

Primo corso
personal trainer
fipcf-iusm



Basso Luca

Le fibre muscolari

Caratteristiche e differenze



Fibre muscolari

Le fibre muscolari umane possono essere classificate in due categorie:

1. Fibre lente (slow-twitch, ST o di tipo I).
2. Fibre veloci (fast-twitch, FT o di tipo II), che possono essere ulteriormente suddivise in due sottocategorie:
 - A. Fibre veloci di tipo A (fast-twitch A, FT-A o di tipo IIA)
 - B. Fibre veloci di tipo B (fast-twitch B, FT-B o di tipo IIB).

La prevalenza di un tipo di fibra rispetto ad un altro influenza il tipo di risposta che il muscolo fornisce in seguito ad uno stimolo o ad un determinato tipo di allenamento.



Determinazione del tipo di fibre

- ◆ La maniera più diretta per determinare la composizione in fibre di un atleta è la biopsia muscolare.
- ◆ Un metodo indiretto sperimentale, non idoneo per i singoli muscoli ma sperimentato nella pesistica per gruppi muscolari, si rifà invece alla relazione tra la proporzione delle fibre veloci e la forza sviluppata e consiste, stabilito l'1RM di un soggetto, nel fargli effettuare più ripetizioni possibili, con buona velocità esecutiva, con un peso dell'80% dell'1RM. Se eseguirà meno di 7 ripetizioni si riterrà che il gruppo muscolare sia costituito per più del 50% da FT; se eseguirà 12 o più ripetizioni si riterrà invece che più del 50% siano ST; una percentuale equilibrata delle due sarà associata ad un numero di ripetizioni compreso tra 7 e 12.



Il reclutamento delle fibre muscolari

- ✦ I muscoli producono forza reclutando unità motorie (gruppo di fibre muscolari innervate da un motoneurone). Il tipo di unità motorie reclutate dipende dalla quantità di forza prodotta. Unità motorie di piccole dimensioni, che contengono fibre muscolari lente, hanno una più bassa soglia di produzione di energia e sono reclutate per prime. Se la richiesta di forza aumenta vengono via via reclutate unità motorie più grandi. Le unità di dimensioni maggiori, costituite da FT-b, hanno la più alta soglia di produzione di energia e sono reclutate per ultime. Quindi, indipendentemente dall'intensità del lavoro, le unità motorie costituite da ST sono le prime ad essere utilizzate; l'unica eccezione a questa regola è costituita dal lavoro balistico mediante contrazioni eccentriche. Si è evidenziato infatti che esiste la possibilità che il reclutamento preferenziale delle unità motorie a fibre veloci sia influenzato dalla velocità della contrazione eccentrica, e possa verificarsi utilizzando velocità che vanno da moderate a veloci.

Relazioni tra velocità di movimento, tipo di contrazione e quantità di forza prodotta dalle diverse fibre muscolari

TIPO DI CONTRAZIONE	FORZA PRODOTTA
<i>DINAMICA</i>	FIBRE VELOCI > FIBRE LENTE
<i>ISOMETRICA</i>	FIBRE VELOCI = FIBRE LENTE

Durante una contrazione dinamica, quando la fibra è alternativamente accorciata e allungata, una fibra veloce produce più forza di una lenta. In condizioni isometriche, durante le quali la lunghezza del muscolo non varia mentre avviene la contrazione, i due tipi di fibre, lente e veloci, producono la stessa quantità di energia. La differenza in forza prodotta è evidente solo durante la contrazione dinamica. Ad una data velocità di contrazione la forza prodotta dal muscolo aumenta con la percentuale di fibre veloci e, viceversa, a parità di forza prodotta, la velocità di contrazione aumenta con la percentuale di fibre veloci.

Differenze genetiche

- ◆ Studi condotti su gemelli identici hanno mostrato che la composizione in fibre muscolari è un tratto geneticamente determinato, tuttavia esistono evidenze che sia la struttura che le proprietà metaboliche delle fibre muscolari di un individuo possono adattarsi a diversi tipi di allenamento. E sebbene non esista una comprovata capacità di interconversione tra le fibre, soprattutto da ST a FT, si è osservato che l'allenamento può modificare l'area occupata da un tipo di fibra nel muscolo, ipertrofizzando le une o le altre.

La composizione in fibre dei muscoli di un atleta influenza il suo volume muscolare, la forza(soprattutto esplosiva) e la resistenza, e di conseguenza, anche se il rapporto FT/ST rimane invariato, l'allenamento può produrre effetti diversi a seconda delle modalità seguite

◆ Il lavoro con carichi elevati(anche 95% 1RM) e poche ripetizioni indurrà un'ipertrofia delle FT,le quali avendo una sezione maggiore delle ST porteranno come effetto visibile del guadagno di "massa" muscolare l'aumento della circonferenza del muscolo. Questo perché ipertrofizzano principalmente le fibre direttamente stressate e l'uso di molto peso consente il reclutamento delle FT-b,che sviluppano più forza delle FT-a e delle ST.

◆ Il lavoro con carichi medi (non meno del 60% e non oltre il 70% dell'1RM) e un numero di ripetizioni sempre almeno superiori a 12 indurrà invece un'ipertrofia delle ST che però avendo dimensioni minori delle FT porteranno a una diminuzione della "massa" muscolare misurata come circonferenza del muscolo, aumentandone tuttavia la capacità di resistenza abbinata ad una perdita di forza sviluppata.

Composizione e volume muscolare

◆ Prendendo ipoteticamente ad esempio un muscolo con una composizione in fibre lente e rapide in rapporto paritetico (50%-50%) si noterà come, a causa delle diverse dimensioni, le FT occuperanno il 65% dell'area disponibile. Un allenamento mirato all'ipertrofia delle medesime potrà spostare in loro favore il rapporto fino al 75%, producendo dunque un aumento di volume muscolare.

◆ Al contrario un allenamento mirato alle ST ne produrrà è vero un'ipertrofia ma sposterà in loro favore il rapporto anche fino al 50%, dell'area occupata, il che significherebbe una perdita di volume totale, a causa della perdita di volume percentuale a carico delle FT, più grandi e principali responsabili delle dimensioni del muscolo

Forza esplosiva o ipertrofia?

- ◆ Se lo scopo principale è incrementare la componente neuro-muscolare della forza massimale si devono effettuare da 1 a 3 ripetizioni con carichi prossimi al 95% dell'1RM

- ◆ Se lo scopo è invece l'ipertrofia muscolare allora possono aversi due differenti obiettivi:
 - ◆ Ipertrofia per aumento della forza
 - ◆ Ipertrofia per aumento della "massa"

Quale ipertrofia?

✦ Nel caso in cui si voglia ottenere un aumento di forza massimale abbinato ad un moderato incremento di volume muscolare si dovrà lavorare con un peso prossimo almeno all'80% del'1RM e un numero di ripetizioni compreso tra 5 e 8

✦ Alternativamente si può ottenere un maggior sviluppo del volume muscolare, non più però strettamente legato ad un incremento di forza massimale, allenandosi a percentuali più basse dell'1RM (70-75%) con un numero di ripetizioni compreso tra 6 e 12

Metabolismo energetico E fibre muscolari



Le prestazioni dei maratoneti e dei velocisti differiscono a causa della diversa composizione in fibre dei loro muscoli.

I maratoneti hanno una più elevata percentuale di fibre lente nei loro muscoli.

- le fibre lente convertono le fonti energetiche utilizzando ossigeno (attraverso il ciclo di Krebs e la catena di trasporto degli elettroni), per questa loro caratteristica le fibre lente sostengono contrazioni più lunghe e ripetute.

Viceversa i **velocisti** hanno una più elevata percentuale di fibre veloci nei loro muscoli.

- le fibre veloci producono energia in assenza di ossigeno, utilizzando la via glicolitica e il sistema del fosfagene; questo tipo di fibre sostiene contrazioni rapide e brevi, ed attività intense.



Qualsiasi attività cellulare richiede, per poter avvenire, di una fonte di energia chimica nota come adonosintrifosfato o ATP.

La produzione di ATP è basata sulla liberazione di energia attraverso la demolizione di alimenti o altri composti che comporta una serie di reazioni sia anaerobiche (senza la partecipazione di ossigeno), che aerobiche (con la partecipazione di ossigeno). Il modo in cui l'ATP viene fornito ai muscoli, anaerobico o aerobico, dipende dall'intensità e dalla durata dell'esercizio svolto.

In ogni istante in ogni nostra cellula muscolare c'è solo una quantità limitata di ATP e che tale composto viene costantemente usato e rigenerato e la rigenerazione di ATP, richiede logicamente energia.

Nel nostro sistema biologico, esistono tre diversi processi fornitori di energia per produrre nuovo ATP:

1. il sistema del fosfagene in cui l'energia che serve per rigenerare ATP, proviene dalla fosfocreatina (PC)
2. la glicolisi anaerobica o sistema dell'acido lattico in cui l'energia deriva dalla parziale degradazione del glucosio
3. il sistema dell'ossigeno in cui l'energia viene presa dalla completa ossidazione dei carboidrati e successivamente degli acidi grassi. In quest'ultimo processo in certe condizioni possono essere usate anche fonti proteiche.

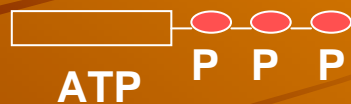
Due dei tre sistemi metabolici implicati nella risintesi dell'ATP, precedentemente menzionati, il sistema del fosfagene e la glicolisi anaerobica, sono ANAEROBICI (senza ossigeno).



Sistema del fosfageno

La fosfocreatina, come l'ATP, viene immagazzinata nelle cellule muscolari, entrambi hanno legami con gruppi fosforici e in entrambi la scissione del legame con il gruppo fosforico libera molta energia:

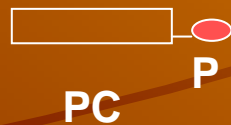
adenosintrifosfato



adenosindifosfato



fosfocreatina



creatina



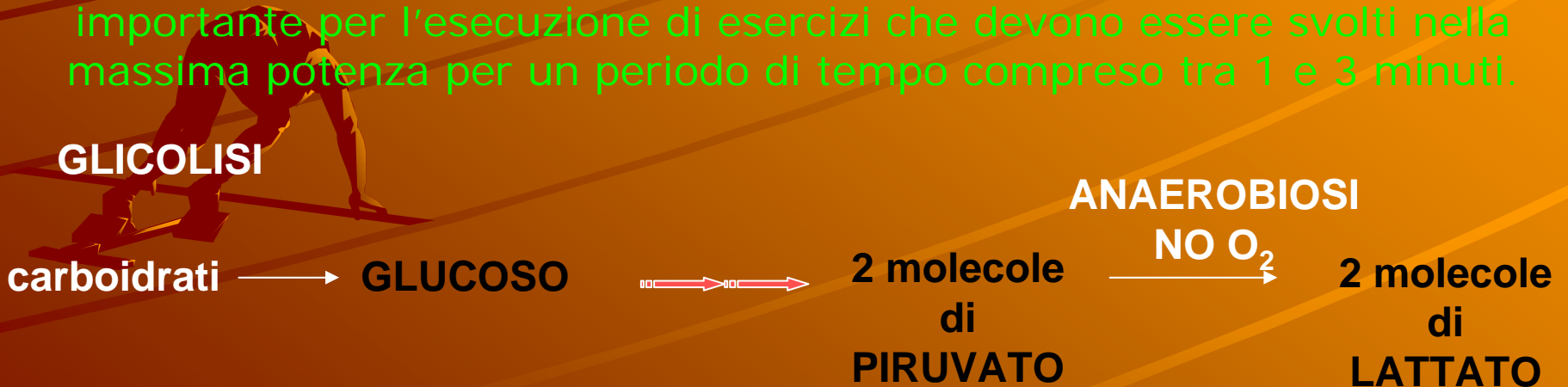
Durante un esercizio di elevatissima intensità, l'energia liberata dalla scissione della fosfocreatina, verrà utilizzata per rigenerare ATP; l'unico modo mediante il quale la fosfocreatina può essere rigenerata a partire da creatina e fosforo è per mezzo dell'energia liberata dall'ATP, ma questo è un processo che potrà avvenire solo durante la fase di recupero.

Questo sistema rappresenta la fonte di ATP più rapidamente disponibile per l'utilizzazione da parte del muscolo, ma anche se le scorte di fosfocreatina superano quelle dell'ATP, è anche un sistema che più rapidamente viene esaurito; senza il sistema del fosfageno, non sarebbe possibile compiere rapidi e possenti movimenti, risulta chiara la sua importanza per tutti quegli atleti come i velocisti, dei giocatori di calcio, di rugby, di basket e pallavolo ma anche per i saltatori in alto, lanciatori di peso nonché da tutti i gesti atletici consimili che richiedono pochi secondi (circa 10'') per essere effettuati.

Messaggio: poco ATP ma rapidamente utilizzabile!

Sistema dell'acido lattico

All'interno del muscolo un altro sistema usato per rigenerare ATP in assenza di ossigeno è la glicolisi anaerobica ossia una scissione parziale del glucosio che porta alla formazione di acido lattico. Anche questo processo risulta molto veloce nel rigenerare ATP durante l'esercizio ma viene limitato non dalle scorte di glucosio muscolare ma dall'accumulo di acido lattico che portando il pH a valori bassi, determina non solo una sgradevole sensazione di bruciore ma anche l'inibizione dell'attività enzimatica coinvolta nel processo di glicolisi anaerobica. La rapidità nel fornire energia è in ogni caso più bassa del sistema fosfageno, ma un po' più durevole a tal caso questo sistema risulta estremamente importante per l'esecuzione di esercizi che devono essere svolti nella massima potenza per un periodo di tempo compreso tra 1 e 3 minuti.



Sistema dell'ossigeno

Ciclo di Krebs e catena di trasporto degli elettroni

E' senza dubbio il sistema con maggior resa di ATP presente negli esseri viventi!

Può essere suddiviso in tre serie principali:

1. glicolisi (che avviene nel citoplasma cellulare)
2. ciclo di Krebs (mitocondri)
3. sistema di trasporto di elettroni (mitocondri)

In presenza di ossigeno il piruvato prodotto dalla glicolisi viene ossidato ad acetil coenzima A con consumo di ossigeno e produzione di anidride

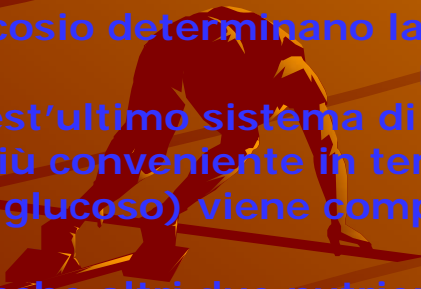
carbonica. L'acetilcoenzima A perdendo una molecola di anidride carbonica può entrare in organelli cellulari detti mitocondri ove grazie a una serie di reazioni va a far parte del ciclo di Krebs (o ciclo dell'acido citrico) producendo anidride carbonica e ATP.

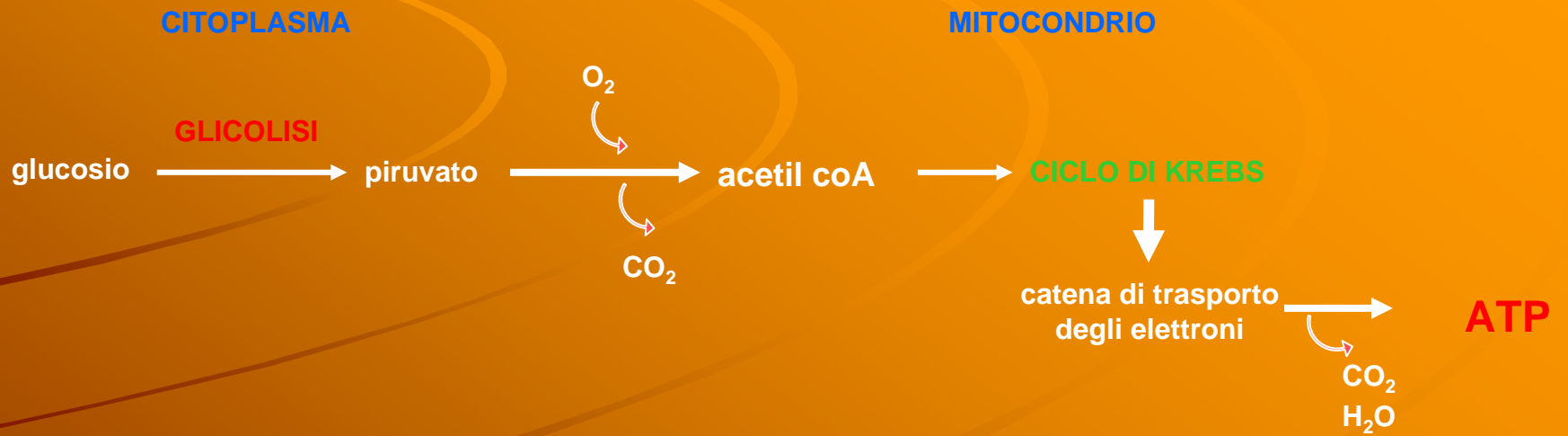
Successive reazioni di trasporto di elettroni e ioni idrogeno presi dalla demolizione del glucosio determinano la trasformazione di enormi quantità di energia necessaria per la rigenerazione di molte molecole di ATP.

Quest'ultimo sistema di conversione dell'energia contenuta nel glucosio è senz'altro la più conveniente in termini di resa energetica in quanto il substrato di partenza (il glucosio) viene completamente ossidato ad anidride carbonica ed acqua, con la massima produzione di ATP possibile.

Anche altri due nutrienti possono essere demoliti nel sistema aerobico: i grassi e le proteine.

Come per i carboidrati anche i lipidi e le proteine devono essere demoliti fino a diventare Acetil-Coenzima A da quel punto in poi tutti entrano nel ciclo di Krebs.





Caratteristiche generali dei 3 sistemi per produrre ATP:

Sistema	Alimento o Combustibile	Ossigeno richiesto	Velocità	Produzione di ATP
ANAEROBICO				
Fosfageno	Fosfocreatine	NO	Altissima	Molto bassa
Acido Lattico	Glucosio	NO	Alta	Bassa
AEROBICO				
Ossigeno	Glucosio, acidi grassi, aminoacidi	Si	Molto Bassa	Altissima

FIBRE VELOCI



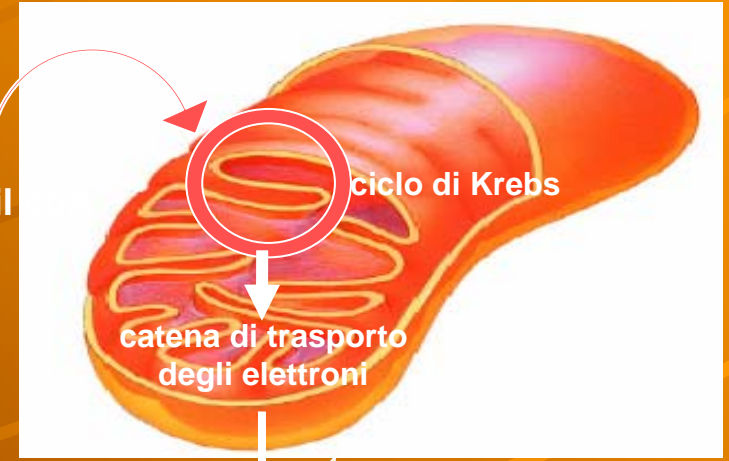
citoplasma



anaerobiosi - O₂



mitocondrio



FIBRE LENTE

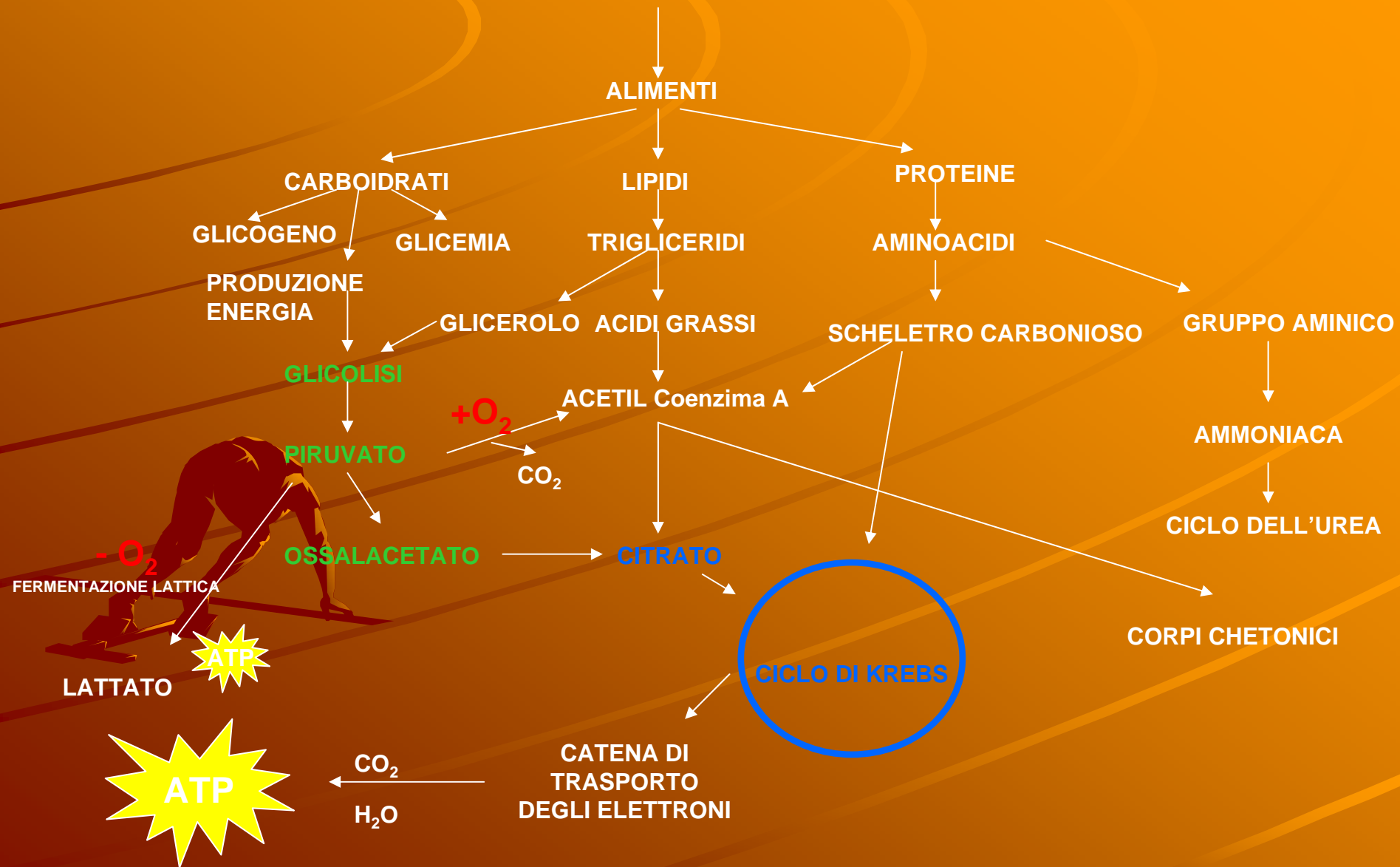


FIBRE LENTE

Tabella 1. Caratteristiche dei tre tipi di fibre muscolari

Tipo di fibra	Fibra lenta	Fibra veloce A	Fibra veloce B
Tipo di contrazione	lenta	veloce	molto veloce
Dimensione neurone motorio	piccolo	grande	molto grande
Resistenza all'affaticamento	elevata	intermedia	bassa
Utilizzata per attività	aerobica	anaerobica lunga	anaerobica breve
Produzione di forza	bassa	alta	molto alta
Densità mitocondriale	alta	alta	bassa
densità capillare	alta	intermedia	bassa
metabolismo ossidativo	alto	alto	basso
attività glicolitica	bassa	alta	alta
principale fonte energetica	trigliceridi	CP, glicogeno	CP, glicogeno

METABOLISMO ENERGETICO



*Siamo una macchina
complicatissima ma pressoché
perfetta... esaltiamo le nostre
doti e impariamo a conoscere
bene il nostro corpo per vivere
al meglio la vita che madre
natura ha stabilito per noi*

