

Adattamenti fisiologici dell' organismo all'allenamento

Gli adattamenti fisiologici dell'organismo all'esercizio fisico. Analisi dei processi di adattamento e risposta organica.

Le prestazioni fisiche intense rappresentano uno degli stress maggiori a cui sia possibile sottoporre l'organismo. Per avere un metro di paragone, basti pensare che, una febbre talmente elevata da raggiungere quasi la soglia dei valori letali, richiede un incremento metabolico prossimo al 100%, durante una maratona tale valore è prossimo al 200%.

Grandi differenze sul piano fisiologico, e conseguentemente della prestazione, intercorrono fra uomini e donne. Una delle ragioni fondamentali di tale discrepanza è di natura ormonale. Il **testosterone** (ormone sessuale maschile) è un ormone anabolizzante in grado di favorire moltissimo la **sintesi proteica** generale e muscolare in particolar modo. Un uomo con buona secrezione di testosterone avrà, di norma, una buona e robusta muscolatura, superiore di oltre il 40% rispetto alla donna. Anche gli **estrogeni**, ormoni femminili, concorrono nella differenziazione dello sviluppo: si calcola che la percentuale adiposa corrisponda a circa il 27% contro il 15% degli uomini.

Gli elementi da mettere a fuoco per comprendere la misura del successo di una pratica sportiva sono la **forza** muscolare, la **potenza** che i muscoli sono in grado di esprimere, ed il **tempo** per il quale possono protrarre la prestazione.

- **La forza** dipende prevalentemente dalla sezione trasversa di un muscolo, ed è pari a circa 3-4 Kg per cm². In un sollevatore di pesi a livello mondiale, tale sezione può raggiungere, nel quadricipite, i 150 cm² con un potenziale di **forza** di oltre 500Kg. Tale potenziale si riflette sul tendine rotuleo e sull'articolazione, mettendo in serio pericolo la struttura anatomica del ginocchio, che può andare incontro a fratture da compressione, dislocazioni cartilaginee e lesioni tendinee.
La forza sviluppata nella fase eccentrica (allungamento) di un movimento può essere maggiore del 40% rispetto alla **forza** concentrica (esempio nella fase di atterraggio al suolo dopo un salto). La **forza** citata prima diviene, nel caso di un salto, di oltre 700kg, aggravando ulteriormente i rischi per l'articolazione.
- **La potenza** muscolare è data dalla forza espressa dal muscolo per l'ampiezza del movimento, tenendo conto del numero di contrazioni al minuto. Si misura in Kgm (kilogrammometri) al minuto. Il calcolo del lavoro compiuto (W) in maniera indipendente dal tempo (t) può essere ottenuto moltiplicando la forza esercitata (F) per lo spazio (S) quindi $W = F \times S$. Nel caso di una trazione al mento con bilanciere da 50 Kg, spostato per 90 cm dal suolo avremo $W = 50 \times 0,9$ pari a 45Kgm (kilogrammometri). Considerando anche il fattore tempo metteremo il tutto in rapporto ad esso. La formula sarà quindi $W = (F \times S) / t$. Nel caso di un atleta di 70 Kg che compie una trazione alla sbarra posta a 60 cm al di sopra del mento in 0,5 secondi, avremo $70 \times 0,6 / 0,5 = 84 \text{Kgm/s}$.

La massima potenza muscolare esprimibile da un atleta tende ad essere costante per 8-10 secondi. Si dimezza poco dopo il primo minuto e diviene pari a meno di 1/5 dopo 30 minuti.

È evidente che un soggetto può esprimere la massima potenza solo per un breve tempo (es. sui 100m).

- **Il terzo importante parametro è la resistenza**, ovvero il tempo per il quale è possibile protrarre la prestazione, e dipende in massima parte dai substrati energetici utilizzabili ed in particolare dal glicogeno muscolare accumulato. Una dieta ricca di carboidrati consente un aumento del glicogeno accumulabile, ed un miglioramento della resistenza. Facendo un calcolo della durata di energia disponibile per un maratoneta con dieta a base di carboidrati, il tempo per il quale può disporre (e quindi può correre) è di 240 minuti, pari all'accumulo di 40g/kg muscolo di glicogeno; 120 minuti nel caso di dieta mista e 20g/kg di glicogeno; appena 85 per diete a base di grassi e 6g/kg di glicogeno.

Anche i sistemi mediante i quali viene garantita la produzione energetica nel muscolo sono rilevanti ai fini della prestazione.

Tali sistemi sono:

- **Sistema anaerobico alattacido (adenosintrifosfato)** dove la primaria fonte energetica è costituita dall'**ATP**, ossia adenosina legata a 3 gruppi fosfato. I legami degli ultimi due gruppi fosfato sono particolarmente ricchi di energia pari a circa 7300 calorie per mole di **ATP**. Vale a dire che la rimozione di un gruppo fosfato dall'**atp** (e la sua conseguente riduzione ad **adp**) liberano 7,3 Kcal di energia utilizzabile dal muscolo. La quantità di **ATP** mediamente disponibile in un atleta è sufficiente per un tempo pari a circa 3 secondi. Si rende pertanto necessario "ricaricare" continuamente questo sistema. La conversione di **ADP** ad **ATP** può avvenire tramite il sistema **fosfocreatina-creatina**. La fosfocreatina è creatina con un legame fosforico ricco di energia. Essa può essere scissa in creatina e ione fosfato, rendendo disponibile una quantità di energia ancora maggiore, e pari a 10.300 calorie, sufficienti a ripristinare il legame fosforico con l'**ADP** e la sua riconversione in **ATP**. Questo processo si attua in piccole frazioni di secondo, rendendo immediatamente disponibile nuova energia. La fosfocreatina e l'**ATP** costituiscono il sistema energetico del fosfagene in grado di fornire massime quantità di energia per un tempo totale di circa 8-10 secondi
- **Sistema anaerobico lattacido (glicogeno-acido lattico)** Il glicogeno accumulato nel muscolo, può essere scisso in glucosio per il suo utilizzo energetico. In assenza di ossigeno ogni molecola di glucosio viene scissa in due molecole di acido piruvico, con liberazione di energia e formazione di varie molecole di **ATP**. L'acido piruvico entra poi nei mitocondri delle fibre muscolari dove, reagendo con l'ossigeno, forma numerose altre molecole di **ATP**. Quando non vi è sufficiente ossigeno, l'acido piruvico viene convertito in acido lattico, che diffonde all'esterno della fibra per passare nel liquido interstiziale, ed infine nel sangue. Il sistema anaerobico lattacido è in grado di produrre **ATP** ad una velocità 2,5 maggiore rispetto al sistema ossidativo (aerobico alattacido). Ovviamente l'accumulo di acido lattico e l'esaurimento delle scorte di glicogeno consentono a questo sistema una durata pari a circa 80-100 secondi, in aggiunta agli 8-10 del fosfagene
- **sistema aerobico (aerobico alattacido)** fornisce energia mediante l'ossidazione di substrati energetici nei mitocondri, di natura glucidica, proteica e lipidica. Dopo vari processi, tali substrati, vengono ossidati per fornire grandi quantità di **ATP**. Questo sistema ha una durata teoricamente illimitata fin tanto sono disponibili nutrienti da metabolizzare