

Asma e Obesità

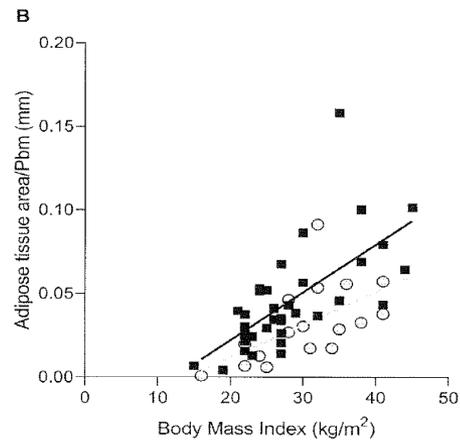
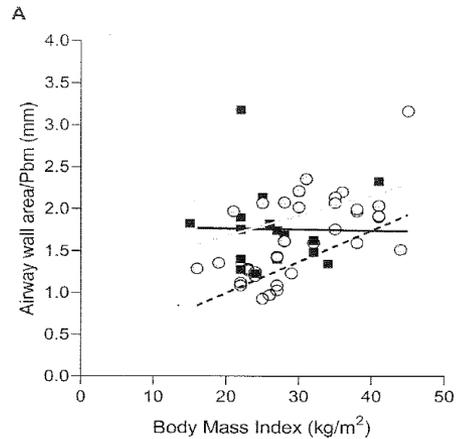
PREMESSA Studi epidemiologici riportano che i pazienti asmatici sovrappeso e obesi hanno una patologia più grave rispetto ai soggetti normopeso.

In uno studio anatomo istologico di sezioni delle vie aeree ottenuti post mortem dai polmoni di soggetti sani e soggetti asmatici sono stati analizzati il tessuto adiposo, il rimodellamento e il livello di infiammazione

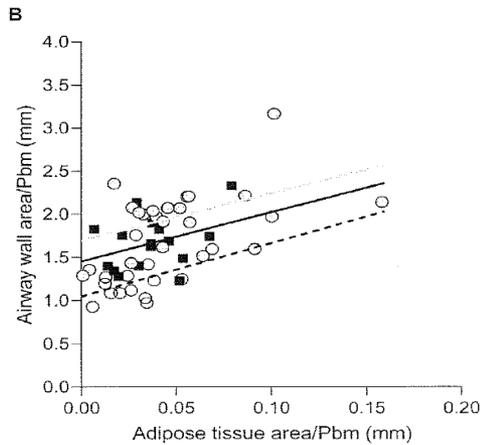
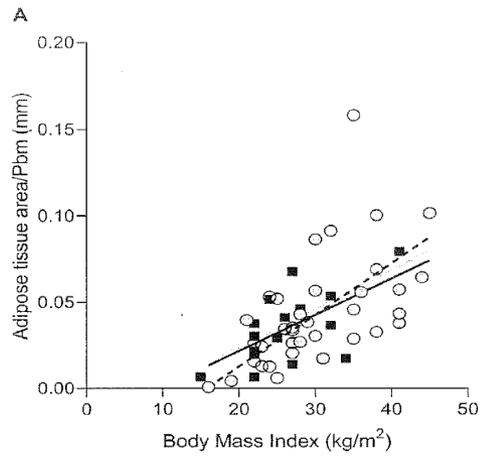
Il tessuto adiposo è stato identificato soprattutto nella parete esterna delle vie aeree più larghe e solo raramente nelle piccole vie aeree. L'area di tessuto adiposo è positivamente correlata col BMI e con lo spessore delle vie aeree, in tutti i soggetti.

Questi dati dimostrano che il tessuto adiposo è presente nella parete delle vie aeree ed è correlato al BMI, allo spessore della parete e al numero di cellule infiammatorie. L'accumulo di tessuto adiposo nelle vie aeree in soggetti sovrappeso può contribuire alla fisiopatologia delle vie aeree.

Take home message: Nei soggetti con BMI elevato il tessuto adiposo si accumula nella parete delle vie aeree, correla con un maggiore spessore delle vie aeree e con l'infiammazione delle vie aeree, e rappresenta un nuovo meccanismo della fisiopatologia delle vie aeree in asmatici obesi



(A.) spessore delle vie aeree vs BMI
(B.) area del tessuto adiposo nello strato esterno delle parete delle vie aeree vs BMI in F (shaded circles and light line, $r=0.59$, $p=0.01$) e M (solid squares and dark line, $r=0.67$, $p<0.001$) in tutti I soggetti.



(A.) BMI vs area di tessuto adiposo nelle vie aeree > 12mm (B.) spessore della parete delle vie aeree vs area di tessuto adiposo

VALUTAZIONE DELLA FORZA DELLA MUSCOLATURA RESPIRATORIA

CAPACITA' VITALE

La misura della capacità vitale è un buon test x screening.

Va misurata in posizione seduta e supina.

Normalmente la CV supina è < 5% seduta

Una riduzione $\geq 25\%$ indica sicuramente una patologia dei muscoli respiratori.

Una CV ridotta di non più del 5% esclude patologie della muscolatura respiratoria clinicamente importanti

VALUTAZIONE MIP e MEP

MIP = massima pressione inspiratoria

MEP = massima pressione espiratoria

MIP: soggetto collegato a boccaglio collegato a rilevatore di pressione. Si parte da VR, massima inspirazione, apnea di 1,5 sec e misura.

MEP: idem ma partenza da CPT

MIP

La MIP è la misura più utile poiché i muscoli inspiratori hanno un ruolo rilevante nella respirazione.

Valori normali circa 120cmH₂O

Un valore >80cmH₂O esclude importanti patologie

Misura della Pressione Transdiaframmatica

Sniff P_{DI} differenza tra pressione gastrica e pressione esofagea misurata contemporaneamente

IPERVENTILAZIONE

VE = Volume Corrente x Frequenza Respiratoria

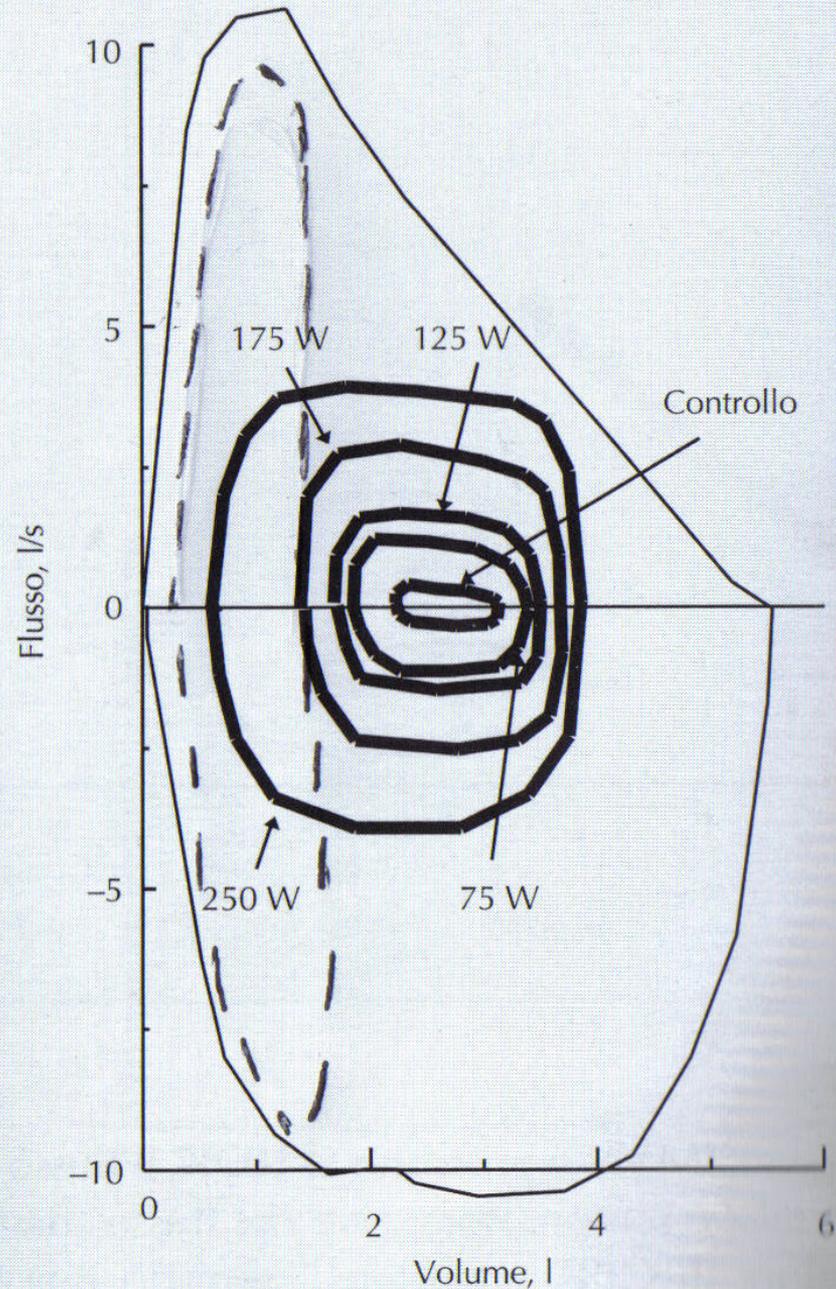
Volume Corrente ↑

↑ profondità

↑ ampiezza degli atti respiratori

Frequenza Respiratoria ↑

Respirazione durante esercizio incrementale



RISERVA VENTILATORIA

=

VE max predetta – VE max misurata

VE_{max} predetta:

- 1. Massima Ventilazione Volontaria**
- 2. VEMS x 0.35-0.40**

Riserva Ventilatoria < 11 L/min suggerisce che la ventilazione sia il fattore limitante l'esercizio.

La sensazione di dispnea inizia quando la VE raggiunge il 25% della VE predetta.

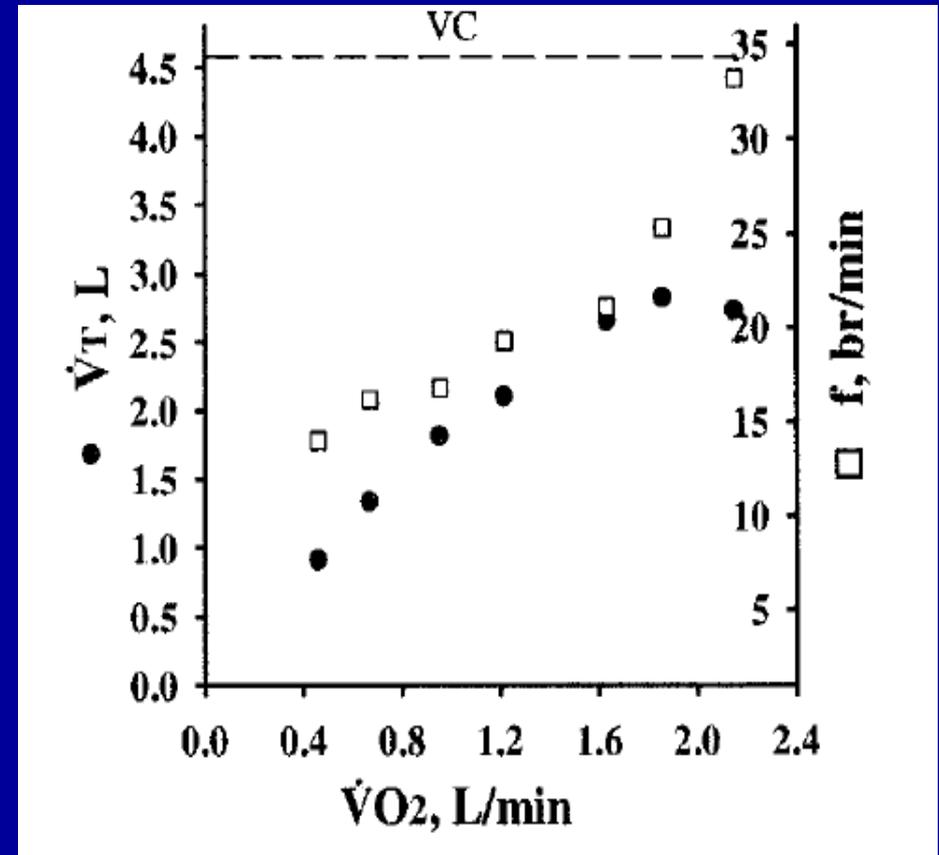
Solo soggetti allenati riescono a sostenere una VE > 65% della VE_{max}.

Ventilatory Pattern-Ventilatory Strategies

The amount of tidal volume and respiratory frequency used to achieve \dot{V}_E . Expressed as \dot{V}_E/\dot{V}_T

i.e. \dot{V}_E 48 L \dot{V}_T 2L x 24/min

\dot{V}_T 1.2 x 40/min

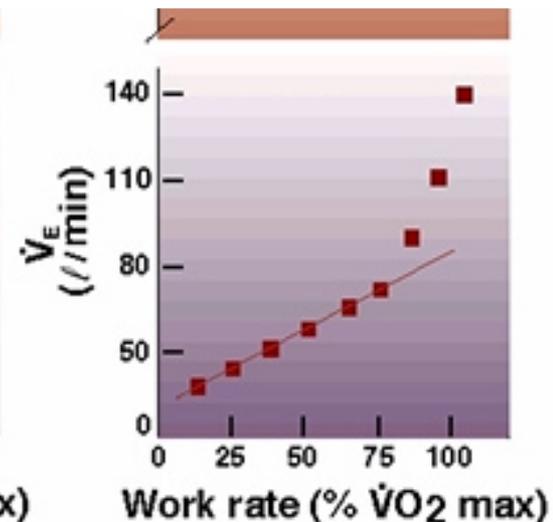
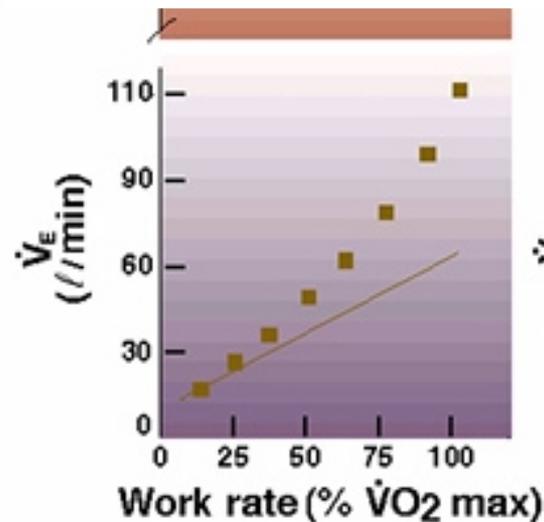


Incremental Exercise

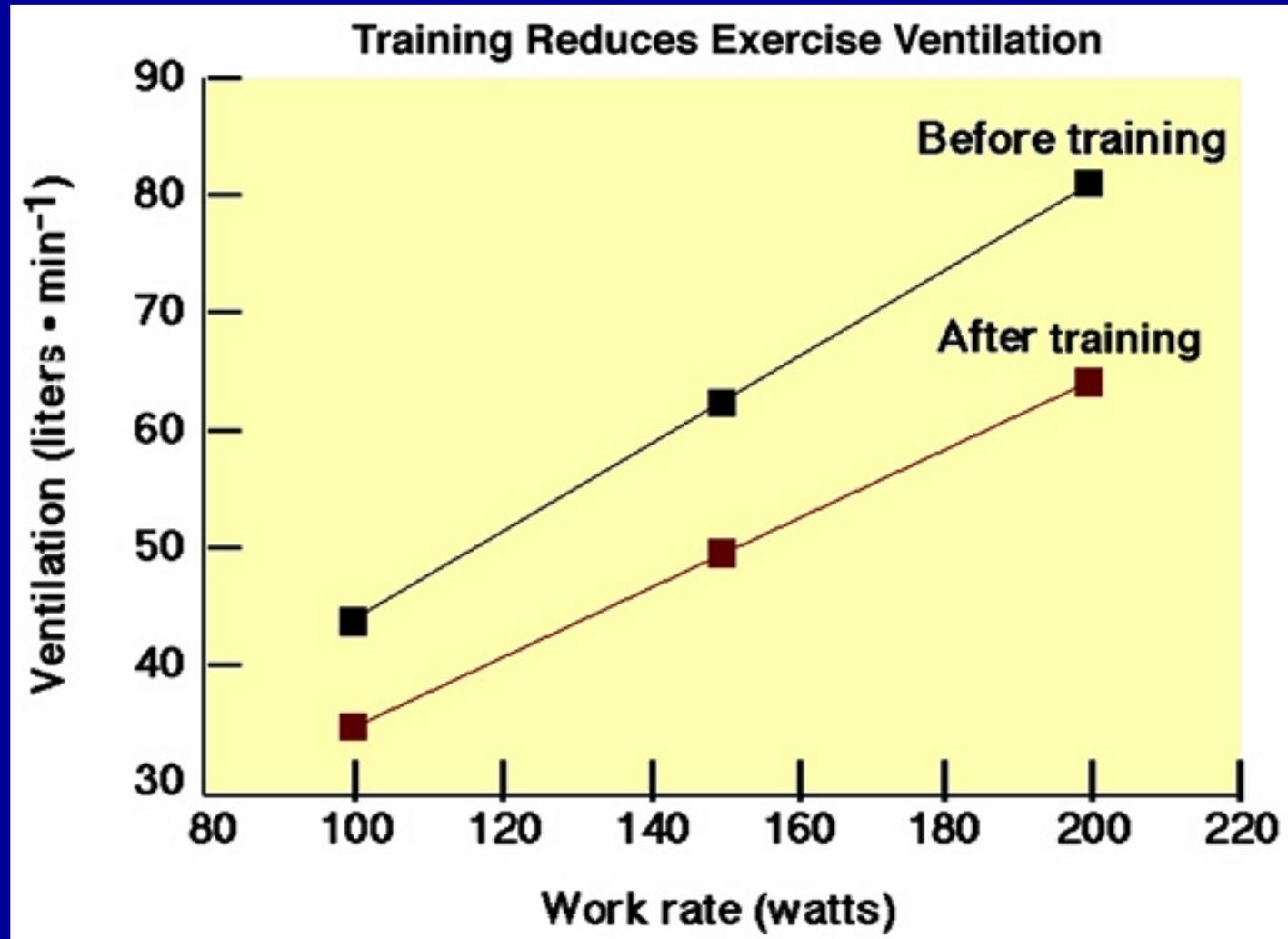
- Linear increase in ventilation
 - Up to ~50-75% $\dot{V}O_{2\max}$
- Exponential increase beyond this point
- Ventilatory threshold (T_{vent})
 - Inflection point where \dot{V}_E increases exponentially

"Untrained Student"

"Elite, Trained Runner"



Effects of Endurance Training on Ventilation During Exercise



VALUTAZIONE CAPACITA' DI ESERCIZIO

VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' di ESERCIZIO

La valutazione della capacità di esercizio ha assunto sempre più importanza negli ultimi anni, per diversi motivi.

Viene infatti utilizzata a fini diagnostici:

- ✓ dispnea da sforzo ad eziologia non chiara;
- ✓ valutazione preoperatoria di pazienti con ridotta funzionalità respiratoria prima di interventi di chirurgia toracica;
- ✓ monitoraggio nel tempo dell'effetto di una patologia o dell'effetto di un intervento terapeutico, farmacologico o non farmacologico, ad esempio riabilitativo.

La valutazione della capacità di esercizio fornisce più informazioni rispetto alla sola valutazione spirometrica, soprattutto per quanto riguarda la dispnea e la qualità della vita. Infatti la gravità dell'ostruzione non è direttamente correlata alla capacità di esercizio che è determinata da diversi fattori:

- ❑ patologie cardiache, muscolari o osteoarticolari, anemia**
 - ❑ sovrappeso o obesità,**
- ❑ il livello di attività fisica quotidiana, sostanzialmente “l'allenamento” del soggetto.**

Esistono diversi test per valutare la capacità di esercizio; alcuni sono più completi, ad alta tecnologia, altri meno completi ma più semplici da eseguire.

La scelta del test si basa sul quesito clinico e sulle risorse disponibili.

I test più usati, in ordine di complessità, sono:

il test dei 6 minuti e lo shuttle test,

il test cardiologico,

il test da sforzo cardiorespiratorio.

Regole generali 1

- ❑ Preparazione del paziente: il paziente deve essere preventivamente informato della necessità di indossare un abbigliamento comodo, soprattutto le calzature.
- ❑ Gli devono essere spiegati il motivo e gli obiettivi del test e la sua corretta esecuzione.
- ❑ Non deve essere digiuno e non deve avere fatto un pasto abbondante nelle tre ore precedenti il test.

Regole generali 2

- ❑ Non deve avere compiuto un esercizio intenso nelle 2 ore precedenti il test.
- ❑ Prima del test deve riposare almeno 10 minuti durante i quali vengono misurati i valori di base: pressione arteriosa, frequenza cardiaca, saturazione di ossigeno.
- ❑ Nei test che prevedono la camminata o la salita delle scale il paziente deve usare eventuali ausili cui è abituato (bastone, deambulatore).

RISPOSTA NORMALE all' ESERCIZIO

Durante esercizio:

La portata cardiaca ↑ da 5L/min a circa 20L/min. All'inizio dello sforzo incrementano sia la gettata sia la frequenza poi solo la frequenza cardiaca.

La ventilazione ↑ da 5-10L/min a 200L/min. Inizialmente ↑ solo il volume corrente; quando questo raggiunge circa il 65% della Capacità Vitale, ↑ anche la frequenza respiratoria fino a circa 60/min.

La pressione arteriosa ↑ da 120mmHg a 200 e>; la pressione diastolica ↑ di circa 10-15mmHg.

Test del cammino in piano

Test da Sforzo Cardiorespiratorio

6 minute walking test (6MWT)



- Percorso senza ostacoli (consigliato 30m)
- Istruzioni standardizzate e incoraggiamento
- Supervisionato
- Continuo o intermittente
- Monitoraggio di SpO₂, FC
- Borg (pre-post test)
- Risultato in metri

Monitoraggio
SpO₂, FC,
sintomi

Supervisionati

Incremental shuttle walking test (ISWT)



- 10 m. percorso segnato da coni di plastica
- Segnale sonoro → ritmo del passo
- Il ritmo aumenta ogni minuto
- No incoraggiamento
- Fine test quando il paz. non riesce a raggiungere i coni
- Risultato in metri

Endurance shuttle walking test (ESWT)

- ritmo = 85% max raggiunto nell'ISWT
- No incoraggiamento
- Fine test quando il paz. non riesce a raggiungere i coni
- Risultato in tempo

Controindicazioni

Controindicazioni assolute: angina instabile e/o infarto del miocardio nell'ultimo mese

Controindicazioni relative: frequenza cardiaca a riposo > 120 bpm

Pressione sistolica > 180mmHg

Pressione diastolica > 100mmHg

Prima del test va anche esaminato un elettrocardiogramma eseguito nei precedenti 6 mesi

<i>Ambiente</i>	<i>Deve essere strutturato in modo da poter affrontare rapidamente un'emergenza. Un carrello per le emergenze comprendente il defibrillatore deve essere facilmente e rapidamente raggiungibile. A metà percorso deve essere posizionata una seggiola.</i>
<i>Farmaci</i>	<i>Devono essere disponibili l'ossigeno, i nitrati sl, i broncodilatatori</i>
<i>Personale</i>	<i>Non è necessaria la presenza sul posto di personale medico. Il tecnico deve essere certificato BLS e possibilmente essere un infermiere o un tecnico di fisiopatologia respiratoria o un fisioterapista respiratorio *</i>
<i>Ossigeno</i>	<i>I pazienti in ossigenoterapia devono continuarla al flusso abituale o ad un flusso maggiore deciso dal medico che ha prescritto il test</i>

Motivi per l'interruzione precoce del test:

dolore al torace

dispnea intensa

crampi agli arti inferiori

sbandamenti del paziente

sudorazione profusa

pallore intenso

Anormale < 350m

Misurare la dispnea: Scala del Medical Research Council (MRC)

0	Mi manca il fiato solo per sforzi intensi
1	Mi manca il fiato solo se corro in piano o se faccio una salita leggera
2	Cammino più lentamente della gente della mia stessa età quando vado in piano, oppure mi devo fermare per respirare quando cammino al mio passo in piano
3	mi devo fermare per respirare dopo che ho camminato in piano per circa 100 metri o pochi minuti
4	Mi manca troppo il fiato per uscire di casa o mi manca il fiato quando mi vesto o mi spoglio

MRC (Medical Research Council)

Scala clinica di 5 punti che correla il sintomo dispnea con l'esecuzione di attività di diversa intensità.

Metodi Diretti

SCALA di BORG Scala numerica non lineare di 10 punti cui sono affiancati dei descrittori (ancore).

0	nessuna
0,5	molto molto lieve
1	molto lieve
2	lieve
3	moderata
4	piuttosto severa
5	severa
6	
7	molto severa
8	
9	molto molto severa
10	massima

SCALA di BORG

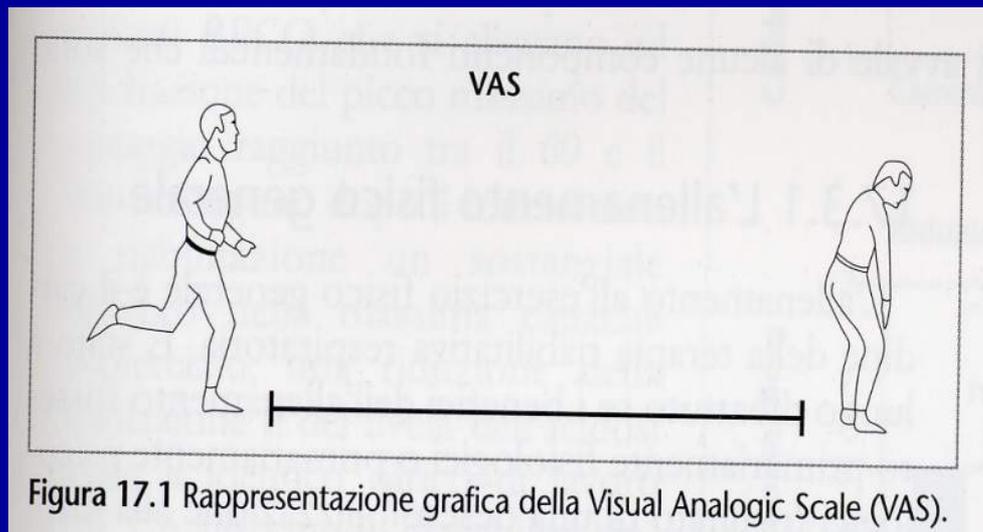
Correlazione significativa con:

➤ Ventilazione Minuto

➤ VO_2

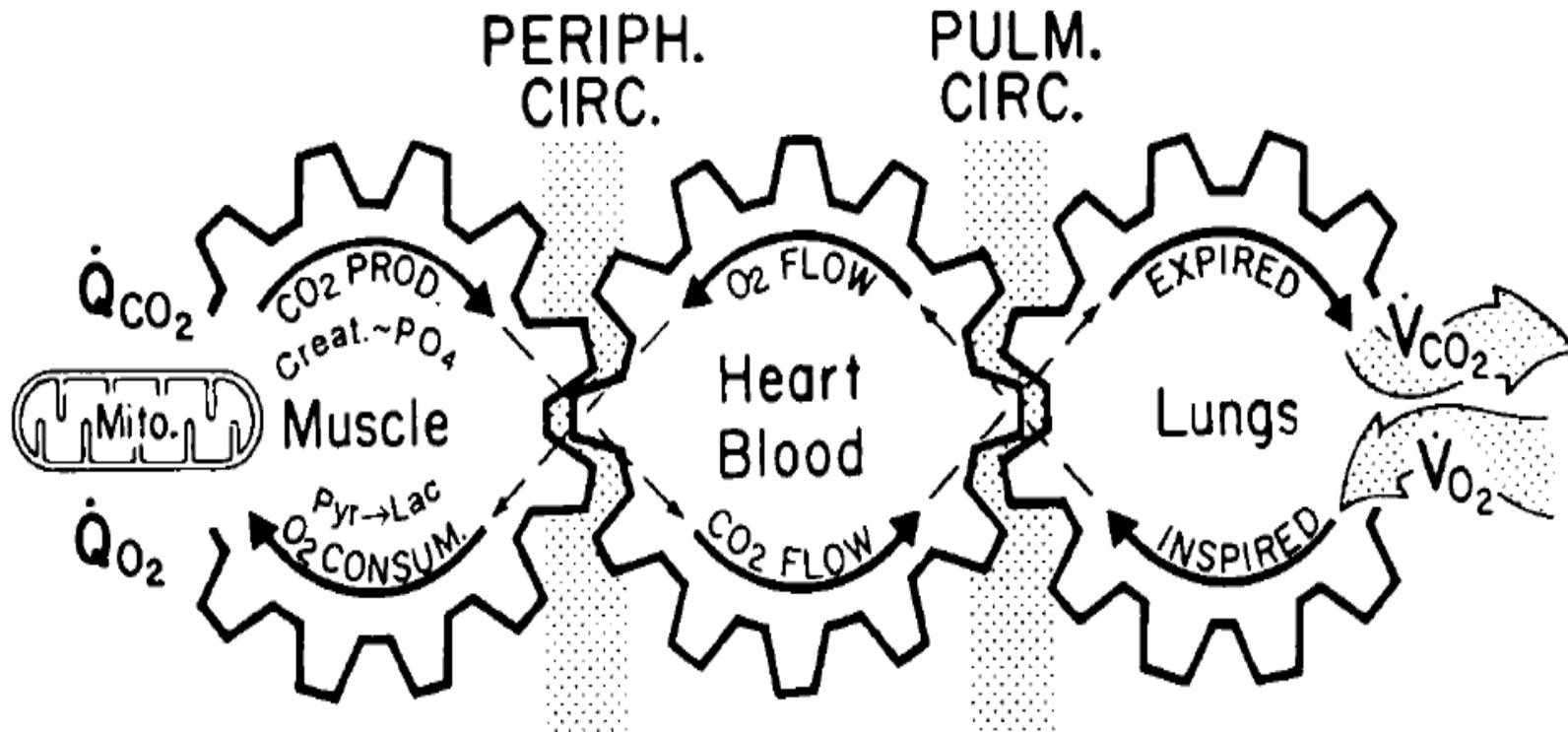
Linea retta orizzontale o verticale (10cm) con dei trattini agli estremi con dei descrittori (espressioni verbali o figure) che ne definiscono la polarità.

NO ----- Massima
Dispnea

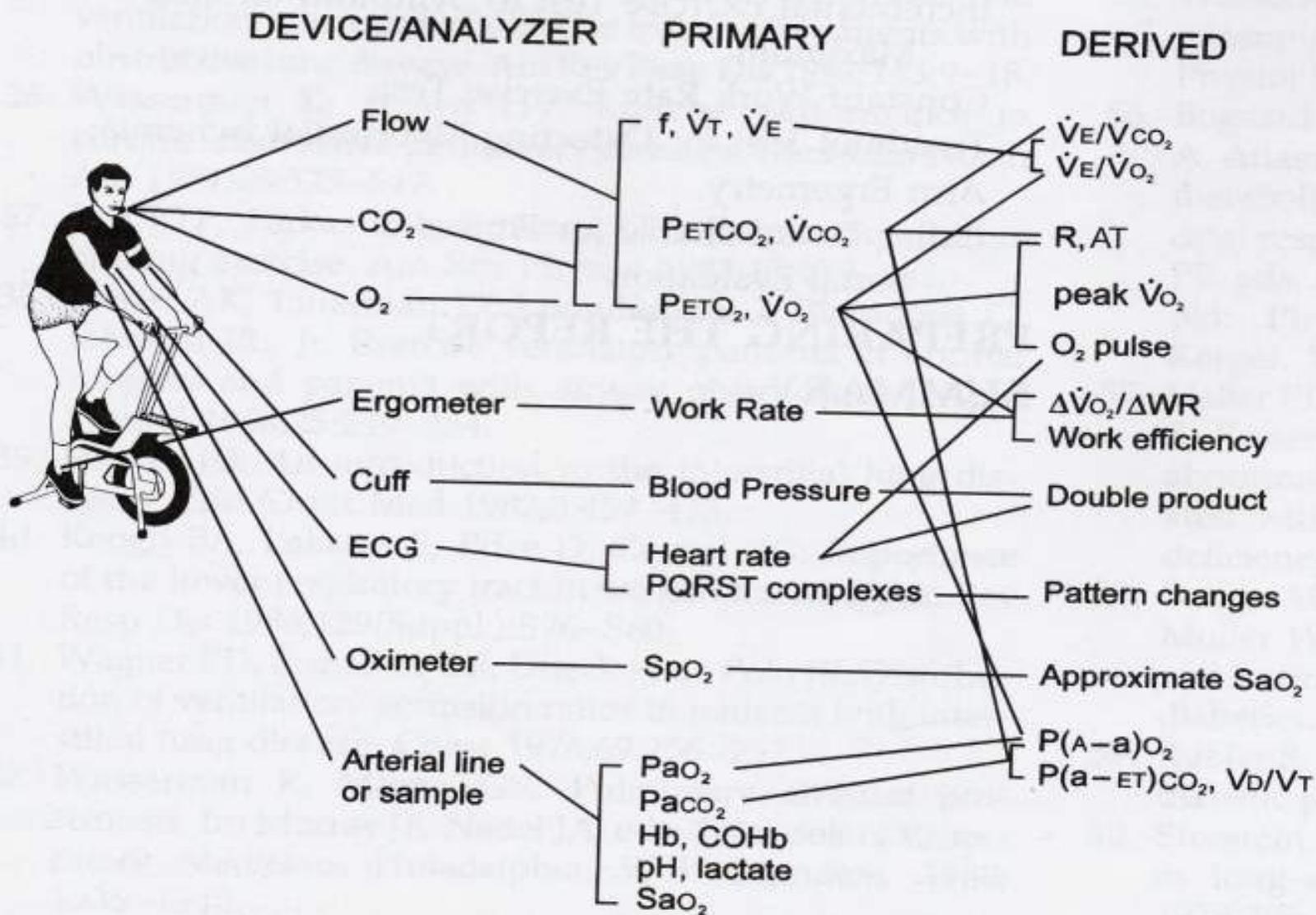


TEST DA SFORZO CARDIOPOLMONARE

MUSCLE	$O_2 \dot{\text{e}} CO_2$	VENTILATION
ACTIVITY	TRANSPORT	$(\dot{V}_A + \dot{V}_D = \dot{V}_E)$



TEST DA SFORZO CARDIO-RESPIRATORIO: MISURE

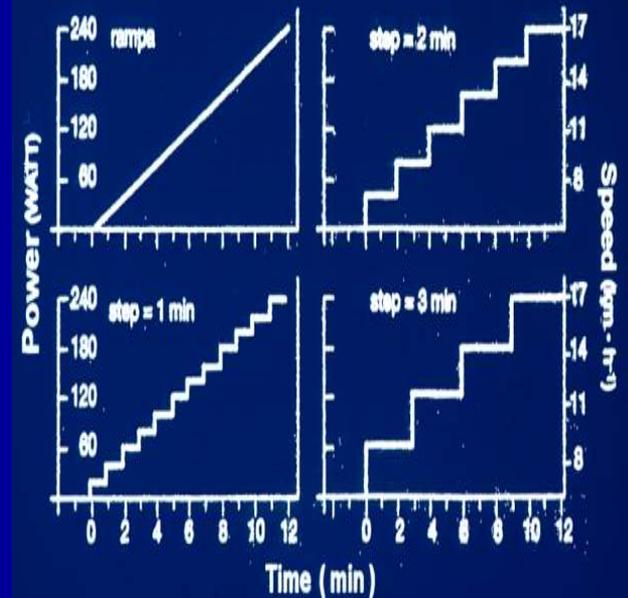
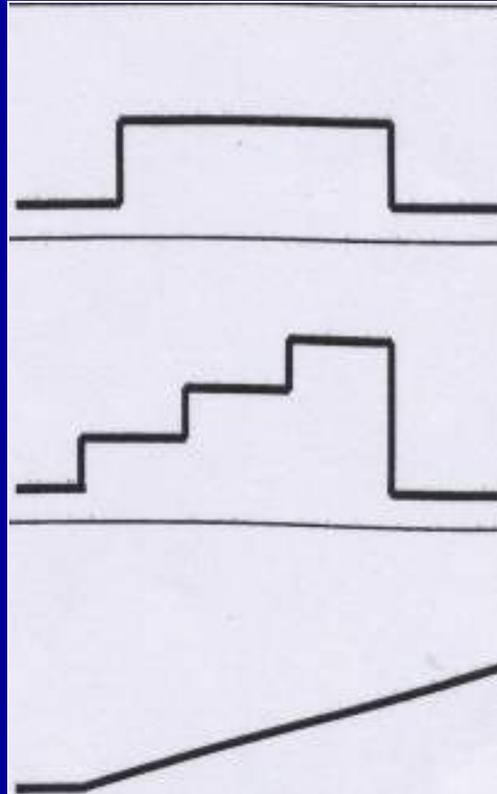


PROTOCOLLI

Test a carico costante

Test incrementale discontinuo

Test incrementale continuo (a rampa)



TEST A CARICO INCREMENTALE

dopo alcuni minuti di riposo



2 minuti di riscaldamento (pedalata senza carico)



incremento del carico di lavoro ogni minuto (test a rampa) fino a raggiungere la massima tollerabilità dell'individuo (incapacità a mantenere la pedalata a 50-60 rpm)



l'incremento del carico di lavoro viene scelto sull'età e sul grado presunto di allenamento



nei pazienti con dispnea da sforzo si utilizzano incrementi di 5-15 W/min



la durata ottimale del test deve essere intorno a 8-12 minuti



il recupero avviene in un tempo variabile tra 2 e 6 minuti



al termine si valutano i sintomi che hanno determinato la fine dell'esercizio (es: scala di Borg per la fatica muscolare e la dispnea)

TEST A CARICO COSTANTE

la durata dell'esercizio è di solito di 6 minuti

in genere si utilizzano carichi tra il 50 e il 70% del massimo carico sostenuto durante un test incrementale precedente

INDICAZIONI AL TEST DA SFORZO CARDIO-RESPIRATORIO

Evaluation of exercise tolerance

- Determination of functional impairment or capacity (peak $\dot{V}O_2$)
- Determination of exercise-limiting factors and pathophysiologic mechanisms

Evaluation of undiagnosed exercise intolerance

- Assessing contribution of cardiac and pulmonary etiology in coexisting disease
- Symptoms disproportionate to resting pulmonary and cardiac tests
- Unexplained dyspnea when initial cardiopulmonary testing is nondiagnostic

Evaluation of patients with cardiovascular disease

- Functional evaluation and prognosis in patients with heart failure
- Selection for cardiac transplantation
- Exercise prescription and monitoring response to exercise training for cardiac rehabilitation (special circumstances; i.e., pacemakers)

Evaluation of patients with respiratory disease

- Functional impairment assessment (see specific clinical applications)
- Chronic obstructive pulmonary disease
 - Establishing exercise limitation(s) and assessing other potential contributing factors, especially occult heart disease (ischemia)
 - Determination of magnitude of hypoxemia and for O_2 prescription
 - When objective determination of therapeutic intervention is necessary and not adequately addressed by standard pulmonary function testing
- Interstitial lung diseases
 - Detection of early (occult) gas exchange abnormalities
 - Overall assessment/monitoring of pulmonary gas exchange
 - Determination of magnitude of hypoxemia and for O_2 prescription
 - Determination of potential exercise-limiting factors
 - Documentation of therapeutic response to potentially toxic therapy
- Pulmonary vascular disease (careful risk–benefit analysis required)
- Cystic fibrosis
- Exercise-induced bronchospasm

Specific clinical applications

- Preoperative evaluation
 - Lung resectional surgery
 - Elderly patients undergoing major abdominal surgery
 - Lung volume resectional surgery for emphysema (currently investigational)
- Exercise evaluation and prescription for pulmonary rehabilitation
- Evaluation for impairment–disability
- Evaluation for lung, heart–lung transplantation

American Thoracic Society/
American College of Chest Physicians

ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing

This Joint Statement of the American Thoracic Society (ATS) and the American College of Chest Physicians (ACCP) was adopted by the ATS Board of Directors, March 1, 2002 and by the ACCP Health Science Policy Committee, November 1, 2001.

Definition of abbreviation: $\dot{V}O_2$ = oxygen consumption.

Adapted by permission from Reference 27.

Valutazione delle Funzioni attraverso Misure Fisiologiche

Misura

Funzione

VO2	Gettata cardiaca (GC) × differenza artero-venosa di O2 [C(a-v)O2]
Picco di VO2	Massimo consumo di ossigeno raggiunto durante test massimale, non necessariamente = VO2 max.
VO2 max	Massimo consumo di ossigeno che si evidenzia dalla presenza di plateau. Il VO2 non riesce più ad incrementare nonostante incrementi il lavoro.
$\Delta VO2 / \Delta WR$	Contributo aerobico all' esercizio
Soglia anaerobica	
Polso di O2	VO2/HR

INTERPRETAZIONE DEL CPET

- 1. Risposta Cardiovascolare**
- 2. Risposta Ventilatoria**
- 3. Risposta Metabolica**
- 4. Scambi Gassosi Polmonari**
- 5. Sintomi**

ANALISI DEI DATI

```
graph TD; A[ANALISI DEI DATI] --> B[DATI NUMERICI]; A --> C[DATI GRAFICI]; B --> D[CONFRONTATI CON DATI DI RIFERIMENTO PREDETTI]; C --> E[RACCOMANDATO L'USO DI ALMENO NOVE GRAFICI PER UNA CORRETTA INTERPRETAZIONE DEL TEST];
```

DATI NUMERICI

DATI GRAFICI

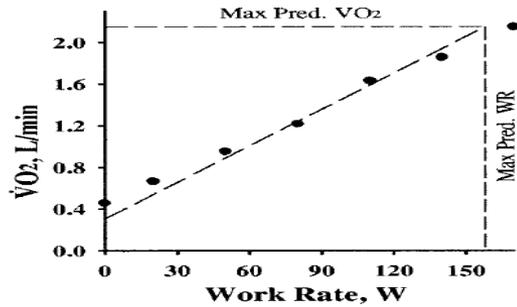
**CONFRONTATI CON DATI
DI RIFERIMENTO PREDETTI**

**RACCOMANDATO L'USO
DI ALMENO NOVE GRAFICI
PER UNA CORRETTA
INTERPRETAZIONE DEL TEST**

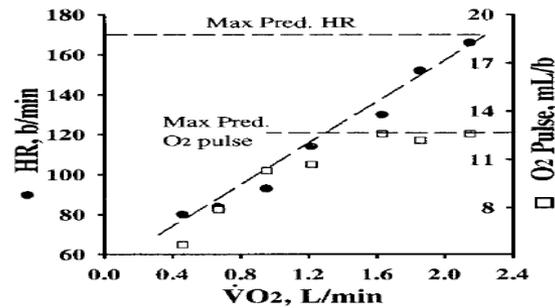
RAPPRESENTAZIONE GRAFICA CONSIGLIATA DALL'ATS

Soggetto Normale

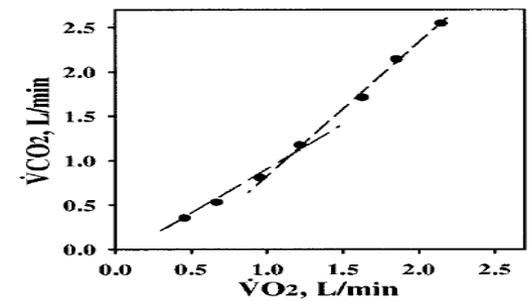
A



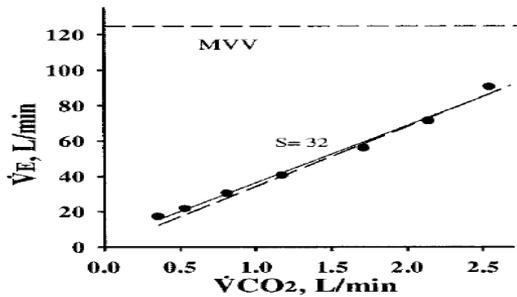
B



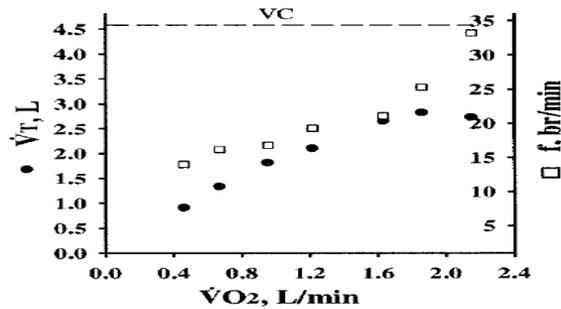
C



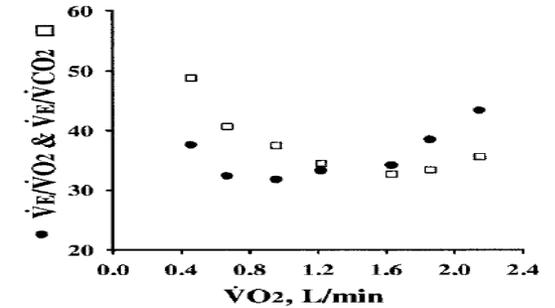
D



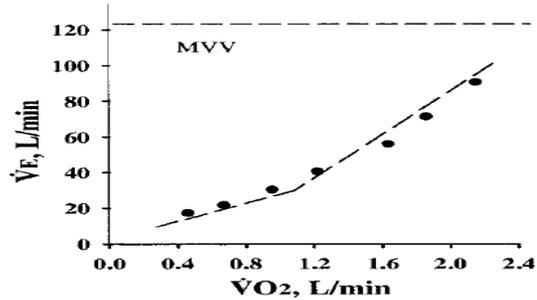
E



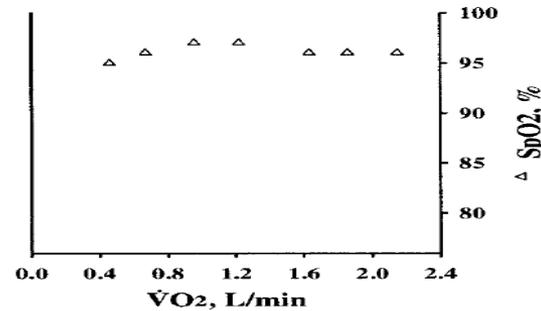
F



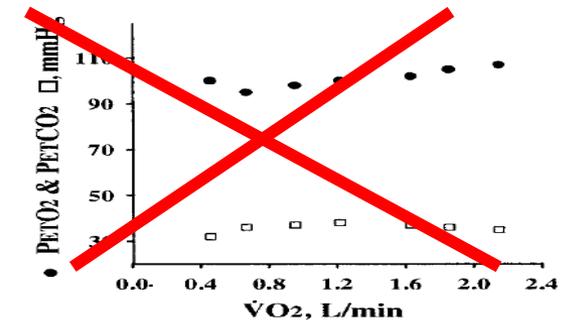
G



H



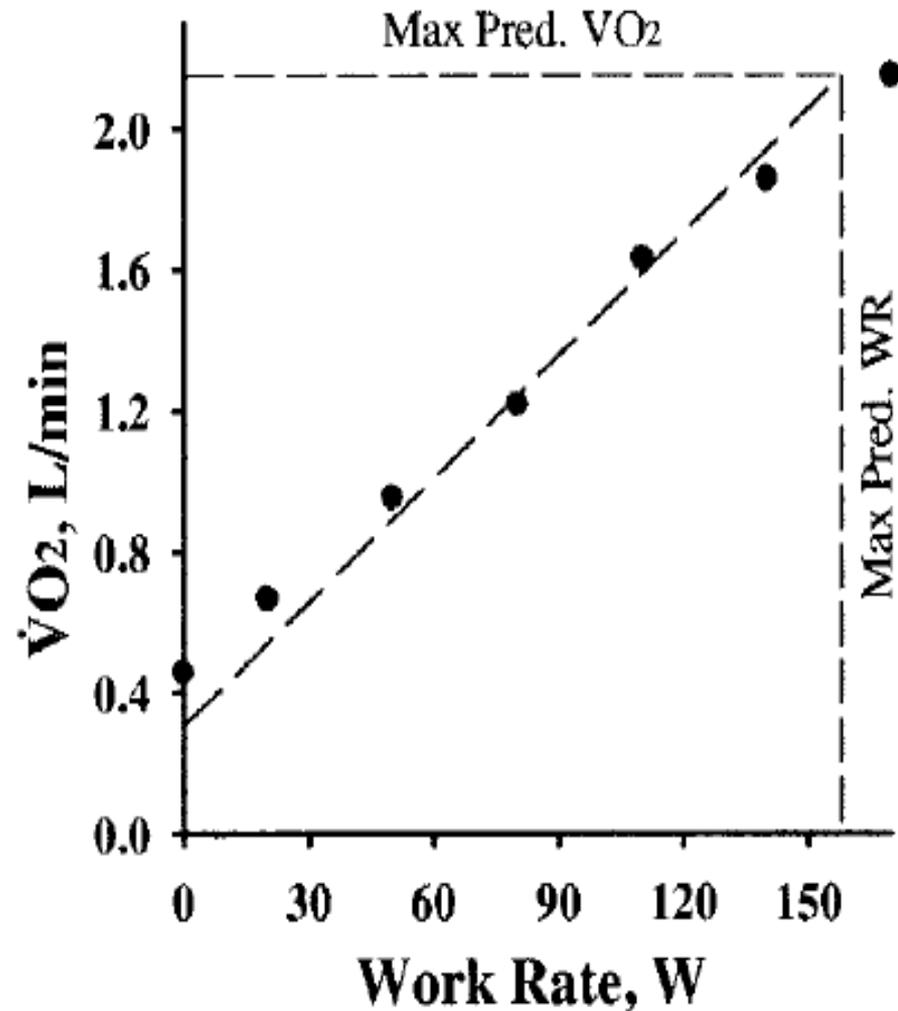
I



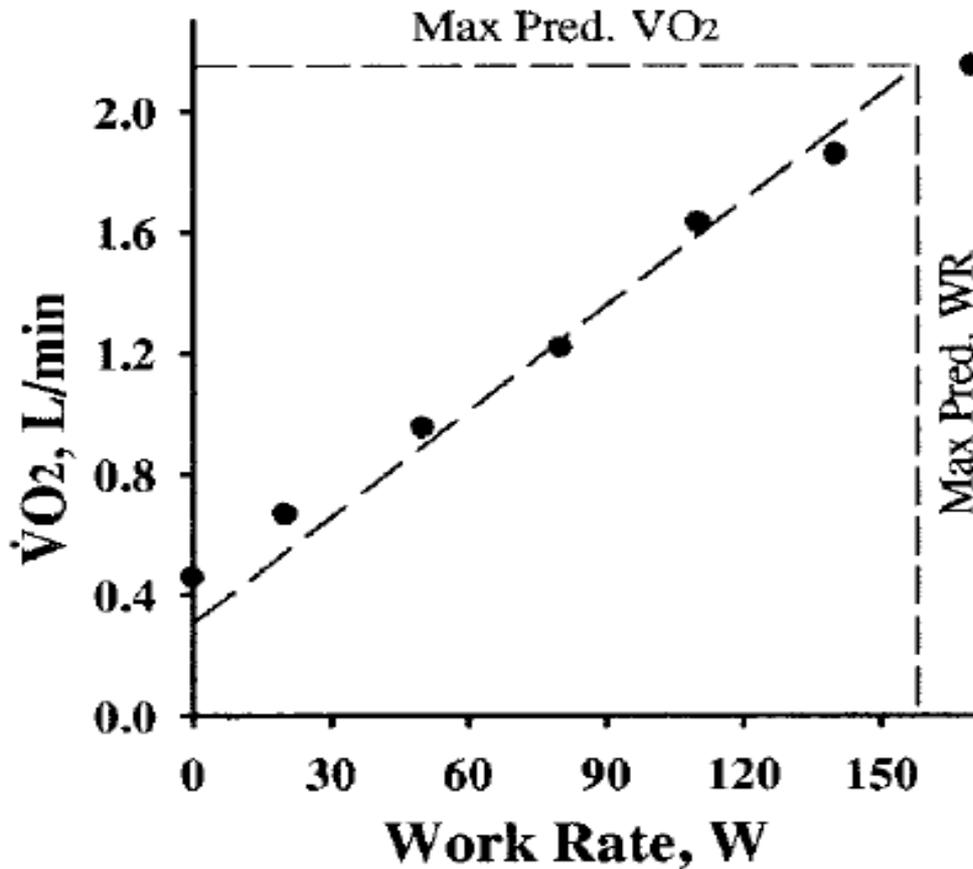
1. RISPOSTA METABOLICA

IL CONCETTO DI $\dot{V}' O_2$ MAX E $\dot{V}' O_2$ di PICCO

Nel soggetto normale il valore di $\dot{V}' O_2$ plottato verso il lavoro svolto (Work Rate o WR) aumenta in maniera piuttosto lineare fino a raggiungere un plateau che è detto $\dot{V}' O_2$ max; talvolta l'esercizio termina prima del raggiungimento del plateau per il sopraggiungere di sintomi e il valore massimo di $\dot{V}' O_2$ raggiunto è allora detto $\dot{V}' O_2$ di picco



Slope $\Delta\dot{V}O_2 / \Delta WR$



Lo slope $\Delta\dot{V}O_2 / \Delta WR$ riflette l'efficienza della conversione metabolica dei nutrienti in lavoro meccanico e stima l'efficienza meccanica del sistema muscolo-scheletrico; tale valore è indipendente da sesso, età e altezza ed è pari a 8.5-11 ml/min per watt.

NORMALE

IL CONCETTO DI SOGLIA ANAEROBICA

La determinazione del raggiungimento della soglia anaerobica può essere invasiva (valutazione dei lattati o dei bicarbonati ematici) o non invasiva (metodo del V-slope o degli Equivalenti Ventilatori).

DETERMINAZIONE INVASIVA DELLA AT

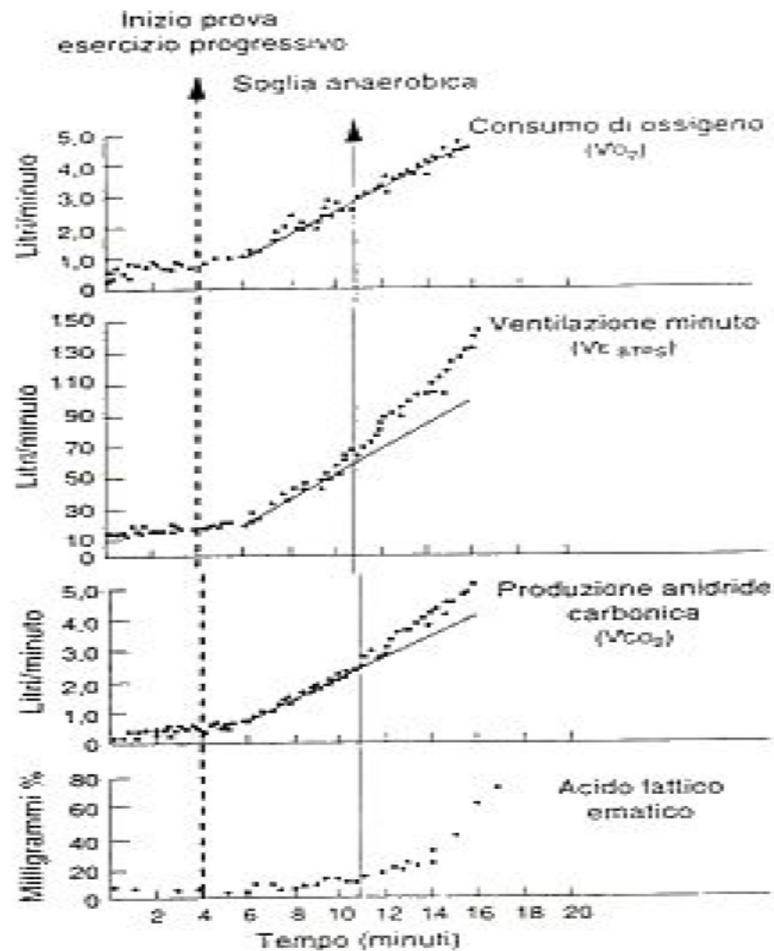


Fig. 11 - Andamento dei parametri respiratori e della lattatemia in un test a carichi crescenti

METODO DEGLI EQUIVALENTI VENTILATORI

La soglia anaerobica è identificata quando VE/VO_2 aumenta e VE/VCO_2 rimane costante.

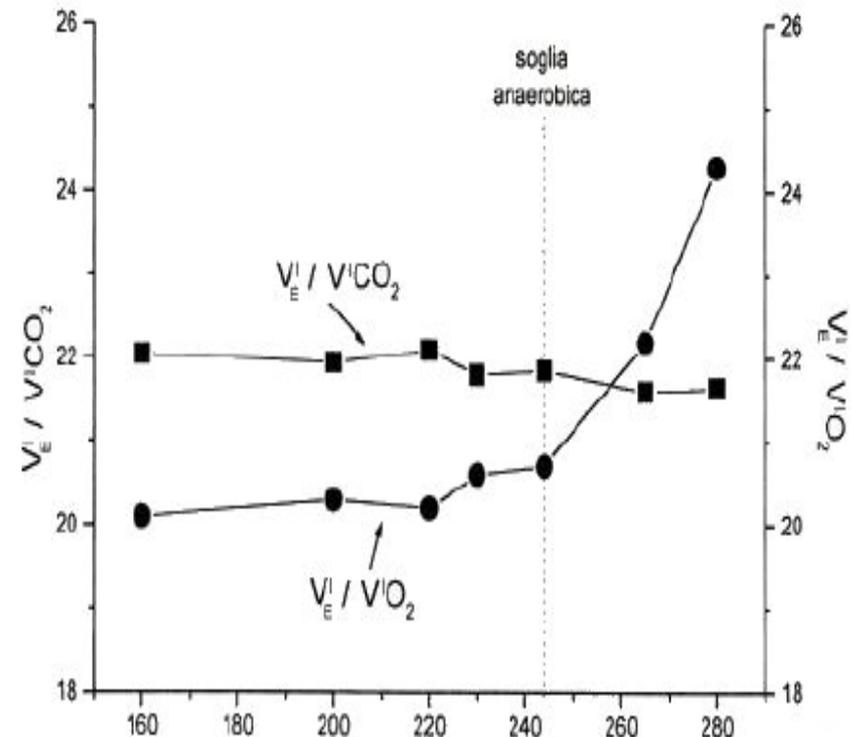


Fig. 12 - Determinazione della soglia anaerobica del lattato tramite l'equivalente respiratorio dell'ossigeno (VE/VO_2) e della anidride carbonica (VE/VCO_2)

Quando l'incremento di lattato induce acidosi, $\dot{V}CO_2$ aumenta di più di $\dot{V}O_2$. La relazione tra queste due variabili è fatta da 2 componenti lineari, una (S1) ha una pendenza < 1 , l'altra (S2) ha una pendenza > 1 . Il punto in cui queste due linee si incrociano corrisponde alla AT

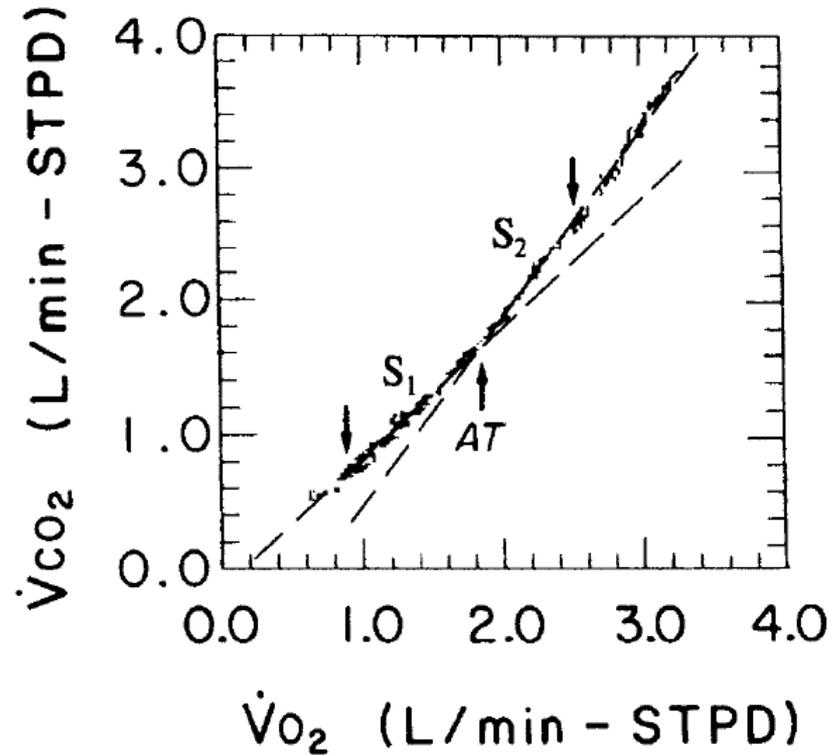


Figure 4. Determination of the anaerobic threshold, using the V-slope method (340).

SOGLIA ANAEROBICA

Normale



>40% del V' O₂ MAX

Precoce



Il raggiungimento precoce indica un precoce inizio del metabolismo anaerobico a livello muscolare che può dipendere da diversi meccanismi che possono tra di loro sommarsi:

inadeguato apporto di O₂ ai muscoli,

Δ metabolismo ossidativo muscolare

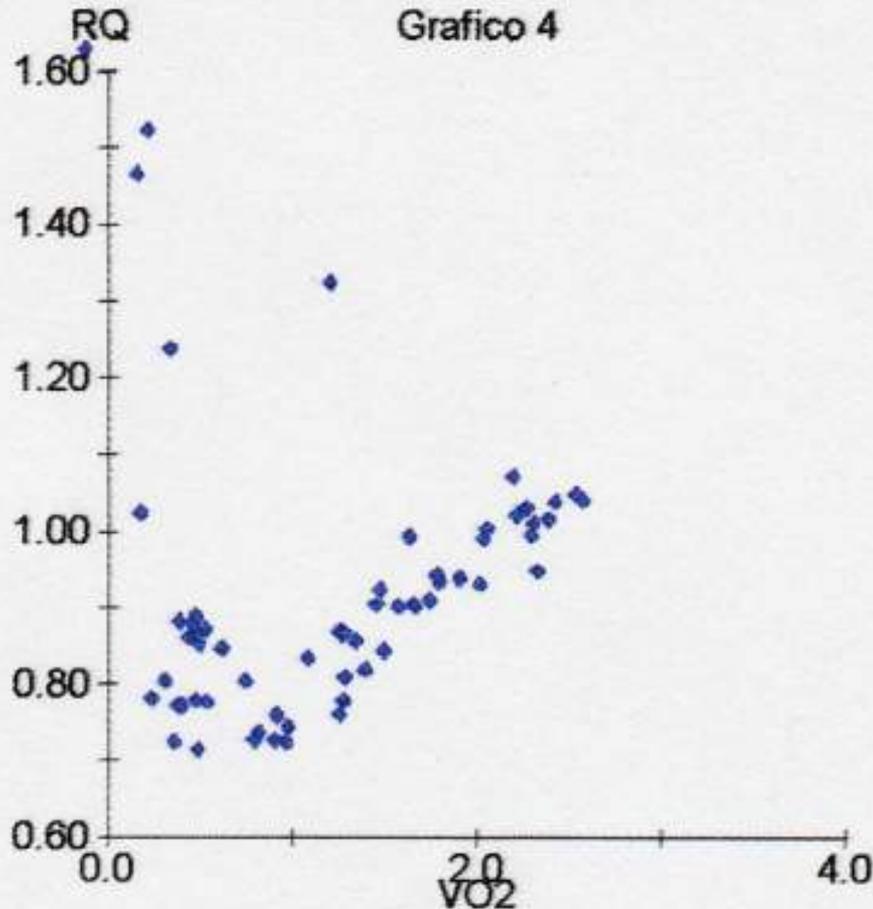
decondizionamento fisico.

Non raggiunta



Il non raggiungimento indica un limite allo svolgimento dell'esercizio tale che la soglia anaerobica non viene affatto raggiunta.

QUOZIENTE RESPIRATORIO



Il rapporto VCO_2/VO_2 è conosciuto con il termine di quoziente respiratorio (RQ) o respiratory exchange ratio (RER) quando questo rapporto è misurato tramite i gas espirati.

Durante test incrementale il raggiungimento di un $RQ > 1.10$ - 1.15 è indice di un grado di sforzo massimale.

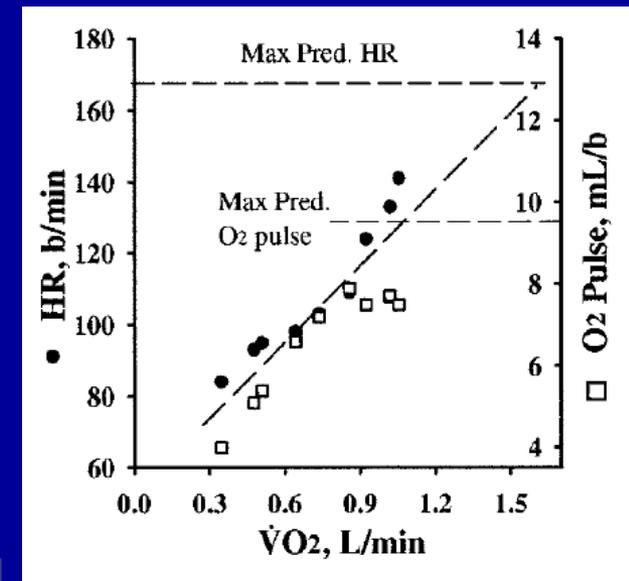
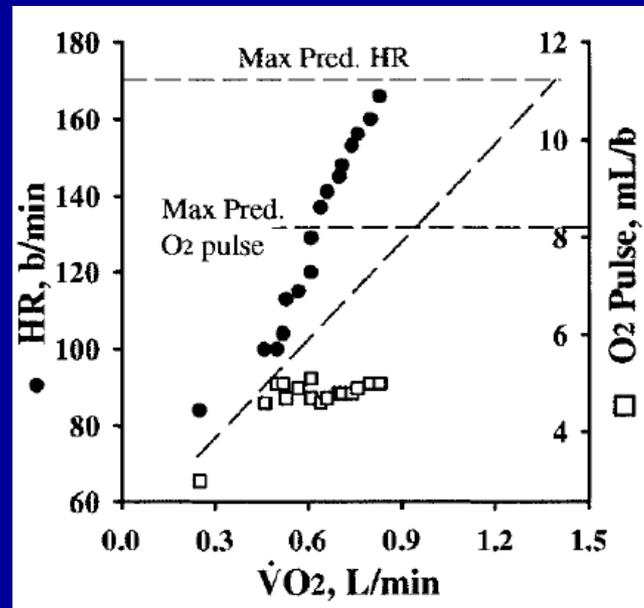
2. RISPOSTA CARDIOVASCOLARE

RELAZIONE HR-V' O₂

Nel soggetto normale la HR (Heart Rate) aumenta in maniera piuttosto lineare con l'incremento del VO₂ fino a raggiungere un valore massimo $220 - \text{età}$ o $210 - (\text{età} \times 0.65)$.

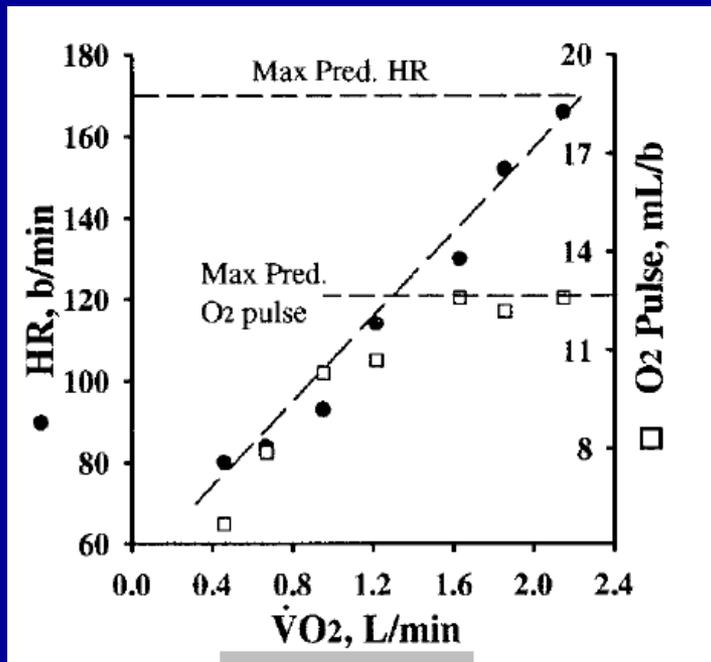
Al termine dell'esercizio il raggiungimento del VO₂ teorico, della massima frequenza cardiaca e l'assenza di riserva cardiaca indicano uno sforzo massimale.

POLSO DI O₂



CARDIOPATIA

COPD

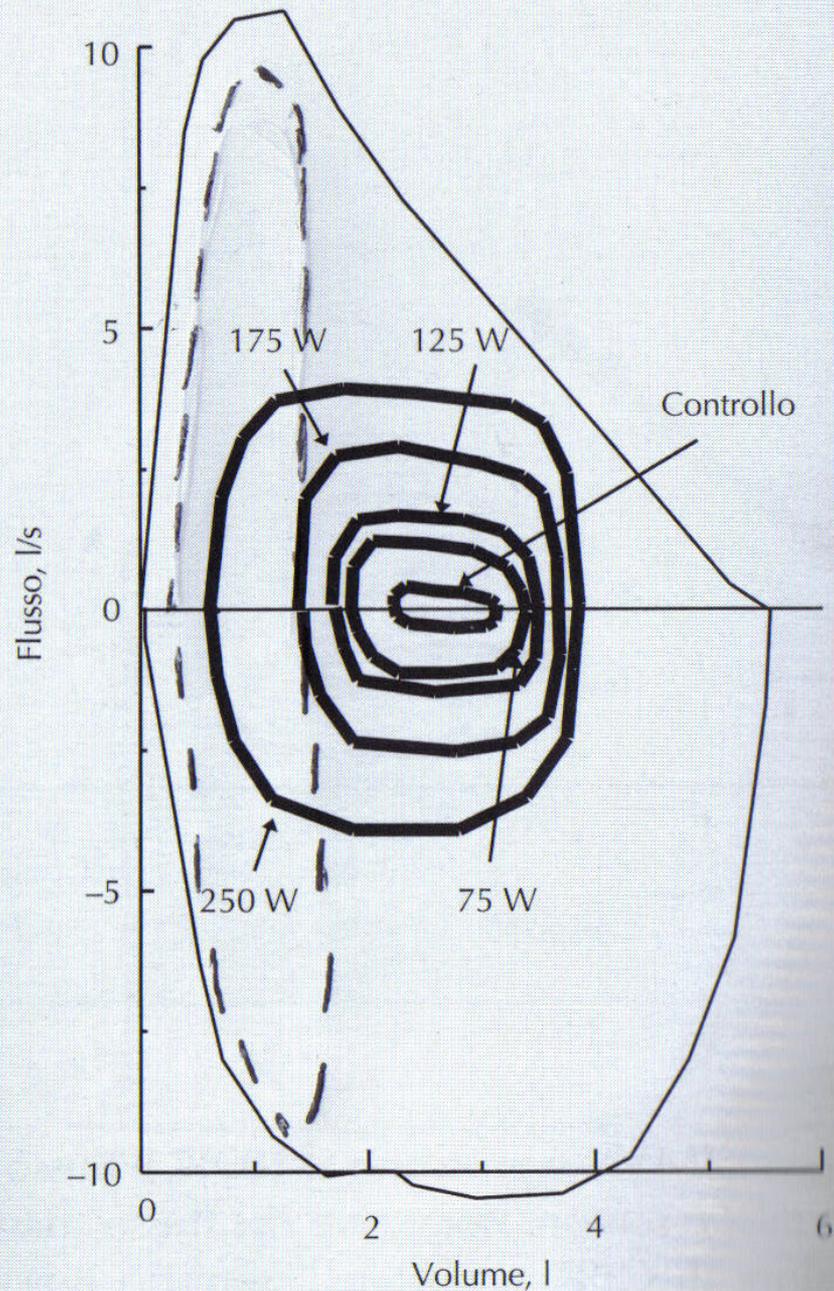


Normale

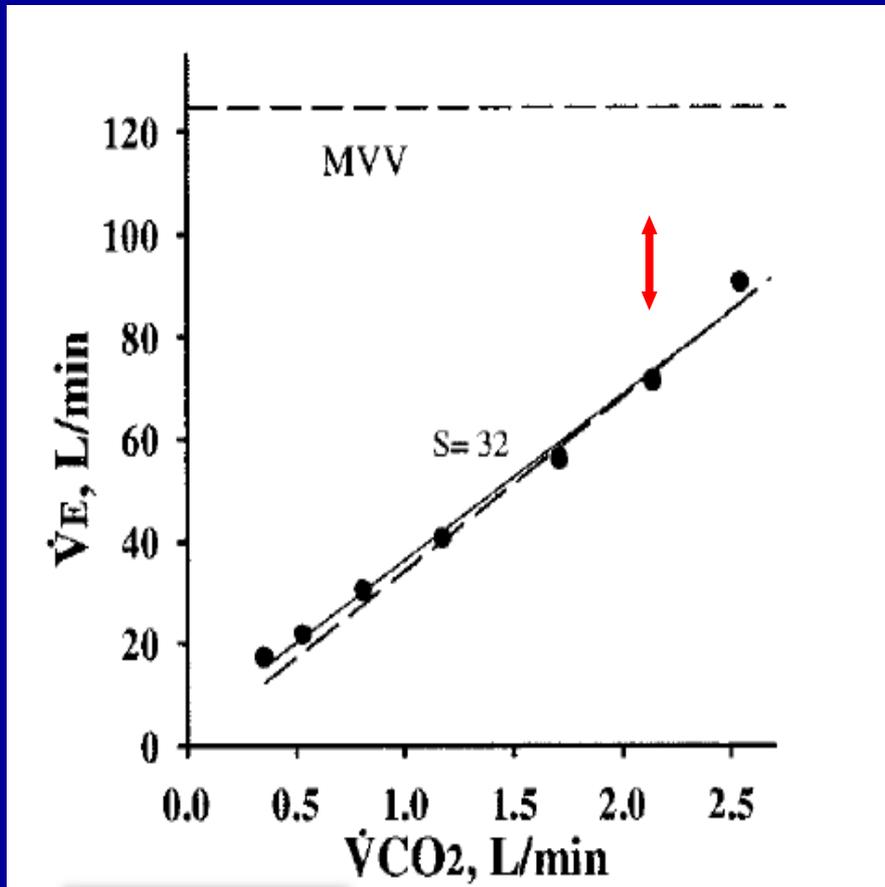
Il rapporto VO₂/HR è detto polso di O₂ e riflette il consumo di O₂ per ogni battito cardiaco; nel soggetto normale è utilizzato come stima di massima della gittata cardiaca; il polso di O₂ aumenta in maniera lineare per bassi carichi di lavoro e tende a formare un plateau ai carichi di lavoro più alti (normale limite cardiovascolare allo sforzo).

3. RISPOSTA VENTILATORIA

**Respirazione
durante
esercizio
incrementale**

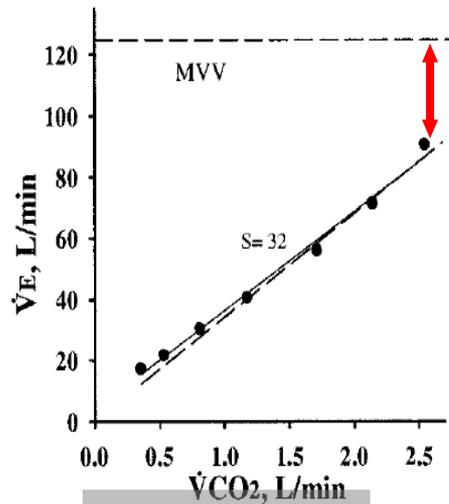


RISPOSTA VENTILATORIA

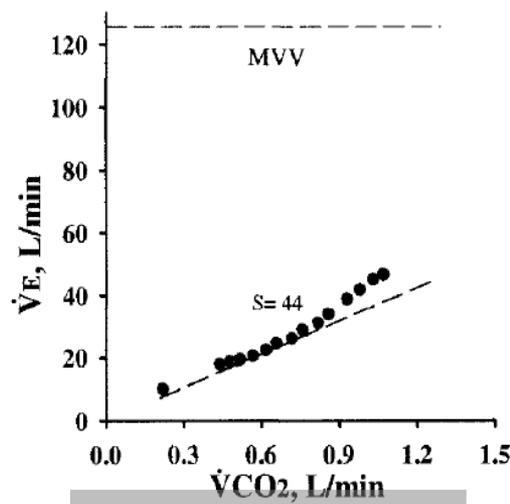


NORMALE

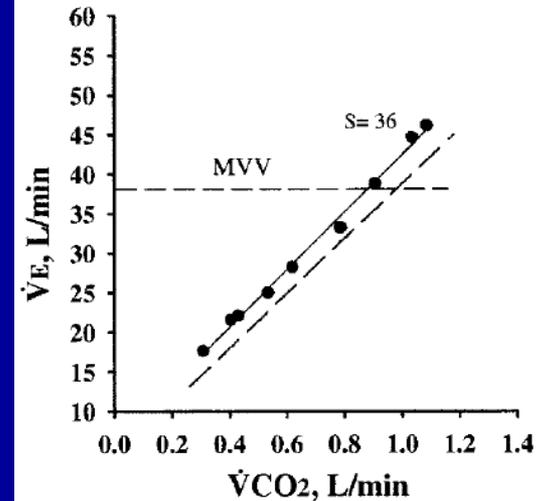
RISPOSTA VENTILATORIA



NORMALE



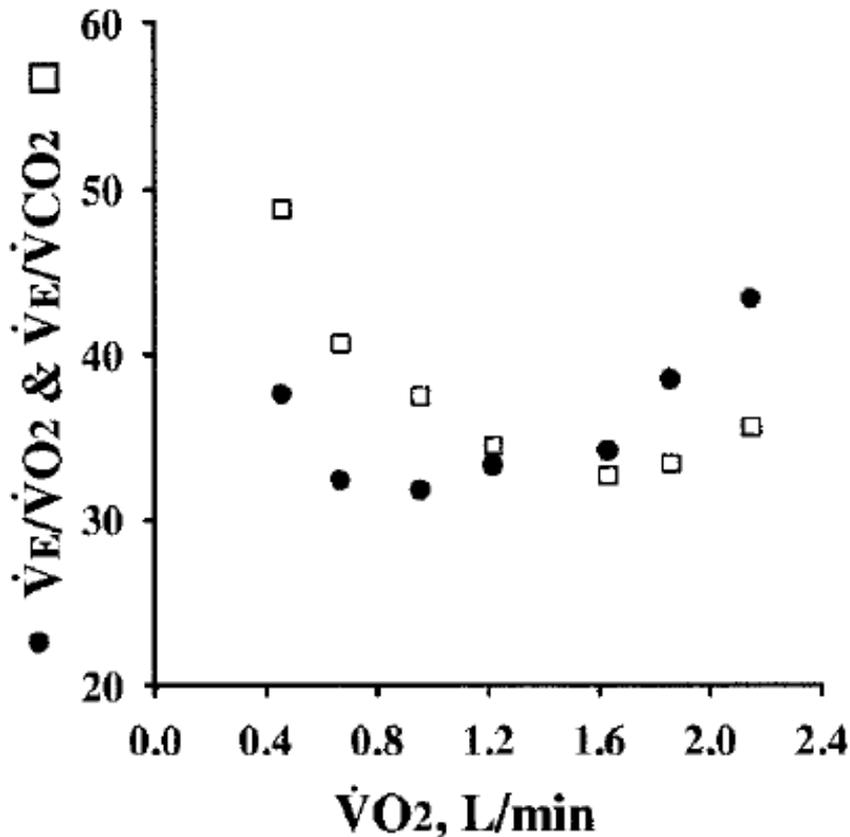
CARDIOPATIA



COPD

La riserva ventilatoria equivale alla differenza esistente tra MVV e $V_{E_{max}}$ raggiunta al picco dell'esercizio; la MVV può essere misurata direttamente o può essere stimata con la formula $FEV_1 \times 37,5$; normalmente $V_{E_{max}}/MVV \times 100 < 85\%$ con ampio range di normalità (72 ± 15).

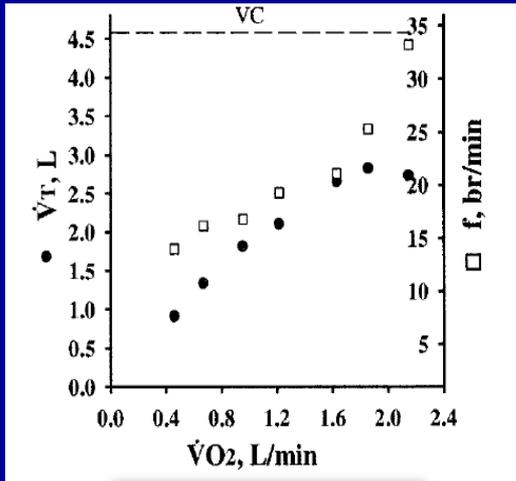
EQUIVALENTI VENTILATORI



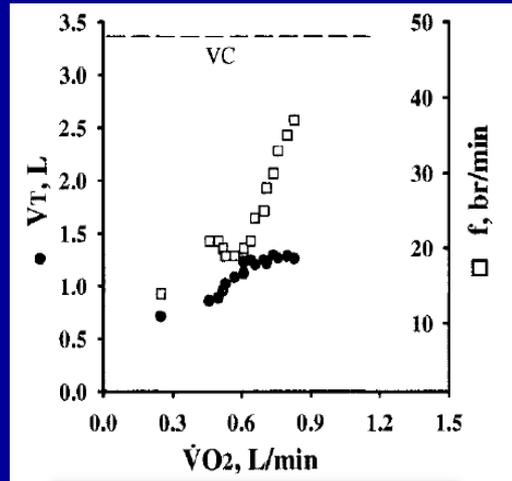
I rapporti VE/VO_2 e VE/VCO_2 sono detti equivalenti ventilatori e indicano quanti litri di ventilazione sono necessari per assumere rispettivamente 1L di O_2 e eliminarne 1 di CO_2 ; Raggiungono il nadir al livello della AT; alti valori di VE/VCO_2 al nadir indicano alterazioni di V_d/V_t e alterazioni del rapporto ventilo-perfusivo.

NORMALE

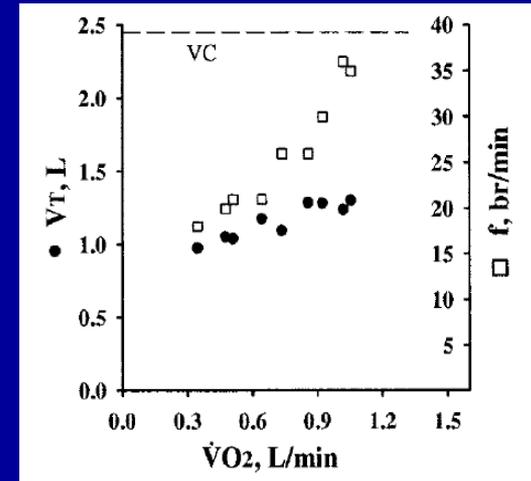
STRATEGIA VENTILATORIA



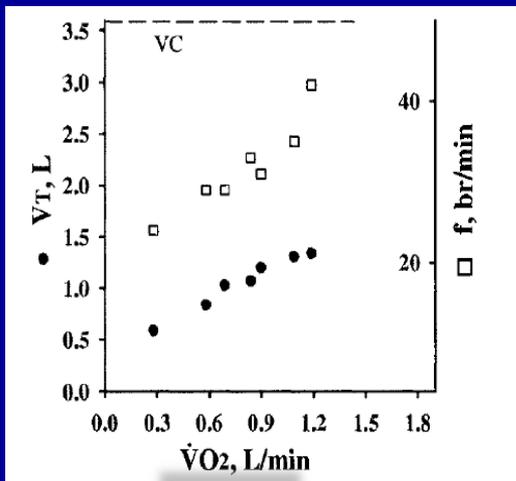
NORMALE



CARDIOPATIA



COPD



ILD

Vt arriva ad un plateau in genere al 50-60% del valore di CV. Nei soggetti sani l'incremento di Vt è legato alla riduzione dell'End Expiratory Lung Volume (EELV) e ad un incremento maggiore dell'End Inspiratory Lung Volume (EILV).

CRITERI DI NORMALITA'

VO2 max o di picco	>84% del predetto
Soglia anaerobica	>40% VO2 max predetto (range 40-80%)
Frequenza cardiaca	>90% del predetto per età
Riserva cardiaca	<15 battiti/min
Pressione arteriosa	<220/90
Polso di O2 (VO2/FC)	>80% del predetto
Riserva ventilatoria	Vemax/MVVx100: <85% (range: 72±15)
Frequenza respiratoria	<60 atti/min
VE/VCO2 alla AT	<34
Vd/Vt	<0.28; <0.30 per età>40 anni
PaO2	>80 mm Hg
P(A-a)O2	<35 mm Hg