

TEST DI VALUTAZIONE FUNZIONALE PER ATTIVITA' AEROBICA

prof. Federico Schena

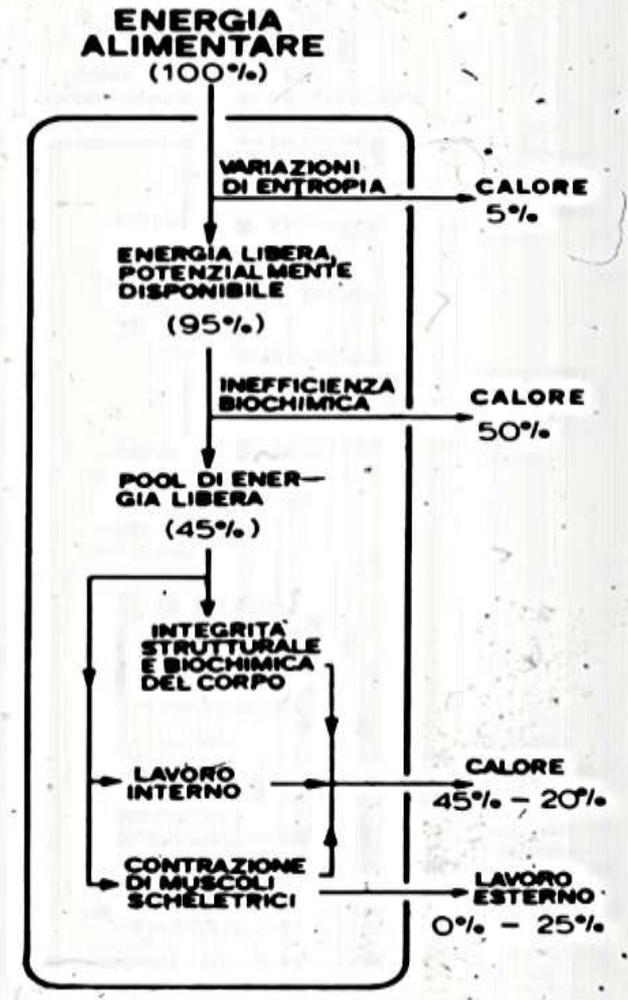
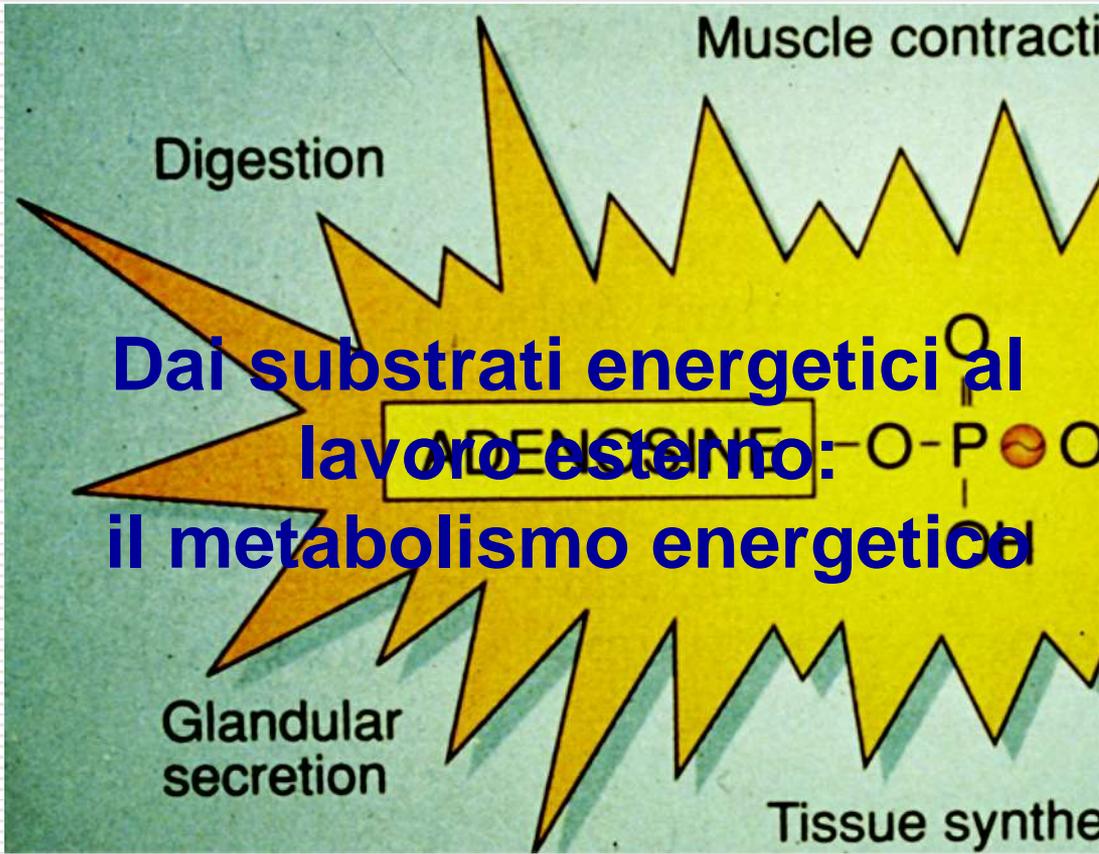
**Scienze Motorie
Università di Verona**

FISIOLOGIA DELL'ATTIVITA' SPORTIVA E MOTORIA

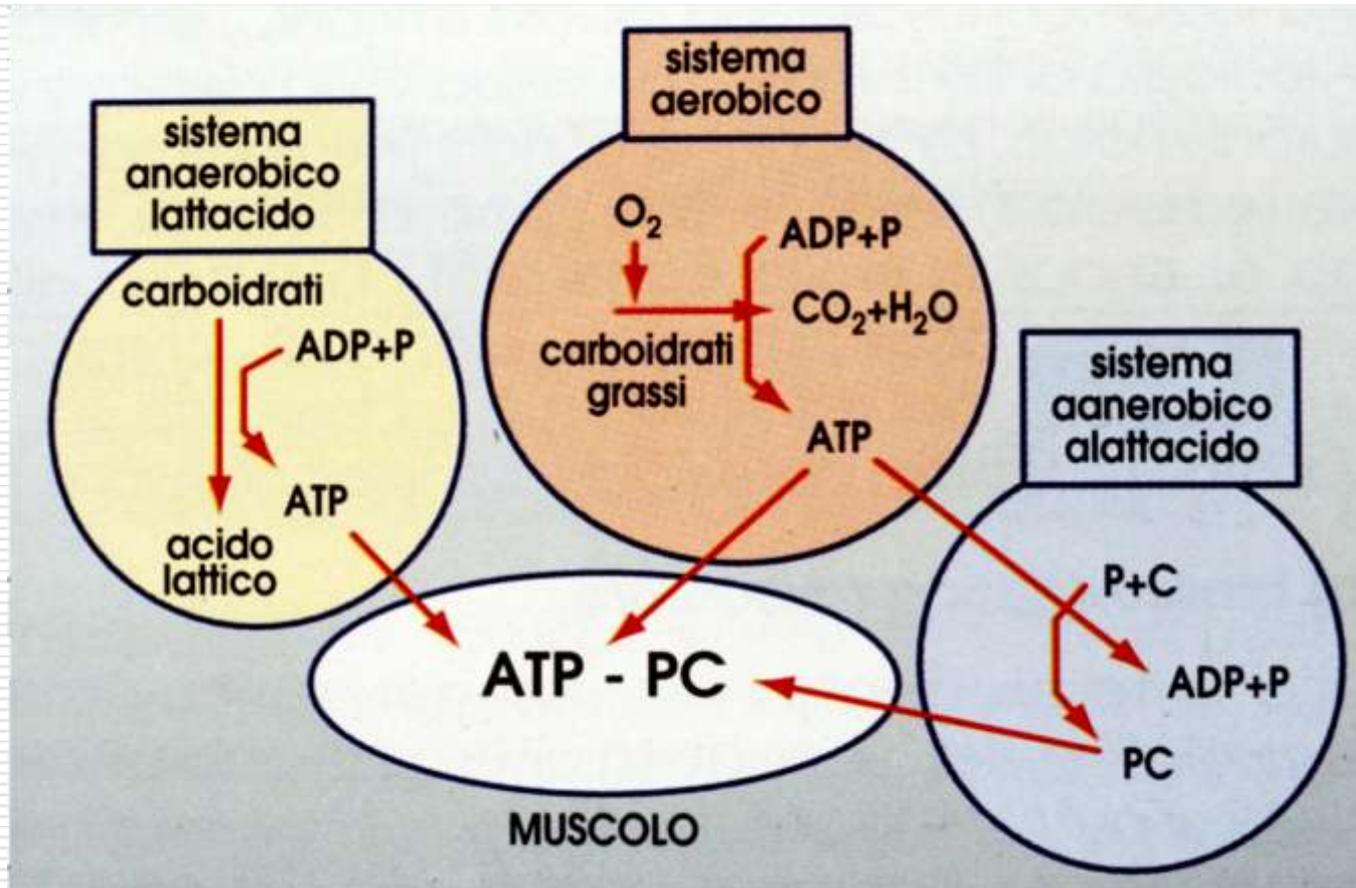
- I meccanismi energetici aerobici e anaerobici: potenza e capacità
- Il dispendio energetico e classificazione delle attività sportive: il $V'O_2$
- Misura del $V'O_2$
- Apparato cardio-respiratorio e $V'O_2$
- Il massimo consumo di ossigeno
- Soglia Lattacida



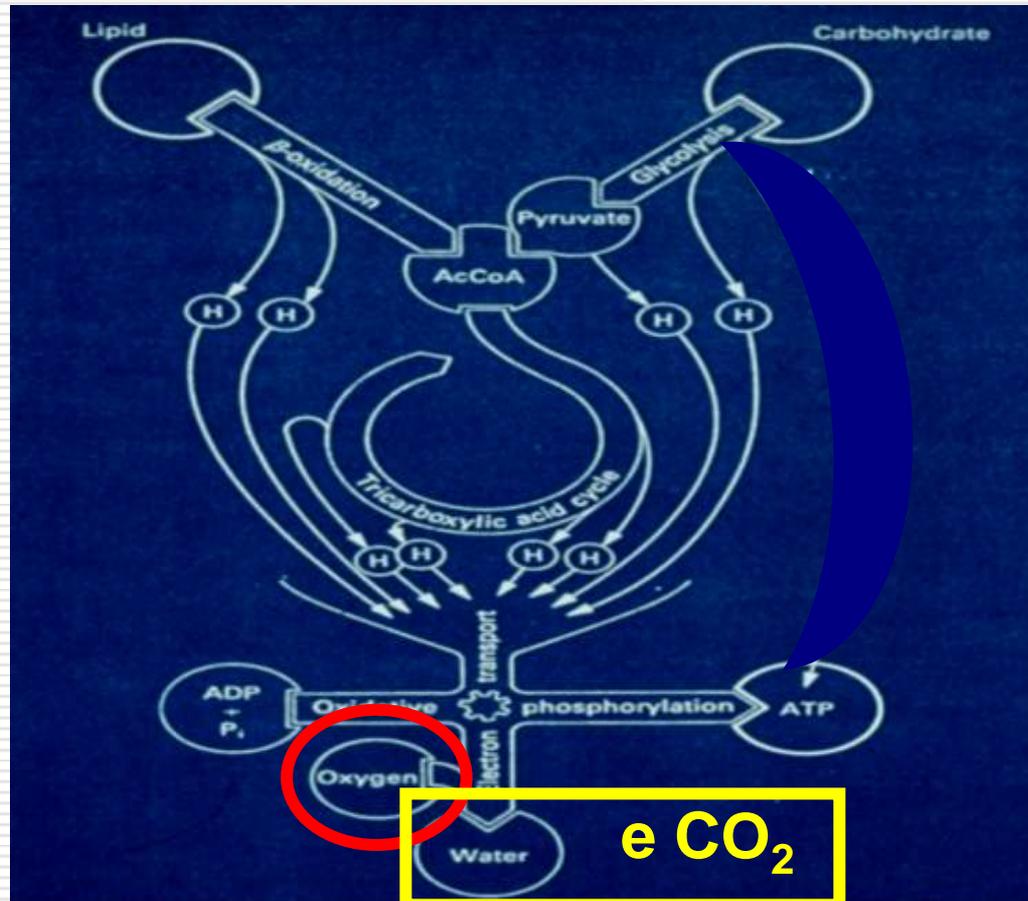
IL COMBUSTIBILE DEI FENOMENI BIOLOGICI: ATP



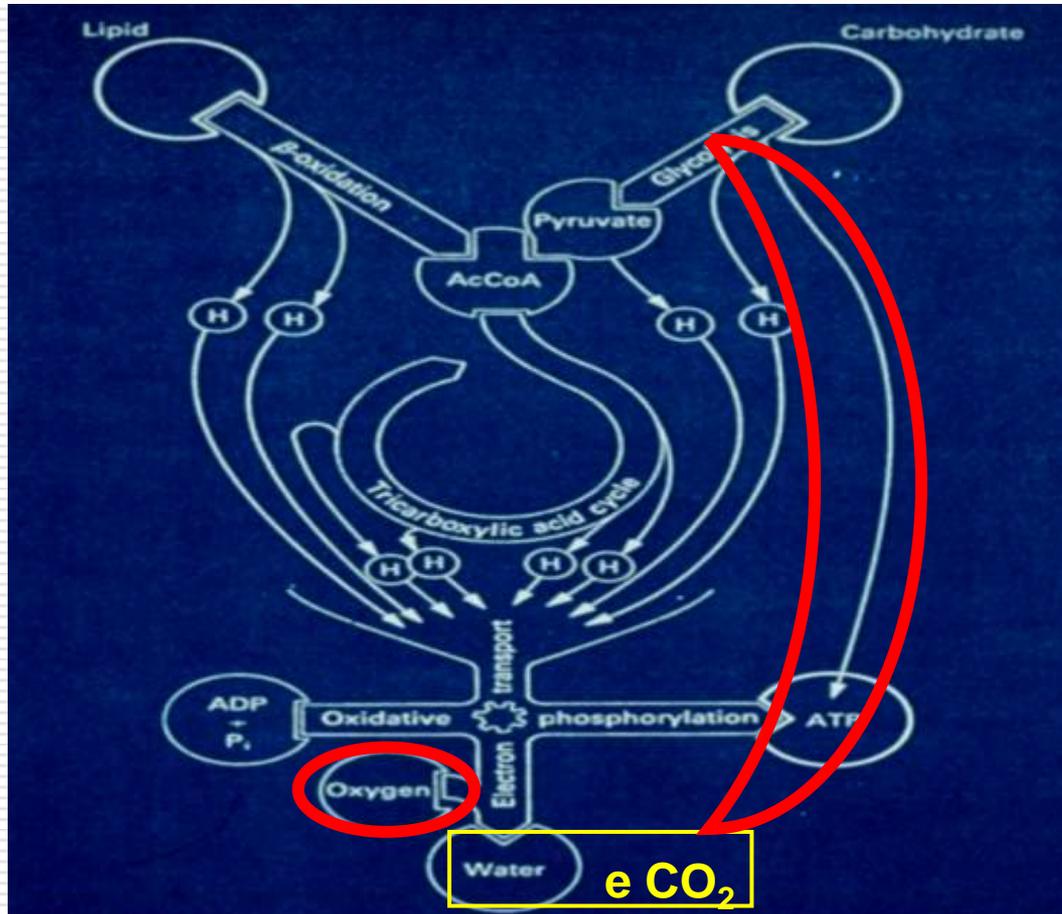
I SISTEMI ENERGETICI



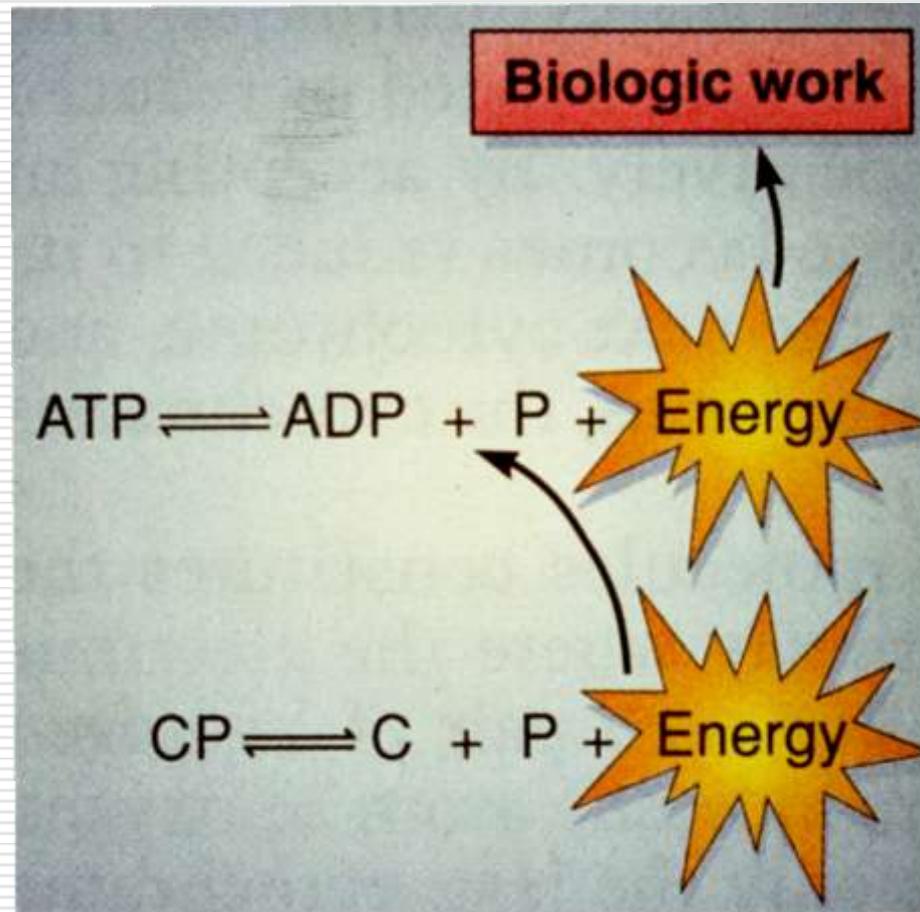
IL METABOLISMO AEROBICO



IL METABOLISMO ANAEROBICO LATTACIDO



IL METABOLISMO ANAEROBICO ALATTACIDO



CAPACITA' DEI SISTEMI METABOLICI

Limitata quantità totale di energia

ATP

CP

0.80 kj/kg

GLICOGENO

1 kj/kg

Metabolismo anaerobico

Teoricamente infinita
quantità di energia

GLICOGENO
LIPIDI

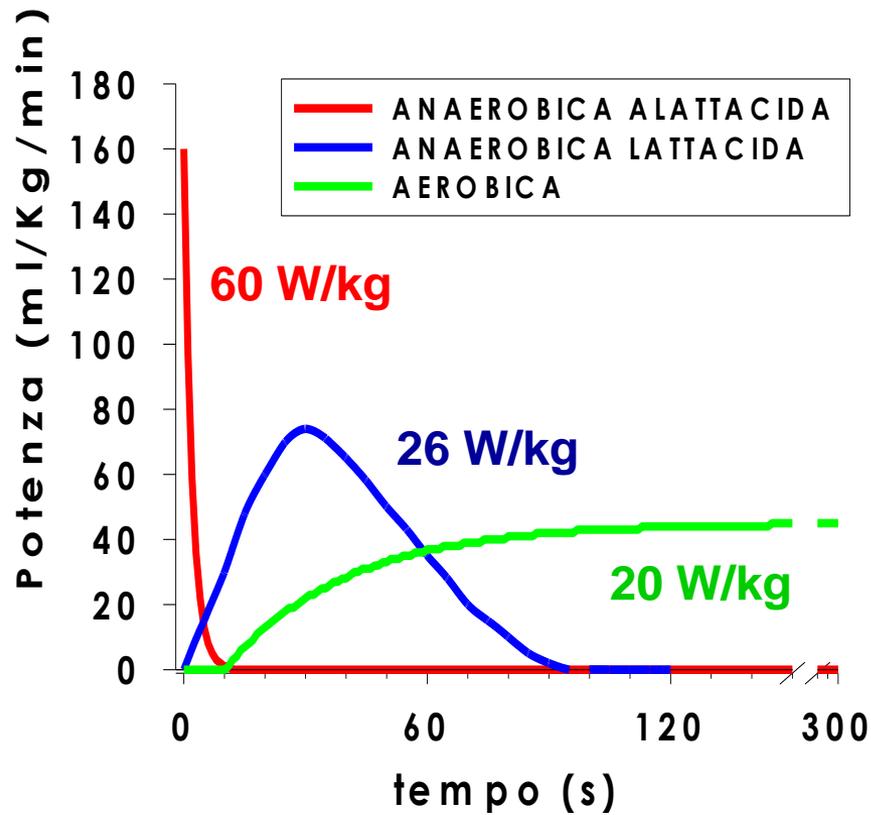
da 800 a 4000
Kj/kg

Metabolismo
aerobico



POTENZA E DURATA

Alta potenza e
bassa durata



Bassa potenza
e alta durata



IL COSTO ENERGETICO

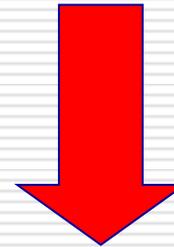
La quantità di energia spesa per effettuare un dato compito (lavoro, esercizio fisico, attività sportiva, etc.)



IL COSTO ENERGETICO

**Perché
misurare il
Costo
energetico?**

- Ottimizzare la programmazione dell'allenamento**



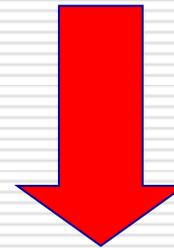
- Il modello di gara**
- Monitoraggio dell'allenamento**



IL COSTO ENERGETICO

**Perché
misurare il
Costo
energetico?**

- Ottimizzare
l'apporto
nutrizionale**



- Quantità dei substrati**
- Differenziazione dei substrati**



LA CLASSIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' SPORTIVE

SI BASA PRINCIPALMENTE SULLA BIOENERGETICA MUSCOLARE ED E' FINALIZZATA, FRA L'ALTRO, A

➤ "...DETERMINARE LA SEVERITÀ DI UN ESERCIZIO GINNICO..... PRIMA CHE QUESTO POSSA ESSERE CONSENTITO..."

(Morehouse L., Miller A., 1976)



ANCHE SE

➤ LE CLASSIFICAZIONI HANNO VALORE INDICATIVO

(rispondono a finalità pratiche)

➤ CONSIDERARE SEMPRE IL RISCHIO INTRINSECO



LA CLASSIFICAZIONE FISIOLOGICA BIOMECCANICA DELLE ATTIVITA' SPORTIVE

Dal Monte, 1969

- PREVALENTEMENTE ANAEROBICI
- AEROBICO-ANAEROBICI MASSIVI
- PREVALENTEMENTE AEROBICI
- AEROBICO-ANAEROBICO ALTERNATO
- POTENZA
- DESTREZZA
- AD IMPEGNO COMBINATO

(Lubich, 1990)

Percentuale masse muscolari impegnate: 1) + + +; 2) + +; 3) +.
Forza muscolare distrettuale richiesta: 4) + + +; 5) + +; 6) +.



LA CLASSIFICAZIONE DEGLI SPORT

PREVALENTEMENTE ANAEROBICI

Atletica leggera

- 200 e 400 m piani

Pattinaggio

- Ghiaccio 500 m
- Rotelle 300 m

Nuoto

- 50 e 100 m SL

AEROBICI/ANAEROBICI MASSIVI

Atletica leggera

- 800 e 1500 m piani; 400 hs

Pattinaggio

- Ghiaccio 3000 m
- Rotelle 1500 m

Nuoto

- 400 m

Canoa

- 500 e 1000 m

Canottaggio

POTENZA

Atletica leggera

- Lanci Salti 100 m
110hs

Sollevamento Pesi



LA CLASSIFICAZIONE DEGLI SPORT

PREVALENTEMENTE AEROBICI

- Atletica leggera**
 - 3000 m siepi, Maratona
- Pattinaggio**
 - Ghiaccio 5-10 km
- Triathlon**
- Ciclismo**
- Sci di Fondo**
- Nuoto**
 - 1500 m SL

AEROBICI/ANAEROBICI ALTERNATI

- Sport di Squadra**
 - Calcio, Rugby, Basket...
- Combattimento**
 - Lotta, Pugilato...
- Tennis**



LA CLASSIFICAZIONE DEGLI SPORT

DESTREZZA

- Impegno muscolare notevole**
 - **Nuoto sincro, Windsurf**

- Impegno muscolare scarso**
 - **Tiro al volo, bocce, pesca sportiva**

- Impegno muscolare di postura e direzione**
 - **sport motoristici, Bob, Slittino**

COMBINATI

- Pentathlon**

- Biathlon**

- Combinata nordica**

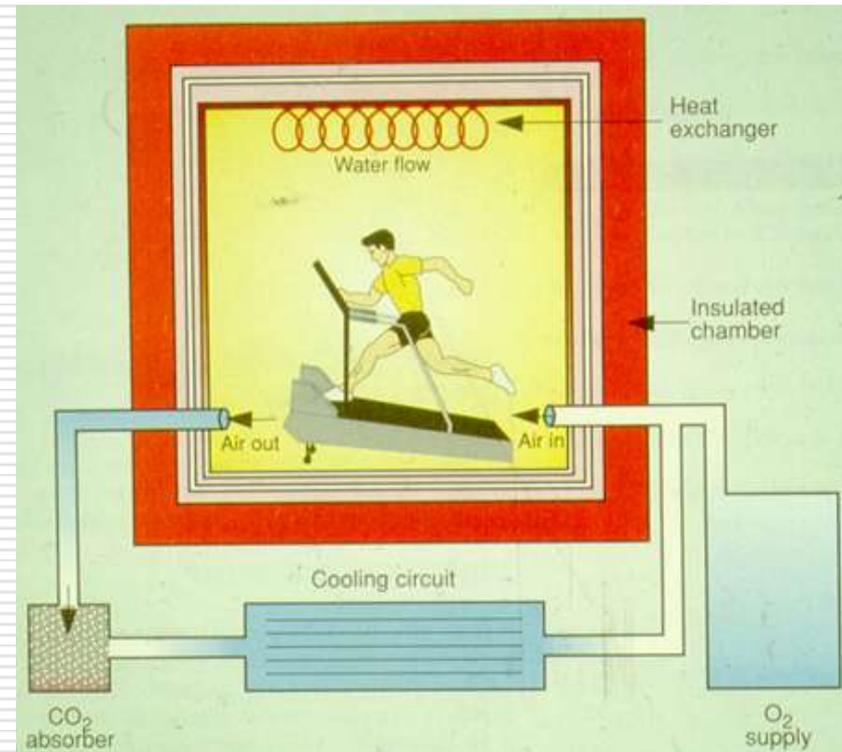
- Decathlon**



IL DISPENDIO ENERGETICO

Come
misurare il
dispendio
energetico?

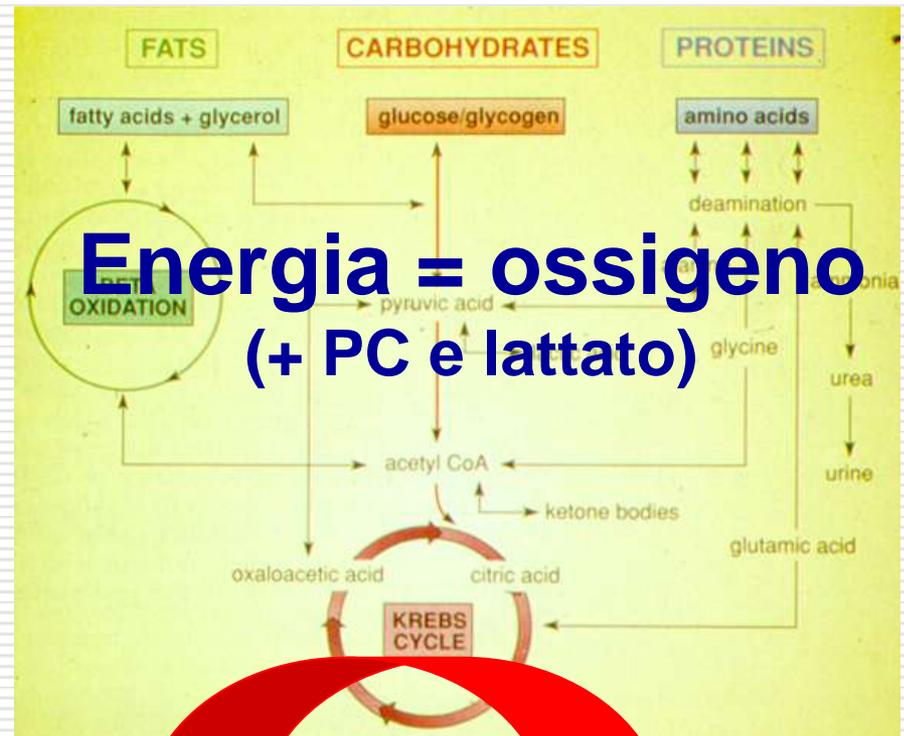
Calorimetria diretta



IL DISPENDIO ENERGETICO

Come misurare il dispendio energetico?

Calorimetria indiretta



Energia = ossigeno
(+ PC e lattato)

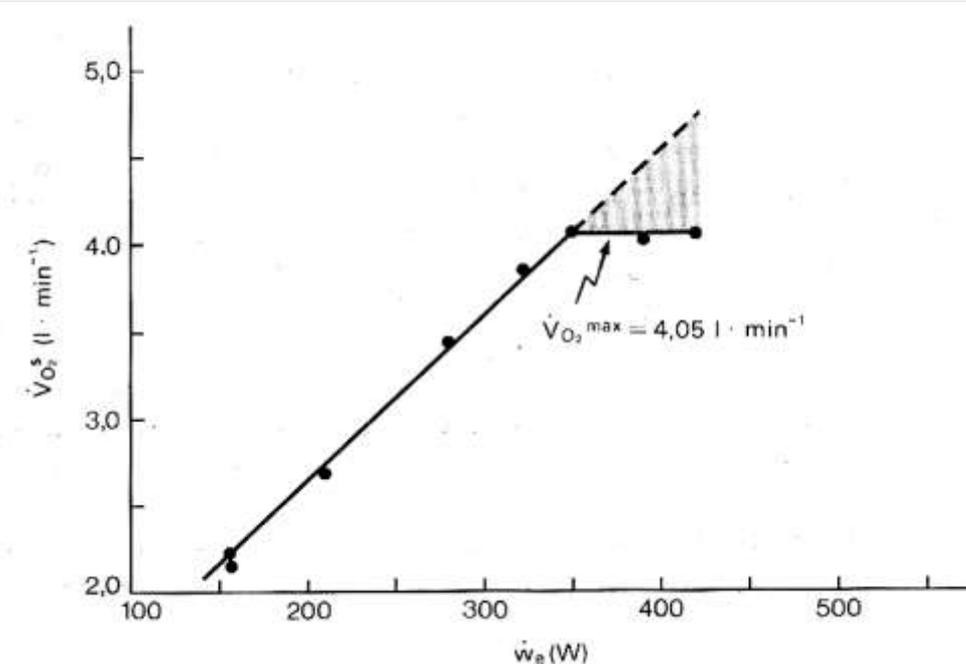
O₂

H₂O



IL DISPENDIO ENERGETICO

poiché l'ossigeno è necessario alla produzione di energia, se aumenta l'intensità dello sforzo deve aumentare anche l'ossigeno consumato dall'organismo



UNITA' DI MISURA DEL $V'O_2$

$V'O_2$ Assoluto =
litri per minuto =
 $l * \text{min}^{-1}$

$V'O_2$ dipende dalla quantità
di massa muscolare
attivata

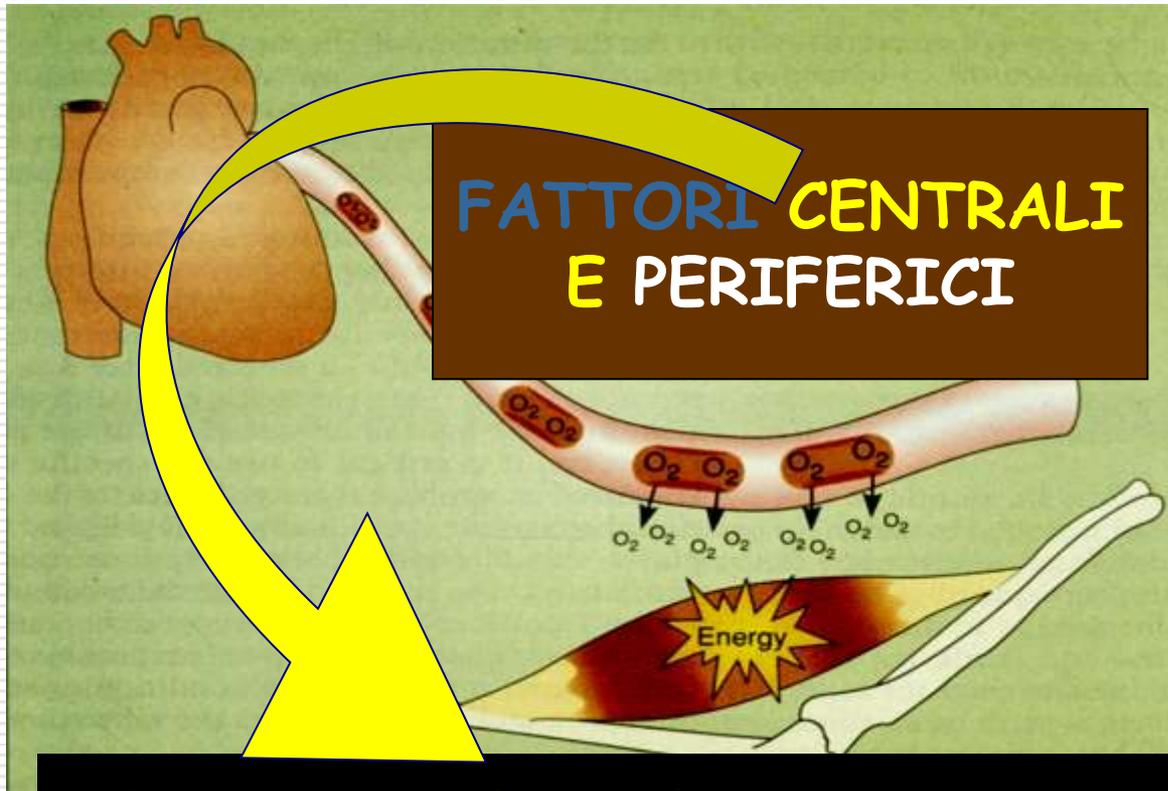
Perciò, specie nelle
attività
antigravitarie,

il $V'O_2$ assoluto deve
essere normalizzato

al peso corporeo
 $\text{ml} * \text{kg}^{-1} * \text{min}^{-1}$



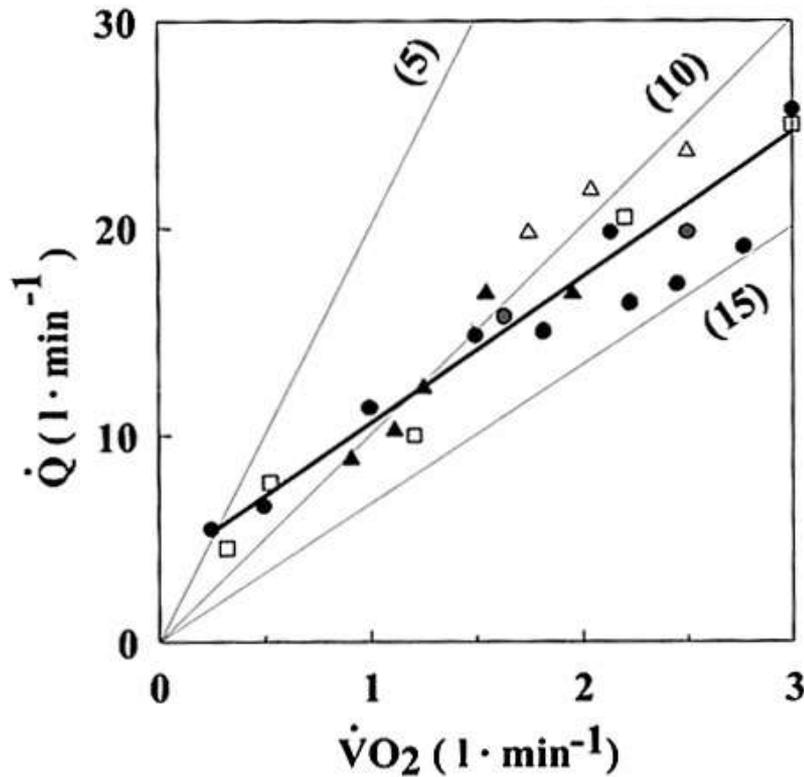
PERCHE' AUMENTA IL $V'O_2$ DALLA CONDIZIONE DI RIPOSO AL MASSIMO SFORZO?



$$V'O_2 = Q' * (CaO_2 - CvO_2) \text{ (Fick)}$$



LA GETTATA CARDIACA (Q')

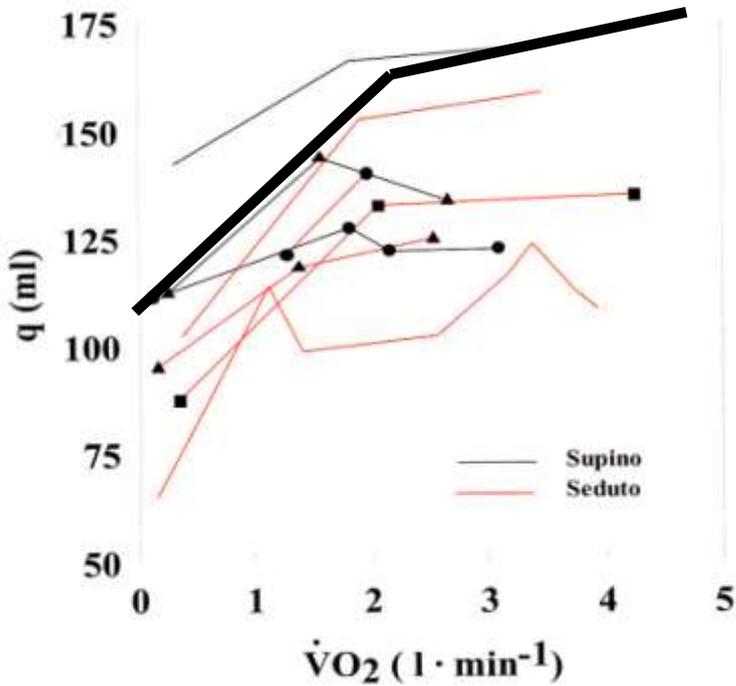


Può aumentare sino a 5-7 volte rispetto al valore a riposo

$$Q' = GS * FC$$



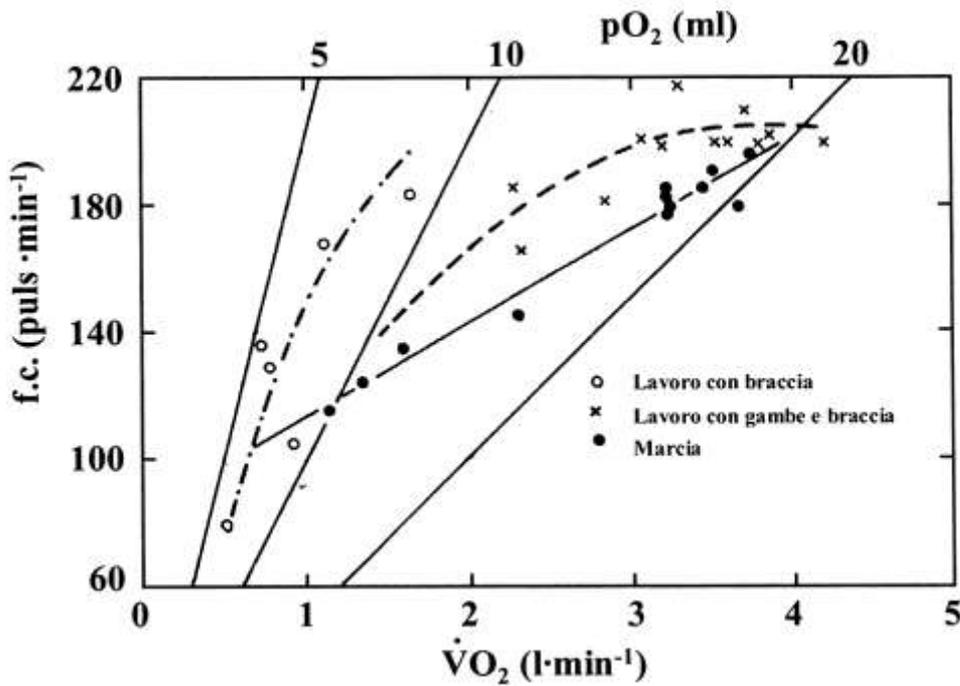
LA GETTATA SISTOLICA (GS)



Raddoppia



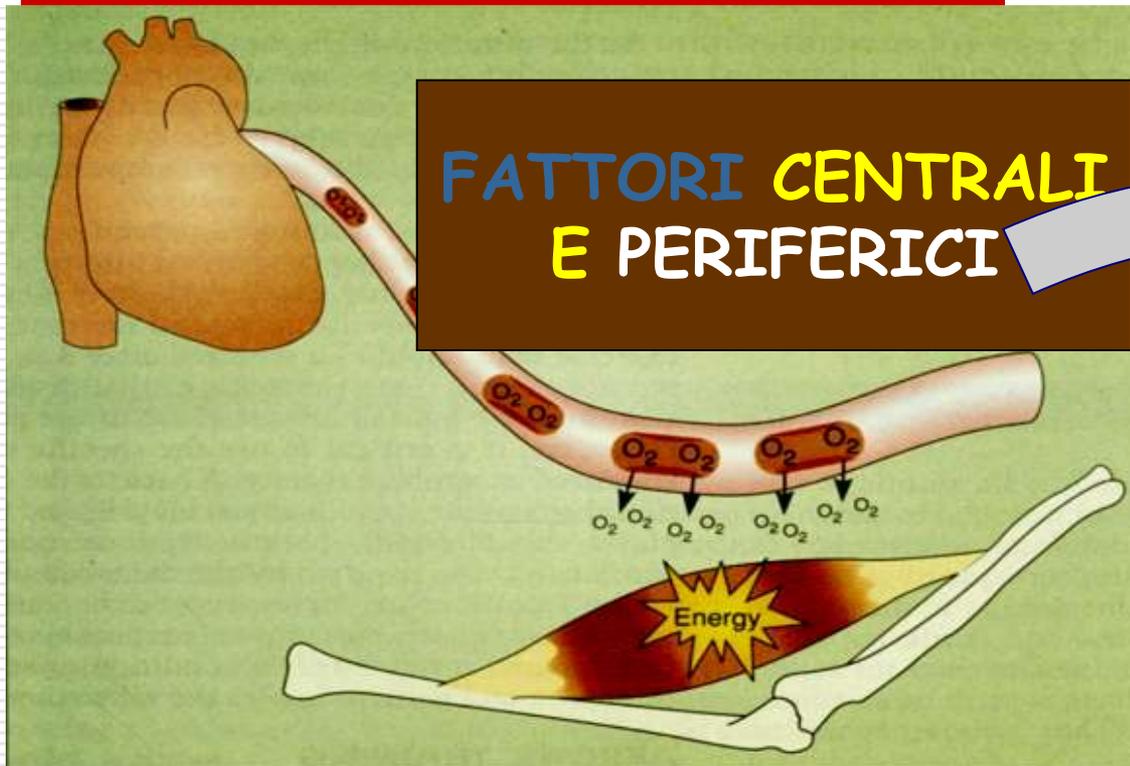
LA FREQUENZA CARDIACA (FC)



Può aumentare
sino a **3 volte**
rispetto al valore a
riposo



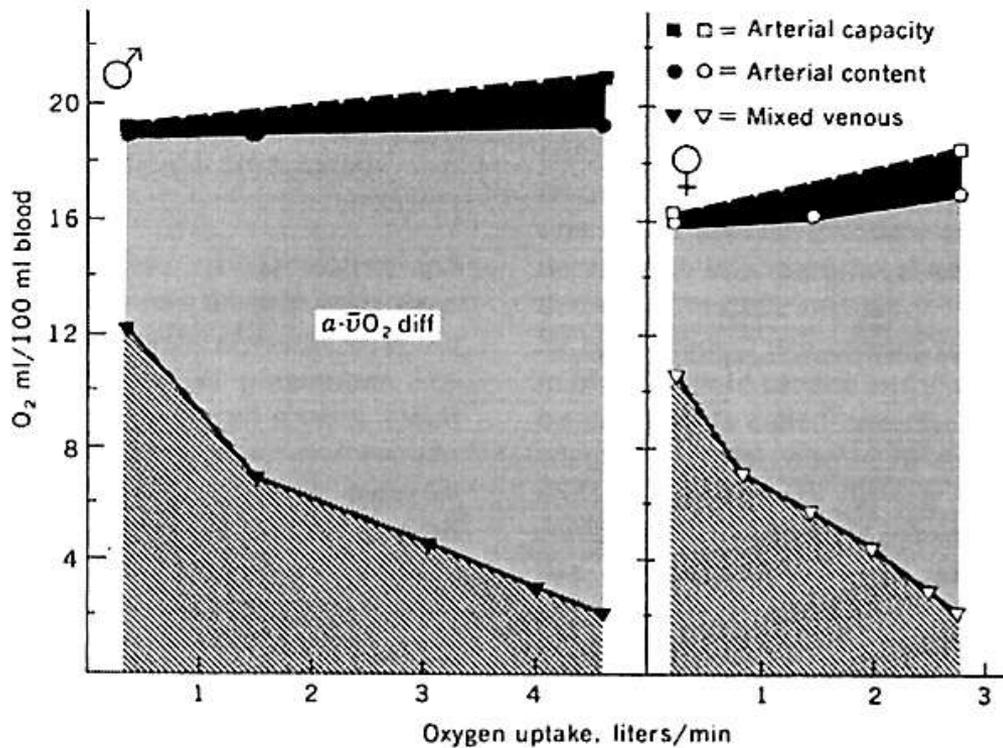
PERCHE' AUMENTA IL $V'O_2$ DALLA CONDIZIONE DI RIPOSO AL MASSIMO SFORZO?



$$V'O_2 = Q' * (CaO_2 - CvO_2) \text{ (Fick)}$$



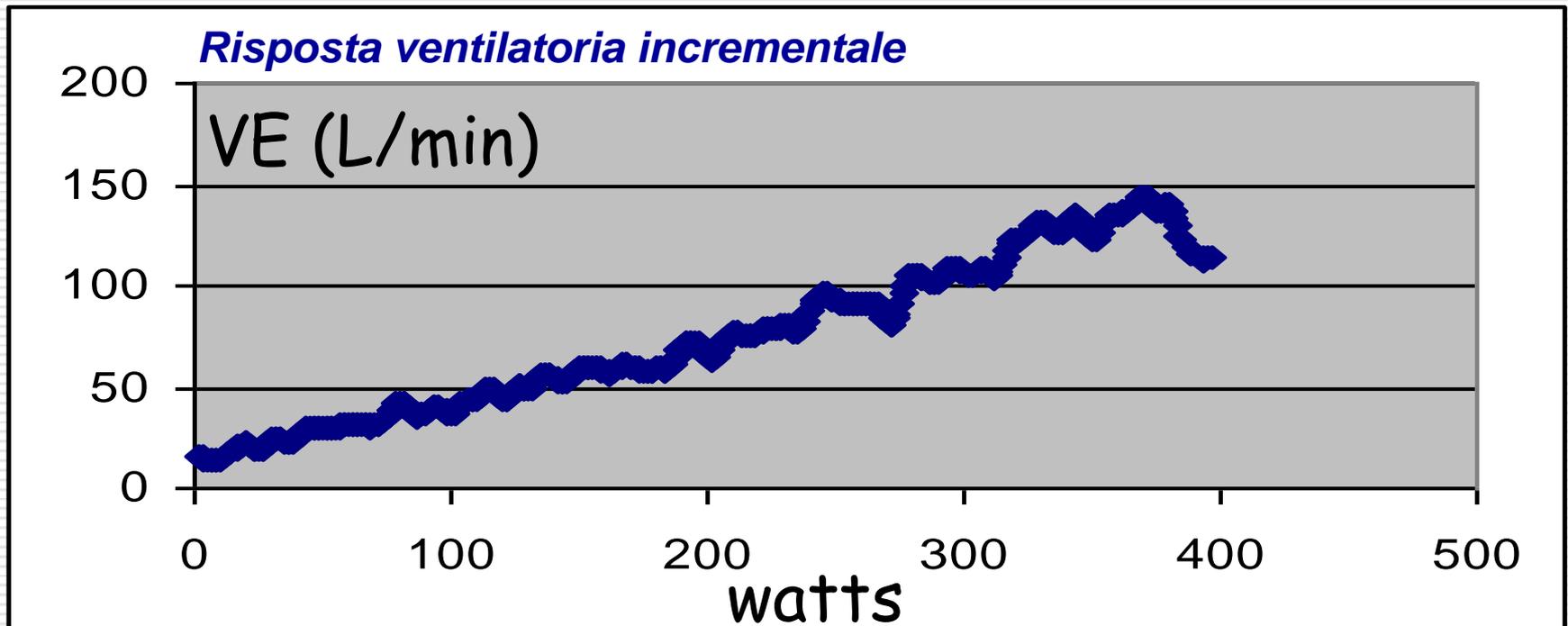
LA DIFFERENZA ARTERO/VENOSA ($CaO_2 - CvO_2$)



Triplica



LA VENTILAZIONE



**Per supportare le aumentate richieste di O₂,
anche la Ventilazione aumenta**



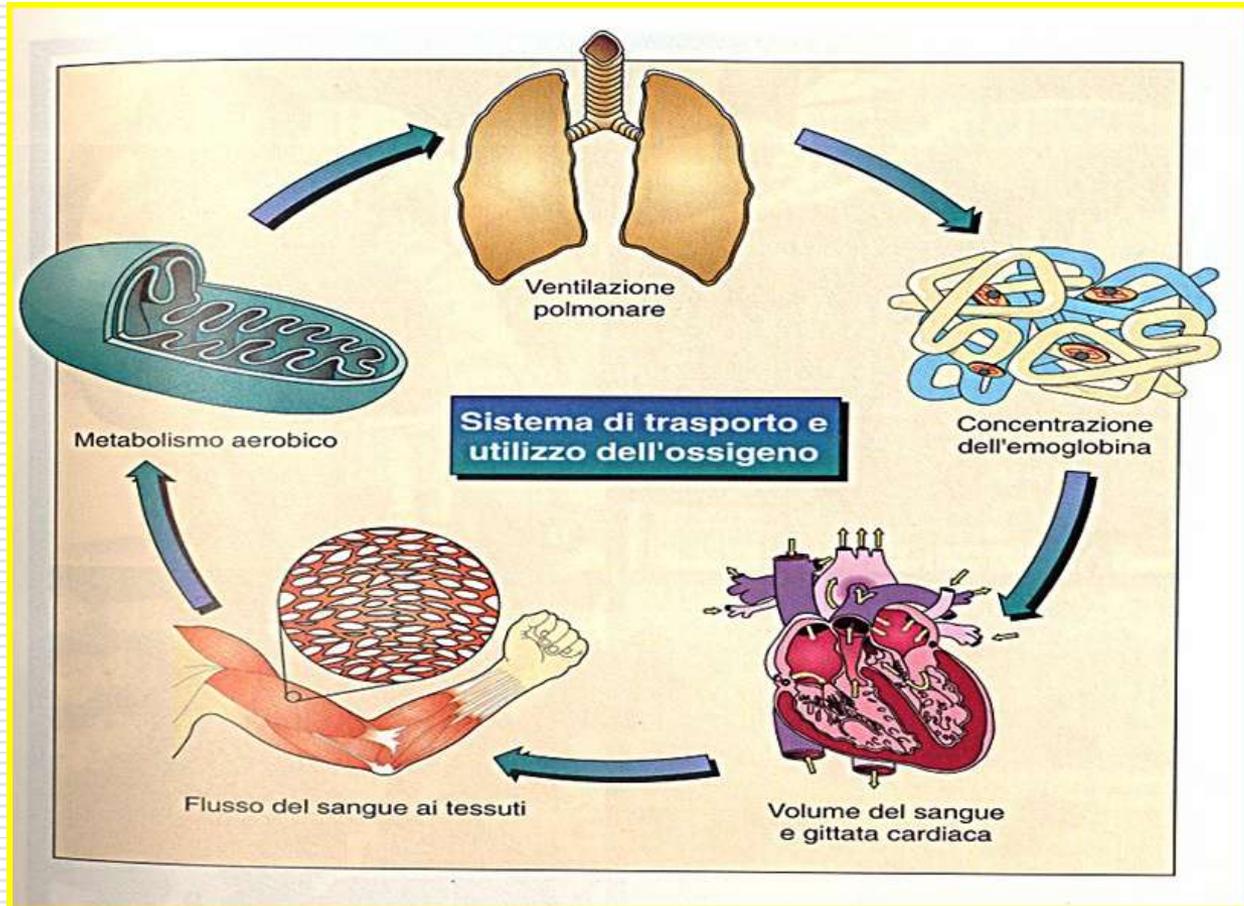
PATTERN VENTILATORIO

$$V'_E = V_c * FR$$

- L'aumento di V'_E durante esercizio è il prodotto dell'incremento del volume corrente (V_c , litri) e della frequenza respiratoria (**FR**, atti al minuto)
- ❑ V_c può aumentare sino a raggiungere valori superiori a **3** litri
- ❑ FR può aumentare da 12-15 atti respiratori al minuto a riposo, sino a **50-60** durante esercizio massimale
- ❑ Ciò significa che V'_E può aumentare sino a **160-180** l min⁻¹ (**25 volte** la ventilazione a riposo)

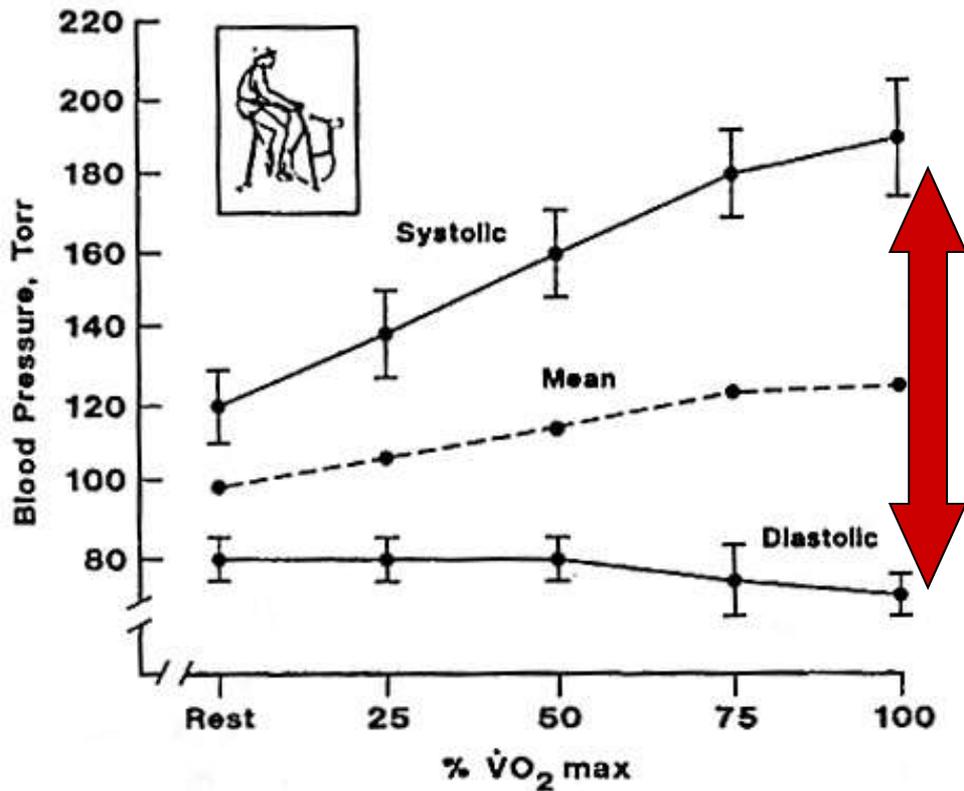


In sintesi



RISPOSTE PRESSORIE ALL'ESERCIZIO DINAMICO

risposta pressoria ed esercizio dinamico



Dunque c'è uno stretto legame tra metabolismo aerobico ed apparato cardiovascolare. La risposta pressoria è conseguente



CENTRAL COMMAND E METABORIFLESSO

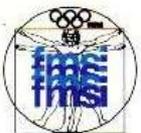
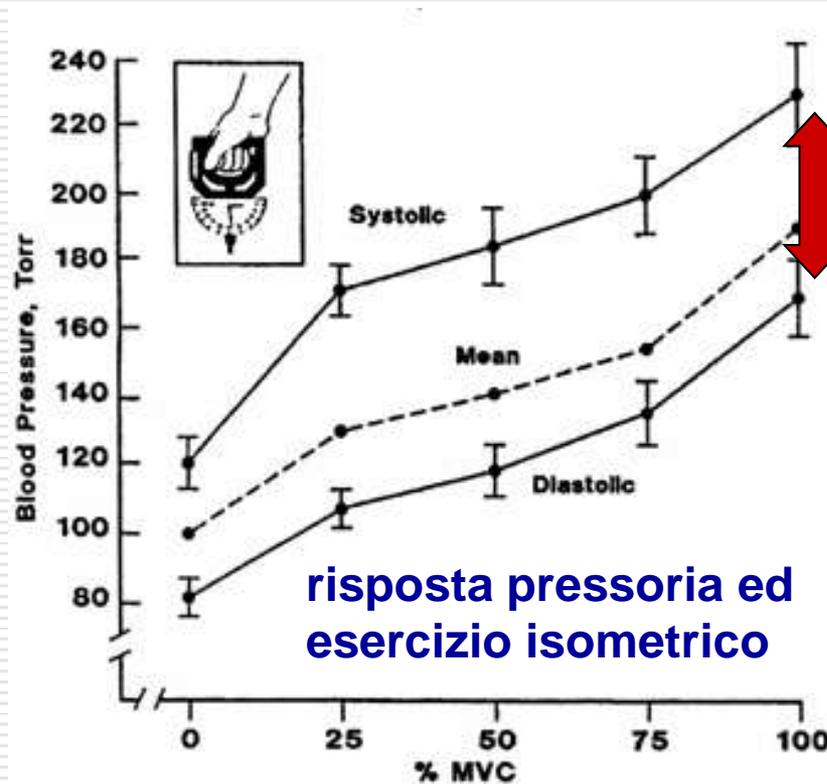
Quali sono i meccanismi per i quali FC e PA aumentano (anche in modo marcato) durante esercizio muscolare ?

1. **Central command: irradiazione centrifuga corticale su centri bulbari di controllo cardiovascolare**
2. **“Muscle heart reflex”**: riflesso simpatomediato a partenza muscolare periferica (metabocettori ?, meccanicocettori ?)
3. **La vasodilatazione metabodipendente e meccanodipendente nei muscoli è alla base della cosiddetta simpatolisi**



RISPOSTE PRESSORIE ALL'ESERCIZIO ISOMETRICO

La risposta emodinamica si verifica, in forma diversa, anche quando l'esercizio non è aerobico (dinamico) ma Isometrico



RISPOSTE PRESSORIE ALL'ESERCIZIO ISOMETRICO

- L'esercizio isometrico induce un aumento notevole della pressione arteriosa diastolica per occlusione meccanica ed attivazione del **metaboriflesso**
- Ciò comporta un **incremento**: i) del **postcarico** e della tensione nella fase isovolumetrica della sistole, con scarso aumento della gettata cardiaca e; ii) della **pressione arteriosa media**
- L'attivazione del sistema ortosimpatico, mediata dal metaboriflesso, induce una cospicua **tachicardia**
- **$mV'O_2$ aumenta** a dismisura e il **rendimento diminuisce**



SULLA BASE DELL'IMPEGNO CARDIOVASCOLARE SONO STATE ELABORATE ALTRE CLASSIFICAZIONI, AI FINI DIAGNOSTICI O PER LA PRESCRIZIONE DELL'ESERCIZIO FISICO

COMITATO ORGANIZZATIVO CARDIOLOGICO
PER L'IDONEITÀ ALLO SPORT
(ANCE - ANMCO - FMSI - SIC - SIC-SPORT)

Protocolli cardiologici per il giudizio di idoneità allo sport agonistico 2003

Classificazione delle
attività sportive in base
all'impegno cardio-
vascolare



Casa Editrice Scientifica Internazionale

Federazione Medico Sportiva Italiana - Società Italiana di Cardiologia dello Sport

Convegno Nazionale LA PRESCRIZIONE DELL'ESERCIZIO FISICO IN AMBITO CARDIOLOGICO

Presentazione Ufficiale del
Documento di Consenso della Task force
FMSI - SIC Sport - ANCE - ANMCO - GICR - SIC
"L'attività fisica nella prevenzione
delle malattie cardiovascolari"

È stato richiesto il patrocinio di:

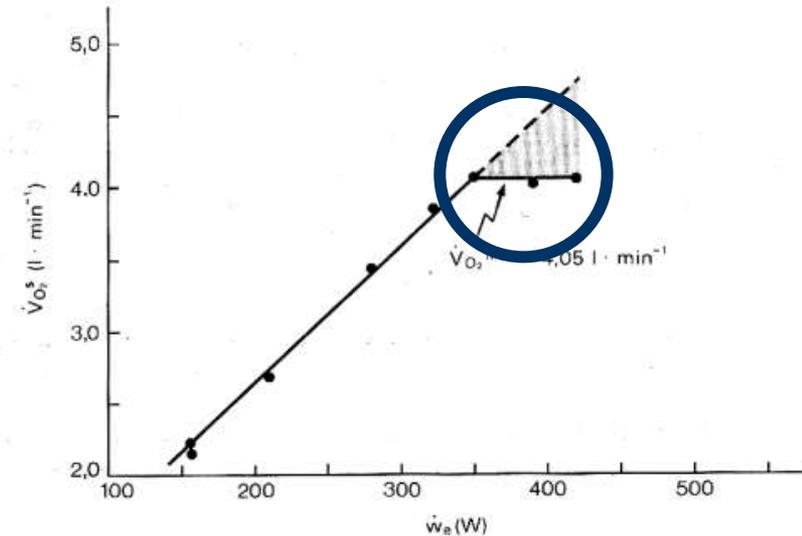
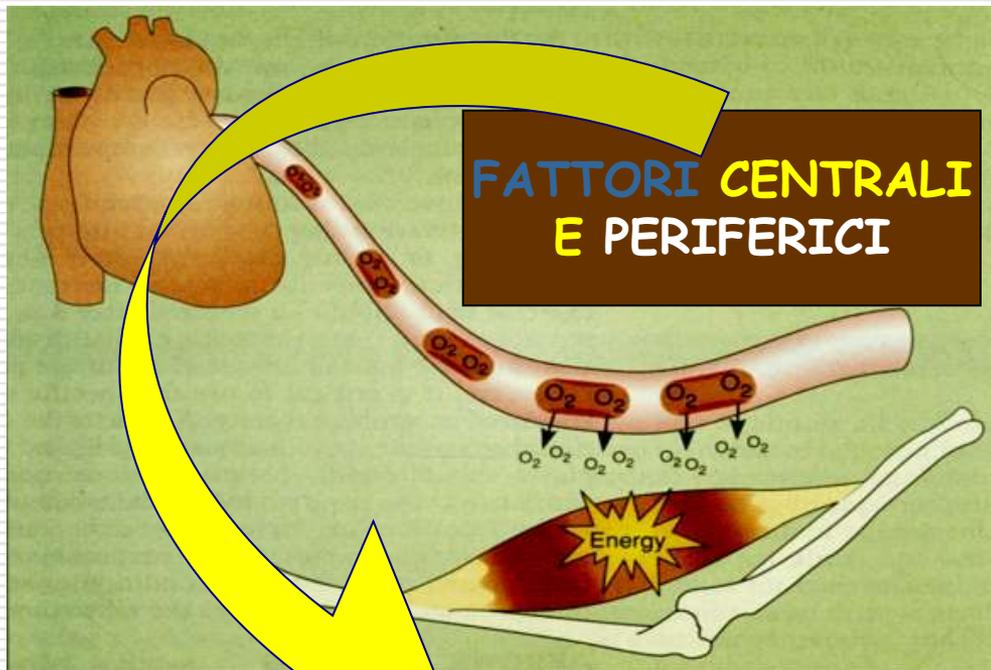
Comitato Olimpico Nazionale Italiano	Associazione Nazionale Cardiologi Extra-ospedalieri	Giugno Italiani di Cardiologia Sportiva
Ministero della Salute	Associazione Nazionale Medici Cardiologi Sportivisti	Società Italiana di Cardiologia
Ministero Beni Culturali		
Ministero Università e Ricerca Scientifica		
Istituto Superiore di Sanità		
Comitato Internazionale Olimpico		

Roma, 9 maggio 2003
Salone di Borsa di Roma
Palazzo di Giustizia

Classificazione delle attività fisiche (sportive e ludiche) in base all'impegno fisiologico e cardio-vascolare



QUALI SONO GLI INDICI PIU' IMPORTANTI DEL METABOLISMO AEROBICO?



$\dot{V}'O_2$ max/ $\dot{V}'O_2$ peak

Massima produzione ATP per via aerobica



IL MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO

**è una misura globale ed
integrata di tutti quei
meccanismi responsabili del
trasporto di ossigeno e della
sua utilizzazione nei
mitocondri a livello cellulare**



IL MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO

**è una misura globale ed
integrata di tutti quei
meccanismi responsabili del
trasporto di ossigeno e della
sua utilizzazione nei
mitocondri a livello cellulare**



IL MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO

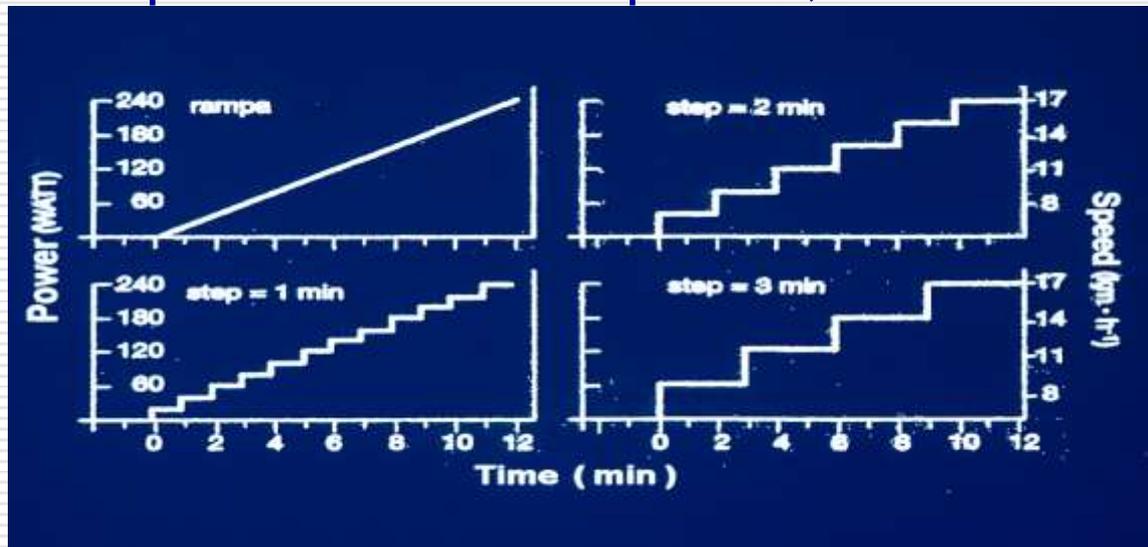
IL $V'O_2$ *max* E' L'INDICE PIU' UTILIZZATO PER VALUTARE LA FUNZIONALITA' CARDIO-RESPIRATORIA E METABOLICA

L'ANALISI ACCURATA DEI DATI DI UN TEST CARDIO-POLMONARE CONSENTE DI VALUTARE, IN MODO NON INVASIVO, LA FUNZIONALITA' DEGLI APPARATI CARDIO-VASCOLARE E RESPIRATORIO E L'EQUILIBRIO DEL RAPPORTO VENTILAZIONE-PERFUSIONE POLMONARE



IL MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO

- **Determinazione diretta del $\dot{V}O_{2\max}$**
 - Metabolimetri
 - Specificità dell'esercizio
 - Durata: 7 - 10/12 minuti
 - Tipo di test: onda quadra, incrementale, step



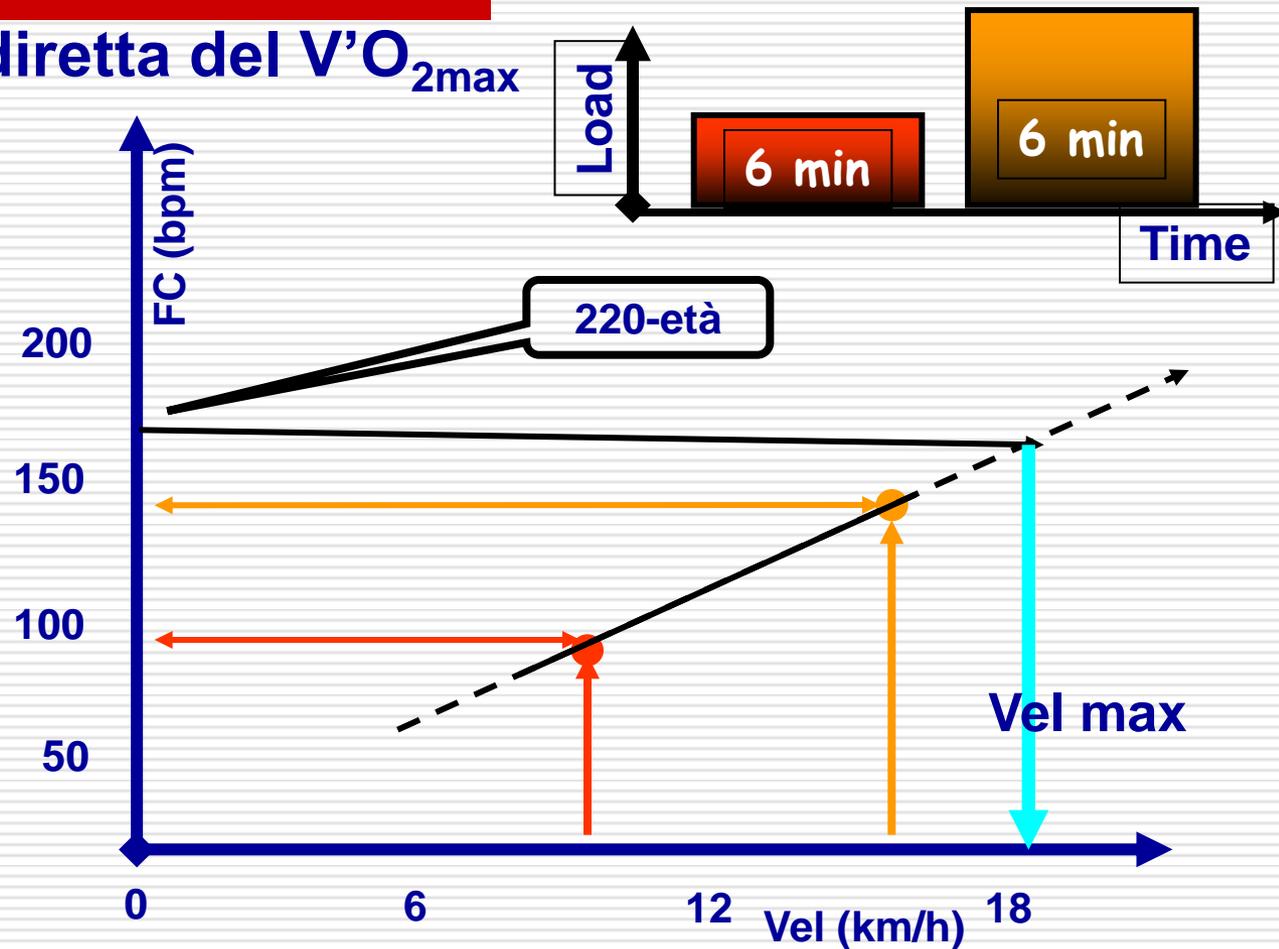
IL MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO: TEST INDIRETTI

Determinazione indiretta del $\dot{V}'O_{2max}$

Double Step test

Principi ed assunzioni

- Si assume una relazione lineare tra Q' e $\dot{V}'O_2$ e, quindi, tra FC e $\dot{V}'O_2$
- In realtà si utilizza la relazione WL-FC
- Si calcola la F_{cmax} teorica del soggetto
 - a. $220 - \text{età (aa)}$
 - b. $208 - 0.7 \cdot \text{età (aa)}$
- Si assume che la relazione tra WL e $\dot{V}'O_2$ sia lineare ed a rendimento dell'esercizio costante



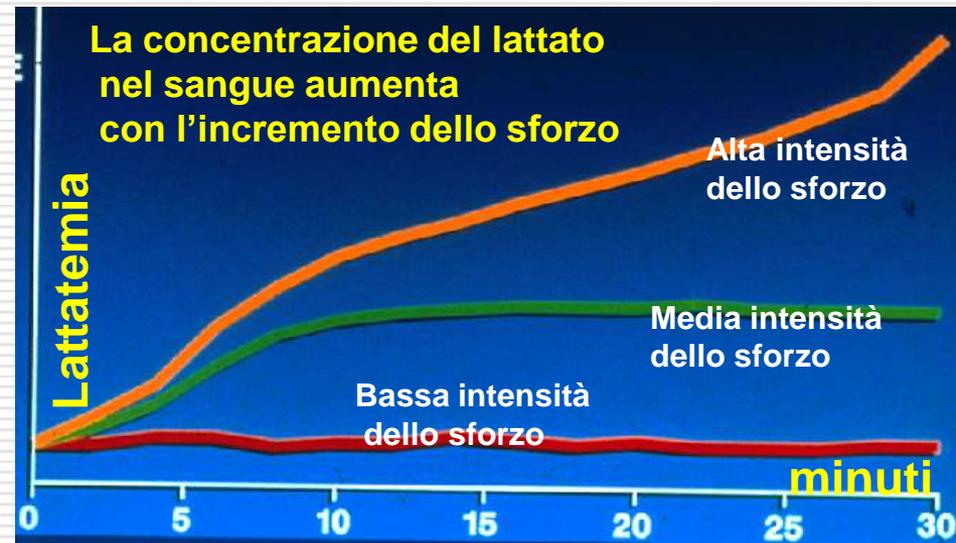
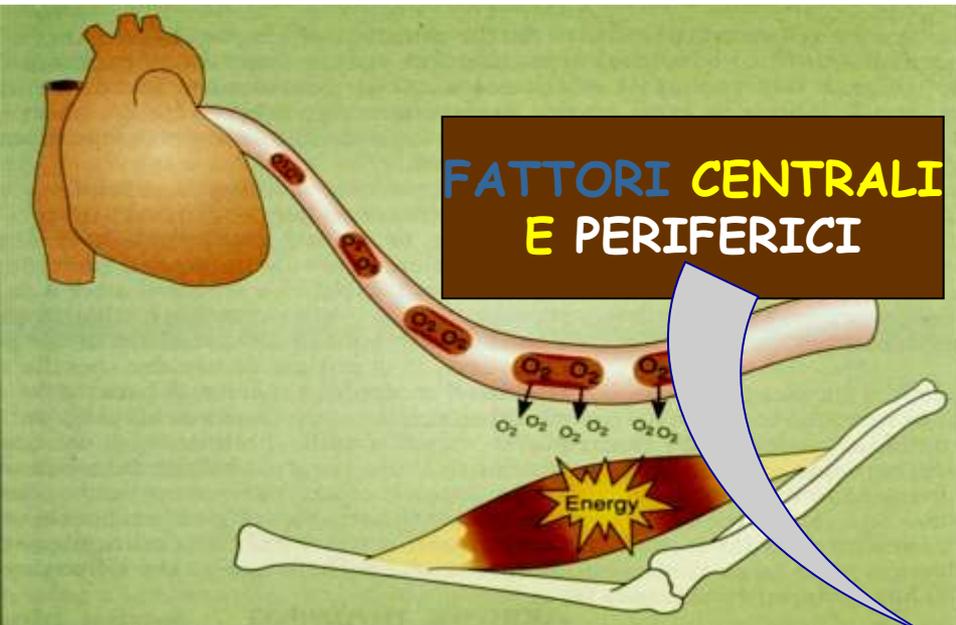
IL V'O₂ MAX: VALORI DI RIFERIMENTO

Male rating	Age (years)					
	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66+
Excellent	80-63	70-58	77-53	60-47	58-43	50-38
Good	59-53	54-50	49-44	43-40	39-37	36-33
Above average	51-47	47-44	42-40	38-35	35-33	32-29
Average	46-43	42-40	38-35	35-32	31-30	28-25
Below average	41-38	39-35	34-32	31-29	29-26	25-22
Poor	35-31	34-31	30-27	28-26	25-22	21-20
Very poor	29-20	28-20	25-19	23-18	21-16	18-15
Female rating						
Excellent	71-58	69-54	66-46	64-42	57-38	51-33
Good	54-48	51-46	44-39	39-35	36-32	31-28
Above average	46-42	43-40	37-34	33-31	31-28	27-25
Average	41-39	38-35	33-31	30-28	27-25	24-22
Below average	37-34	34-31	30-28	27-25	24-22	22-20
Poor	32-29	30-26	26-23	24-21	21-19	18-17
Very poor	26-18	25-20	21-18	19-16	17-14	16-14

Adapted from Golding, Myers, and Sinning (1989).



QUALI SONO GLI INDICI PIU' IMPORTANTI DEL METABOLISMO AEROBICO?



SOGLIA ANAEROBICA



LA SOGLIA ANAEROBICA

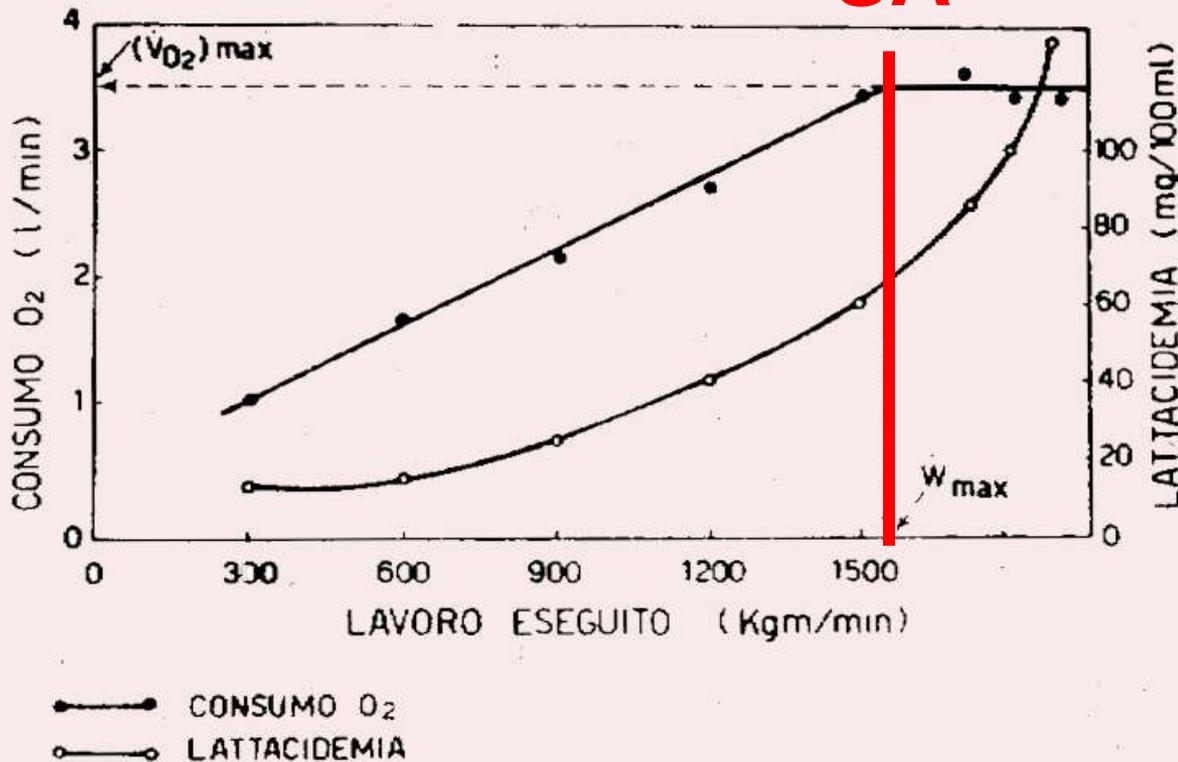
Il carico di lavoro che può essere sostenuto con la massima concentrazione, in stato stazionario, di lattato ematico, meglio definita come

Maximal Lactate in Steady State



LA SOGLIA ANAEROBICA

SA



L'aumento della concentrazione del lattato nel sangue inizia prima che il soggetto abbia raggiunto il $\dot{V}O_2_{max}$

