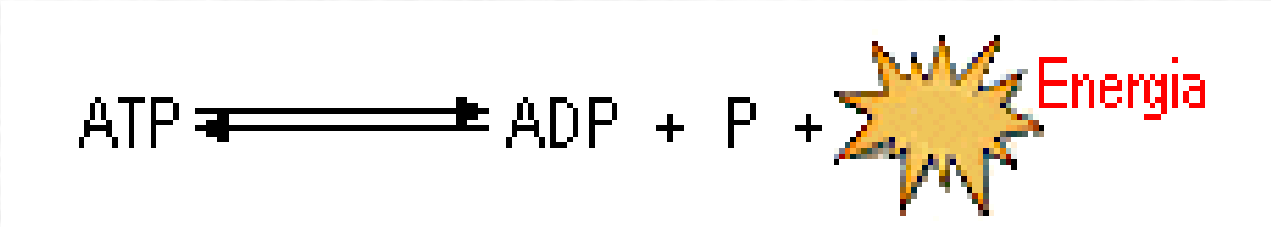
Aspetti metabolici dell'esercizio fisico

Genova 22 gennaio 2011

A cura di Attilio TRAVERSO

L'allenamento produce modificazioni fisiologiche (adattamenti) in quasi tutti i sistemi dell'organismo.

Nel muscolo scheletrico gli adattamenti sono finalizzati a ottimizzare l'utilizzo di energia fornita dall'ATP.

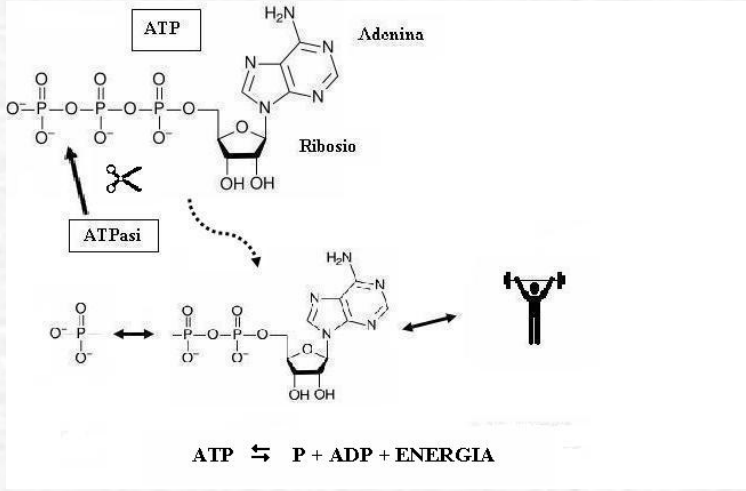


Bilancio energetico

L'energia è indispensabile per la vita cellulare e le sue varie funzioni (respirazione, circolazione, lavoro fisico, etc).
L'energia potenziale è contenuta negli alimenti e nei depositi.
Il bilancio energetico rappresenta la differenza tra apporto energetico e consumo richiesto dalle diverse attività.
La specificità dell'allenamento interessa due processi: la fisiologia neuromuscolare e la trasformazione dell'energia potenziale in azione biomeccanica

ATP

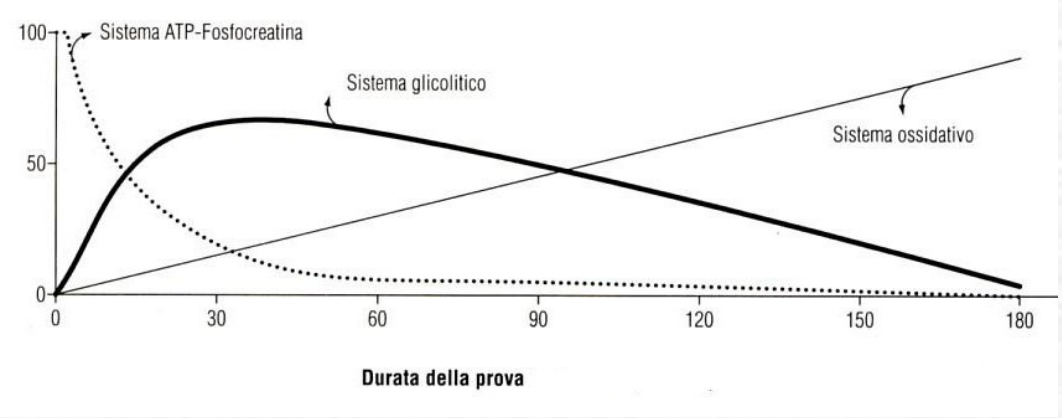
L'ATP rappresenta la fonte di energia immediata.
All'interno di una cellula muscolare sono immagazzinate modeste quantità di ATP.
Per evitare la diminuzione del rifornimento di ATP, la cellula muscolare deve incrementarne il tasso di produzione per poter tenere il passo con l'aumento della velocità di utilizzazione.



Meccanismi energetici

Il meccanismo di produzione di energia è effettuato autonomamente dalle cellule muscolari in base a:

1. Impegno metabolico del tipo di lavoro.
2. Disponibilità del substrato (zuccheri, grassi, proteine)



Tipo di allenamento e sviluppo sistemi energetici in % (Fox, 2005)			
Allenamento	PC - AL	AL – O2	O2
Sprint accelerazione	90	5	5
Allenamento a sprint	90	6	4
Corsa continua	**2**	**5**	**93**
Interval training	10 - 80	10 - 80	10 - 80
Intensità ripetute	20	40	40

Effetti dell'allenamento

Miglioramento della disponibilità dei sistemi implicati nella produzione di energia

- ✓ Sistema dei fosfageni
- ✓ Sistema glicolitico anaerobico
- ✓ Sistema ossidativo

➔ Modificazioni aerobiche e anaerobiche

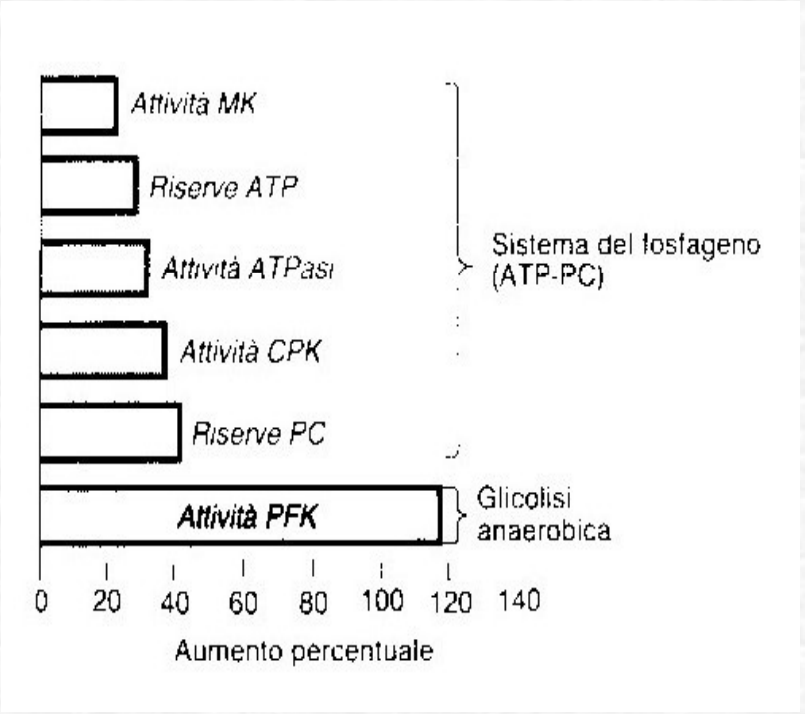
Modificazioni metaboliche anaerobiche

Aumentata capacità del sistema del fosfageno

1. Aumento riserve muscolari di ATP – 25 %
2. Aumento riserve muscolari di PC – 40 %

Aumentata capacità glicolitica anaerobica

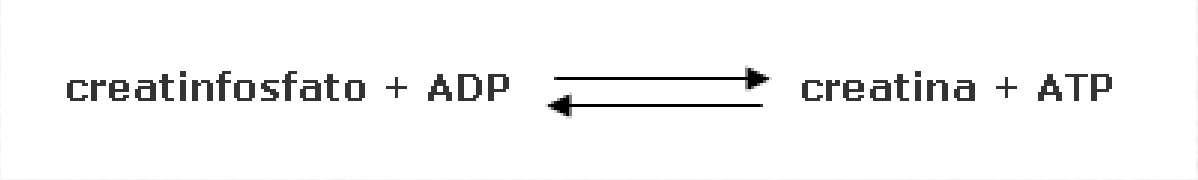
1. Aumento attività enzimi glicolitici



ATP - Fosfocretaina

Quando in una cellula aumenta il consumo energetico, si ha una riduzione della concentrazione di ATP e un aumento di ADP.

Il **creatinfosfato** (CP), riserva di fosfati ad alta energia ed immediatamente disponibile, cede il suo gruppo fosfato all'ADP per formare ATP.



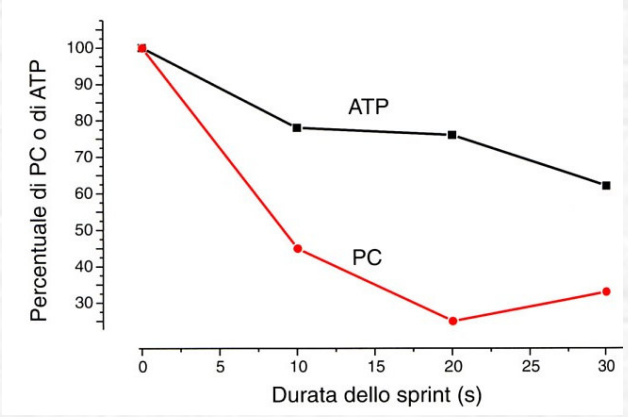
ATP - Fosfocretaina

La cellula a riposo contiene una quantità di PC sufficiente a fornire una quantità di ATP pari a 4 volte quella utile per il consumo basale.

Il ripristino delle scorte avviene variabilmente in 5-6 minuti.

La deplezione di PC nel lavoro è molto più alta di quella di ATP.

30 secondi	50 %
2 minuti	85 %
4 minuti	90 %
8 minuti	100 %



Utilizzo dei sistemi in diverse attività

attività	ATP utilizzato	ATP turnover	Substrati	Modalità
Riposo	0,35	0,7	Grassi	Aerobica
100 m	0,43	2,6	ATP, PC	Anaerobica
400 m	1,72	2.3	PC,glicolisi	Anaerobica
800 m	3,45	2,0	Glicolisi	Anaerobica aerobica
1500m	6,0	1,7	Glicolisi	Anaerobica aerobica
Maratona	150	1,0	Grassi, glicidi	Aerobica

Modificazioni metaboliche aerobiche

Modificazioni metaboliche:

- Aumento del contenuto di mioglobina nel muscolo.
- Aumentata ossidazione di carboidrati.
- Aumentata ossidazione di grassi.

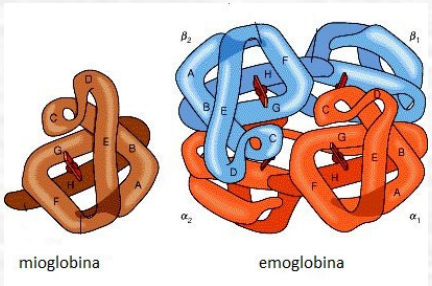
Adattamenti sub cellulari

1. Aumento del numero e della dimensione dei mitocondri.
2. Aumento dell'attività e della concentrazione degli enzimi del ciclo di Krebs e nel sistema di trasporto degli elettroni.

Aumento del contenuto di mioglobina

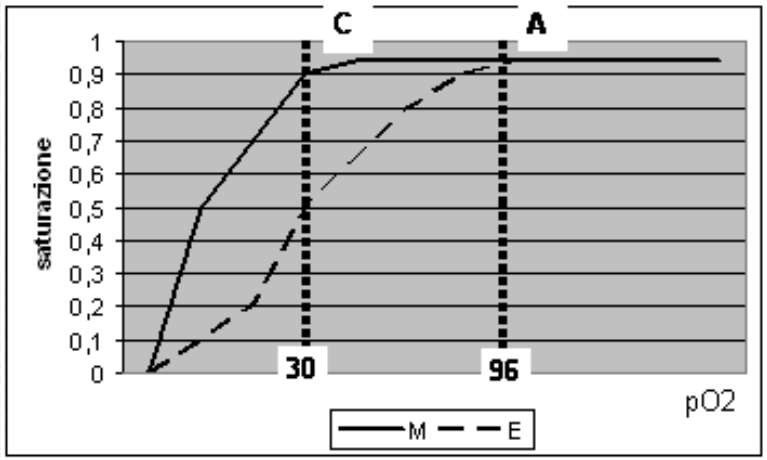
Cromoproteina simile all'emoglobina, con funzione di:

1. Legare ossigeno.
2. Aumentare deposito di ossigeno.
3. Cedere di ossigeno ai mitocondri per l'attivazione metabolica



Cinetica mioglobina

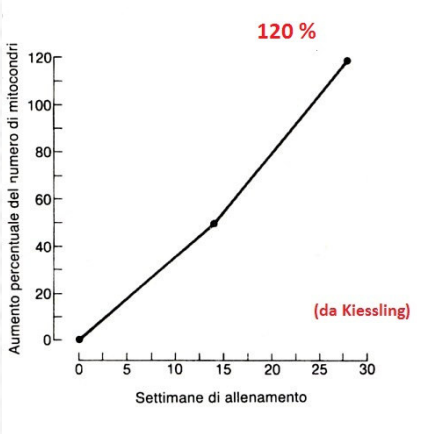
Cinetica di legame con Ossigeno per Mioglobina (M) ed Emoglobina (E): l'emoglobina lega O2 nel polmone (A), dove la pressione parziale di Ossigeno è alta (96 mmhg) e lo trasporta ai tessuti periferici (C), dove la pO2 è 30 mmhg e lo cede. La mioglobina ha una affinità più elevata e costante e lega O2 in modo stabile e lo trattiene come riserva per le richieste cellulari.

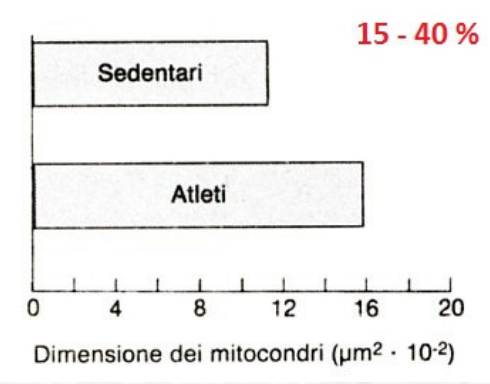


Aumento ossidazione carboidrati

Dopo 28 settimane di allenamento aerobico (Kiessling):

- Aumento del numero dei mitocondri anche fino al 120 %
- Aumento delle dimensioni dei mitocondri dal 15 al 40 %

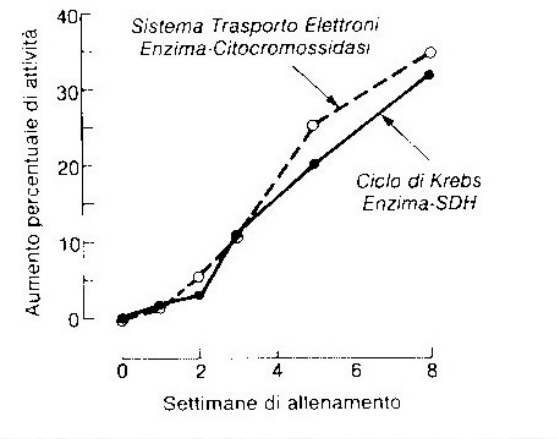




Aumento ossidazione carboidrati

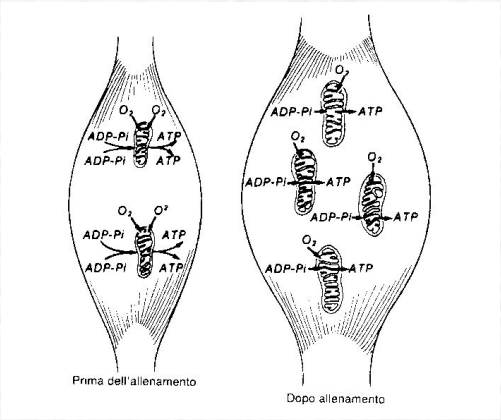
Dopo sole 8 settimane di allenamento aerobico (Henricksson):

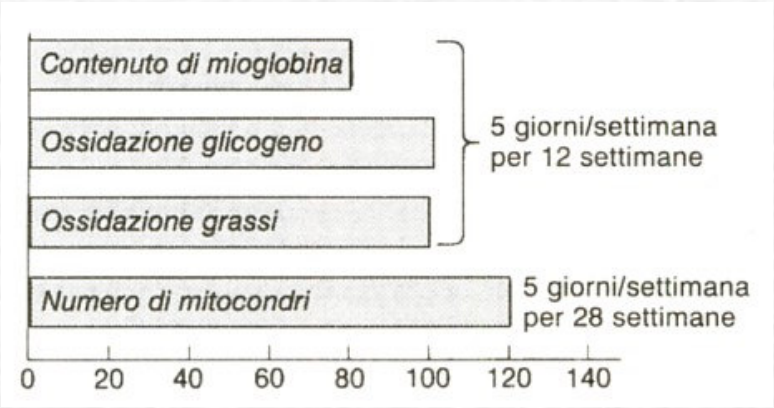
- Aumento del 40 % dell'attività e della concentrazione degli enzimi del ciclo di Krebs e nel sistema di trasporto degli elettroni.
- Aumento dei depositi di glicogeno.



Aumento ossidazione dei grassi

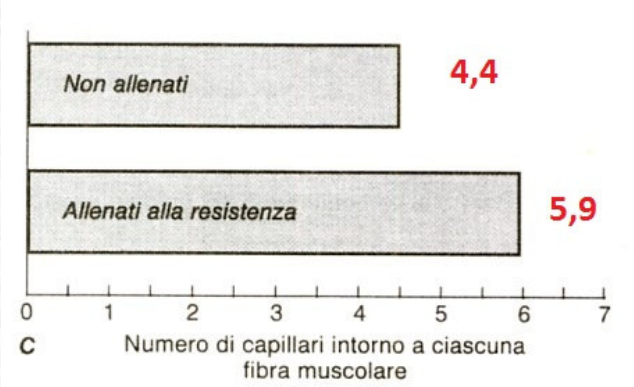
- Aumento dei depositi muscolari di trigliceridi
- Aumento del rilascio di acidi grassi liberi dal tessuto adiposo
- Aumento attività enzimi implicati nell'attivazione, trasporto e scissione degli acidi grassi

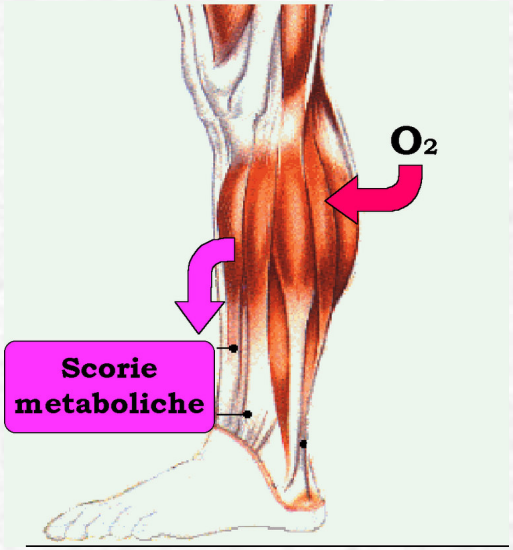


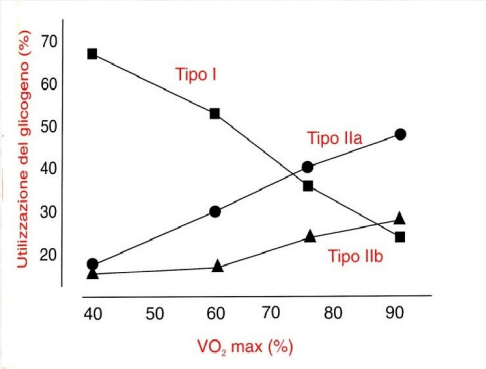
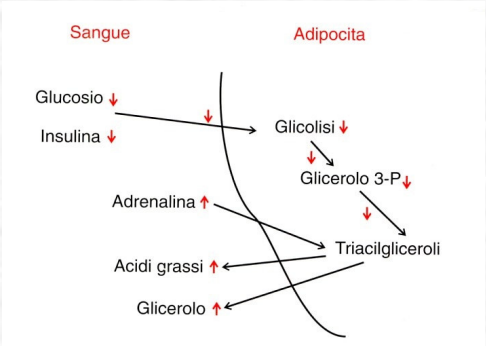


Modificazioni strutturali

- Aumento densità capillari
- Miglior respirazione cellulare
- Più efficace eliminazione scorie





Modificazioni strutturali

- Ipertrofia selettiva fibre muscolari con trasformazione da FTB a FTA.
- Miglior utilizzazione del glicogeno in proporzione all'intensità dello sforzo (Wilmore).
- Efficace induzione della lipolisi conseguente al consumo di carboidrati.