

**IL TEST DA SFORZO  
CARDIO-POLMONARE**  
Basi e applicazioni  
cliniche

[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)

**METODICA PER DETERMINARE I LIMITI E I  
MECCANISMI DELLA TOLLERANZA ALLO  
SFORZO**

**PERMETTE DI STUDIARE LA FUNZIONALITA'  
DI VARI APPARATI.**

**PERMETTE DI VALUTARE LE RISERVE DEI  
NOSTRI APPARATI**

## Indicazioni al CPT

### *Valutazione di natura e grado della dispnea e della limitazione della Tolleranza allo sforzo*

- Differenza fra dispnea di origine cardiaca e polmonare
- Valutazione della dispnea di origine sconosciuta con fx respiratoria non diagnostica
- Valutazione della natura e del grado di intolleranza allo sforzo

### *-Valutazione funzionale durante lo sforzo nelle patologie polmonari croniche*

- BPCO
- Malattie polmonari interstiziali
- Fibrosi cistica
- Malattia vascolare polmonare

### *-Valutazione pre-operatoria*

- Chirurgia toraco-polmonare
- Chirurgia addominale maggiore

### *-Programmi di riabilitazione*

- Valutazione del paziente
- Prescrizione dell'esercizio
- Valutazione dei risultati

**E' UNA METODICA SICURA  
NON PRIVA DI RISCHI**

Substrati energetici: carboidrati e lipidi, proteine solo in condizioni di denutrizione

L'energia derivante dai substrati è accumulata nei legami ad alto contenuto energetico (legami fosforici) che compongono la molecola di adenosina trifosfato (ATP ) mediante una serie di processi biochimici che prevedono l'utilizzazione finale di ossigeno

### **AEROBIOSI**

L'ATP può essere sintetizzata in assenza di ossigeno attraverso l'utilizzo dei legami fosforici della Fosfocreatina

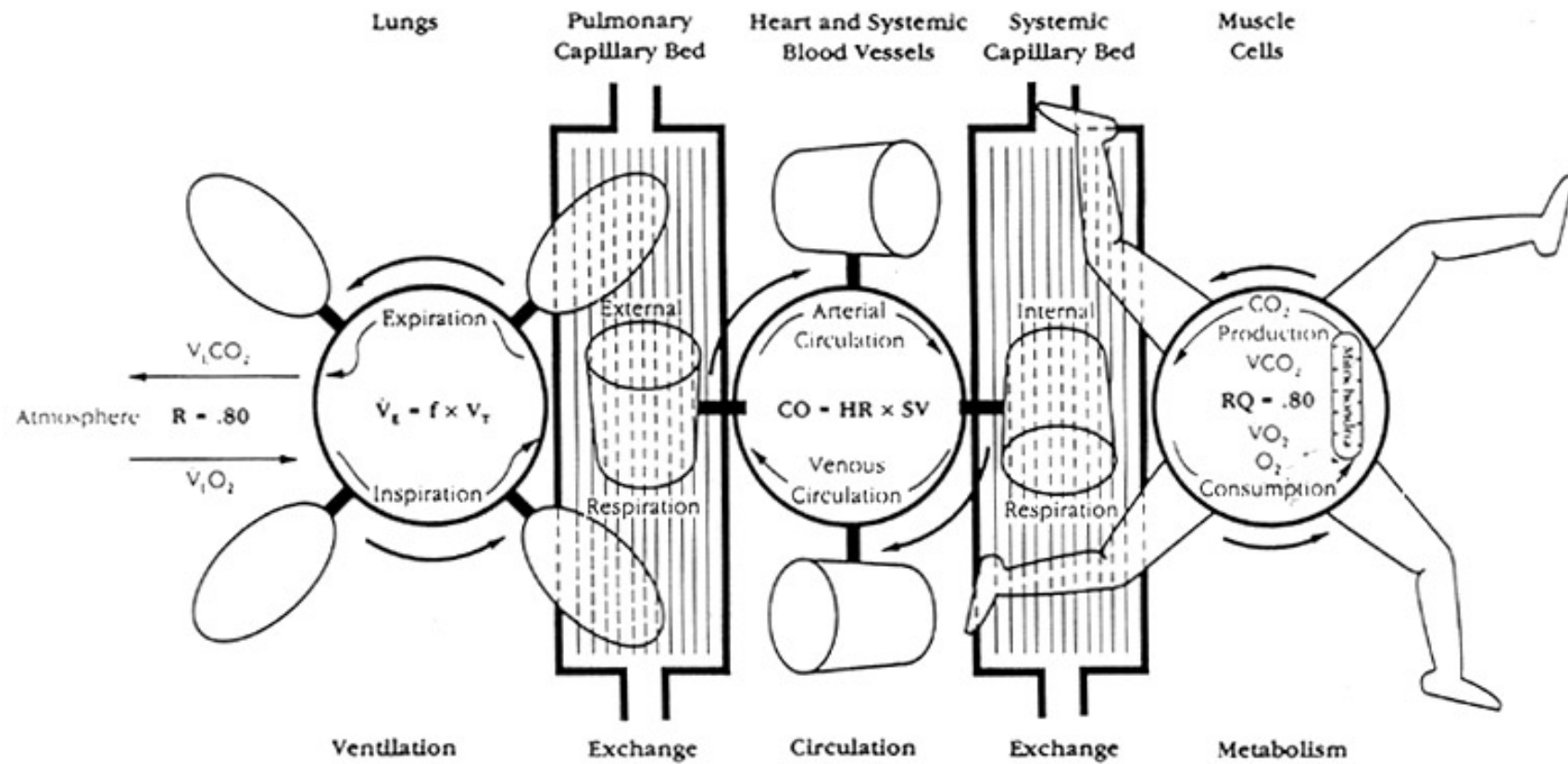
### **ANAEROBIOSI**

**Trasporto: ventilazione polmonare  
circolazione cardiovascolare**

**Scambio: diffusione a livello polmonare o  
respirazione esterna (scambio di O<sub>2</sub> e  
CO<sub>2</sub> tra aria alveolare e sangue)  
diffusione a livello cellulare o respirazione  
interna (scambio O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> tra sangue  
e tessuti cellulari )**

**Metabolismo**

RELATIONSHIPS BETWEEN THE PHYSIOLOGICAL MECHANISMS THAT SUPPORT MUSCULAR WORK

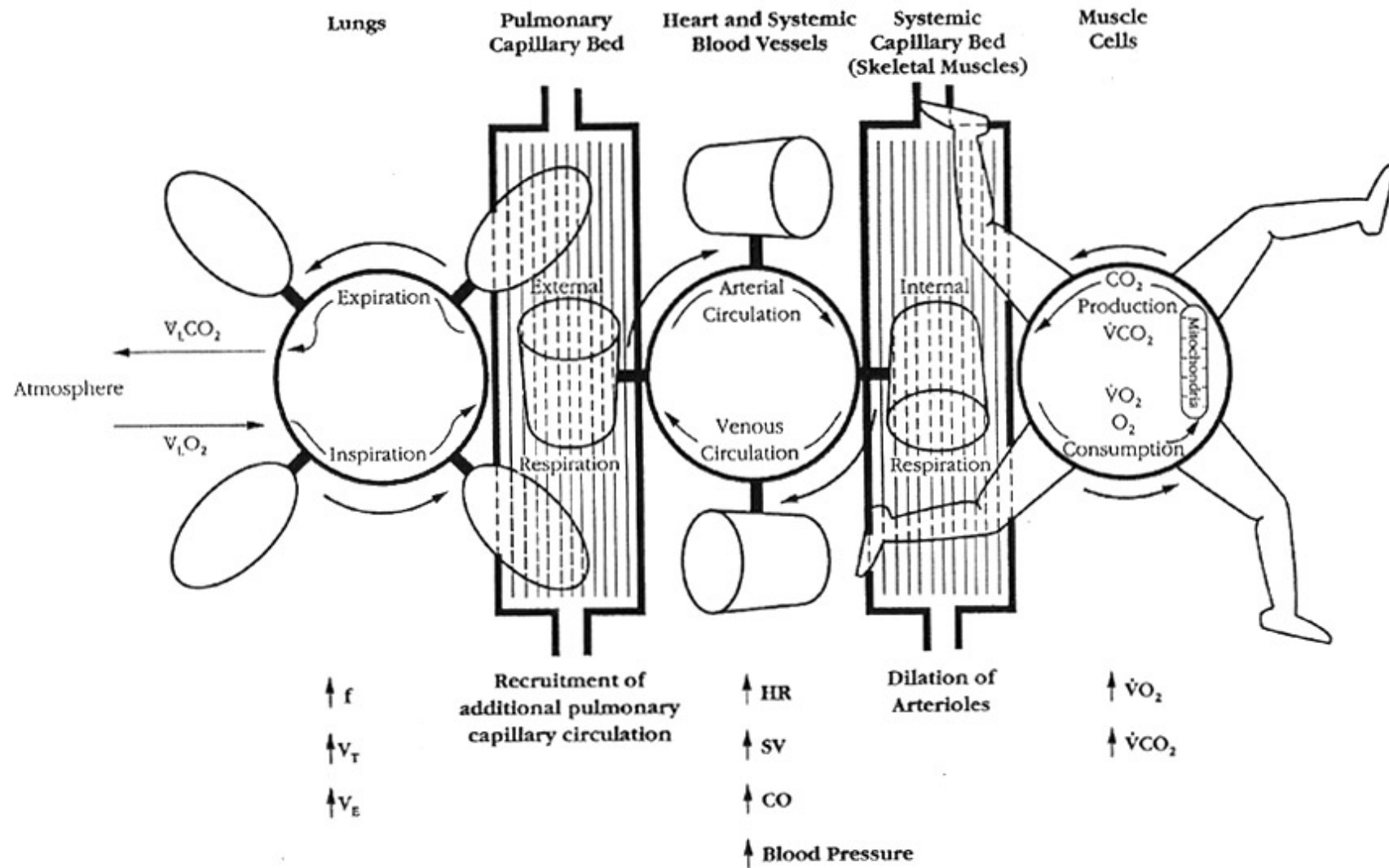


R = Respiratory Exchange Ratio  
 RQ = Respiratory Quotient

$\dot{V}_E$  = Minute Ventilation of Breathing  
 f = Frequency of Breathing ( Respiratory Rate)  
 $V_T$  = Tidal Volume of Breathing

CO = Cardiac Output  
 HR = Heart Rate  
 SV = Stroke Volume

PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS DURING EXERCISE





# ADATTAMENTI FISIologici DURANTE L'ESERCIZIO FISICO



**METABOLISMO**



**FUNZIONE POLMONARE**



**FUNZIONE CARDIACA**

# **PARAMETRI METABOLICI**

**CONSUMO DI OSSIGENO**

**PRODUZIONE DI ANIDRIDE CARBONICA**

**LATTATI**

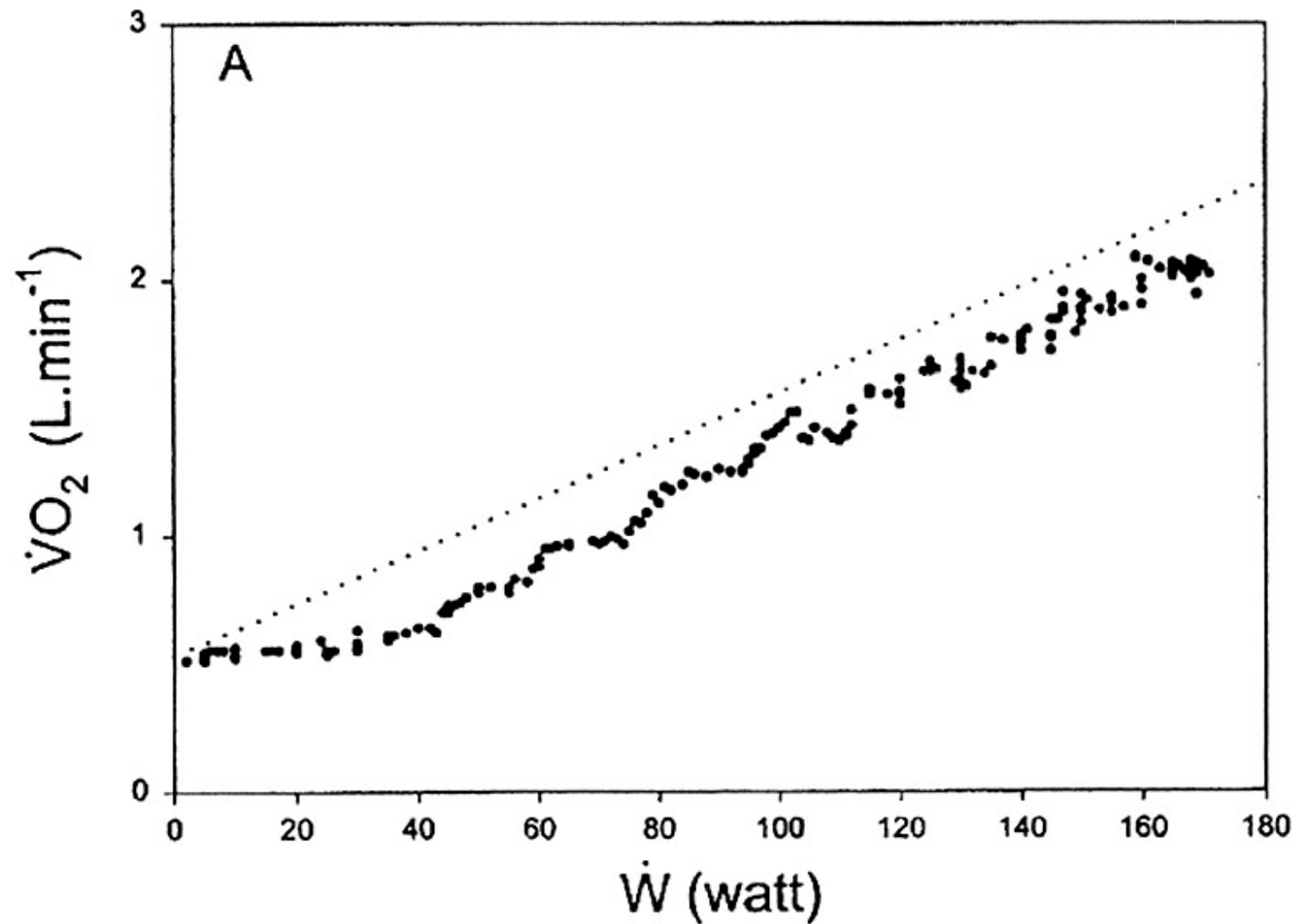
**SOGLIA ANAEROBICA**

**PH**

**VO<sub>2</sub>: volume di ossigeno assorbito dai polmoni in 1 minuto ; QO<sub>2</sub>: consumo di O<sub>2</sub> a livello metabolico**

	<b>RIPOSO</b>	<b>MASSIMO</b>
<b>Sedentario</b>	<b>250 ml/min</b> <b>(3.5-4.0 ml/min/kg)</b>	<b>1700 ml/min</b> <b>(24-27 ml/min/kg)</b>
<b>Atleta</b>	<b>250 ml/min</b> <b>(3.5-4.0 ml/min/kg)</b>	<b>5800 ml/min</b> <b>(80ml/min/kg)</b>

## Relazione tra $\dot{V}O_2$ e watt durante CPET



**VCO<sub>2</sub>** =quantità di anidride carbonica esalata  
nella unità di tempo; in condizioni stabili è  
= a quella prodotta dal processo metabolico  
(**QVCO<sub>2</sub>**)

	<b>RIPOSO</b>	<b>MASSIMO</b>
<b>Sedentario</b>	<b>200 ml/min</b> <b>(2.8 ml/min/kg)</b>	<b>2000 ml/min</b> <b>(24-27 ml/min/kg)</b>
<b>Atleta</b>	<b>200 ml/min</b> <b>(2.8 ml/min/kg)</b>	<b>4000 ml/min</b> <b>(56ml/min/kg)</b>

# **SOGLIA ANAEROBICA**

**Livello massimo di lavoro(o di consumo di O<sub>2</sub>) che può essere ottenuto senza la produzione di acido lattico per via metabolica**

**Valore**

**Sedentario= 50% del massimo consumo di O<sub>2</sub>**

**Atleta (90% del massimo consumo di O<sub>2</sub>)**

## Quoziente respiratorio; valore normale

$$\frac{VCO_2}{VO_2} = 0.8$$

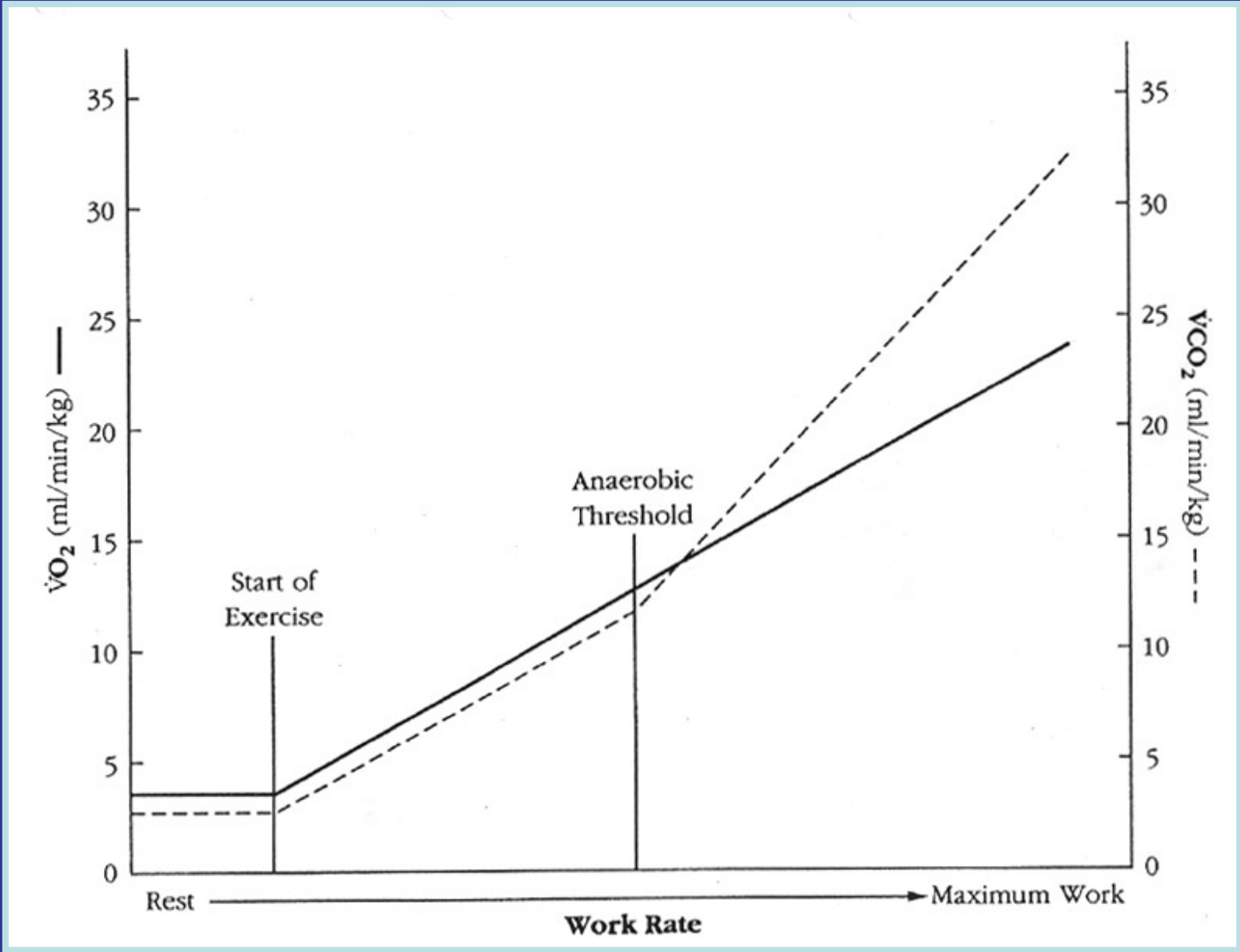
Si parla di soglia anaerobica quando questo rapporto  
e' uguale a 1 (  $VCO_2/VO_2=1$  )

L'incremento significativo della produzione:

Gli H<sup>+</sup> dell'acido lattico vengono tamponati dagli ioni HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> con successiva formazione di H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> che si dissocia in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>

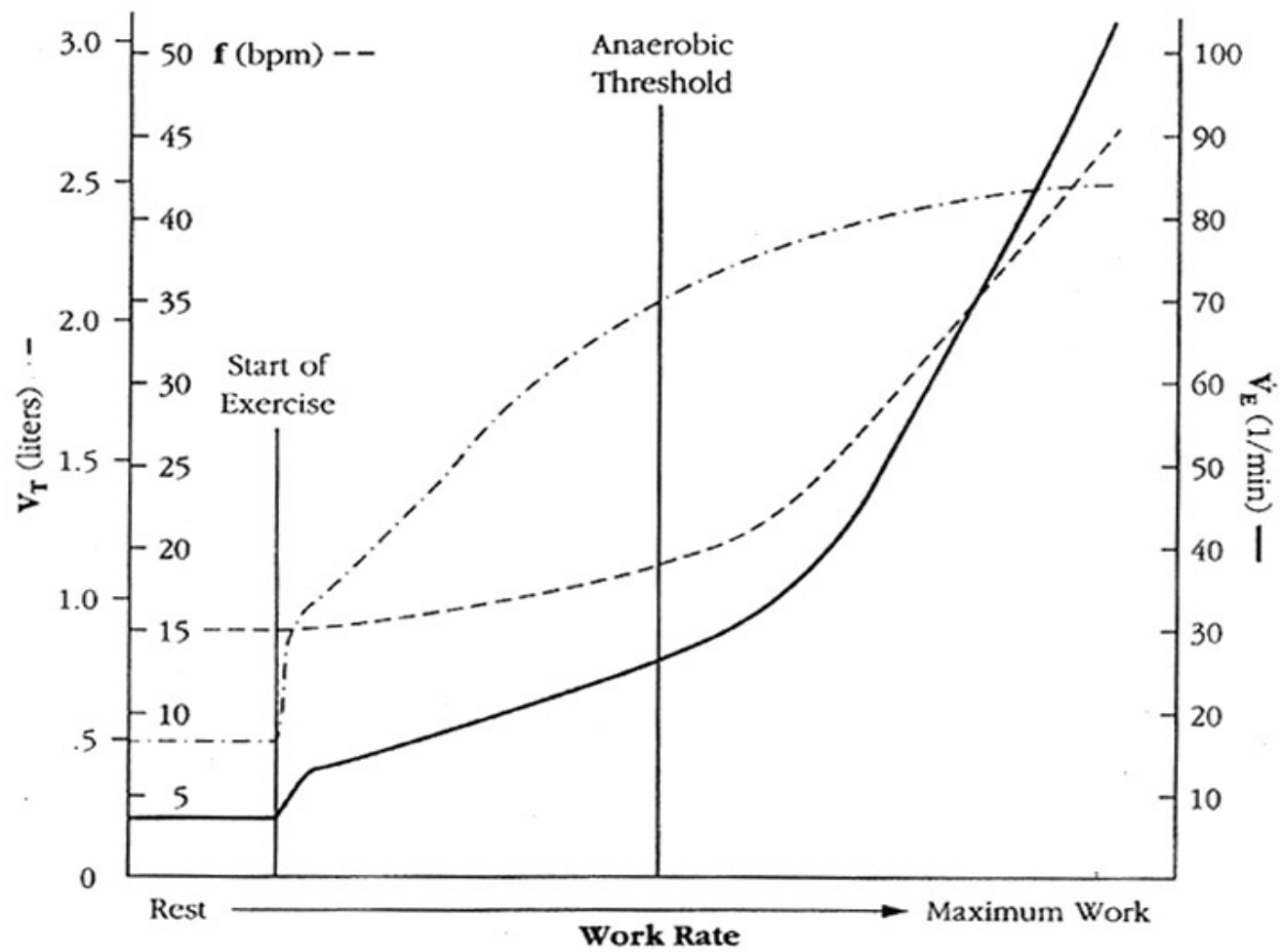






# PARAMETRI POLMONARI

	Riposo	Massimo
Ventilazione	5-10 L/min	100-200 L/min
Volume corrente	0.5 L	2.3-3.0 L
Frequenza respiratoria	12-16 rpm	40-50 rpm
Spazio morto/Vol corr	0.25-0.35	0.04-0.2
Tempo transito capillare polm	0.75 sec	0.38 sec



# PARAMETRI CARDIOVASCOLARI

RIPOSO      MASSIMO

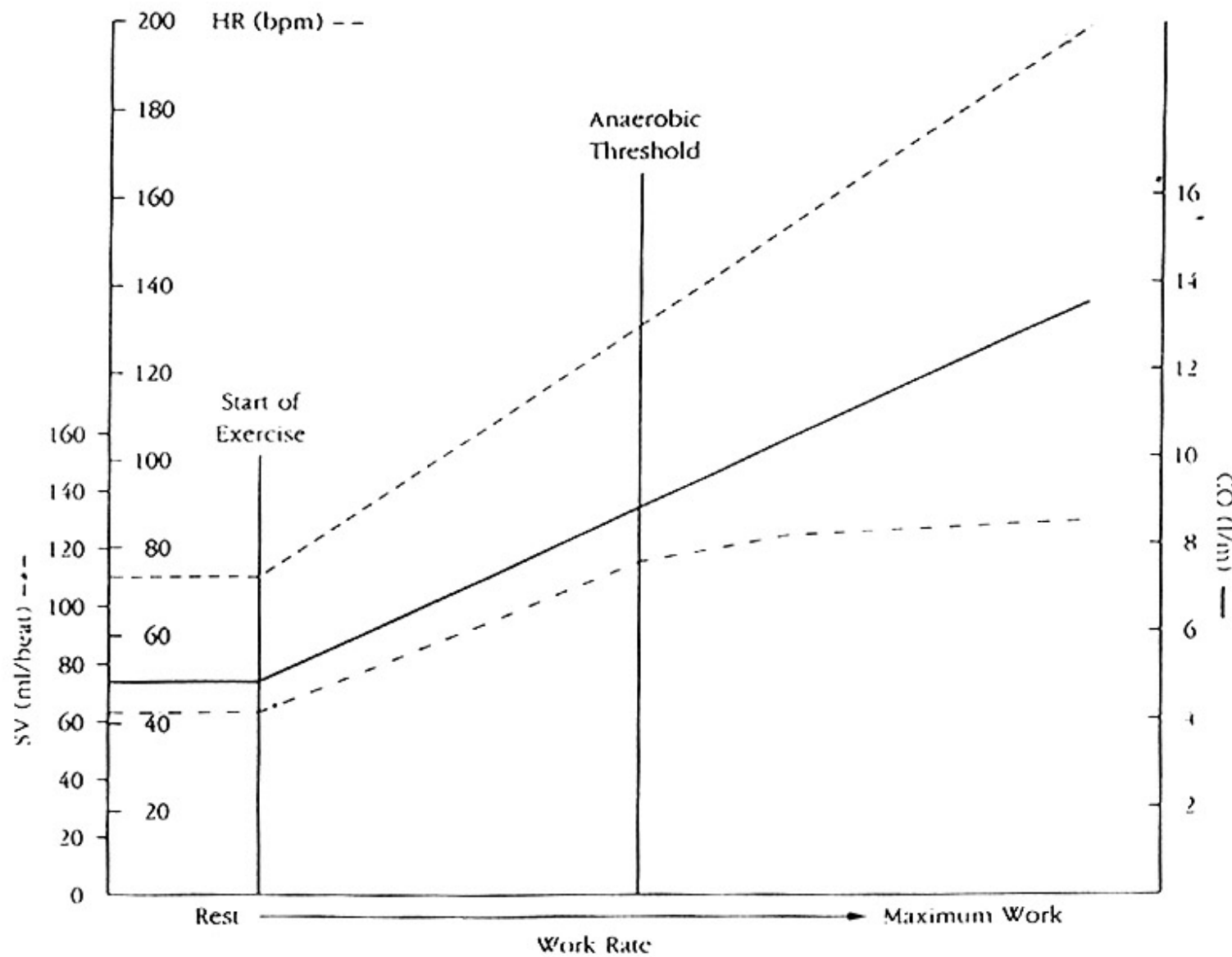
Portata cardiaca      4-6L/min      20-40 L/min

Gittata sistolica      50-80 ML      CIRCA IL DOPPIO

FREQUENZA CARDIACA 30-100 bpm      2,5/4 volte il basale

POLSO DI O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>/HR)      2,5-4 ml      10-15 ml

### CHANGES IN CARDIOVASCULAR PARAMETERS DURING EXERCISE



## **FREQUENZA CARDIACA**

-Soppressione del tono del sistema parasimpatico

-Attivazione del sistema simpatico

# **RISERVA CARDIACA**

**Differenza tra frequenza cardiaca massima predetta  
E massima frequenza raggiunta al massimo dello sforzo**

**Valore  
15 battiti/min**

Equazione per il calcolo del valore medio di  $f_{cmax}$

---

$$F_{cmax} (\pm 10bpm) = 220 - età$$

F

c

Es : giovani di 20 anni,  $f_{cmax} = 200$  bpm

anziani di 80 anni,  $f_{cmax} = 140$  bpm



# STADIAZIONE DELLA CAPACITA' DI ESERCIZIO FISICO IN BASE AL VO2max

VO2max (% teorico)

Grado

> 80%

Normale

71-80 %

Livemente ridotta

51-70%

Moderatamente ridotta

≤ 50%

Severamente ridotta

## **INDICAZIONI PER IL TEST DA SFORZO CARDIOPOLMONARE**

Determinare la tolleranza all'esercizio e i fattori limitanti

Determinare l'impairment nelle malattie croniche polmonari

Stabilire la disabilità

Valutazione per i programmi di riabilitazione

Valutazione pre-operatoria

Trapianto del polmone e cuore-polmone

# **CONTROINDICAZIONI AL TEST DA SFORZO**

## **ASSOLUTE**

- IMA**
- ANGINA INSTABILE NON IN TERAPIA**
- ARITMIA CARDIACA NON CONTROLLATA CHE DETERMINA SINTOMI O COMPROMISSIONE EMODINAMICA**
- INSUFFICIENZA CARDIACA SINISTRA**
- EP ACUTA O INFARTO POLMONARE**
- MIOCARDITE O PERICARDITE ACUTA**
- DISSEZIONE AORTICA**
- RILUTTANZA A DARE IL CONSENSO INFORMATO**

## **RELATIVE**

- **STENOSI DELLA CORONARIA PRINCIPALE DI SINISTRA**
- **ALTERAZIONI ELETTROLITICHE**
- **IPERTENSIONE ARTERIOSA DI GRADO ELEVATO  
(200/110)**
- **TACHIARITMIA O BRADIARITMIA**
- **CARDIOMIOPATIA IPERTROFICA O ALTRE PATOLOGIE  
CHE DETERMINANO OSTRUZIONE AL FLUSSO**
- **CONDIZIONI FISICHE CHE IMPEDISCONO DI ESEGUIRE**
- **BLOCCO ATRIO-VENTRICOLARE ELEVATO L'ESERCIZIO**

## **CRITERI DI INTERRUZIONE DEL TEST**

- ANGINA DI GRADO MODERATO O SEVERO**
- PEGGIORAMENTO DELLE CONDIZIONI NEUROLOGICHE ( ATASSIA, CONFUSIONE)**
- CIANOSI O PALLORE**
- DESIDERIO DEL PZ DI INTERROMPERE**
- DIFFICOLTA' DI MONITORAGGIO DI ECG O PRESSIONE ARTERIOSA**
- TV DI GRADO ELEVATO**

# Le fasi del CPET con protocollo incrementale

---

**Preparazione del soggetto**

**Riposo (3 min)**

**Riscaldamento (3 min)**

**Esercizio incrementale (10 min )**

**Recupero (3 min )**

## **Consenso informato**

## **Preparazione del paziente**

- essere riposato
- astenersi dal cibo nelle 3-4 hr precedenti
- non sospendere la terapia in atto
- abiti confortevoli
- PFR, DLCO, EGG di base

## **Valutazione clinica del paziente**

**TASSO DI MORTALITA 0.01%**

**50% DEI CASI MUORE ENTRO LA PRIMA ORA**

**COMPLICANZE GRAVI CHE NON RICHIEDONO LA  
OSPEDALIZZAZIONE**

- DOLORE TORACICO**
- SOTTOSLIVELLAMENTO DEL TRATTO ST**
- ARITMIE**
- CRISI IPERTENSIVE**
- EPISODI SINCOPIALI**



# Conclusioni

---

## Il CPET:

- Valuta la funzione cardio-respiratoria in corso di esercizio
- Misura il grado di riserva funzionale cardiorespiratoria
- Misura la capacità di esercizio in termini di  $VO_2\text{max}$
- Individua le cause di una riduzione di  $VO_2\text{max}$

[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)