

## Lezione di oggi (Lunedì 19 Novembre)

### • ADATTAMENTI METABOLICI INDOTTI DALL'ALLENAMENTO

---

---

---

---

---

---

---

---

### Obiettivi della lezione

- Scoprire come l'allenamento possa ottimizzare il rendimento dei sistemi energetici e sviluppare il massimo potenziale prestativo dell'organismo.
- Conoscere i diversi adattamenti che hanno luogo con l'allenamento aerobico ed anaerobico.
- Esaminare come tipologie specifiche di allenamento aerobico ed anaerobico possano migliorare la prestazione.
- Scoprire il modo migliore per monitorare i cambiamenti indotti dall'allenamento.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Allenamento Aerobico rispetto a quello Anaerobico

**L'Allenamento Aerobico ("resistenza")** porta a

- Aumento del flusso di sangue, e
- Aumento della capacità delle fibre muscolari di generare ATP.

**L'Allenamento Anaerobico** porta a

- Aumento della forza muscolare, e
- Aumento nella tolleranza per gli squilibri acido-base durante esercizio ad alta intensità.




---

---

---

---

---

---

---

---

## Adattamenti all'allenamento Aerobico

- Aumento della resistenza aerobica submassimale e del  $VO_{2max}$
- Adattamenti nella taglia delle fibre muscolari, nella fornitura di sangue e di ossigeno, e nell'efficienza meccanica
- Aumento nell'efficienza della produzione energetica



---

---

---

---

---

---

---

---

## Adattamenti Muscolari

- Aumento della taglia delle fibre a scossa lenta (ST).
- Aumento del numero di capillari che irrorano i muscoli.
- Aumento del contenuto di mioglobina nel muscolo (che consente al muscolo di avere più ossigeno).
- Aumento del numero, taglia, e attività enzimatica ossidativa dei mitocondri.



---

---

---

---

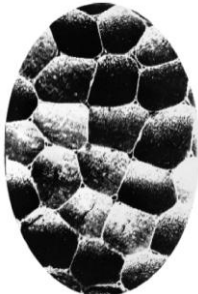
---

---

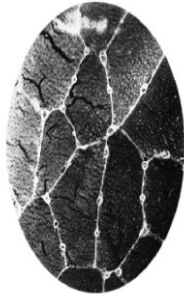
---

---

## CAPILLARIZZAZIONE MUSCOLARE



Sedentario



Allenato

---

---

---

---

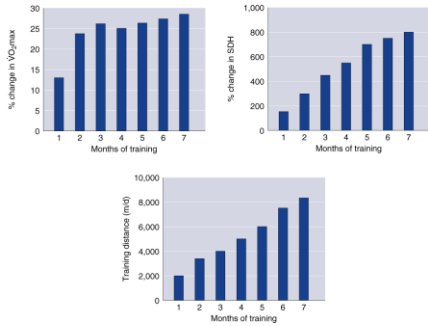
---

---

---

---

### Variazioni dell'attività SDH




---

---

---

---

---

---

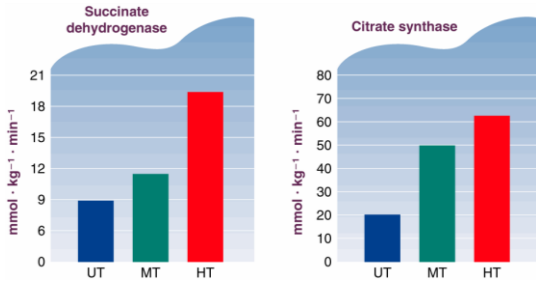
---

---

---

---

### ATTIVITA' ENZIMATICA IN UN MUSCOLO DELLA GAMBA




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Adattamenti Riguardanti le Fonti Energetiche

- ♦ I muscoli allenati immagazzinano più glicogeno e trigliceridi rispetto ai muscoli non allenati.
- ♦ FFAs sono mobilizzati meglio e si rendono quindi più accessibili ai muscoli allenati.
- ♦ L'abilità dei muscoli di ossidare i grassi aumenta con l'allenamento.
- ♦ Il fatto che i muscoli utilizzino prima le scorte di grassi conserva il glicogeno durante l'esercizio prolungato.




---

---

---

---

---

---

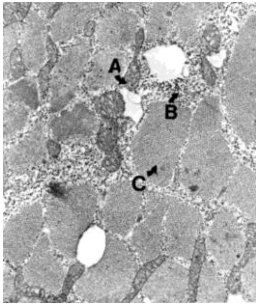
---

---

---

---

**MITOCONDRI (A), GLICOGENO (B), E TRIGLICERIDI (C)**




---

---

---

---

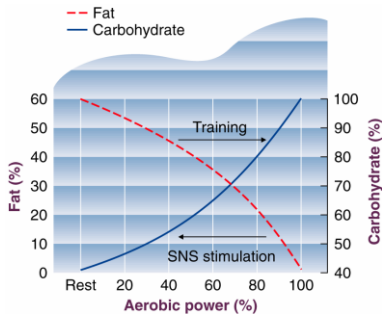
---

---

---

---

**UTILIZZO delle FONTI ENERGETICHE CON L'INCREMENTO DELL'INTENSITA'**




---

---

---

---

---

---

---

---

**Punti Chiave 1)**

**Adattamenti all'Allenamento Aerobico**

- L'allenamento aerobico stimola le fibre a scossa lenta (ST) più delle fibre a scossa rapida (FT) e causa un aumento della taglia (ma non della percentuale) delle fibre ST.
- L'allenamento aerobico prolungato potrebbe causare alle fibre FT<sub>b</sub> di assumere le caratteristiche delle fibre di tipo FT<sub>a</sub>.
- Il numero di capillari che irrorano ciascuna fibra muscolare aumenta con l'allenamento.
- Il contenuto di mioglobina (che accumula ossigeno) aumenta nel muscolo di circa il 75-80% con l'allenamento aerobico.

(continua)

---

---

---

---

---

---

---

---

**Punti Chiave**

**1)** *(continua dalla precedente)*

**Adattamenti all'Allenamento Aerobico**

- L'allenamento aerobico aumenta il numero e la taglia dei mitocondri e le attività degli enzimi ossidativi.
- I muscoli allenati alla resistenza accumulano più glicogeno e trigliceridi rispetto ai muscoli non allenati.
- L'aumentata disponibilità di grassi e l'aumentata capacità di ossidare grassi portano ad un aumento dell'utilizzazione di grassi come fonte energetica, risparmiando glicogeno.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Considerazioni sull'Allenamento Aerobico**

**Volume**

- Frequenza dei periodi di esercizio
- Durata di ciascun periodo di esercizio

**Intensità**

- "Interval training"
- Allenamento continuo




---

---

---

---

---

---

---

---

**Volume dell'Allenamento**

- Il volume è il carico di allenamento in ciascuna sessione di allenamento e su un determinato periodo di tempo.
- Gli adattamenti ai volumi somministrati variano da individuo a individuo.
- Il volume ideale di allenamento aerobico sembra essere equivalente ad una spesa energetica di circa 5,000- 6,000 kcal a settimana.
- Atleti che si allenano con carichi progressivamente maggiori alla fine raggiungono un livello massimo di miglioramento oltre il quale un volume addizionale di allenamento non migliora la resistenza o il VO<sub>2</sub>max.

---

---

---

---

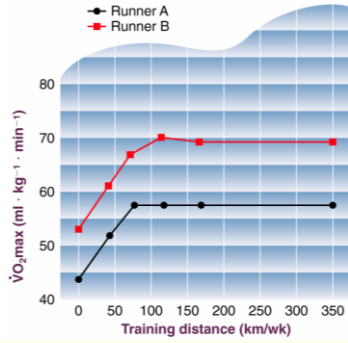
---

---

---

---

### VOLUME dell'ALLENAMENTO e VO<sub>2</sub>MAX




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Q̇O<sub>2</sub> rispetto al VO<sub>2</sub>max

Q̇O<sub>2</sub> misura la massima capacità ossidativa o respiratoria dei muscoli.

VO<sub>2</sub>max misura il massimo consumo di ossigeno dell'organismo.




---

---

---

---

---

---

---

---

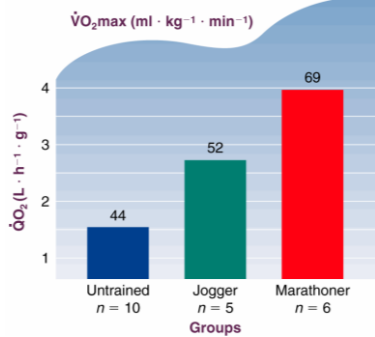
---

---

---

---

### Q̇O<sub>2</sub> e VO<sub>2</sub>MAX con l'ALLENAMENTO




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Intensità dell'allenamento

- Gli adattamenti muscolari sono specifici alla velocità così come alla durata dell'allenamento.
- Gli atleti che incorporano allenamento alla velocità ad alta intensità mostrano maggiori incrementi nella prestazione di atleti che eseguono solo un allenamento di lunga durata a bassa intensità.
- Gli intervalli aerobici sono brevi periodi di esercizio, ad andatura veloce, seguiti da brevi periodi di riposo.
- L'allenamento continuo consiste in un'unica prova continua ad alta intensità.

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

## Adattamenti all'Allenamento Anaerobico

- Aumento della forza muscolare.
- Lieve aumento di ATP-PCr e di enzimi glicolitici.
- Aumento dell'efficienza meccanica.
- Aumento della capacità ossidativa del muscolo (per sprint della durata maggiore di 30 s).
- Aumento della capacità tampone del muscolo.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Sapevate che...?

Gli incrementi nella prestazione che seguono l'allenamento anaerobico (allenamento ad alta intensità, di breve durata) sembrano essere correlati maggiormente all'aumento della forza muscolare che a miglioramenti nella produzione anaerobica di ATP attraverso i sistemi ATP-PCr e glicolitico.




---

---

---

---

---

---

---

---

## Capacità Tampone del Muscolo

- L'allenamento anaerobico aumenta la capacità tampone del muscolo, ma l'allenamento aerobico contribuisce in misura minima allo sviluppo della capacità muscolare di tollerare esercizi di tipo sprint.
- L'aumentata capacità tampone del muscolo consente agli atleti allenati di sostenere la produzione di energia per periodi più lunghi prima che la fatica limiti il processo contrattile.




---

---

---

---

---

---

---

---

## Esempi di Attività Enzimatiche Muscolari (mmol · g<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>) per Uomini Sedentari, Allenati Anaerobicamente e Allenati Aerobicamente

	Sedentari	Allenati Anaerobicamente	Allenati Aerobicamente
<b>Enzimi Aerobici</b>			
<i>Sistema Ossidativo</i>			
Succinato deidrogenasi	8.1	8.0	20.8 <sup>a</sup>
Malato deidrogenasi	45.5	46.0	65.5 <sup>a</sup>
Carnitin-palmitil transferasi	1.5	1.5	2.3 <sup>a</sup>
<b>Enzimi Anaerobici</b>			
<i>Sistema ATP-PCr</i>			
Creatin-chinasi	609.0	702.0 <sup>a</sup>	589.0
Miochinasi	309.0	350.0 <sup>a</sup>	297.0
<i>Sistema Glicolitico</i>			
Fosforilasi	5.3	5.8	3.7 <sup>a</sup>
Fosfofruttochinasi	19.9	29.2 <sup>a</sup>	18.9
Lattato deidrogenasi	766.0	811.0	621.0

<sup>a</sup> Denota una differenza significativa dai valori degli individui sedentari.

---

---

---

---

---

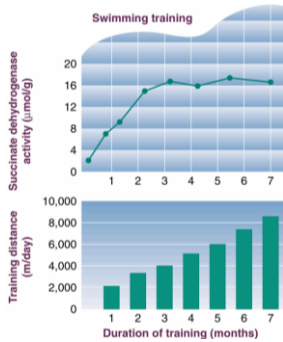
---

---

---



## ATTIVITA' della SDH nel DELTOIDE



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Punti Chiave 2)

#### Adattamenti all'Allenamento Aerobico

- Il volume ideale dell'allenamento aerobico è equivalente a una spesa calorica di 5,000-6,000 kcal a settimana.
- Per effettuare prestazioni ad intensità più elevata, gli atleti devono allenarsi ad intensità più elevate.
- "Interval training" aerobico—brevi periodi ripetuti di prestazione ad alta intensità seguiti da brevi periodi di riposo—e allenamento continuo—un unico periodo prolungato ad alta intensità—entrambi aiutano a generare benefici al sistema aerobico.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Punti Chiave 2) *(continua dalla precedente)*

#### Adattamenti all'Allenamento Anaerobico

- L'allenamento anaerobico aumenta la prestazione anaerobica prevalentemente come il risultato di un aumento di forza.
- L'allenamento anaerobico aumenta l'efficienza del movimento e così riduce l'energia spesa per quel movimento.
- Periodi di allenamento anaerobico che durano più di 30 s contano sull'ossidazione per ricavare energia; la capacità aerobica del muscolo può essere migliorata con questo tipo di allenamento.
- L'allenamento anaerobico aumenta la capacità tampone del muscolo, ritardando così l'insorgenza di fatica.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Metodi per Monitorare i Cambiamenti indotti dall'Allenamento

- Misure ripetute di  $VO_2\text{max}$
- Test di soglia lattato
- Confrontare i valori di lattato prelevati dopo un esercizio a regime stazionario in vari istanti temporali del periodo di allenamento




---

---

---

---

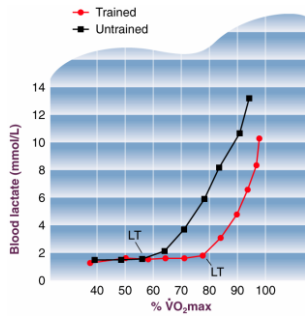
---

---

---

---

## INTENSITA' dell'ESERCIZIO e ACCUMULO di LATTATO EMATICO




---

---

---

---

---

---

---

---

## ALLENAMENTO e CONCENTRAZIONE di LATTATO EMATICO




---

---

---

---

---

---

---

---

## Sapevate che...?

Il protocollo più pratico e semplice per monitorare l'allenamento sembra essere quello di confrontare valori singoli di lattato ematico prelevati dopo un'attività ad andatura costante in vari istanti temporali di un periodo di allenamento. Non appena sarete più allenati, la vostra concentrazione di lattato ematico sarà più bassa a parità di carico di lavoro.




---

---

---

---

---

---

---

---

### Domande

- Quali sono gli effetti dell'allenamento aerobico e di quello anaerobico sulle fibre muscolari?
- Qual'è il meccanismo attraverso il quale l'allenamento aerobico migliora l'apporto di ossigeno alle fibre muscolari?
- Qual'è l'effetto dell'allenamento aerobico sul tipo di "carburante" utilizzato durante l'esercizio fisico?
- Fare un esempio di una sessione di interval training che possa servire a sviluppare i sistemi ATP-PCr, glicolitico e ossidativo di un corridore.
- Quali sono le modificazioni nel muscolo, indotte dall'allenamento anaerobico, che contribuiscono a ridurre l'affaticamento, durante un esercizio altamente glicolitico?
- Quali sono le modificazioni nella soglia del lattato che ci si può aspettare in seguito ad un allenamento aerobico?
- Descrivere le modificazioni nella capacità tampone del muscolo associate all'allenamento aerobico e a quello anaerobico. Come possono contribuire a migliorare la prestazione?

---

---

---

---

---

---

---

---

### Lettura Consigliate

- Wilmore and Costill. Fisiologia dell'Esercizio Fisico e dello Sport.
- – Capitolo 6

---

---

---

---

---

---

---

---