Risposte all'allenamento aerobico

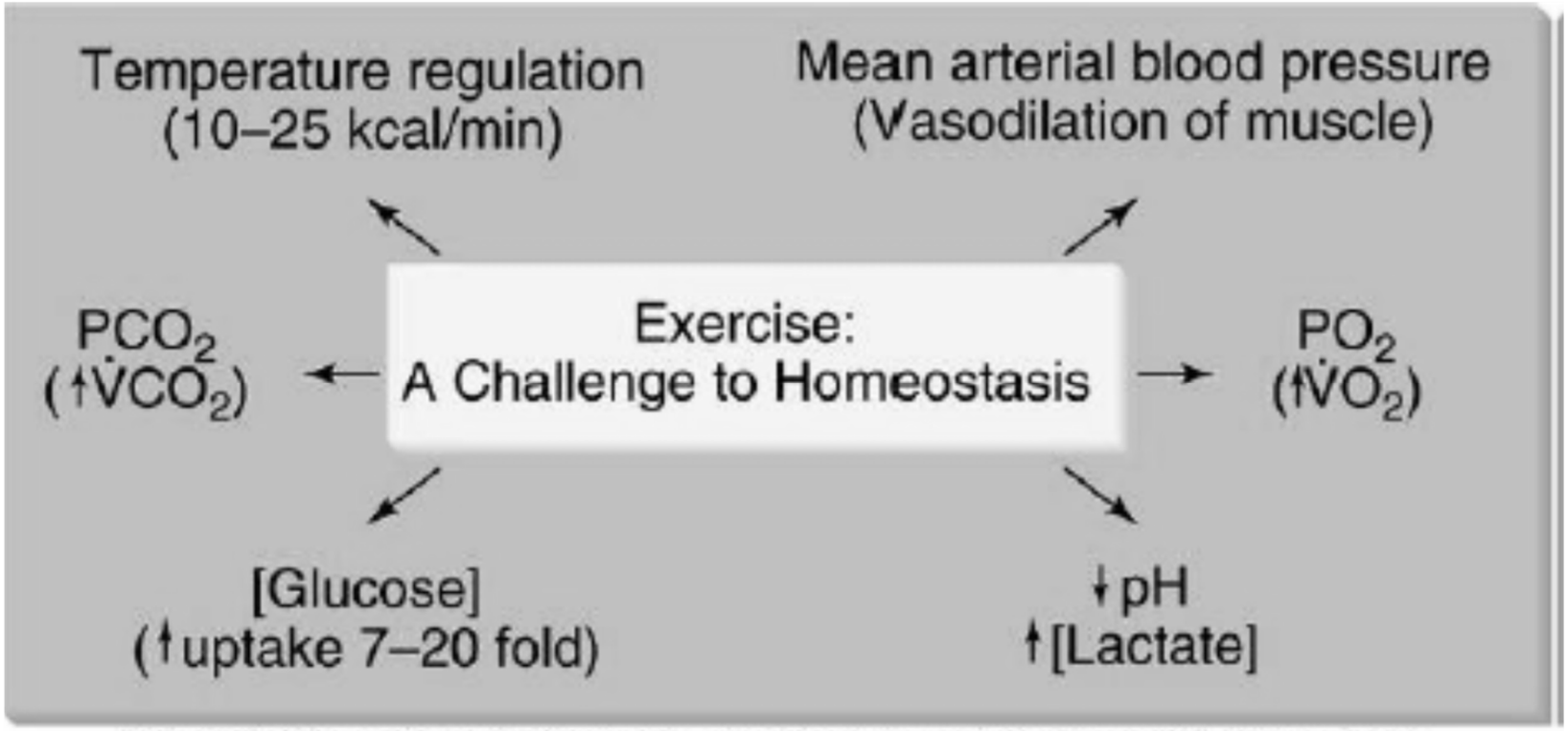
Fisiologia della prestazione sportiva

Università degli Studi di Verona
Scienze Motorie
aa 2012-1013

Obiettivi

1. Illustrare i principi dell'allenamento: stimolo allenante, intensità, quantità e specificità
2. Paragonare i risultati ottenuti in studi trasversali e in studi longitudinali
3. Indicare le tipiche modificazioni del V'O2max ottenute con i programmi di allenamento e l'effetto dei valori iniziali sull'entità dell'incremento
4. Illustrare i tipici valori di V'O2max in varie popolazioni
5. Spiegare le modificazioni di V'O2max alla luce dell'equazione di Fick; indicare quali siano le variabili che influenzano maggiormente le modificazioni indotte dall'allenamento e le differenze riscontrate nelle varie popolazioni
6. Discutere, alla luce del modello introdotto al punto 5, come soggetti sedentari introdotti in programmi di allenamento possano aumentare il loro V'O2max.
7. Discutere il ruolo del precarico, postcarico e contrattilità cardiache nell'aumento del volume di eiezione che avviene nel corso dell'allenamento

Esercizio: una sfida all'omeostasi



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Principi dell'allenamento

- **Stimolo**
  - Gli effetti dell'allenamento sono indotti quando si compie un esercizio ad intensità superiori a quelle alle quali solitamente si svolge attività fisica
- L'allenamento può essere descritto quantitativamente in termini di
  - **Intensità**: p.e. velocità, carico
  - **Quantità**: numero delle sedute, ripetute
- **Specificità**
  - L'allenamento è costruito per coinvolgere prevalentemente:
    - Specifiche fibre muscolari
    - Vie energetiche
    - Velocità di contrazione
    - Tipi di contrazione (eccentrica, concentrica, isometrica)
- **Reversibilità**
  - I guadagni sono persi quando lo stimolo è tolto

Disegni sperimentali utilizzati per studiare l'effetto dell'allenamento

- Studi trasversali (cross-sectional)

– Studiano contemporaneamente soggetti che svolgono un livello diverso di attività fisica

– Misurano le differenze tra i due gruppi

- Studi longitudinali

– Esaminano gruppi prima e dopo allenamento

– Misurano le modificazioni indotte dall'allenamento in funzione del tempo

Allenamento di resistenza e $V'O_{2max}$

- **Allenamento per aumentare $V'O_{2max}$**
  - Esercizi dinamici che coinvolgono grandi gruppi muscolari
  - 20-60 min, 3-5 volte/settimana, 50-85% $V'O_{2max}$
  - Misurano le differenze tra i due gruppi
- **Aumenti attesi di $V'O_{2max}$**
  - +15 % in media
  - +2/3 % in quelli con $V'O_{2max}$ iniziale elevato
  - +30/50% in quelli con $V'O_{2max}$ iniziale basso
- **Predisposizione genetica**
  - Giustifica il 40-66% del $V'O_{2max}$ individuale
  - Prerequisito per $V'O_{2max}$ elevato

$V'O_{2max}$ in diverse popolazioni

TABLE 13.1 $\dot{V}O_2$ Max Values Measured in Healthy and Diseased Populations

Population	Males	Females
Cross-country skiers	84	72
Distance runners	83	62
Sedentary: young	45	38
Sedentary: middle-aged adults	35	30
Post myocardial infarction patients	22	18
Severe pulmonary disease patients	13	13

Values are expressed in ml · kg^{-1} · min^{-1}.

Taken from Saltin and Åstrand (91), Åtrand and Rodahl (4), and Howley and Franks (51).

Fattori determinanti V'O2max

$$V'O_{2max} = FC_{max} \times SV_{max} \times (a\text{-}v)_{O2max}$$

- Differenze in $V'O_{2max}$ in differenti popolazioni
  - Dovute a differenze in SV_{max}
- Miglioramenti in $V'O_{2max}$
  - 70% dovuti a ↑SV
  - 30% dovuti a ↑a-vO_2

TABLE 13.2 Physiological Basis for Differences in $\dot{V}O_2$ Max in Different Populations

Population	$\dot{V}O_2$ max ($ml \cdot min^{-1}$)	=	Heart Rate ($beats \cdot min^{-1}$)	×	Stroke Volume ($\ell \cdot beat^{-1}$)	×	a-$\bar{v}$ O_2 Difference ($ml\ O_2 \cdot \ell^{-1}$)
Athletes	6,250	=	190	×	.205	×	160
Normally active	3,500	=	195	×	.112	×	160
Mitral stenosis	1,400	=	190	×	.043	×	170

From L. B. Rowell, *Human Circulation Regulation During Physical Stress*. Copyright © 1986 Oxford University Press, New York N.Y. Reprinted by permission.

TABLE 13.3 Longitudinal Data on Changes in Maximal Oxygen Uptake

	$\dot{V}O_2$ max ($\ell \cdot min^{-1}$)		HR max ($b \cdot min^{-1}$)	Stroke Volume ($ml \cdot beat^{-1}$)	Cardiac Output ($\ell \cdot min^{-1}$)		a-$\bar{v}$ O_2 Difference ($ml \cdot \ell^{-1}$)	
Subject LM								
Before training	3.58		206	124	25.5		140	
Four months	4.38		210	143	28.1		142	
Eighteen months	4.53	+ 26%	205	149	30.5	+ 20%	149	+ 6%
Subject IS								
Before training	3.07		205	122	23.9		126	
Four months	3.87		205	134	26.2		131	
Thirty-two months	4.36		185	151	27.6		158	
Fifty-one months	4.41	+ 44%	186	146	26.6	+ 12%	166	+ 32%

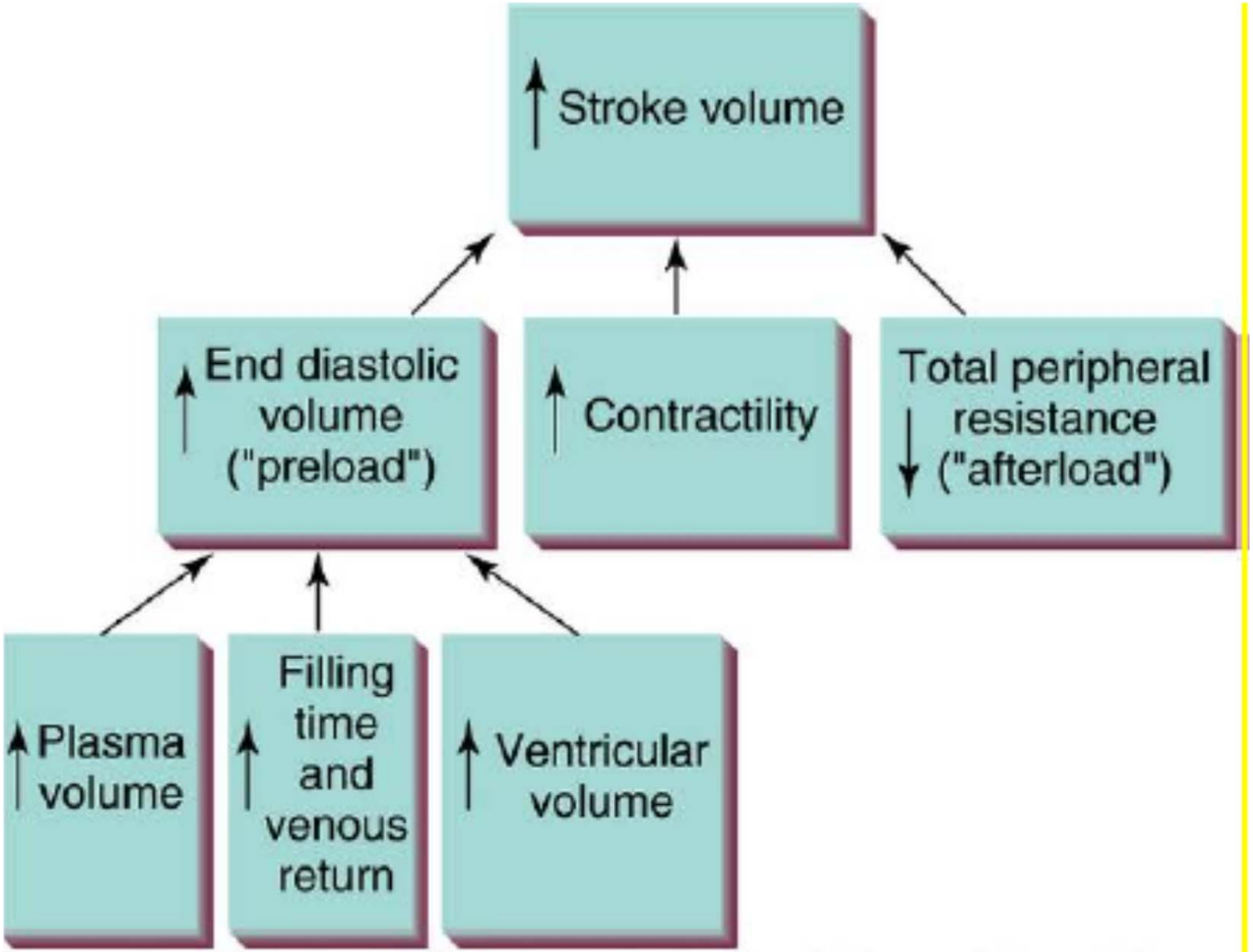
From B. Ekblom, "Effect of Physical Training on Oxygen Transport System in Man," in *Acta Physiologica Scandinavica*, Supplement 328. Copyright © 1969 Blackwell Scientific Publications, Ltd., Oxford, England. Reprinted by permission.

Aumento di $V'O_{2max}$: cause centrali

Aumento SV_{max}

- ↑ Precarico (EDV)
  - ↑ Volume plasmatico
  - ↑ Ritorno venoso
  - ↑ Volume ventricolare
- ↓ Postcarico (TPR)
  - ↓ Vasocostrizione arteriosa
  - ↑ Massimo flusso muscolare con Pressione Arteriosa Media inalterata
- ↑ Contrattilità

Fattori che aumentano SV

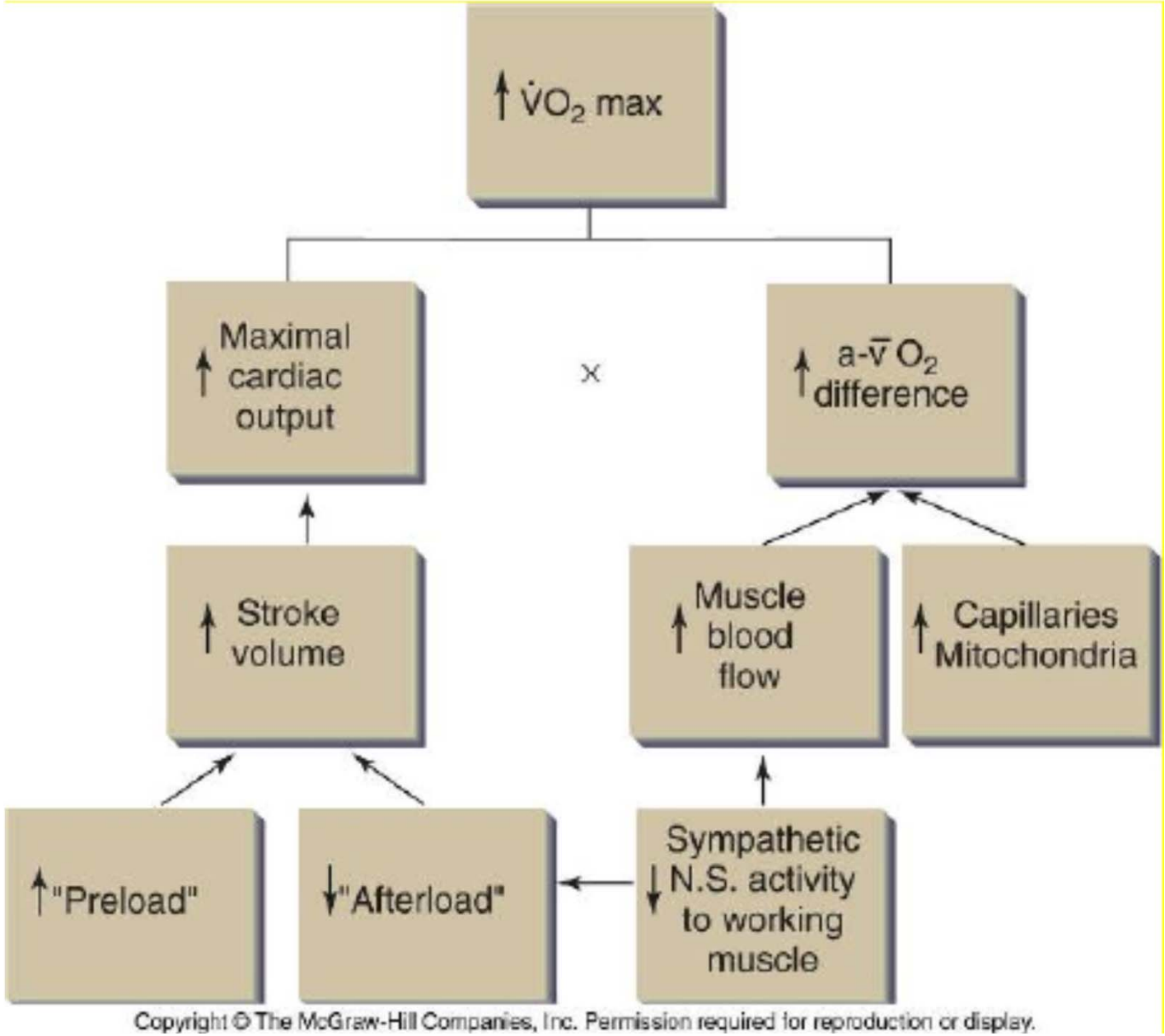


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Aumento di $V'O_{2max}$: cause periferiche

- $a\text{-}vO_{2max}$
  - ↑ Aumento del flusso ematico muscolare
    - ↓ vasocostrizione simpatomediata
  - ↑ Capacità estrazione/utilizzazione O_2 da parte dei muscoli
    - ↑ Densità capillare
    - ↑ Massa mitocondri

Fattori che inducono l'aumento di $V'O_{2max}$



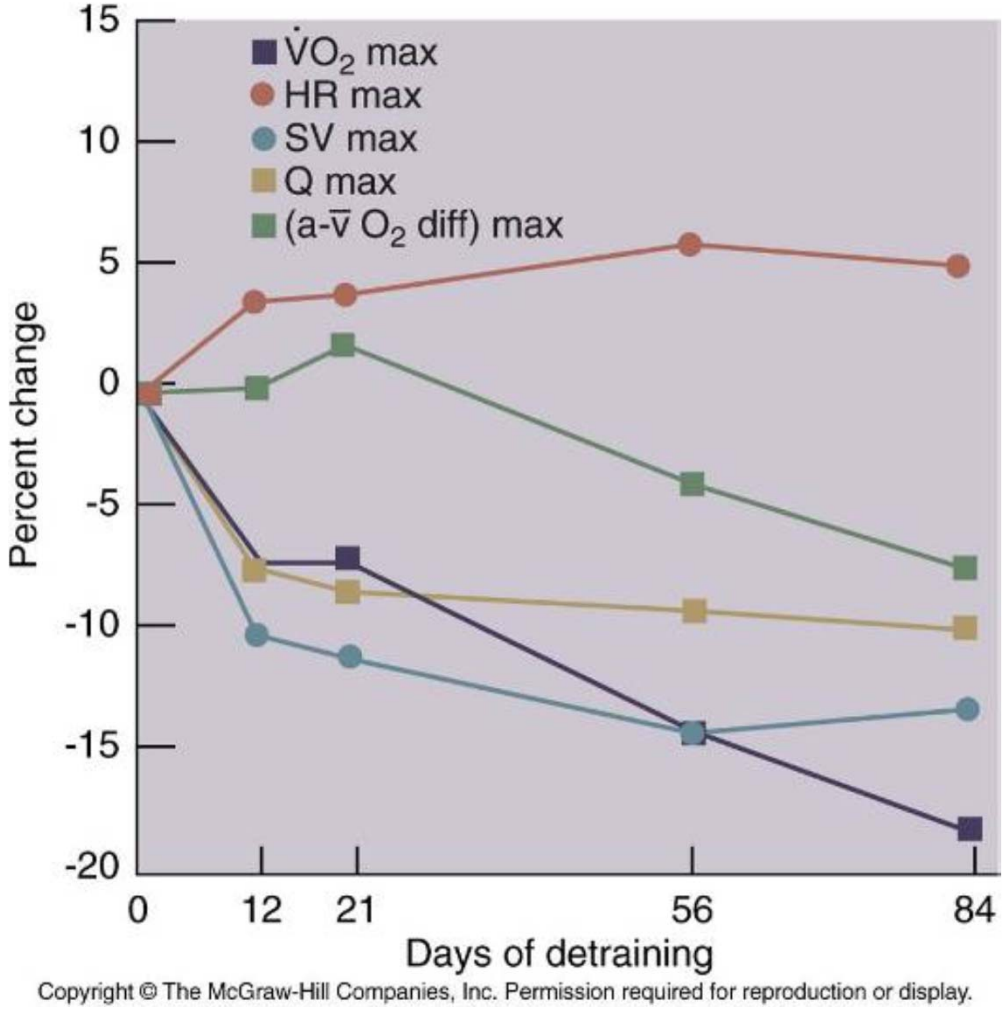
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Deallenamento e $V'O_{2max}$

Diminuzione di $V'O_{2max}$ alla cessazione dell'allenamento

- ↓ SVmax
  - Rapida diminuzione del volume plasmatico
- ↓ Massima differenza a-vO_2
  - ↓ Massa mitocondriale
  - ↓ Capacità ossidativa del muscolo
    - ↓ Fibre Tipo IIa e ↑ Fibre tipo IIx

Deallenamento, diminuzione di V'O_{2max} e modificazione della variabili cardiocircolatorie



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Bibliografia

- *Ferretti G e Capelli C.* **Dagli Abissi allo Spazio**, edi-ermes, Milano, 2009, Cap.2.