиповентиляции (5-й и 6-й вариант) резерв ДЛЮ₂ в 5-м варианте на 23% выше ($P < 0,01$). Это зависит от техники и способа выполнения РРД, что позволяет затрагивать широко и разнонаправлено самые различные стороны дыхания и дыхательных функций.

Процент выделения углекислого газа ($\%CO_2$) достоверно увеличивается (рис. 3. А, Б) во всех вариантах (кроме 7-го) Диапазон гиперкапнического максимума составлял 148-160% от фона.

Различная гиповентиляция вызывает гипоксию ($P < 0,01$) различной степени (кроме 8 варианта) и в большей степени в вариантах с предельно редким дыханием (рис. 4 А, Б). Самый острый дефицит кислорода (40,7%) от фона, $P < 0,01$) возникает в период 4-го варианта. Максимальный же диапазон такого дефицита в отдельных случаях доходит до 51% Необходимо заметить, что в 8-м варианте, несмотря на гиповентиляцию в 26% ($P < 0,01$), не снижается VO_2 .

Таблица 1
Описание регламентированных режимов дыхания и величины $HbO_2\%$
по вариантам исследований

Номера вариантов исследования	Режим дыхания	$HbO_2\%$	Примечание
1	Дыхание обычное	96	
2	Задержка дыхания на вдохе (47-я – 57-я секунда)	78,1	Плотно сжаты губы
3	Предельно редкое дыхание, открыв рот	71,5	Изменяется только частота дыхания
4	Предельно редкое дыхание с предельным добавочным сопротивлением на вдохе и выдохе, сомк-	67,5	Зубы сомкнуты, кончиком языка почти полностью закрывается отверстие для прохождения воздуха

	нув зубы		
5	Предельно редкий вдох с предельным сопротивлением (идентично 4-му варианту) быстрый выдох без сопротивления	78	Выдох делать почти мгновенно, открыв рот
6	Предельно длительный выдох с предельным сопротивлением, плотно сжав губы, вдох – обычный	77,6	При вдохе щеки надуты, губы плотно, почти полностью сжаты
7	Предельно частое дыхание с предельно мелким дыхательным объемом	93.1	Мышцы лица расслаблены, рот приоткрыт В большей степени использовать мышцы диафрагмы
8	Брюшное дыхание с сопротивлением на вдохе, создаваемым мышцами гортани и бронхов выдох обычный	91.5	Напряжением мышц гортани и бронхов сужать воздухопровод Не использовать дыхательные мышцы, поднимающие грудную клетку

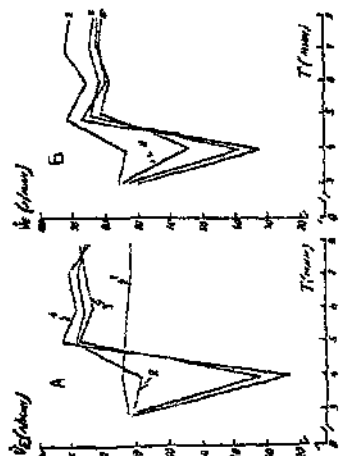


Рис. 1. Динамика легочной вентиляции при равномерном беге с использованием регламентированных режимов дыхания.
 А — 1, 2, 3 и 4 варианта режимов дыхания
 Б — 5, 6, 7 и 8 варианты режимов дыхания

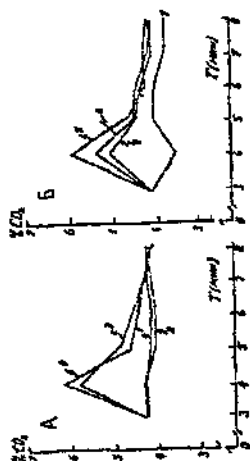


Рис. 3. Динамика выдоха углекислого газа при равномерном беге с использованием регламентированных режимов дыхания.
 А — 1, 2, 3 и 4 варианта режимов дыхания
 Б — 5, 6, 7 и 8 варианты режимов дыхания

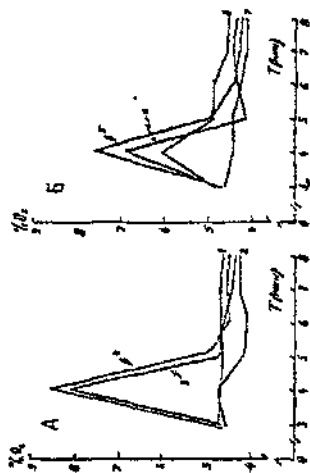


Рис. 2. Динамика потребления кислорода при равномерном беге с использованием регламентированных режимов дыхания.
 А — 1, 2, 3 и 4 варианта режимов дыхания
 Б — 5, 6, 7 и 8 варианты режимов дыхания

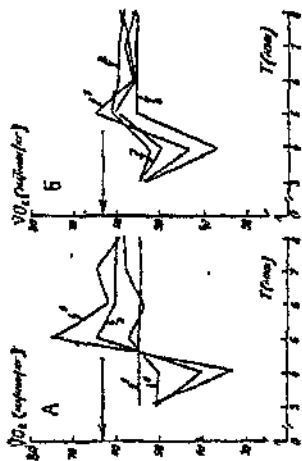


Рис. 4. Динамика потребления кислорода при равномерном беге с использованием регламентированных режимов дыхания.
 А — 1, 2, 3 и 4 варианта режимов дыхания
 Б — 5, 6, 7 и 8 варианты режимов дыхания
 Стрелкой обозначен уровень АПК

верного уменьшения потребления кислорода (VO_2), наблюдается лишь тенденция к снижению. Это говорит о высококачественном газообмене в легких и

экономичном дыхании (когда не используются мышцы поднимающие грудную клетку). Этот вариант может использоваться для повышения аэробных возможностей в длительном беге.

После окончания РРД VO_2 значительно увеличивается, особенно в 4-м варианте ($P < 0,01$, на 36%) и превышает на 5-й минуте VO_2 тах испытуемых на 119%, а индивидуально на 140 и даже 160%. Вероятно, в период (5-я минута) гиперкапнической гипервентиляции (учитывая полезное действие углекислоты) происходит: большее повышение тонуса венозной системы, большее расширение сосудов, большой сердечный выброс, большее увеличение кислородной емкости крови, как компенсаторные реакции на острую гиперкапническую гипоксию. Это дает возможность оказывать тренировочное воздействие целенаправленно на увеличение аэробного потолка.

В условиях же среднегорья VO_2 тах уменьшено и динамика VO_2 имеет меньшую степень прироста во время выполнения субмаксимальной нагрузки, чем в условиях нормоксии, а повышение концентрации лактата крови для той же самой нагрузки, как это происходит в нормоксии, указывает на изменения в анаэробном метаболизме, как компенсация за потерю аэробной выносливости (Фериче Б, с соавт, 2001).

В 6-м варианте РРД (несмотря на значительный кислородный дефицит в 32% от фона, при $P < 0,01$) не происходит такой, как в других вариантах, компенсаторной активизации механизмов аэробного энергообеспечения (Рис. 4. А, Б). Известно, что искусственное создание дефицита кислорода во время работы еще не обязательно определяет факт наличия кислородного голодания, как такового и не покрывается в восстановительном периоде кислородным долгом (Низовцев В.П., 1977).

В период мощного предельно длительного выдоха, с предельным сопротивлением на выдохе возможно значительное увеличение сердечного выброса (Карпман В Л. с соавт., 1978) и значительное увеличение кровенаполнения периферических сосудов (Денейка К.В., 1986) Кроме того, создаются необычные

условия для вентиляции и газообмена резервного воздуха, где новая порция воздуха находится (в практически не вентилируемых ранее альвеолах) значительно дольше и под гораздо большим внутригрудным давлением. Допустимо, что новые условия газообмена в легких (в дополнение к значительным изменениям в сердечно-сосудистой системе) могли рефлекторно повлиять на уровень тканевого метаболизма, как в период РРД, так и после него. Используя 6-й вариант РРД мы получаем возможность локального воздействия на увеличение сердечного выброса и кровенаполнения периферических сосудов, затрагивая еще одну сторону повышения аэробных возможностей.

Результаты анализа сравнительной физиологической характеристики различных РРД говорят о возможностях широко разнонаправленного воздействия регламентированного дыхания (РД) как на аппарат дыхания, так и на дыхательные функции в повышении диапазона максимальной резервной активизации аэробных и анаэробных возможностей.

Результаты предварительного (поискового) педагогического эксперимента.

В этом эксперименте в условиях стадиона приняли участие 55 бегунов и бегуний 1-2 разряда. Была определена цель: изучить возможность применения некоторых РРД в реальной тренировочной нагрузке. 13 мужчин и 12 женщины выполняли тренировочный бег на 2000 метров (10 кругов) с условием: каждый четный круг дышать брюшным дыханием, используя нижние зоны легких (после разового, более полного выдоха), а нечетный – дышать обычно. Мужчины четные круги пробегали быстрее в среднем на 1,94 секунды ($P < 0,01$), а женщины на 1,77 секунды ($P < 0,01$)

15 женщин выполняли тренировочные пробежки, 6 раз по 200 метров через 200 метров бега трусцой. Условия бега были те же. Каждый четный круг бегуний пробегали на 2,03 сек. быстрее ($P < 0,01$).

15 мужчин выполняли тренировочный бег 3 раза по 200 метров (круг), через 200 метров бега трусцой с условием: 1-й круг – брюшное дыхание, 2-й – обычное, 3-й – выдох предельно длительный, с предельным сопротивлением на

выдохе (6-й вариант РРД), а вдох обычный. В результате бегуны пробегали 1-й и 3-й круг быстрее, чем 2-й (с обычным дыханием) соответственно на 1,5 сек ($P < 0,01$) и на 1,9 сек ($P < 0,01$)

При общем опросе выяснилось, что несмотря на большую скорость бега, в период этих РРД бежать легче, чем при обычном дыхании. Лабораторные эксперименты показали, что в периоды таких РРД происходит значительное уменьшение излишка выделяемой углекислоты (ExsCO_2), который по Н.И. Волкову (1969), как критерий оценки напряженности нагрузки может полностью заменить показатель молочной кислоты (увеличение которой является одним из основных ограничителей физической нагрузки). В отдельных случаях эта величина снижалась до 1 мл/мин/кг и даже до нуля. Это вызывало соответствующие ощущения у бегунов: они отмечали, что бежать при таких РРД гораздо легче, чем при обычном дыхании.

Педагогический эксперимент. Результаты исходного тестирования и исходных соревнований представлены в таблице 2 и 3

Во всех тестированиях наблюдается высокая взаимосвязь между длительностью бега и временем (Т) наступления показателей: VO_2max , VEmax , VCO_2max , ExsCO_2max . Определено достоверное различие между Т наступления максимума в аэробной (VO_2max) и максимума в вентиляторной (VEmax) напряженности.

VO_2max (Табл. 2) достоверно изменилось только в экспериментальной группе – увеличилось на 10,8% ($P < 0,01$). При этом $\%O_2$ практически не изменился. Произошло недостоверное увеличение VE . Однако произведение этих показателей дало существенную прибавку в VO_2 .

В обеих группах увеличился показатель Т наступления VO_2max : в контрольной группе на 41 секунду ($P < 0,05$), а в экспериментальной – на 87 секунд ($P < 0,01$). В обеих группах увеличилось Т бега на трегбане: в контрольной на 21 сек, а в экспериментальной на 61 сек, различия между приростом времени бега достоверны (Табл. 2).

Увеличение T наступления VO_{2max} произошло в обеих группах в результате разнохарактерного изменения в деятельности систем кислородного обеспечения (при 2-х различных методах тренировки), что получило соответственное отражение в аэробном метаболизме. Из таблиц 4 и 5 видно, что в обеих группах на стандартных участках нагрузки происходит уменьшение степени напряженности в аэробном метаболизме (VO_2/VO_{2max} в %). В контрольной группе – за счет экономизации в VO_2 на 9%, а в экспериментальной – за счет повышения максимальной аэробной мощности (на 10,8%), что соответственно изменило соотношение VO_2/VO_{2max} в процентах. В результате этого в экспериментальной группе при практически одинаковом VO_2 (Табл. 4, 5) степень напряженности в аэробном метаболизме становится меньше. В сравнении же с контрольной группой при одинаковой степени напряженности в аэробном метаболизме VO_2 в экспериментальной группе больше – почти на 9% (Табл. 4, 5).

Таким образом, более позднее наступление VO_{2max} в обеих группах за счет разнохарактерного изменения в деятельности систем кислородного обеспечения – является результатом увеличения аэробных возможностей.

Следует заметить, что в экспериментальной группе величины VE_{max} в исходном тестировании и VE при VO_2 max в конечном тестировании одинаковы (Табл. 2).

Однако VO_2 в конечном тестировании превышает таковое в исходном при VE_{max} на 11,6% за счет увеличения диффузионной способности легких на 11,4%. Это тоже является результатом (составной частью) повышения аэробных возможностей.

В обеих группах в конечном тестировании наблюдается достоверное различие между T наступления VO_{2max} и T бега (Табл. 2). В контрольной группе

ТАБЛИЦА 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ($\bar{X} \pm \sigma$, $n = 22$)

ГРУППЫ	ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ $\dot{V}O_2 \text{ макс}$							ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ $\dot{V}E \text{ макс}$							В Р Е М Я					ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ								
	$\% O_2$	$\dot{V}E$ ($l/\text{мин}$)	Ч.Д. ($l/\text{мин}$)	ΔQ (l)	$\dot{V}O_2 \text{ макс}$ ($ml/\text{мин}$)	$\% O_2$	$\dot{V}E_{\text{спр}}/(\dot{V}E_{\text{теор}})$	Ч.Д. ($l/\text{мин}$)	ΔQ (l)	$\dot{V}O_2$ (мл/мин/кг)	$\dot{V}O_2$ (мл/мин/кг)	$\dot{V}E \text{ макс}$ (мл/мин/кг)	$\dot{V}E \text{ макс}$ (мл/мин/кг)	$\dot{V}E \text{ макс}$ (мл/мин/кг)	$\dot{V}O_2 \text{ макс}$ (мл/мин/кг)	НАСТАВЛЕНАЯ $\dot{V}O_2 \text{ макс}$ (сек)	НАСТАВЛЕНАЯ $\dot{V}E \text{ макс}$ (сек)	НАСТАВЛЕНАЯ $\dot{V}O_2 \text{ макс}$ (сек)	НАСТАВЛЕНАЯ $\dot{V}E \text{ макс}$ (сек)	БЕЛА (сек)	$\dot{V}E \text{ макс}$ на $\dot{V}E_{\text{теор}}$ (в 2 минутах)	$\dot{V}E \text{ макс}$ на $\dot{V}E_{\text{теор}}$ (в 2 минутах)	Ж.Е.А. (мл)	$\dot{V}E$ (мл/мин/кг)	$\dot{V}E$ (мл/мин/кг)	ΔP (ТМОЖ-ТКО-ТНО) (сек.)		
ПОРЯДОК ТЕСТИРОВАНИЯ																												
КОНТРОЛЬНАЯ	$380 \pm 0,44$	$110,3 \pm 0,9$	$55,3 \pm 1,8$	$2,03 \pm 0,28$	$642 \pm 4,8$	$348 \pm 0,35$	$116,9 \pm 11,7$	$601 \pm 0,3$	$1,96 \pm 0,24$	$623 \pm 5,2$	$232 \pm 3,5$	$345 \pm 7,7$	$378 \pm 8,8$	$375 \pm 8,7$	$379 \pm 9,7$	$392 \pm 9,8$	$233 \pm 10,4$	$233 \pm 10,4$	$392 \pm 9,8$	БЕЛА (сек)	$266 \pm 10,5$	$266 \pm 10,5$	$233 \pm 10,4$	$233 \pm 10,4$	$233 \pm 10,4$	$233 \pm 10,4$	$233 \pm 10,4$	21
	$3,68 \pm 0,37$	$110,4 \pm 13,0$	$55,5 \pm 5,3$	$1,97 \pm 0,21$	$623 \pm 4,8$	$347 \pm 0,36$	$113,5 \pm 15,3$	$576 \pm 5,3$	$1,97 \pm 0,24$	$608 \pm 5,5$	$252 \pm 3,5$	$386 \pm 9,5$	$401 \pm 6,4$	$399 \pm 8,4$	$403 \pm 8,8$	$413 \pm 6,5$	$266 \pm 10,5$	$266 \pm 10,5$	$413 \pm 6,5$	БЕЛА (сек)	$266 \pm 10,5$	$266 \pm 10,5$	$253 \pm 8,5$	$253 \pm 8,5$	$253 \pm 8,5$	$253 \pm 8,5$	$253 \pm 8,5$	61
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ	$4,0 \pm 5,9$	$99,2 \pm 5,2$	$46,4 \pm 1,8$	$2,12 \pm 0,37$	$610 \pm 4,9$	$342 \pm 0,42$	$108,6 \pm 15,0$	$547 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,20$	$583 \pm 1,2$	$254 \pm 0,3$	$308 \pm 7,0$	$368 \pm 6,9$	$376 \pm 6,8$	$382 \pm 7,2$	$393 \pm 8,1$	$244 \pm 7,3$	$244 \pm 7,3$	$393 \pm 8,1$	БЕЛА (сек)	$244 \pm 7,3$	$244 \pm 7,3$	$258 \pm 5,7$	$258 \pm 5,7$	$258 \pm 5,7$	$258 \pm 5,7$	$258 \pm 5,7$	61
	$3,88 \pm 0,10$	$108,8 \pm 13,8$	$50,3 \pm 9,2$	$2,19 \pm 0,30$	$676 \pm 4,0$	$347 \pm 0,40$	$117,4 \pm 13,3$	$550 \pm 0,3$	$2,17 \pm 0,24$	$652 \pm 4,8$	$269 \pm 3,2$	$395 \pm 8,9$	$428 \pm 8,2$	$431 \pm 8,5$	$435 \pm 8,4$	$454 \pm 6,9$	$262 \pm 7,2$	$262 \pm 7,2$	$454 \pm 6,9$	БЕЛА (сек)	$262 \pm 7,2$	$262 \pm 7,2$	$271 \pm 8,7$	$271 \pm 8,7$	$271 \pm 8,7$	$271 \pm 8,7$	$271 \pm 8,7$	61

ПРИМЕЧАНИЕ: 1) — ОЗНАЧАЕТ СТАТИСТИЧЕСКУЮ ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ ПРИ $P < 0,01$
 2) --- ОЗНАЧАЕТ СТАТИСТИЧЕСКУЮ ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ ПРИ $P < 0,05$

Таблица 3

Результаты педагогического эксперимента исходных соревнований в беге на 1000 метров

$$(\bar{X} \pm \delta, n = 22)$$

группы	порядок соревнований	результат в беге на 1000 метров (мин., сек.)
контрольная	исходное	2 мин 36,3 сек ($\pm 4,9$)
экспериментальная	исходное	2 мин 36,6 сек ($\pm 4,7$)

Таблица 4

Средние величины потребления кислорода на скорости 4,5 м/сек (3-4 мин) и их процент от максимальных величин.

порядок тестирования	контрольная		экспериментальная	
	VO ₂ (мл/мин/кг)	VO ₂ /VO ₂ тах (%)	VO ₂ (мл/мин/кг)	VO ₂ /VO ₂ тах (%)
исходное	55	86,8	53,9	88,1
конечное	50	80,2	54,2	80,2
P	<0,01	<0,01	>0,01	<0,01

Таблица 5

Средние величины потребления кислорода в период 5-й минуты на скорости 5 м/с и их % от максимальных величин

порядок тестирования	контрольная		экспериментальная	
	VO ₂ (мл/мин/кг)	VO ₂ /VO ₂ тах (%)	VO ₂ (мл/мин/кг)	VO ₂ /VO ₂ тах (%)
исходное	58,2	90,6	58,0	95,1
конечное	53,1	85,4	57,7	85,3
P	<0,01	<0,01	>0,01	<0,01

эта разница равна 27 секундам ($P < 0,01$), а в экспериментальной – 59 секундам ($P < 0,01$). Можно считать, что такое различие произошло в результате большей эффективности в деятельности систем кислородного обеспечения в экспериментальной группе в период до наступления аэробного максимума с одной стороны, а с другой стороны – большой отрезок времени от T наступления $VO_2\max$ до окончания бега в экспериментальной группе характеризует большую функциональную устойчивость в системе кислородного обеспечения.

Для суждения об анаэробной производительности использовался весьма ценный (Волков Н.И., 1969) критерий - $E_{xc}CO_2$. Увеличение T наступления максимума $E_{xc}CO_2$ произошло в обеих группах: в контрольной на 24 секунды ($P < 0,05$), а в экспериментальной – на 53 секунды ($P < 0,01$), табл. 2. Этому способствовали изменения в анаэробном обеспечении, в результате разнонаправленного тренировочного воздействия. Необходимо отметить, что достоверного увеличения анаэробной мощности (по $E_{xc}CO_2\max$) в обеих группах не произошло. Тренировка анаэробных возможностей весьма затруднительна и требует длительного времени (Яковлев, 1960). Однако тенденция к изменению $E_{xc}CO_2$ на отдельных участках нагрузки и $E_{xc}CO_2\max$ дает ощутимые результаты в их процентном соотношении ($E_{xc}CO_2$ в % от $E_{xc}CO_2\max$), что значительно изменяет степень напряженности в анаэробном метаболизме. Эти изменения происходят на 5-й минуте. Из Табл. 6 видно, что напряженность в анаэробном метаболизме снижается в обеих группах на 10% ($P < 0,01$), при этом в экспериментальной группе произошла экономизация по величине $E_{xc}CO_2$

на 9% ($P < 0,05$), способствующая наступлению анаэробного максимума в более позднее (от начала нагрузки) время. Можно полагать, что снижение степени напряженности в анаэробном метаболизме (на стандартном участке нагрузки) способствует более позднему наступлению $E_{xc}CO_2\max$ и, очевидно, является одной из форм повышения анаэробных возможностей. В следующий период нагрузки (от конца 5-й минуты до T наступления $VO_2\max$) в конечном тестировании произошли (Табл. 7) изменения в обеих группах, но не одинаково.

во в контрольной (за 86 секунд) EхсСО_2 увеличился почти на 50%, а в экспериментальной (за 95 секунд) на 32% при $P < 0,05$, табл. 7. При этом уровень напряженности в анаэробном энергообеспечении в экспериментальной группе становится на 12,4% ниже, чем в контрольной группе. Эти преимущества выражаются в большем энергетическом анаэробном резерве. В контрольной группе в следующий период нагрузки (от T наступления VO_2max до T наступления $\text{EхсСО}_2\text{max}$) он равен 6,8% (Табл. 7) и максимум EхсСО_2 наступает через 17 секунд (табл. 2). В экспериментальной группе анаэробный резерв равен 19,2% (Табл. 7) и $\text{EхсСО}_2\text{max}$ наступает через 40 секунд (Табл. 2). Это говорит о большей функциональной устойчивости систем анаэробного энергообеспечения испытуемых экспериментальной группы. Различие между T наступления аэробного и анаэробного максимума достоверно в обеих группах.

В связи с тем, что большинство РРД вызывали в организме значительный дефицит кислорода, можно считать, что испытуемые экспериментальной группы увеличили анаэробные возможности больше, чем испытуемые контрольной группы за счет применения в тренировках РРД.

Отрезок времени от периода наступления аэробного максимума до периода наступления анаэробного максимума и от периода наступления анаэробного максимума до окончания бега характеризует функциональную устойчивость систем аэробного и анаэробного энергообеспечения на уровне максимальных величин. Этот отрезок времени в контрольной группе составлял 27 секунд, а в экспериментальной — 59 секунд.

Таким образом, в результате создания больших функциональных резервов, а также большей функциональной устойчивости в системах аэробного и анаэробного энергообеспечения испытуемые экспериментальной группы увеличили T бега в тесте с нарастающей нагрузкой на 61 секунду, а испытуемые контрольной группы — на 21 секунду. В соревнованиях в беге на 1000 метров испытуемые экспериментальной группы в большей степени (на 4,9 секунды) улучшили результат, чем испытуемые контрольной группы (на

Таблица 6

Средние величины неметаболического излишка CO_2 в период 5-й минуты и их процент от максимальных величин

порядок тестирования	контрольная		экспериментальная	
	ExcCO_2 (мл/мин/кг)	$\frac{\text{ExcCO}_2}{\text{ExcCO}_2 \text{ max}}$ (%)	ExcCO_2 (мл/мин/кг)	$\frac{\text{ExcCO}_2}{\text{ExcCO}_2 \text{ max}}$ (%)
исходное	16,9	72,5	18,2	70,7
конечное	15,8	62,5	16,5	60,8
P	>0,05	<0,01	<0,05	<0,01

Таблица 7

Средние величины неметаболического излишка CO_2 и их процент от максимальных величин в период 5-й минуты и при $\dot{V}\text{O}_2\text{max}$

порядок тестирования	контрольная		экспериментальная	
	ExcCO_2 (мл/мин/кг)	$\frac{\text{ExcCO}_2}{\text{ExcCO}_2 \text{ max}}$ (%)	ExcCO_2 (мл/мин/кг)	$\frac{\text{ExcCO}_2}{\text{ExcCO}_2 \text{ max}}$ (%)
5- мин	15,8	62,5	16,5	60,8
$\dot{V}\text{O}_2\text{max}$	23,6	93,2 (386-я сек.)	21,9	80,8 (395-я сек.)
P	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01

Таблица 8

Результаты педагогического эксперимента исходных и конечных соревнований в беге на 1000 метров ($\bar{x} \pm s, n = 22$)

группы	порядок	T бега на 1000 метров (мин сек)	ΔT (T исходн. - T кон.) (сек)
контрольная	исходное	2 мин. 36,3 $\pm 4,9$	2,9
	конечное	2 мин. 33,4 $\pm 2,9$	
P		<0,01	
экспериментальная	исходное	2 мин. 36,6 $\pm 4,7$	4,9
	конечное	2 мин. 31,7 $\pm 2,8$	
P		<0,01	

2,9 секунды). Прирост результатов и различие между ними статистически достоверны (Табл. 2, Табл. 8).

ВЫВОДЫ

1 В результате применения РРД возникают нарушения газового гомеостаза, которые предъявляют организму жесткие требования к недостатку кислорода и угнетающему действию повышенной концентрации CO_2 . Адаптация к подобным режимам дыхания в зависимости от различных физиологических состояний легких (особенно при острой альвеолярной гипоксии) совершенствует приспособительные реакции организма.

2 Применение в тренировках гиповентилируемого дыхания значительно улучшает процессы диффузии кислорода из легочных альвеол в кровеносные сосуды, что характеризует большую эффективность и экономичность в деятельности систем кислородного обеспечения.

3. Варианты предельно редкого дыхания вызывают в организме большой дефицит кислорода, характерный для напряженных работ анаэробного характера.

4. После окончания вариантов предельно редкого дыхания в организме, в период нагрузки происходит значительная активизация механизмов аэробного энергообеспечения (как реакция на гиперкапническую гипоксию), значительно превышающая аэробный максимум испытуемых в тесте на VO_2max .

5. Применение различных РРД значительно расширяет границы возможностей дыхательной системы, избирательно воздействуя на самые различные стороны, как аппарата дыхания, так и дыхательных функций и увеличивает диапазон резервных возможностей эффективности и экономичности, функциональной устойчивости и мобилизационной способности дыхательной системы.

6. Корреляционный анализ результатов конечного тестирования выявил высокую взаимосвязь времени (Т) бега со временем (Т) наступления VO_2max и ExsCO_2max , отражающих максимальные аэробные и анаэробные возможности.

7. В результате применения в тренировках РРД испытуемые экспериментальной группы повысили аэробную мощность на 10,8% ($P < 0,01$) и в большей степени, чем испытуемые контрольной группы увеличили в беге T наступления VO_{2max} и $ExhCO_{2max}$ за счет предшествующей экономизации в аэробном и анаэробном энергообеспечении, а также в значительно большей степени увеличили T бега за счет большей функциональной устойчивости и мобилизационной способности дыхательной системы. (Табл 2). Таким образом, испытуемые экспериментальной группы достоверно больше повысили работоспособность в тесте на VO_{2max} , чем испытуемые контрольной группы и в большей степени улучшили свои спортивные результаты в соревнованиях в беге на 1000 метров.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Десятисекундные задержки дыхания на вдохе могут применяться, как средство для создания кратковременной гипоксии в начале этапа по адаптации к более продолжительному недостатку кислорода.

2. Режимы предельно редкого дыхания, а также варианты дыхания с предельным сопротивлением дыханию на вдохе и выдохе (сомкнув зубы) могут применяться в беге умеренной мощности для: а) увеличения диффузионной способности легких, б) для создания значительной гипоксии, в) для повышения аэробной мощности.

3. Режим дыхания с предельно длительным вдохом, с предельным сопротивлением на вдохе (выдох мгновенный, без сопротивления) может применяться для создания в организме тягостных ощущений, характерных для финиша в беге на средние дистанции

4. Брюшное дыхание с сопротивлением на вдохе, создаваемым мышцами гортани и бронхов, как экономичное дыхание с высококачественным газообменом, может применяться в длительном беге, в беге на отрезках не с максимальной мощностью, а также для тренировки мышц собственно-моторного аппарата дыхания

5. Дыхание с предельно длительным выдохом с предельным сопротивлением (плотно сжав губы), вдох обычный, может применяться для увеличения:

а) сердечного выброса, б) кровенаполнения периферических сосудов, в беге умеренной мощности и при беге в гору. Вариант такого дыхания (менее длительный) может применяться в беге на отрезках со скоростью близкой к соревновательной.

6. Сочетание брюшного дыхания с сопротивлением на вдохе, создаваемым мышцами гортани и бронхов с дыханием при сопротивлении на выдохе (плотно сжав губы) за счет мощного воздействия на газообмен, сердечный выброс и периферическое кровообращение создаст условия, максимально близкие к аэробным и может применяться, как средство для развития высококачественного и высокоэкономичного дыхания.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

Милодан, В. А. Унифицированная система физической и функциональной подготовки студентов специальных медицинских групп и оценка ее результативности./ В.А.Милодан, А.И.Крылов, С.А.Малышева. СПб.//Адаптивная физическая культура- 2003 - №3.-С. 17-19.

Милодан, В.А. Применение наукоемких технологий в системе вузовского образования по физическому воспитанию: Учеб. пособие/ В.А.Милодан, А.И.Крылов, И.В.Евграфов. С.А.Малышева. - СПб., Санкт-Петербургский университет путей сообщения, 2003. - 45 с.

3.Милодан, В.А. Выбор оценки метаболической напряженности при планировании тренировочных нагрузок аэробной или анаэробной направленности./В.А.Милодан. В сб: Физическое воспитание студентов. - СПб., 2006. С. 17-19.

4 Милодан, В.А. Применение наукоемких технологий в физическом воспитании в адаптивной физической культуре для повышения резервных возможностей организма студентов: Учеб.пособие/ В.А.Милодан. С.А.Ромашченко, О.П.Цветкова, В.И.Тропников. Ю.А.Смирнов. – СПб.: Санкт-Петербургский университет путей сообщения. – 2008 - 60 с

Подписано в печать «18» апреля 2008 г

Объем 1 п л

Тираж 100 экз Зак № 121-08

ПНО СПб ГУФК им П Ф Лесгафта

190121, ул Декабристов, 35