кислород и спорт

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОРА КИСЛОРОДА СПОСОБНО ПОВЫСИТЬ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ

В.Н. Селуянов, кандидат биологических наук, профессор

В.Б. ГАВРИЛОВ

НИИ Проблем спорта Российского государственного университета физической культуры, г. Москва

Большинство учёных сходятся на том, что человеческому организму требуется гораздо большее количество кислорода, чем он в действительности получает. Чем большим количеством кислорода мы располагаем, тем больше энергии способны произвести. Человек может прожить без пищи несколько недель, без воды - несколько дней, но без кислорода - только несколько минут. И всё потому, что около 90% «жизненной энергии» вырабатывается при непосредственном участии кислорода.

Ощущение дефицита кислорода спортсменам хорошо знакомо. Если физическая нагрузка при упражнении столь высокая, что при дыхании в организм не поступает достаточно кислорода, нарушается баланс кислорода в мышечных клетках. Углеводы расщепляются не полностью, образуется молочная кислота. При достижении значения 2 ммоля молочной кислоты на 1 литр крови глюкоза расщепляется при помощи кислорода. Это называется аэробным порогом. Выше этого порога количество молочной кислоты в крови при нагрузке продолжает расти, мышцы перенасыщаются кислотой и тренировку приходится прекращать.Повысить физическую активность организма на 20 % возможно при подаче дополнительного кислорода, когда во время занятий спортом вдыхаемый воздух содержит его 23 %, а не 20,5 %, как практически в любом спортивном зале. Такую задачу могут выполнять специальные устройства - кислородные концентраторы, производимые рядом зарубежных фирм. Эффект одного кислородного концентратора эквивалентен количеству кислорода, выделяемому 3-мя большими деревьями. Цель нашего исследования состояла в изучении результата действия воздуха, обогащенного кислородом, на организм спортсмена.

Для оценки работоспособности спортсменов, как правило, используется ступенчатый тест с увеличением мощности выполняемой работы. По данным тестирования определяют аэробный и анаэробные пороги (АэП и АнП), а также максимальное потребление кислорода (МПК). Уже более 30 лет идет дискуссия по поводу трактовки получаемых результатов. В нашей интерпретации причиной появления аэробного вентиляционного порога является момент рекрутирования всех окислительных мышечных волокон. С началом рекрутирования промежуточных мышечных волокон и образованием молочной кислоты начинается выделение в крови углекислого газа. Эксцесс углекислого газа стимулирует дыхание и активность миокарда, что приводит к росту легочной вентиляции (ЛВ) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Образующаяся молочная кислота метаболизируется окислительными мышечными волокнами активных мышц, диафрагмой и миокардом. Мощность метаболизации молочной кислоты определяется активностью митохондрий работающих мышц и, когда они ее исчерпывают, усиливается закисление из-за подключения новых гликолитических мышечных волокон. В этот момент и фиксируется вентиляционный анаэробный порог. Максимальное потребление кислорода связано с активностью митохондрий в работающих мышцах, диафрагме, миокарде и в других второстепенных мышцах.

Для доказательства корректности интерпретации экспериментальных данных можно увеличить концентрацию кислорода во вдыхаемом воздухе. В этом случае показатели на уровне аэробного порога не должны изменяться, а на уровне анаэробного порога и максимального потребления кислорода работоспособность должна вырасти из-за роста концентрации кислорода в крови. Концентрация кислорода в артериальной крови должна меняться в соответствии с фазами дыхательного цикла. Амплитуда изменения концентрации кислорода должна снизиться в случае увеличения концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе.В нашем эксперименте участвовали 8 бегунов на средние и длинные дистанции 14-17 лет. Средние значения длины тела спортсменов Х = 175 см (б = 3,4), массы М = 62,5 кг (б = 9,2). Каждый испытуемый участвовал в двух опытах со ступенчатой возрастающей нагрузкой с дыханием атмосферным воздухом и концентрированной кислородно-воздушной смесью. Последовательность выполнения тестов была организована в случайном порядке.Ступенчатый тест выполнялся на велоэргометре «Монарк», нагрузка задавалась начиная с 0,5 Кр (5Н) и прибавлением по 0,5 Кр каждые две минуты. С помощью газоанализатора «К2 Cosmed» непрерывно регистрировали легочную вентиляцию, потребление кислорода, выделение углекислого газа, частоту сердечных сокращений. Тест выполнялся с темпом 75 об/мин до отказа, снижения темпа и мощности работы.По результатам тестирования определялись аэробный и анаэробный вентиляционные пороги по методике Wasserman (1981), а также максимальное потребление кислорода (МПК).Кислородно-воздушная смесь создавалась с помощью передвижного аппарата - концентратора кислорода производительностью 5 л/мин, создающего концентрацию кислорода 95,6 %. Шланг с потоком кислорода закреплялся на расстоянии 10 см от маски, одетой на испытуемого.Результаты исследования представлены в таблице 1. Видно, что применение дыхания кислородно-воздушной смесью не приводят к изменению показателей АнП, а для показателей АнП и МПК отмечено статистически достоверное изменение работоспособности.

Таблица 1.

Изменение показателей работоспособности спортсменов при вдыхании концентрированной кислородно-воздушной смеси Показатели Норма Дыхание кислородно-воздушной смесью Р

Х Среднее кв. откл Х Среднее кв. откл

МПК, мл/мин/кг 51,5 10,1 62,5 10,5 < 0,001

ЧСС МПК, уд/мин 198 2,36 197 2,44 < 0,001

Мощность АэП, Вт/кг 2,67 0,66 2,65 0,66 > 0,05

ПК АэП, мл/мин/кг 35,5 8,81 35,5 8,80 > 0,05

ЧСС, уд/мнн 159 16,4 160 15,6 > 0,05

Мощность АнП, Вт/кг 3,52 0,60 4,2 0,51 < 0,001

ПК АнП, мл/мин/кг 47,0 8,04 55,7 6,84 < 0,001

ЧСС, уд/мин 184 4,6 191 4,7 < 0,001

Кроме молодых спортсменов в эксперименте принял участие испытуемый 58 лет, со значительной гипертрофией миокарда и признаками дистрофии миокарда. При проведении ступенчатого теста после прохождения аэробного порога начали отмечаться отдельные случаи возникновения экстрасистол, а после анаэробного порога экстрасистолы начали чередоваться с интервалом 3-5 с. В опыте с дыханием кислородно-воздушной смесью обнаружилось, что показатели аэробного порога не изменились, анаэробного порога выросли на 0,5 л/мин, а главное полностью исчезли экстрасистолы. Сердце работало ритмично, адекватно предложенным нагрузкам.Интерпретация результатов проведения ступенчатого теста связана с моделью энергообеспечения. В большинстве случаев используется простейшая модель, которая включает сердечно-сосудистую, дыхательную системы и мышцу как одно мышечное волокно. В этом случае моменты наступления аэробного и анаэробного порогов связывают с изменением механизмов энергообеспечения, в частности, из-за недостатка доставляемого к мышце кислорода. В этом случае лимитирующее звено связывают с сердечно-сосудистой системой. В эту модель не входят представления о мышечных волокнах различного типа, физиологическом законе - рекрутирования мышечных волокон. Поэтому простейшая модель никак не может проинтерпретировать известные данные об изменении интегральной электрической активности мышц при выполнении ступенчатого теста. А по этим данным четко фиксируются аэробный и анаэробный пороги, а значит, они связаны с рекрутированием новых мышечных волокон.Применение кислородно-воздушной смеси в случае лимитирующего звена - мощности сердечно-сосудистой системы, должно приводить к росту показателей на уровне аэробного порога. Этого в нашем эксперименте не случилось, следовательно, простейшая модель не годится для интерпретации данных ступенчатого теста. Модель с мышцей, имеющей окислительные, промежуточные и гликолитические МВ позволяет объяснить: факт неизменности показателей работоспособности на уровне аэробного порога, изменения интегрированной электромиограммы, увеличение потребления кислорода и мощности на уровне анаэробного порога и МПК. На уровне АэП рекрутируются все окислительные МВ, но мощность митохондрий по метаболизму углеводов еще далеко не исчерпана, поэтому и нет влияния степени насыщения крови кислородом на показатели АэП. Далее рекрутируются промежуточные и гликолитические мышечные волокна, они быстро утомляемые, поэтому растет число рекрутированных МВ, а значит и электрическая активность мышцы. При наступлении АнП митохондрии работают на пределе метаболических возможностей, поэтому насыщение крови кислородом облегчает рабочую функцию, как и в случае достижения момента появления МПК. Важным результатом исследования явилось косвенное подтверждение гипотезы о неравномерности насыщения кислородом крови, отходящей от легких и поступающей в левое предсердие в нормальном случае. При вдыхании кислорода, очевидно, удается удержать в легких более высокую концентрацию кислорода в фазе выдоха и в начале вдоха, что в итоге и обеспечивает повышение работоспособности митохондрий в активных мышцах. Это явление должно приводить к увеличению концентрации кислорода в гипоксических участках спортивного сердца. В свою очередь, повышение в них концентрации кислорода должно приводить к усилению ресинтеза АТФ в митохондриях, укорочению фазы деполяризации миокардиоцитов, а значит к устранению атипичных центров активизации миокарда, появления экстрасистол.

Снабжение органов дыхания воздухом, обогащенным кислородом, способствует увеличению работоспособности спортсменов на уровне анаэробного порога и в момент достижения максимального потребления кислорода. При этом показатели на уровне аэробного порога остаются без изменений по сравнению с дыханием нормальным воздухом.

Таким образом, применение концентраторов кислорода позволяет достигать в тренировочном процессе более высоких уровней физических нагрузок при условии обеспечения необходимого медицинского контроля за состоянием спортсменов