

# **Дишане - свободно избираем предмет спорт**

Специално издание на  
Немския спортен лекарски съюз  
24 - та сесия Вюрцбург 14 - 17.10.1971

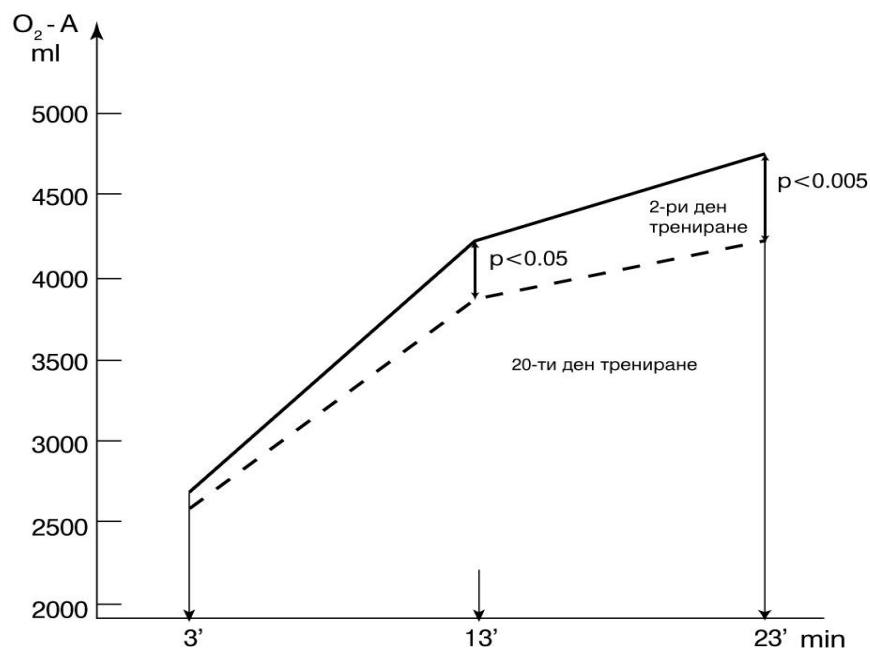
**За влиянието на шестседмична хипероксидна тренировка върху  
обмяната на веществата**  
Х. Лиезен, Г. Витхоф, и В. Холман

## **Методика**

Досега изследванията са провеждани с 5 клинично и анамнезно здрави дълго тренирали студенти в специалност „Спорт”, между 20 и 30 години. Те трябваше да направят 30 минутна тренировка на подвижна лента с вдишване на чист кислород в продължение на 6 седмици, по 5 дни в седмицата. Интензивността на натоварване беше така измерена, че те работеха над 20 минути дневно с честота на пулса между 120 и 170 удара в минута. Тази интензивност на натоварване се постигна при ниска скорост на лентата (10-15 км в час) чрез настройка на съответния градус на наклона.

Преди започване на тренировката и в нейния край на всяко лице, подложено на изпитание бяха направени кръвни и безкръвни спироергометрични контролни изследвания, както при вдишване на 21% Vol O<sub>2</sub>, така и на 100% Vol O<sub>2</sub>. За да се изключи влиянието на подобрена координация върху измерените кардиопулмонални и метаболитни параметри, контролните измервания се предприеха на велоергометър по Е.А. Мюлер.

### Тренировка на подвижна лента (100 Vo.% O<sub>2</sub>)



Фигура 7.  
Спестяване на кислород за дадено постижение при бягане като последица от подобрена координация (по Лиезен и Холман)

### Резултати и дискусии

1. Макар че тренировъчното натоварване по своята интензивност беше най-малко веднъж седмично, чрез тренировка изискваната работа на подвижната лента беше постигната с редуцирано поемане на кислород. Разликата например в 23-тата минута на тренировката беше значителна и възлизаше средно на 600 см<sup>3</sup>. Това означава едно редуциране с 13 % приема на кислород върху подвижната лента при даденото натоварване. Тази констатация може да се оцени като ефект от подобрената координация, тъй като в сравнение с направените преди и след тренировката контролни изследвания с велоергометър не се наблюдава влияние на тренировката върху приема на кислород. Още през 1929 г. Дил описва такава

икономия на кислород за дадено постижение след направена целева тренировка за координация.

2. Номографично установената максимална способност за поемане на кислород се покачва при вдишване от 21 Vol % O<sub>2</sub> средно от 4450 ml на 4850 ml, при вдишване на чист кислород от 4950 ml на 5250 ml. В зависимост от телесното тегло приема на O<sub>2</sub> за килограм телесно тегло се увеличава от 61,7 на 66,5 ml (при 21 Vol % O<sub>2</sub>), съответно от 68 на 72,4 ml (при 100 Vol % O<sub>2</sub>). Разликите се оказват незначителни.
3. Работният капацитет 170 след тренировка се покачва с около 5 %, докато всички спироергометрични критерии остават неповлияни от тренировката.
4. Нивото на лактата при контролни изследвания след тренировка при вдишване от 21 Vol % O<sub>2</sub> бяха над стойностите на сравнителното изследване преди тренировката. Напротив при вдишване на чист кислород след тренировка можеха да се забележат понижени стойности. Разликите обаче бяха незначителни.
5. Парциалното налягане на кислорода и въглеродната киселина, рН-стойността и параметрите на съотношението киселини-основи не показаха промени, които да са извън методическата зона на вариране.
6. Обемът на кръвта остана неповлиян. При 21 Vol % O<sub>2</sub> след тренировката във вдишвания въздух се оказа ясно, но незначително намаляване на съдържанието на хемоглобин. В околна среда от 100 Vol % кислород обаче съдържанието на хемоглобин на различните нива на натоварване беше леко до средно редуцирано в сравнение с изходните стойности. Общият хемоглобин се беше намалил между 5 и 8 %.

### **Обобщавайки можем да констатираме:**

Повишаване на телесната дееспособност чрез 6-седмична хипероксидна тренировка беше доказана при всички лица, подложени на изпитанието, макар че се стигна до значително спадане на съдържанието на хемоглобин при постоянни условия на кръвния обем. Тук очевидно се касае за противопоставен ефект, какъвто може да се наблюдава при голямо натоварване при тренировка.

## **Влияние на понижено и повишено съдържание на кислород върху капацитета на сърцето и белия дроб, в лабораторни условия**

W. Hollmann и H. Liesen, Кьолн, ФРГ

Здравият човек се характеризира с голяма хармония на ограничителните системи на функциите на организма. Това се отнася главно за дейностите на сърцето, кръвообръщението, дишането и метаболизма, по-специално: вентилация, разпространение, минутен сърдечен обем, артериално-венозна разлика на кислород, кръвен обем, общо количество хемоглобин и евентуално, междуклетъчен метаболитен капацитет. При болния човек крайната ограничителна зона е свързана с фактора на ограничаващия капацитет.

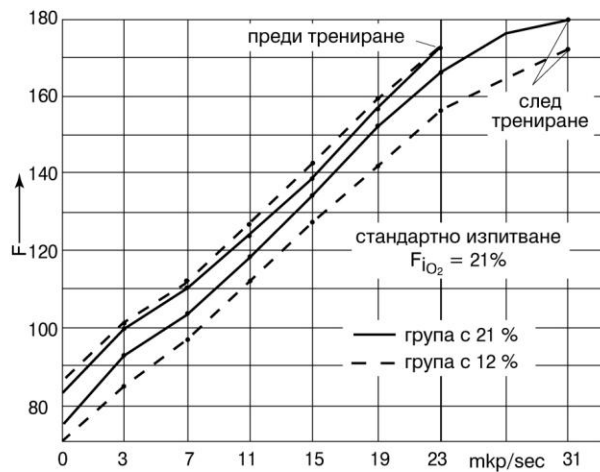
При здравия човек, за отклоняване на идеалната стойност, първо функционално, а след това и морфологично, е необходимо изненадващо малко намаление на интензитета и времетраенето на въздействието. Това е изразено много ясно чрез резултатите при упражнения със статична ефективност, както и за увеличаване на сърдечно-белодробния капацитет. В началото на 60-те години установихме, че е възможно да се постигне значително увеличение на дейността на сърдечно-белодробната система, чрез ежедневни упражнения с интензивно натоварване в продължение на 5 min, в продължение на 4 седмици, с едва 50 – 70 % аеробен капацитет. Ето защо, поставихме въпроса, дали би било възможно да се получи допълнително качествено и количествено адаптиране, чрез промяна на парциалното налягане на кислорода ( $O_2$ ) във вдишвания въздух. През 1963 год. започнахме да изследваме влиянието на трениране при намалено съдържание на кислород, в лабораторни условия и направихме съобщение за това на “Симпозиум за влияние на височината над морското равнище” в Маглинген, Швейцария през 1965 год. В Германия тези фактори станаха предмет на обсъждане две години по-рано, когато в Западна Германия беше предвидено място за трениране на височина. Тогава поставихме начало на различен вид изследвания и през последните месеци допълнително бяха проведени упражнения с повишено съдържание на кислород.

### Упражнения при намалено количество кислород

Бяха проведени упражнения при намалено съдържание на кислород с 36 здрави мъже на възраст от 30 до 40 години. Между тях имаше както много добре тренирани, така и нетренирани. За различни цели на изследването бяха подбрани различни хора. Принципът на изследването беше следния:

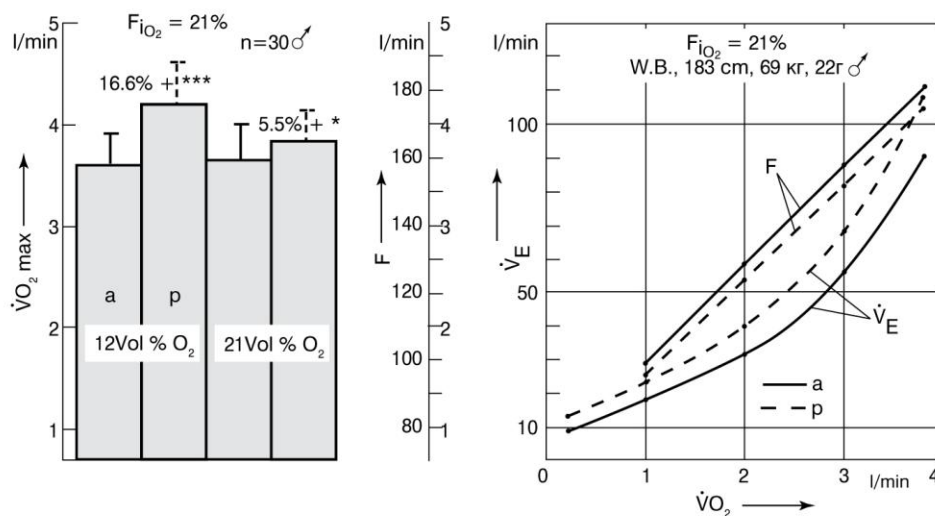
В продължение на 4 – 12 седмици, пет пъти седмично трябваше да се провежда много интензивно натоварване, в продължение на 30 min, чрез велоергометър или с механизъм задвижван чрез ходене, при дишане на 12 об. %  $O_2$ . Натоварването беше избрано индивидуално, с честота на пулса от порядъка на между 140 – 190 в минута. При изпитване влиянието на намалено съдържание на кислород за силно тренирани лица, същите бяха предварително специално подлагани на упражнения в продължение на няколко седмици, при нормални лабораторни условия. След това специално обучение, започваше тренирането с намалено съдържание на кислород.

По-долу са приведени някои резултати: фиг. 1 показва честота на пулса при група участници, тренирани при намалено съдържание на кислород, както и на група, изпълнявала програма с дишане на нормален атмосферен въздух. Регистрирано е значително намаляване на пулса при групата тренирала при намалено съдържание на кислород.



Фигура 1.  
Средна стойност на честота на пулса при увеличаване на упражненията в продължение на три минути на велоергометър при двете групи на изпитване.  
Участниците са вдишвали въздух с 21 об. % O<sub>2</sub>

### Трениране с намалено съдържание на кислород (12 об. % O<sub>2</sub>)



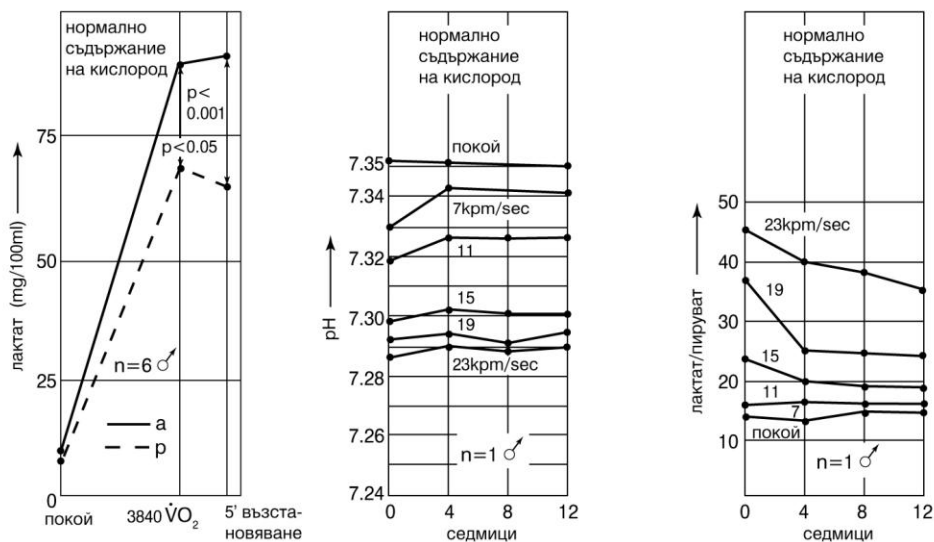
Фигура 2.  
Влияние на трениране при намалено съдържание на O<sub>2</sub> при максимално приемане на кислород, отбелязано като „12 об. % O<sub>2</sub>“. Двете колони на дясната страна показват максимално поемане на кислород преди и след трениране на контролната група, при условия на нормално съдържание на кислород. Схемата в дясно показва взаимоотношението между честота на пулса и вентилация/минута преди и след трениране при намалено съдържание на кислород на едно изпитвано лице. Докато честотата на пулса намалява при определени нива на натоварване, вентилацията се явява като по-голяма.

Максималното поемане на  $O_2$  за минута се увеличава с 16,6 % за групата тренирала при намалено съдържание на кислород, като при контролната група е регистрирано увеличение от 5,5 % (фиг. 2). Разликата в увеличението между двете групи е значителна.

Забележително е влошаването на вентилационния еквивалент ( $VE/VO_2$ ) за групата тренирала при намалено съдържание на кислород, в сравнение с групата тренирала при нормално съдържание на кислород през време на покой и субмаксимално натоварване при 21 об. %  $O_2$ . Това влошаване е обратно на подобрението на пулса на кръвообръщението при намаление на  $O_2$ . Сходни резултати са познати от физиологията за места на голяма надморска височина и алпинизъм. Тук ние също отбелязваме висока вентилация при дадена функция след връщане от височина на нивото на морското равнище. Често са обсъждани причините за това явление, но до сега не е установяван окончателен резултат. Добре тренираните лица проявяват след трениране, при намалено съдържание на кислород и при еднакво натоварване, значително намаляване на лактатното им ниво (фиг. 3). РН стойността се увеличава леко само през първите четири седмици, след което не са регистрирани никакви промени. Количеството лактат-пируват намалява през време на упражненията. Максималното поемане на кислород се увеличава между 2 и 4 % при тренирани лица. Не са установени никакви различия в броя на еритроцитите и количеството на хемоглобина. Сърдечният обем остава непроменен. Киселинно-алкалното равновесие показва слабо намаление на отрицателната стойност на киселинен излишък и леко повишение на стандартните бикарбонати.

Като обяснение за увеличаването на сърдечно-белодробния капацитет, след трениране при условия на намалено съдържание на кислород, могат да се имат предвид следните три точки:

### Трениране при намалено съдържание на кислород $F_{iO_2} = 12\%$



Фигура 3.

Взаимни отношения между нива венозен лактат и количество лактат-пируват при дадени натоварвания, след трениране при намалено количество на кислород.

1) Разпределението на кръвта в мускулите може да бъде допълнително намалено и следователно, увеличена ефективността на доставената кръв, както бе доказано при трениране при нормални условия от Тройман и Шрьодер, 1968; по-късно от Цезар и Йешке, както и от Филипи и Холман.

2) При трениране при намалено съдържание на кислород би могло да се получи подобрена васкуларизация (образуване на кръвоносни съдове). Но възможността за подбръване наличието на капиляри не е установена. Под това определение, разбираме отваряне на капиляри, които са в покой, разширяване на капиляри, както и разрастване на нови такива. В началото на 30-те години, последното е доказано чрез изследвания на Силвен, Сингайзен, Съостранд, Ваноти и Магидей. През 1966 год. Тител съобщава за увеличаване на капиляри на скелетната мускулатура, както и на сърдечния мускул, в резултат на трениране. Необходими са допълнителни изследвания за точно обяснение на понятието капиляризация.

3) Увеличаване на междуклетъчния метаболитен капацитет с разрастване на процеса за получаване на енергия за единица време.

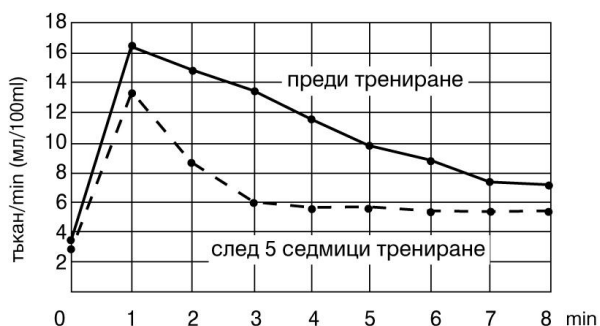
При тези изследвания не е отбелязано увеличаване на сърдечния обем.

#### Трениране при увеличено съдържание на кислород

При дишане на 100 об. %  $O_2$ , максималното поемане на кислород се увеличава средно с около 10 % (Холман, 1959). Поставя се въпросът, дали би било възможно да се получи допълнително адаптиране на сърдечно-белодробната система с по-високо натоварване с около 10% по време на упражненията. Извършени са изследвания на пет много тренирани мъже. Тренировките бяха провеждани ежедневно, пет седмици, с механизъм задвижван чрез ходене, при дишане на 100 об. %  $O_2$  и честота на пулса 170 – 200 / min, в продължение на 30 min (фиг. 4).

#### **Получени са главно следните резултати:**

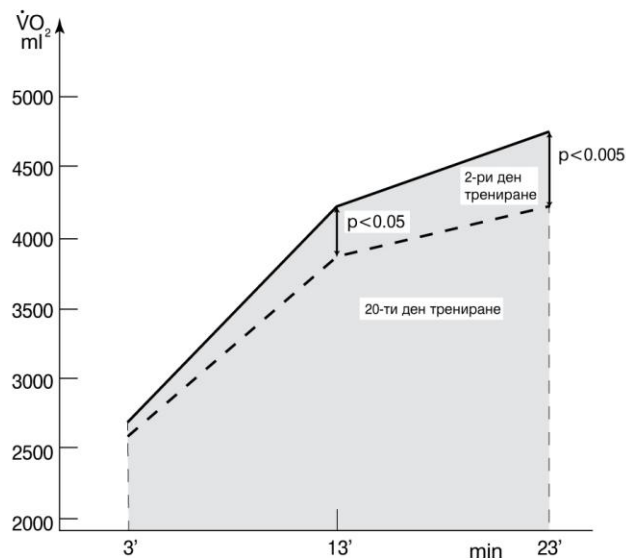
През първите седмици на трениране е регистрирано забележимо спадане на поемането на  $O_2$ , средно 13 %, за дадена скорост на изпълнение (фиг. 5). Сравнителни изследвания с велоергометър показват, че това подобрение се дължи на подобрение на координацията.



Фигура 4.

Влияние на динамично трениране върху вътрешномускулния кръвен поток през фаза на изпитване след стандартно динамично упражнение (от Филипи и Холман).

## Трениране с механизъм задвижван чрез ходене ( $F_{iO_2} = 100\%$ )



Фигура 5.

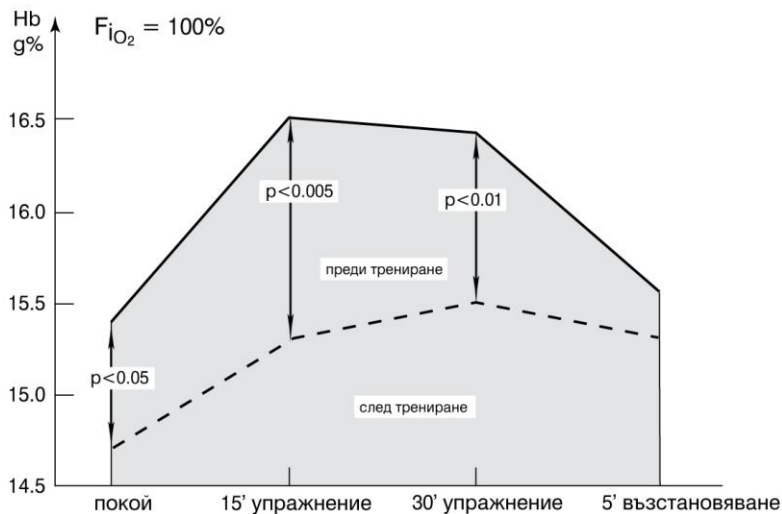
Взаимна зависимост на поемане на кислород за дадена скорост на трениране с механизъм задвижван чрез ходене, при трениране с повишено количество кислород. В резултат на подобрена координация, се получава 13% намаление на потребността от кислород.

Максималното поемане на кислород нараства при дишане на атмосферен въздух, между 2 и 4 %. Не са отбелязани никакви значителни промени в дихателния обем за минута, вентилационния еквивалент, честота на пулса или кислородния импулс. Систоличното кръвно налягане при всички налягания беше значително намалено, докато амплитудата на кръвното налягане не показва значителни промени. Алкално – киселинното равновесие, пируватното ниво, стойностите на  $PO_2$  и  $PCO_2$ , както и обемът на кръвта не са променени. Интересни наблюдения има само в отнасянията на лактата, и количеството на общия хемоглобин. Концентрацията на лактата след трениране с максимален работен капацитет и дишане на чист кислород е леко намалена при всички участници в изследванията, докато лактатното ниво е малко по-високо при дишане на нормален атмосферен въздух, отколкото преди извършване на упражненията. Съдържанието на хемоглобин показва значително намаление, главно при физическо натоварване (фиг. 6). Това не зависи от намаляването на съдовия кръвен обем по време на натоварване, като се има предвид, че тази промяна е идентична по размер със стойностите преди трениране.

Хомогенното, също незначително повторение на лактатното ниво след трениране при дишане на 100 об. %  $O_2$  и обратното поведение при дишане на атмосферен въздух, би могло да се обясни с подтискащия ефект на ензимната активност, в резултат на голямото парциално налягане на кислорода. По подобен начин би могло да се обясни и намалението на общото съдържание на хемоглобин. При този случай ние получаваме обратен ефект, в сравнение с трениране на голяма надморска височина, където в резултат на намаленото парциално налягане на  $O_2$ , съдържанието на хемоглобин и броят на еритроцитите се увеличават.

Намаленото съдържание на хемоглобин също представлява интерес при американския физик Бери от NASA, който отбелязва, че при астронавти, които са били в космоса за продължителен период от време, при дишане на 100 об. %  $O_2$  са установени намален брой

еритроцити и намалена концентрация на хемоглобин. От друга страна, не се забелязва намаление, ако съдържанието на азот във вдишвания въздух е 4 % и повече.



Фигура 6.

Влияние на трениране при увеличено съдържание на кислород върху стойността на хемоглобина при покой, както и умерени упражнения.  
Съдържанието на хемоглобин е значително намалено.

Постоянният, неравномерно, значително увеличен капацитет на сърдечната и белодробна система, може да се обсъжда във връзка с два различни механизма:

- Необикновено високото натоварване при трениране, което е възможно при дишане на чист кислород, би могло да увеличи също размерите на сърдечно-белодробната система. До толкова, до колкото не беше извършвано измерване на обема на сърцето, това влияние не е установено.
- Втора възможност би била допълнително подобрене на вътрешномускулното разпределение на кръвта при отбелязаните по-горе условия, може би във връзка с подобрена васкуларизация.

#### Би могло с разбиране да се каже:

Възможно е да се получат качествено различни адаптации на организма, чрез понижаване и повишаване на парциалното налягане на  $O_2$  във вдишвания въздух, при усилено трениране.