



# Monitoraggio e valutazione parametri funzionali

*Scienze Motorie – Verona*





Corso integrato:

Monitoraggio e valutazione I: Fisiologia

Lezione 1:

Analitica (grandezze, unità di misura, accuratezza, precisione, variabilità)

# Che cosa significa valutazione funzionale?

La misurazione di parametri biologici (forza, resistenza) rilevanti ai fini della capacità di svolgere un determinato compito motorio. Parametri diversi concorrono a determinare la capacità di svolgere compiti diversi.

# Come fare valutazione funzionale?

- per alcuni gesti motori, il test migliore per valutare la capacità di compierli è l'esercizio stesso (100m, sollevamento pesi, salto verticale), risultato=capacità
- in altri casi, la misura diretta può essere scomoda (maratona), influenzata da fattori ambientali (temperatura, terreno), tecnici (stile, abilità) o tattici (esperienza, gioco di squadra)
- in altri casi, il risultato agonistico dice poco della capacità del soggetto di compiere un dato gesto (sport di squadra, competizioni)

# Come fare la valutazione funzionale?

- utilizzo di indici prestativi surrogati
- individuazione di variabili utili o essenziali per compiere un determinato compito motorio

# Perchè fare valutazione funzionale?

- comprendere il modello prestativo (quali caratteristiche funzionali sono coinvolte? Quale il contributo dei singoli fattori alla performance?)
- analizzare atleti singoli per individuare punti deboli e fissare obiettivi di miglioramento (anche contesto medico)
- monitorare gli effetti di un intervento per il miglioramento della performance (allenamento, terapia, dieta)
- selezionare talenti (verificare presenza/assenza di caratteristiche favorevoli o indispensabili alla performance)
- monitorare eventuali effetti negativi (sovrallenamento)
- costruire piani di lavoro su misura (ottimizzare)

# Quali variabili misurare?

- Studi retrospettivi o cross-sezionali:
  - confronto tra atleti di una stessa disciplina ma diverso livello agonistico (stesse qualità presenti in misura diversa? Qualità diverse?)
  - correlazione tra livello di espressione di una qualità e livello prestativo
  - caratterizzazione del gesto motorio (durata, intensità, frequenza, costo energetico globale, % forza impiegata, gruppi muscolari coinvolti)
- Studi prospettici:
  - introduzione di una variabile che modifichi il livello funzionale e valutazione dei risultati sul gesto motorio

# Quali variabili misurare?

La possibilità di misurare variabili funzionali e la loro utilità pratica dipende da:

- difficoltà di misura
- tempo di esecuzione
- necessità di personale o strumenti
- costo
- invasività
- rischi
- precisione/accuratezza
- rapporto della misura con la performance
- sensibilità/specificità

# Quali variabili misurare?

Dipende quello che interessa:

specificità  
modello prestativo



- capacità di svolgere un certo tipo di esercizio (alzarsi dalla sedia)

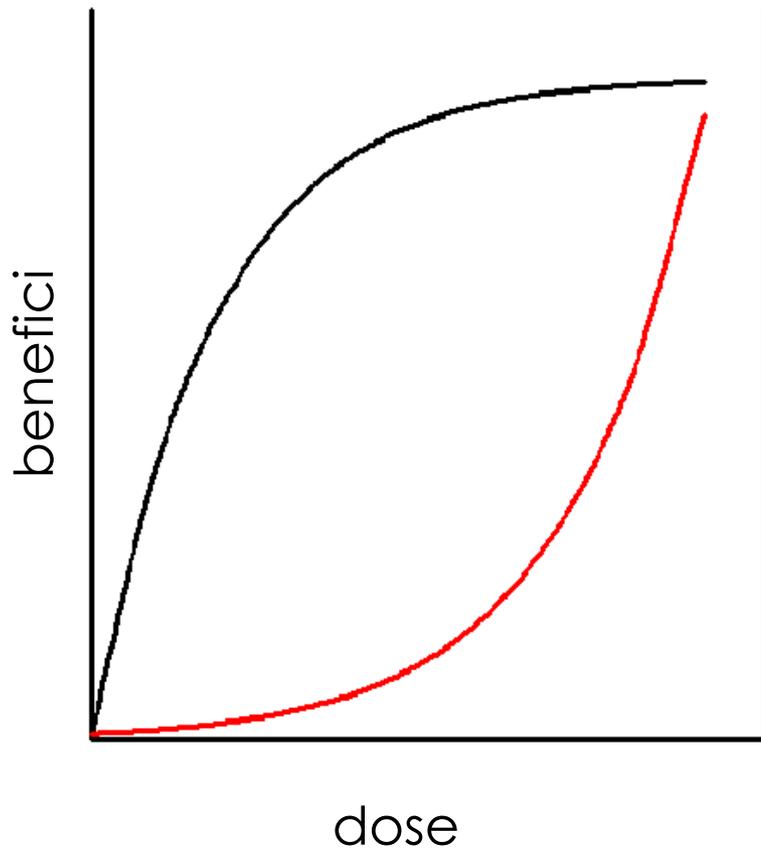
- indicatori globali di funzionalità  $VO_2\text{max}$ , handgrip

- indicatori di rischio di sviluppare patologie  $VO_2\text{max}$ ,  
Fc basale,  
Variabilità RR,  
BMI

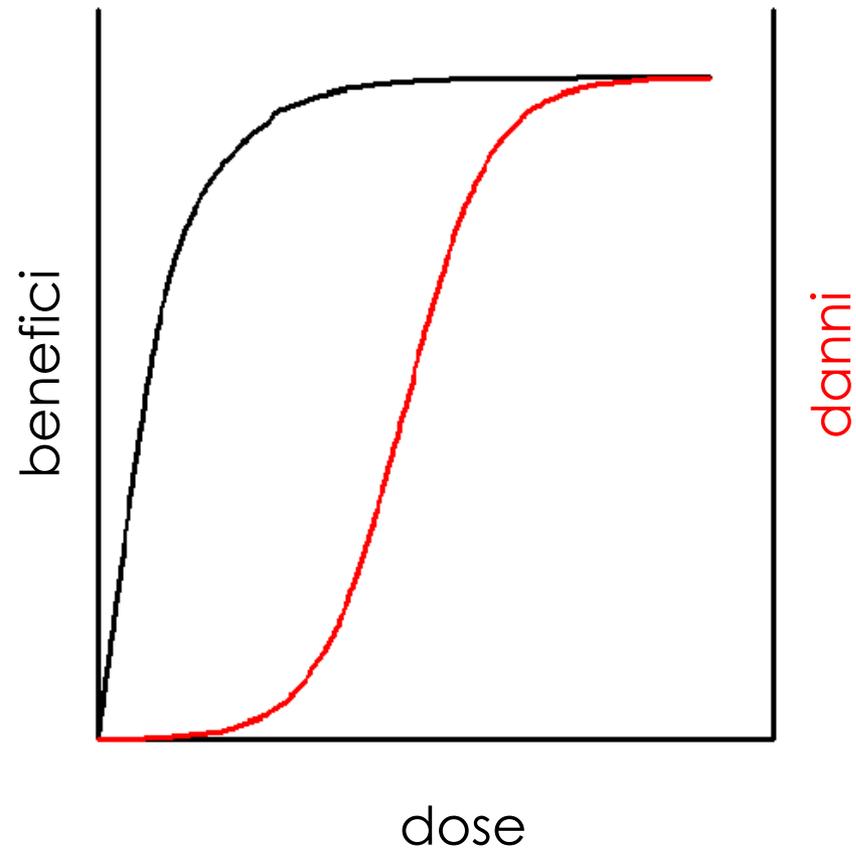
- intensità soglia per allenamento  
F<sub>c</sub>max, F<sub>c</sub>riserva  
Soglia anaerobica  
Forza massima

# Quanto esercizio?

giovani

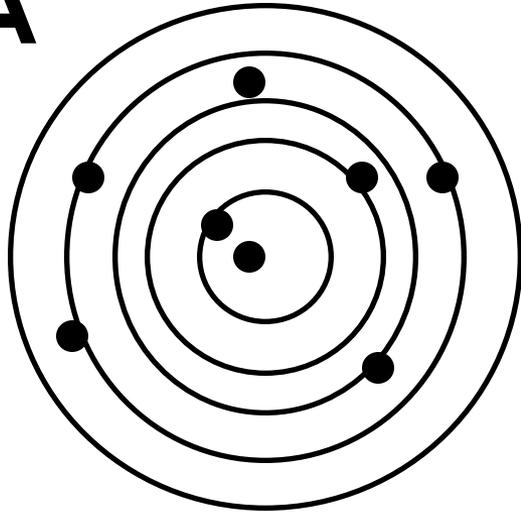
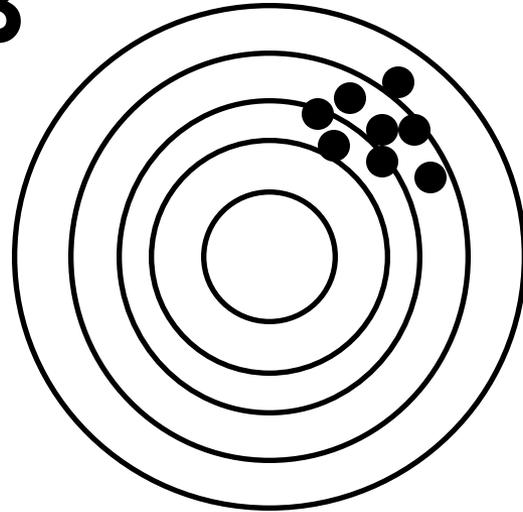
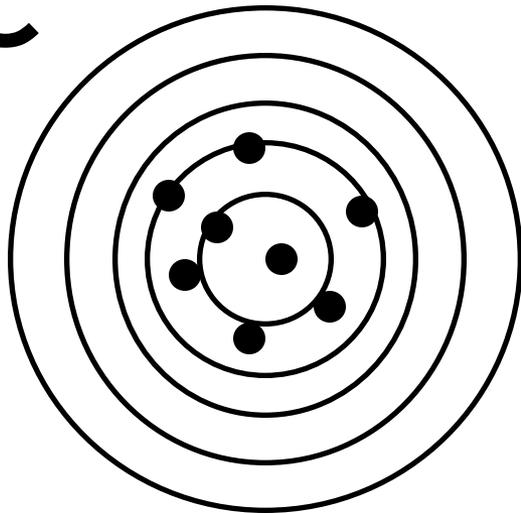
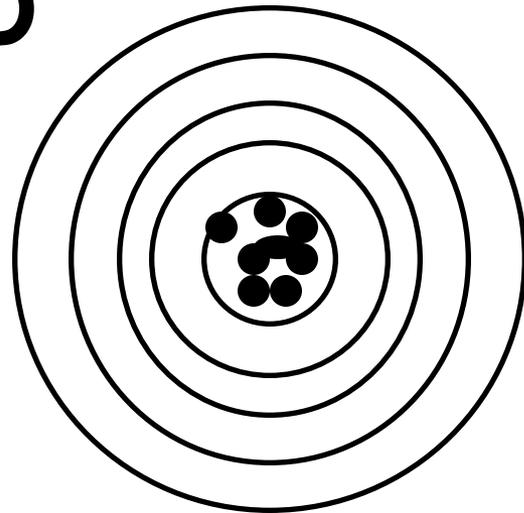


anziani



# Caratteristiche di una misura

- accuratezza (o validità)
- precisione (o ripetibilità o attendibilità)
- oggettività
- specificità
- sensibilità

**A****B****C****D**

# Variabilità di una misura:

- Quantificata con il coefficiente di variazione.
- Condiziona il numero di misure necessarie per verificare un'ipotesi (misura del campione).
- Deve essere inferiore alla variazione attesa.
- Dipende da:
  - effetto apprendimento di un test
  - variabilità pre analitica
  - variabilità analitica

Variabile:

caratteristica o attributo degli  
oggetti sottoposti alla  
misurazione che può variare  
tra individui diversi ed in  
diverse situazioni

I valori assunti dalle variabili  
vengono denominati DATI

# Variabili qualitative

Una variabile è qualitativa o categorica quando la caratteristica dell'oggetto non viene misurata per mezzo di numeri ma per mezzo di categorie (esempio il genere: maschile/femminile).

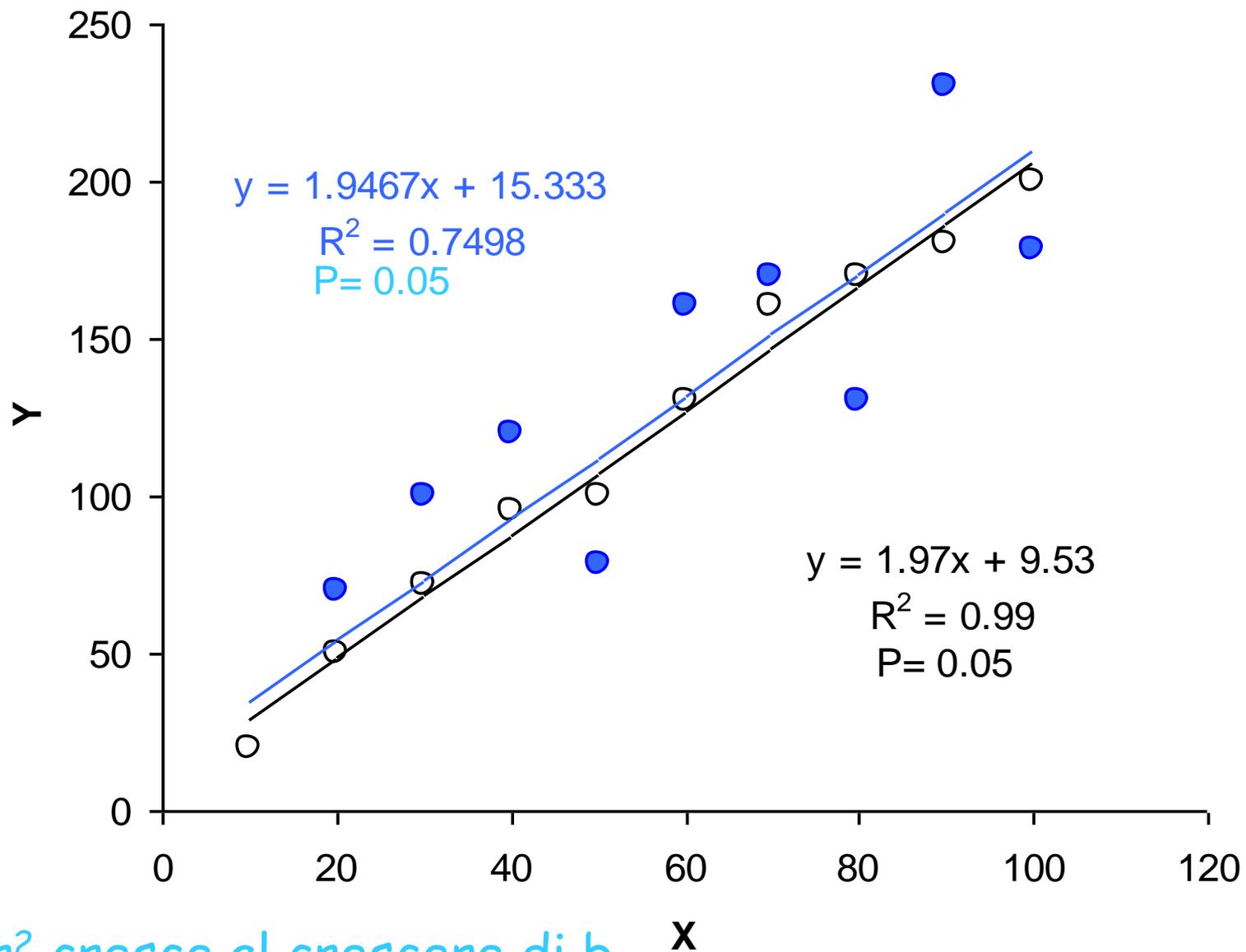
- variabile qualitativa discontinua
- variabile qualitativa continua

# Variabili quantitative

Una variabile è quantitativa o metrica quando la caratteristica dell'oggetto viene misurata tramite un valore numerico (età, peso, altezza, numero dei componenti della famiglia).

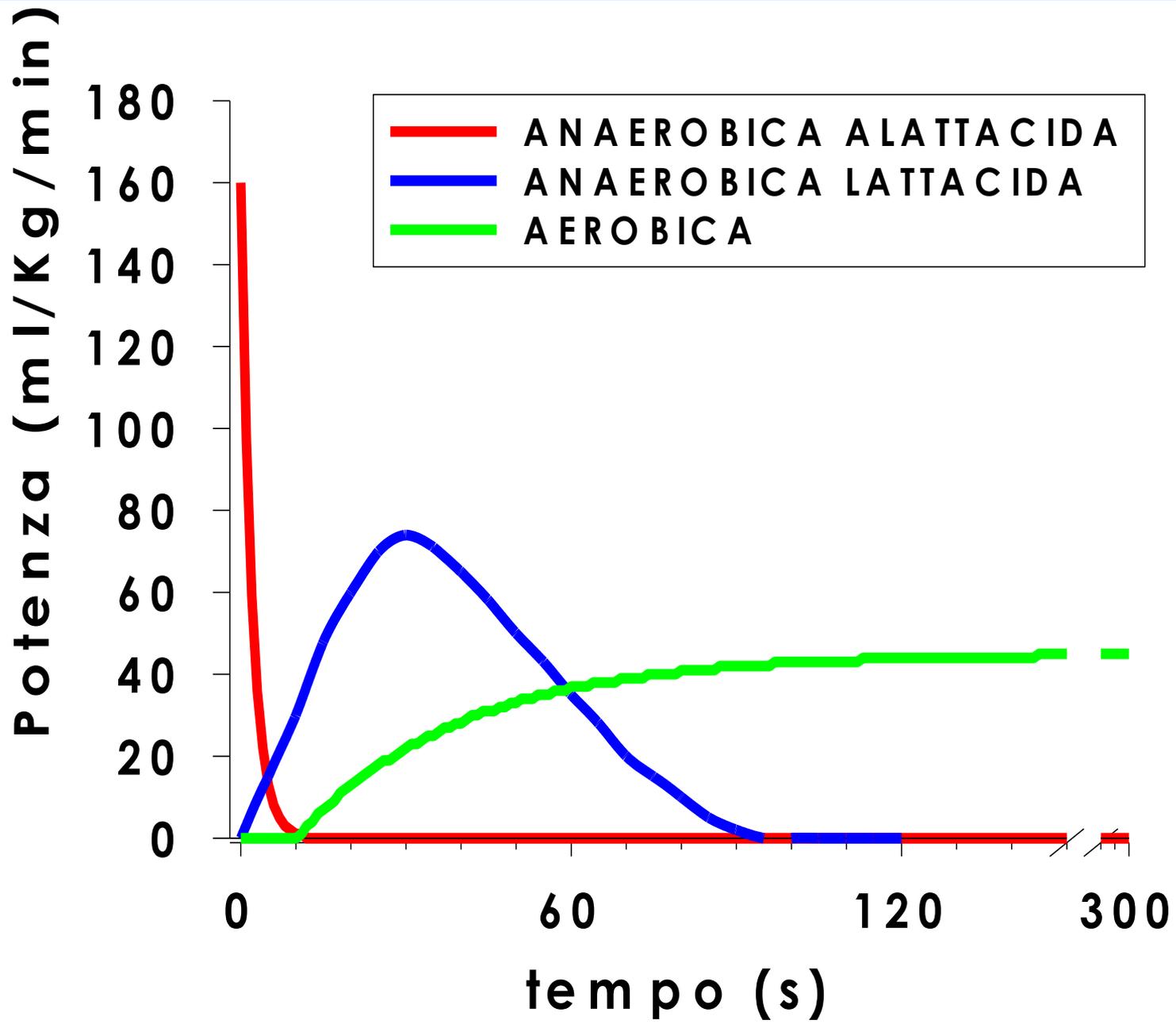
Anche le variabili quantitative si distinguono in continue e discontinue.

Vengono espresse in unità di misura



$r^2$  cresce al crescere di b

$$v_{\max} = \frac{\dot{E}_{\max}}{C}$$



# ***CONSUMO DI OSSIGENO***

*determinanti fisiologici*

$$\dot{V}O_2 = \dot{Q} * (CaO_2 - \bar{Cv}O_2)$$

- $\dot{Q} = FC * Gp$
- $CaO_2 = [Hb] * 1,34 * SaO_2$
- $\bar{Cv}O_2 = [Hb] * 1,34 * S\bar{v}O_2$

ventilazione

Delivery  $O_2-CO_2$

Contrazione  
muscolare

Circolo polmonare

Circolo periferico



Risposte fisiologiche:

$\uparrow f$   
 $\uparrow V_t$

reclutamento

$\uparrow G_p$   
 $\uparrow FC$

dilatazione

$\uparrow Q_{CO_2}$   
 $\uparrow Q_{O_2}$

# Misura del $\text{VO}_2\text{max}$



## *Attraverso un test massimale:*

- ✓ misura del  $\text{VO}_2\text{max}$
- ✓ relazione  $\text{VO}_2/W$
- ✓  $\text{FCmax}$
- ✓  $W\text{max}$
- ✓ relazione individuale  $\text{FC}/\text{VO}_2$

## *Misure indirette (Test da campo)*

Basate su parametri non-ventilatori e/o test sottomassimali:

- ✓ indici di performance aerobica
- ✓ stime indirette

### *Vantaggi:*

- ✓ basso costo
- ✓ tempi di esecuzione rapidi
- ✓ personale/apparecchiatura non tecnici
- ✓ sforzo sottomassimale (minore necessità di motivazione)
- ✓ ridotto rischio medico
- ✓ buona precisione

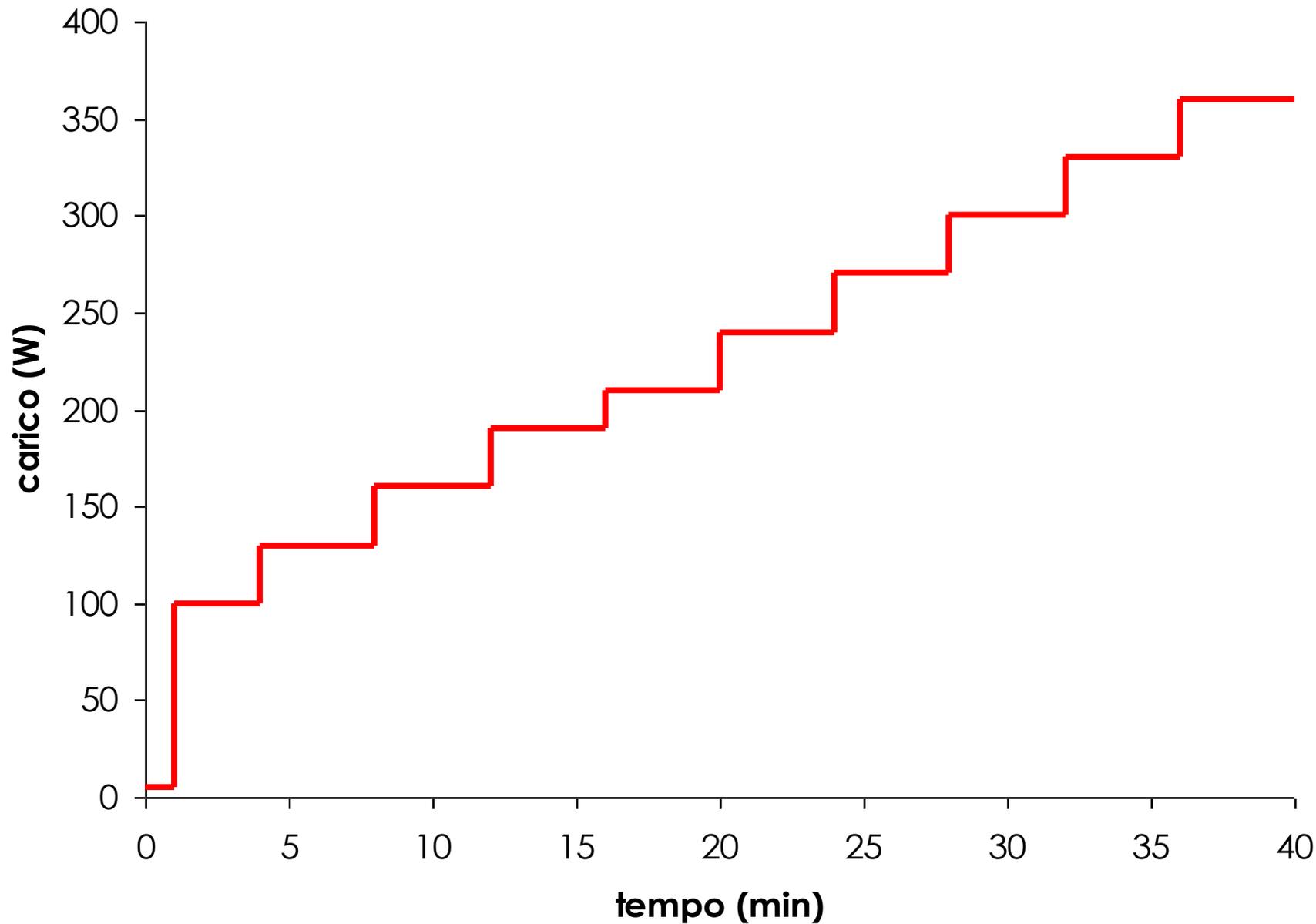
### *Svantaggi:*

- ✓ influenza di variabili ambientali
- ✓ impossibile valutare variabili importanti
- ✓ bassa accuratezza
- ✓ applicati da personale non esperto

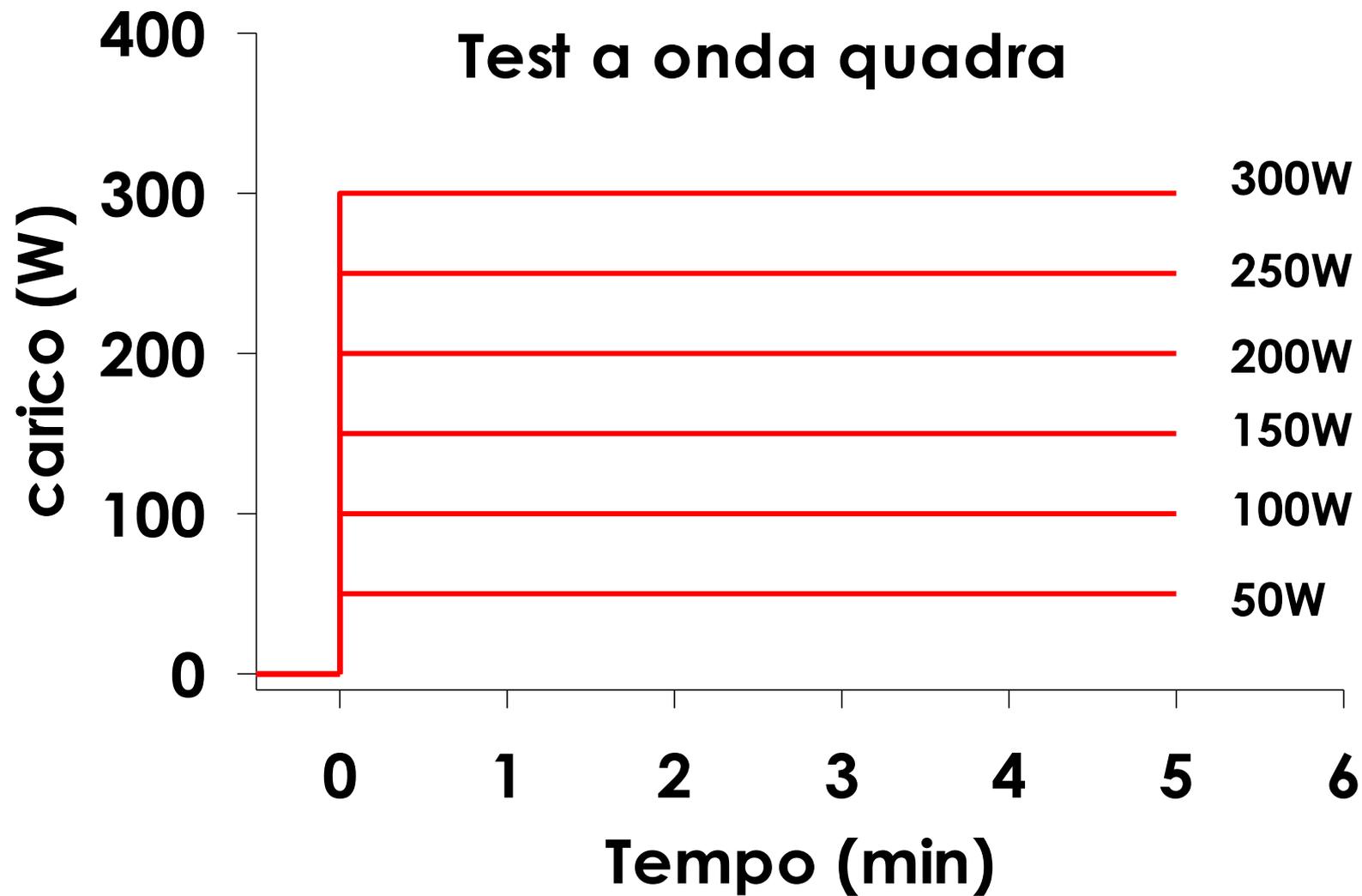
*La valutazione indiretta del  $\text{VO}_2\text{max}$  basata su FC assume:*

- ✓ misura del  $\text{VO}_2$  o  $\text{VO}_2$  “noto”
- ✓ FC ad equilibrio
- ✓ relazione lineare tra FC e costo energetico
- ✓ costante relazione individuale  $\text{FC}/\text{VO}_2$
- ✓ stima accurata della  $\text{FC}_{\text{max}}$

# *Test incrementali, continui*

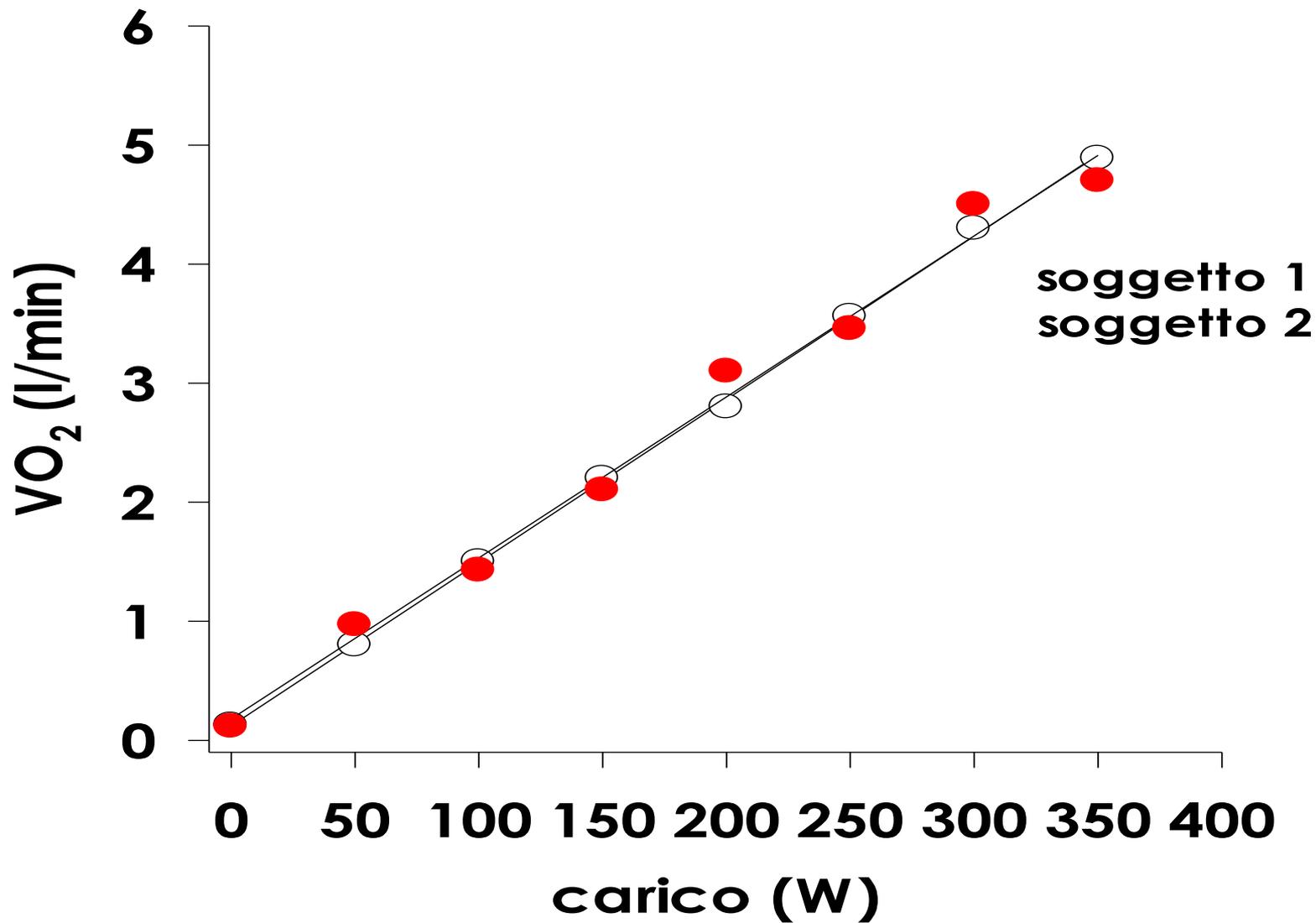


*Test ad onda quadra, discontinui*

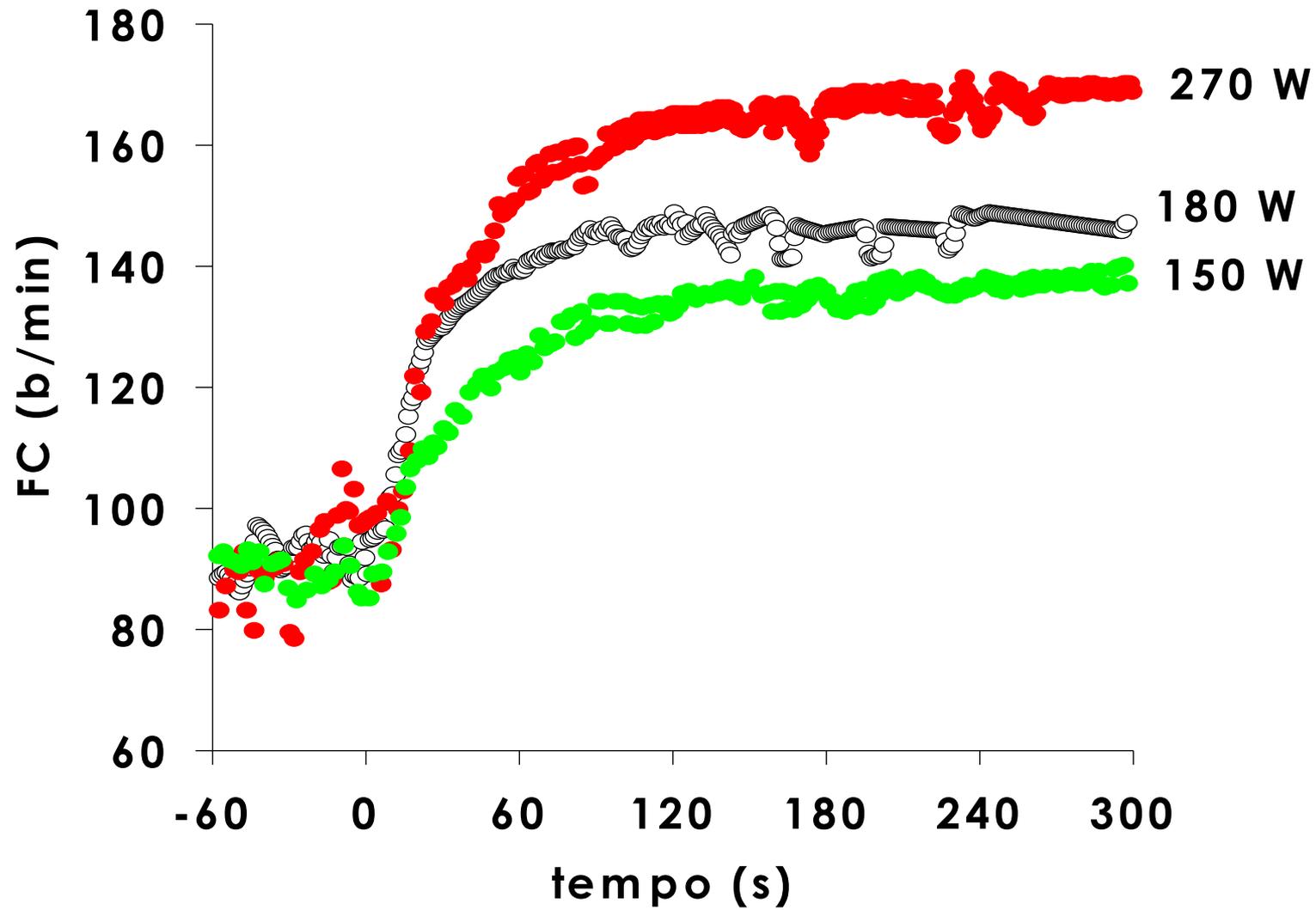


	Sogg. 1	Sogg.2	Sogg. 1	Sogg.2
W	VO2	VO2	FC	FC
0	0.129	0.118	70	60
50	0.800	0.970	90	75
100	1.500	1.429	110	90
150	2.200	2.104	130	105
200	2.800	3.100	150	120
250	3.560	3.458	170	135
300	4.300	4.500	190	150
350		4.700		165

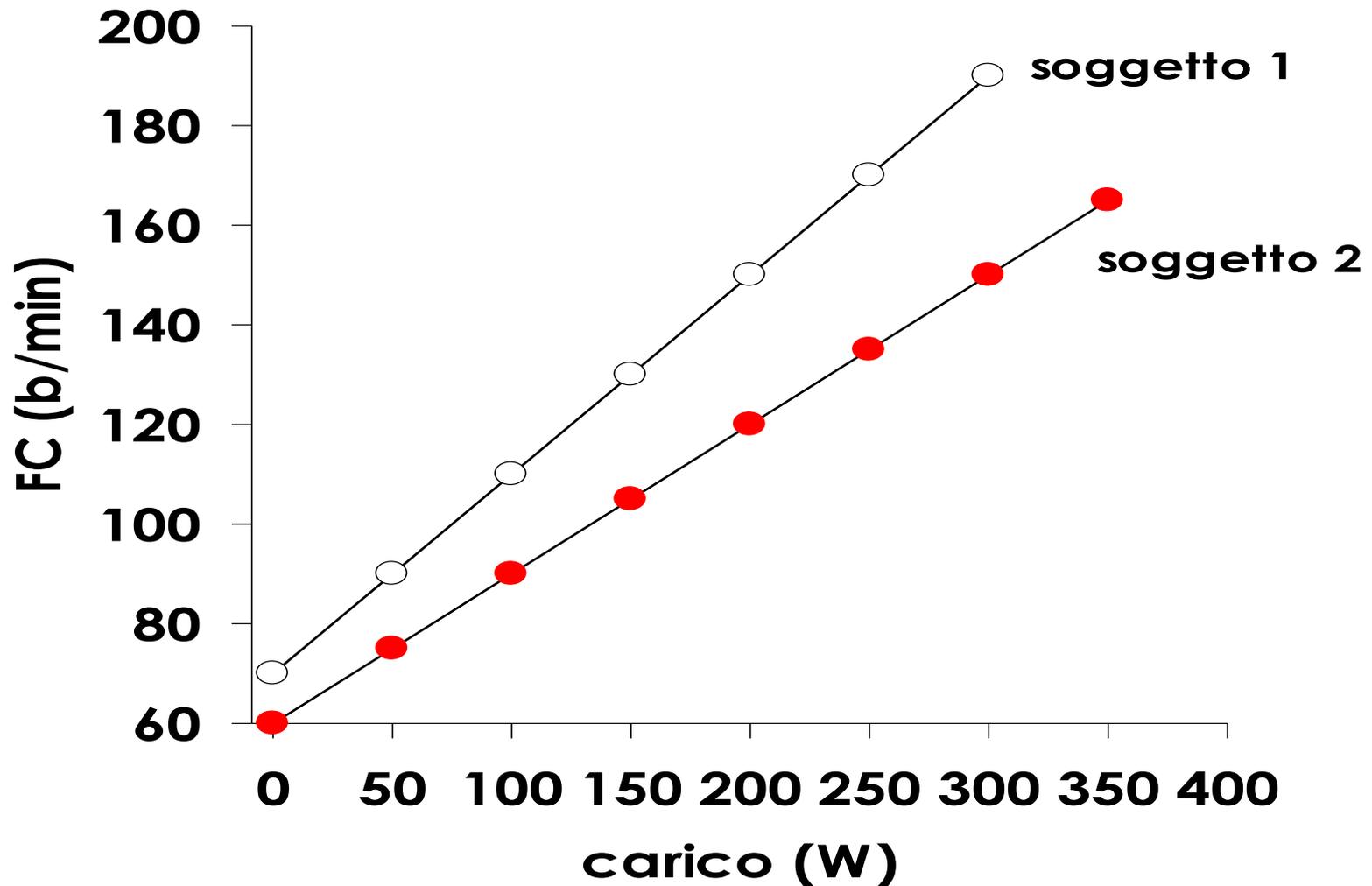
✓ misura del  $\dot{V}O_2$  o  $\dot{V}O_2$  "noto"



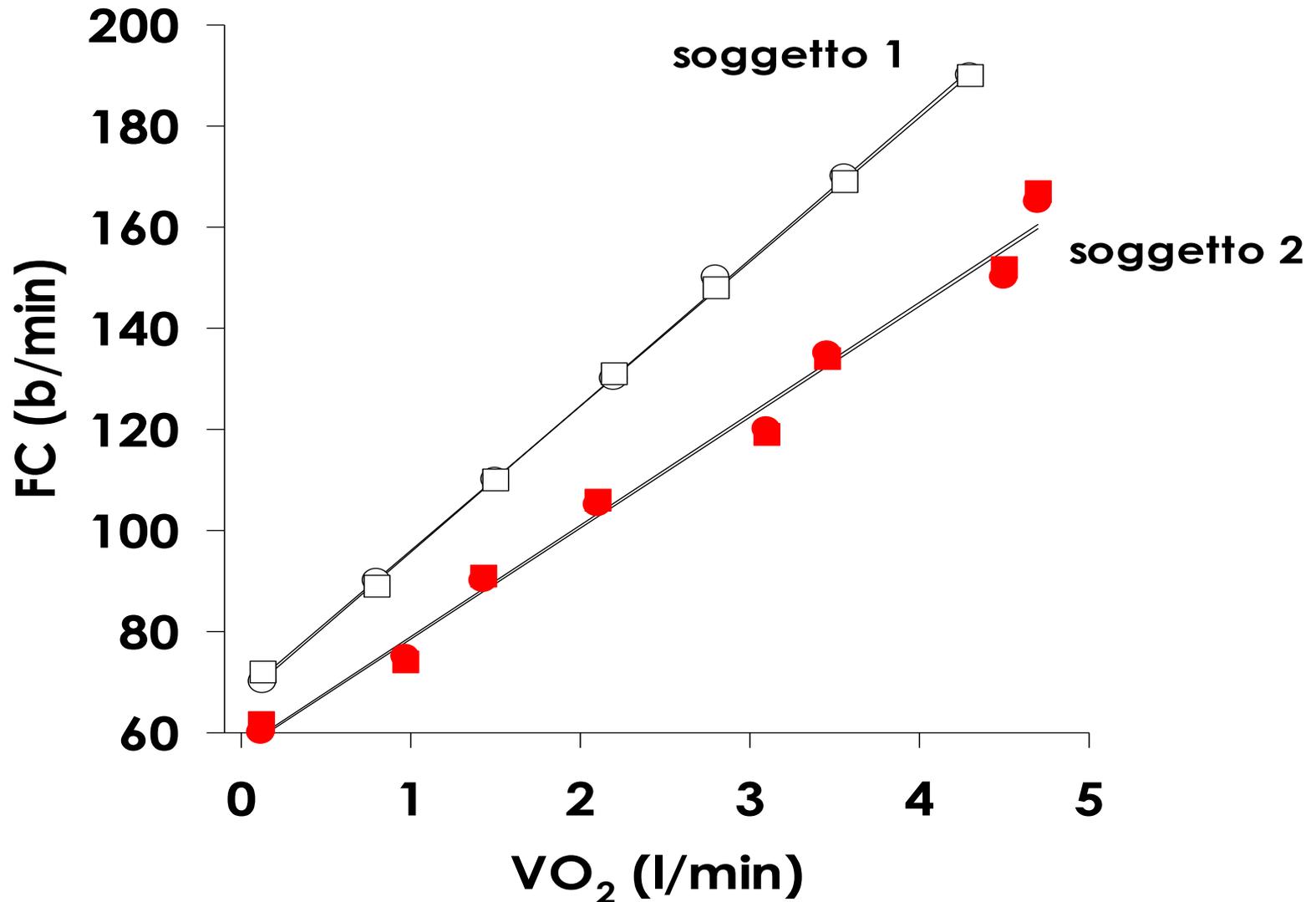
✓ FC ad equilibrio



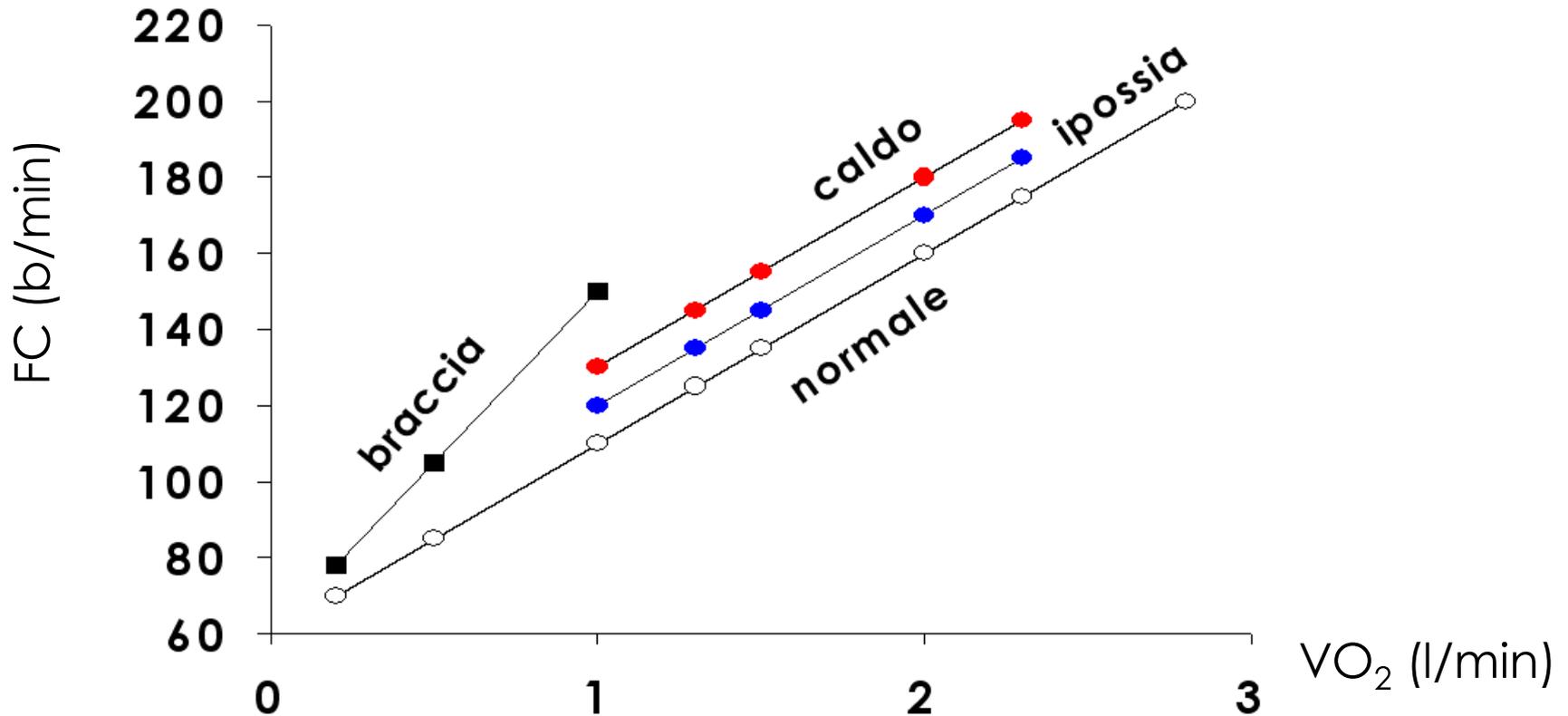
✓ relazione lineare tra FC e costo energetico



✓ relazione lineare tra FC e costo energetico

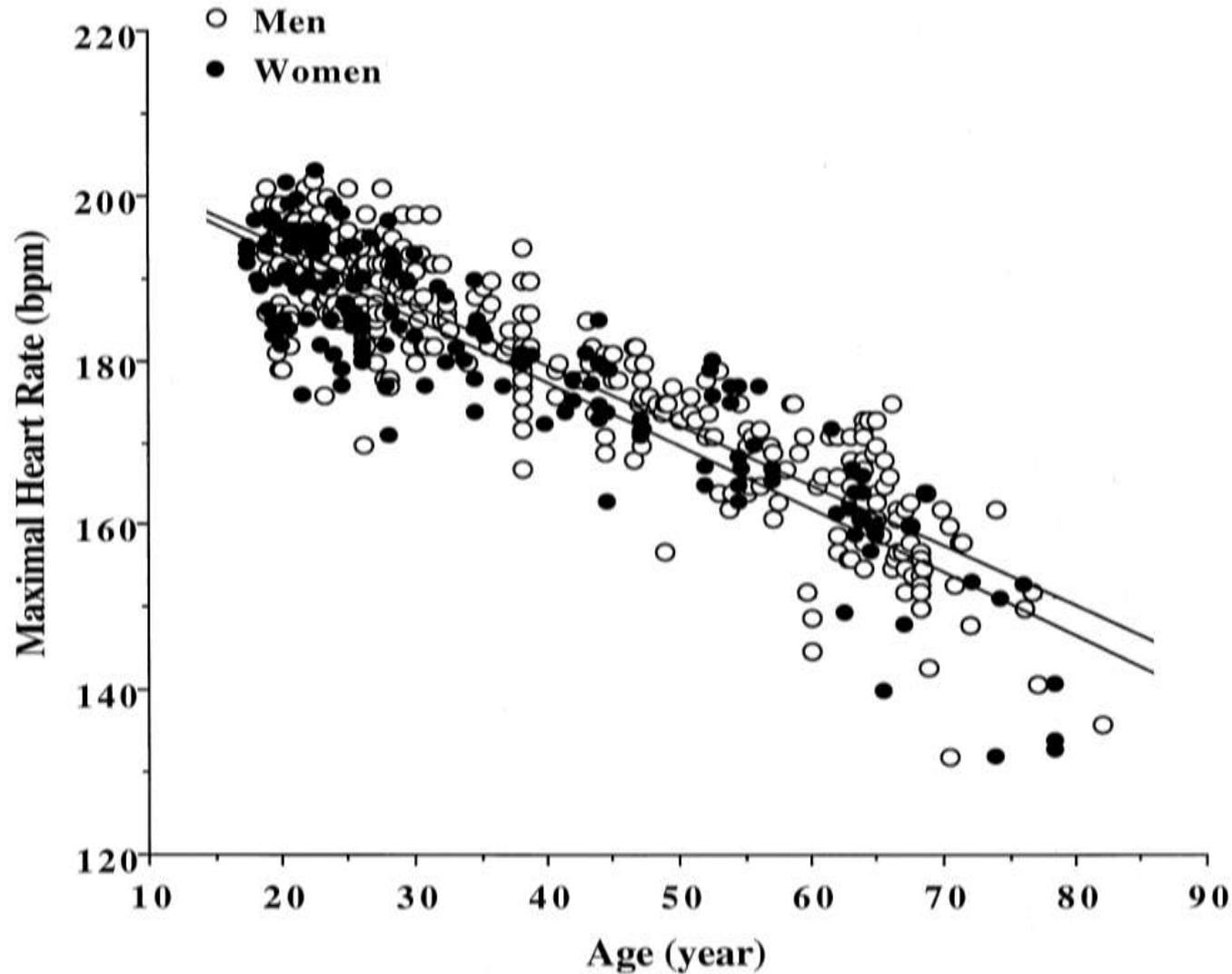


✓ costante relazione individuale  $FC/VO_2$



- temperatura ambiente
- umidità relativa
- tipo di esercizio
- sonno
- pressione barometrica
- composizione dell'aria
- ora del giorno
- idratazione
- composizione della dieta
- distanza dal pasto

✓ Stima accurata di  $FC_{max}$



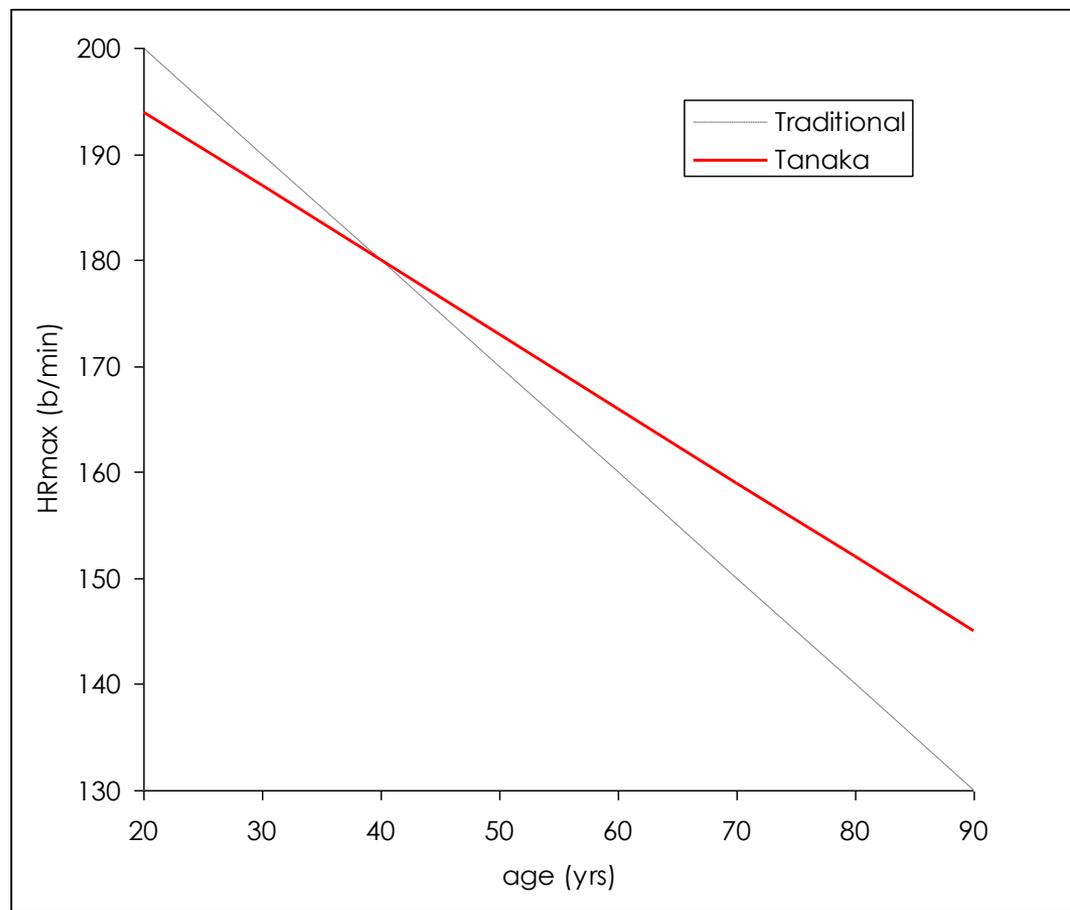
From: "Age-predicted  $HR_{max}$  revisited" Tanaka et al., J Am Coll Cardiol, 37(1): 153-6,

# ✓ accurate estimation of HR<sub>max</sub>

age	20	30	40	50	60	70	80	90
Traditional	200	190	180	170	160	150	140	130
Tanaka	194	187	180	173	166	159	152	145
<b>difference</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-3</b>	<b>-6</b>	<b>-9</b>	<b>-12</b>	<b>-15</b>

$$\text{HR}_{\text{max}} (\text{b/min}) = 220 - \text{age (yrs)}$$

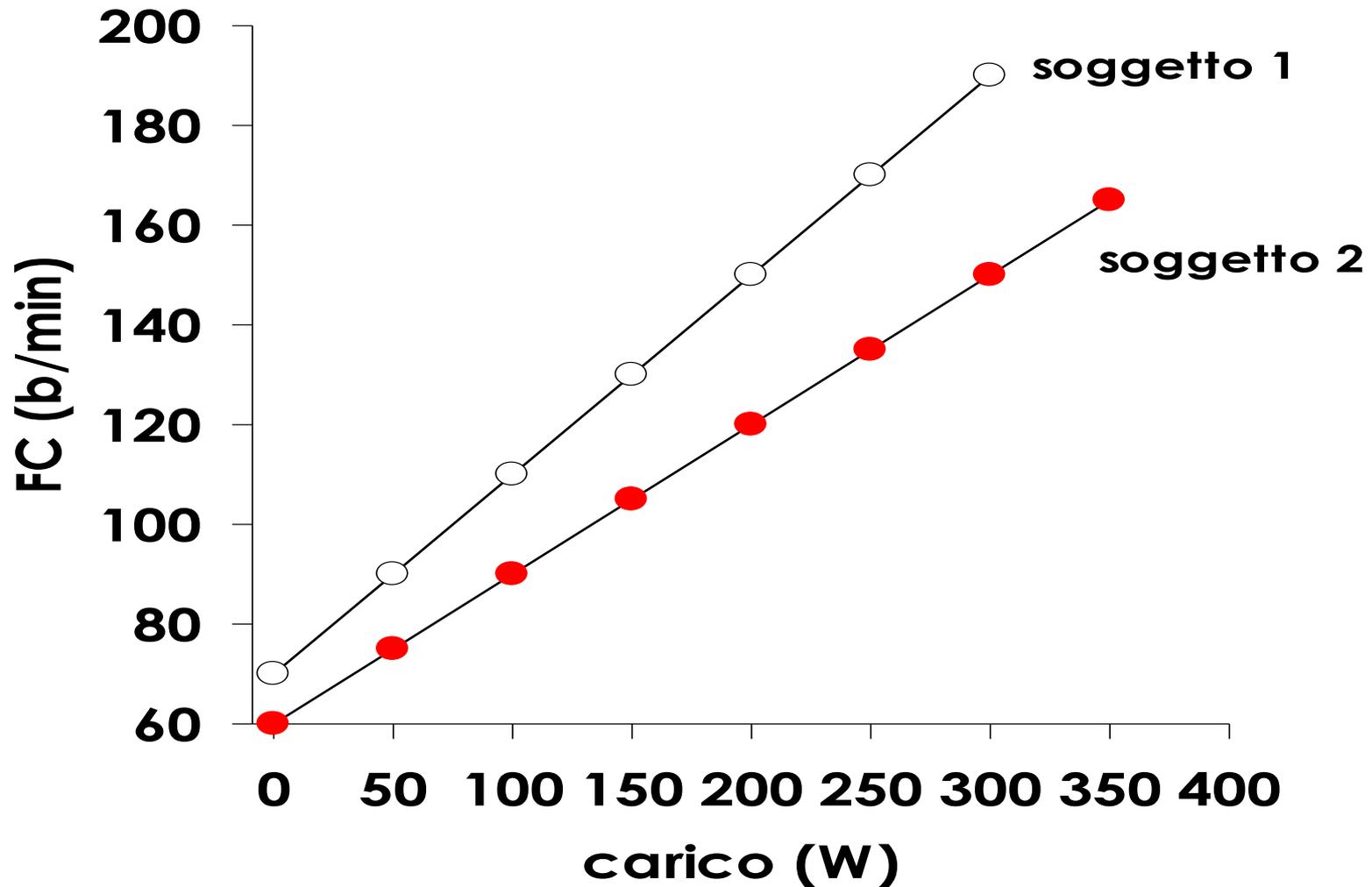
$$\text{HR}_{\text{max}} (\text{b/min}) = 208 - (0.8 * \text{age})$$



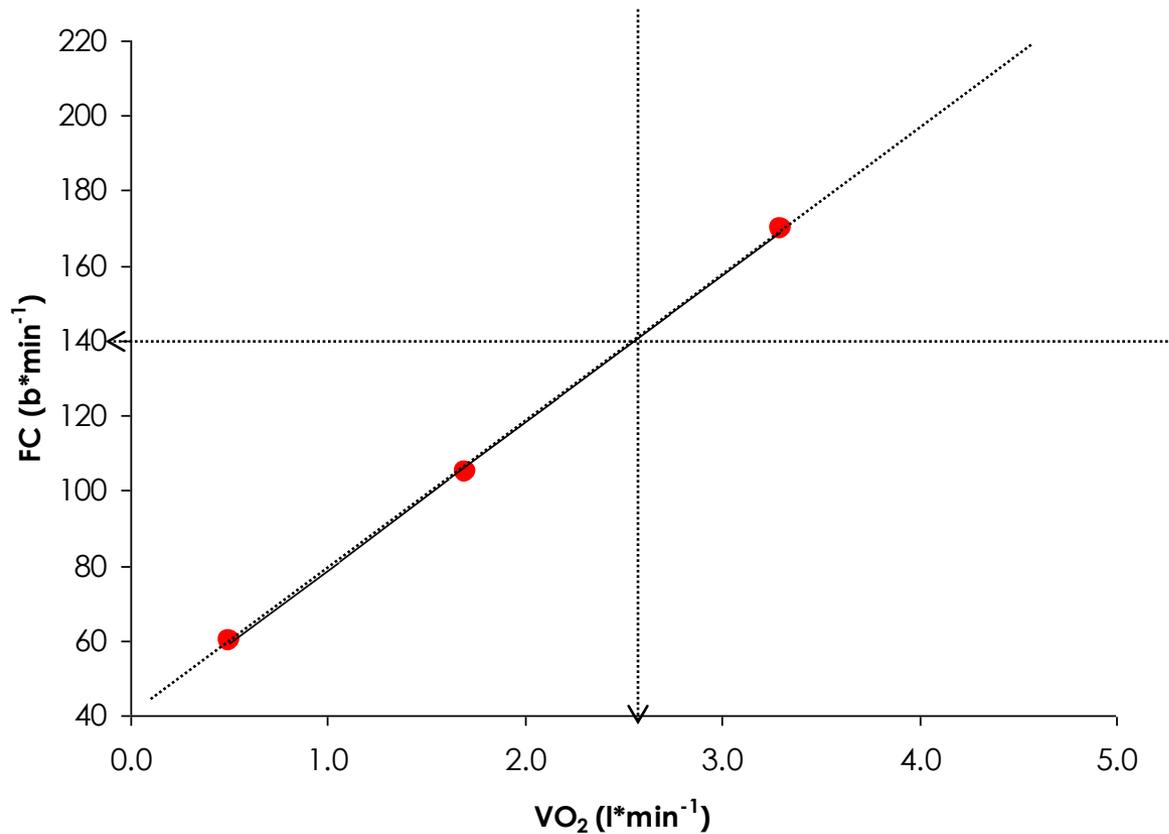
From: "Age-predicted HR<sub>max</sub> revisited" Tanaka et al., J Am Coll Cardiol, 37(1): 153-6, 2001

soggetto 1:  $y=70+0.4(x)$

soggetto 2:  $y=60+0.3(x)$

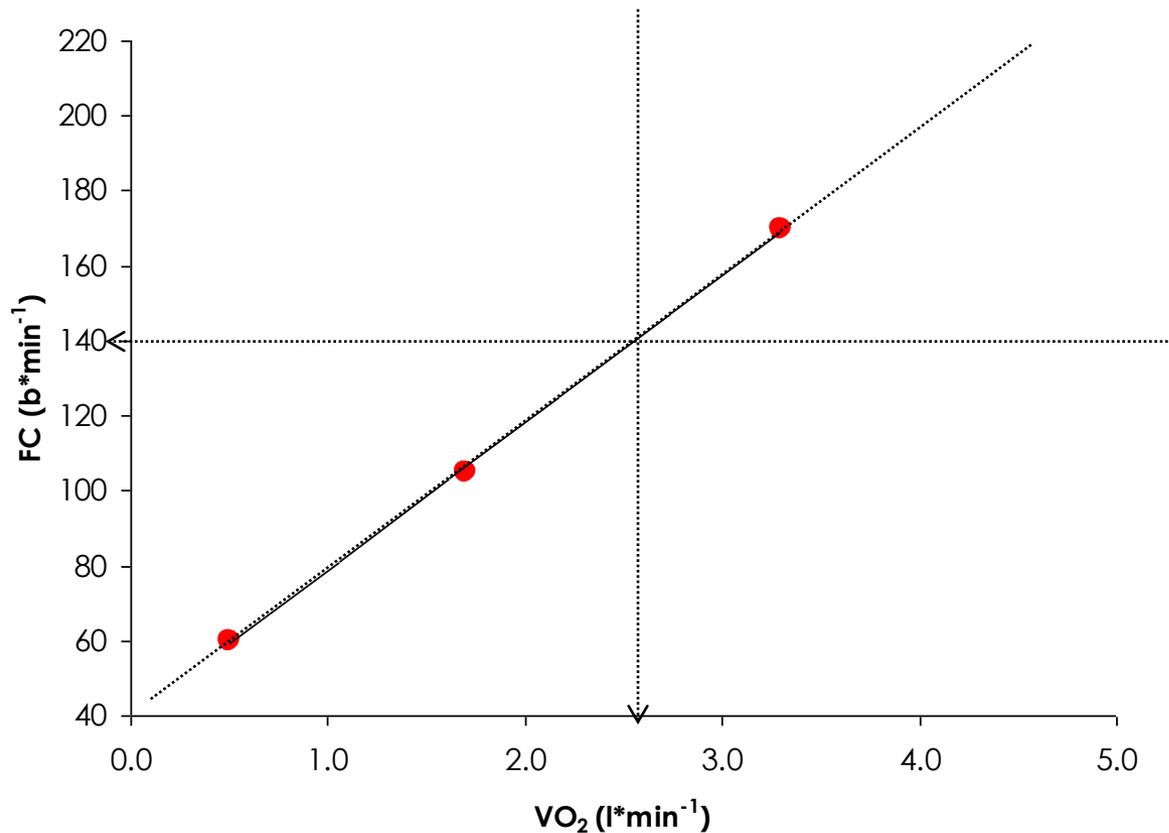


Conoscere la relazione individuale FC/ $\text{VO}_2$  consente di:



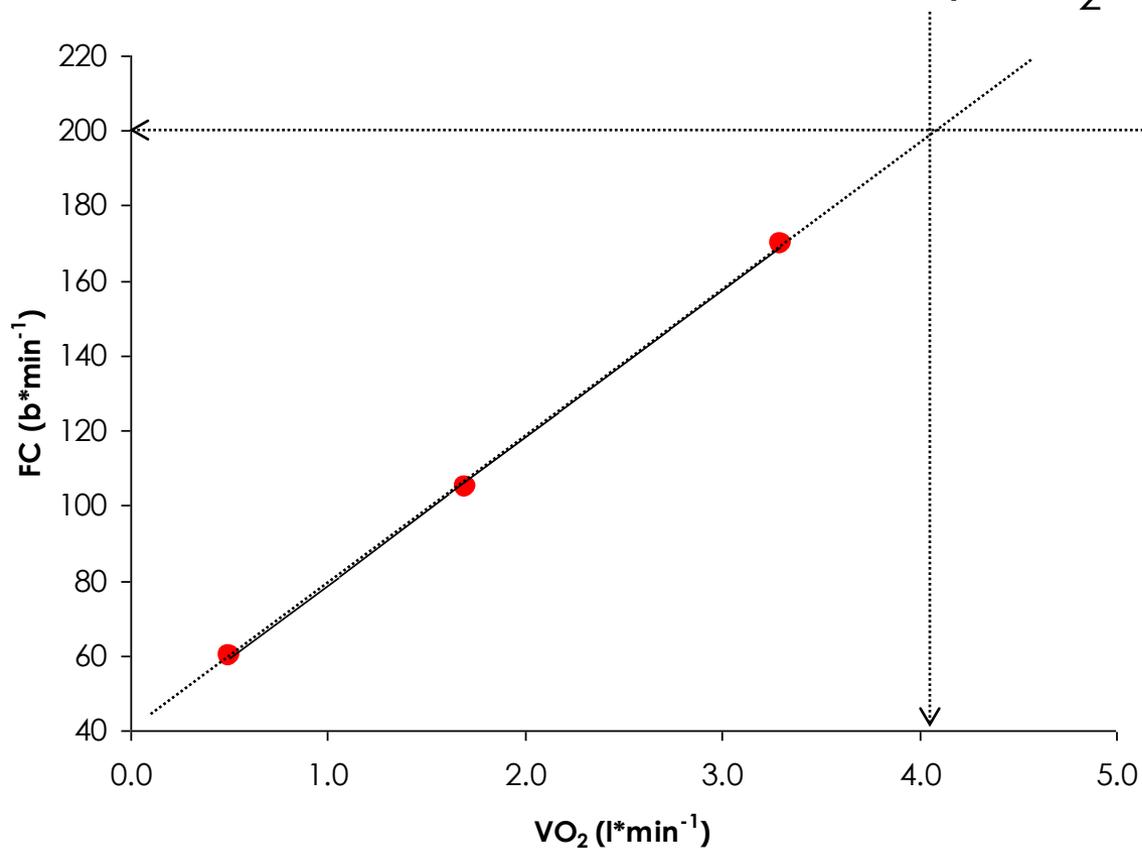
- ✓ stimare FC e  $\text{VO}_2$  di carichi intermedi non testati

Conoscere la relazione individuale FC/ $\text{VO}_2$  consente di:



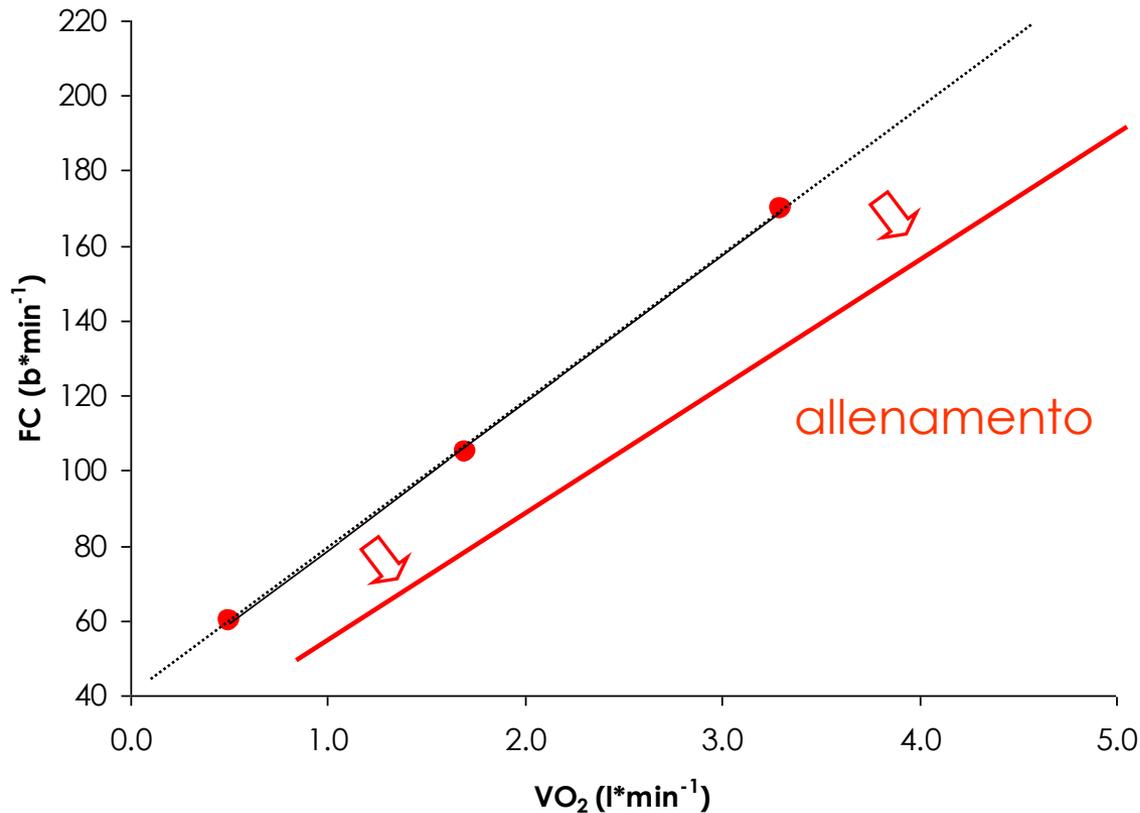
- ✓ stimare FC e  $\text{VO}_2$  di carichi intermedi non testati
- ✓ stimare il costo energetico di altre attività

Conoscere la relazione individuale FC/ $\text{VO}_2$  consente di:



- ✓ stimare FC e  $\text{VO}_2$  di carichi intermedi non testati
- ✓ stimare il costo energetico di altre attività
- ✓ stimare il  $\text{VO}_2\text{max}$

Conoscere la relazione individuale FC/ $\text{VO}_2$  consente di:



- ✓ stimare FC e  $\text{VO}_2$  di carichi intermedi non testati
- ✓ stimare il costo energetico di altre attività
- ✓ stimare il  $\text{VO}_2\text{max}$
- ✓ è un indice di fitness