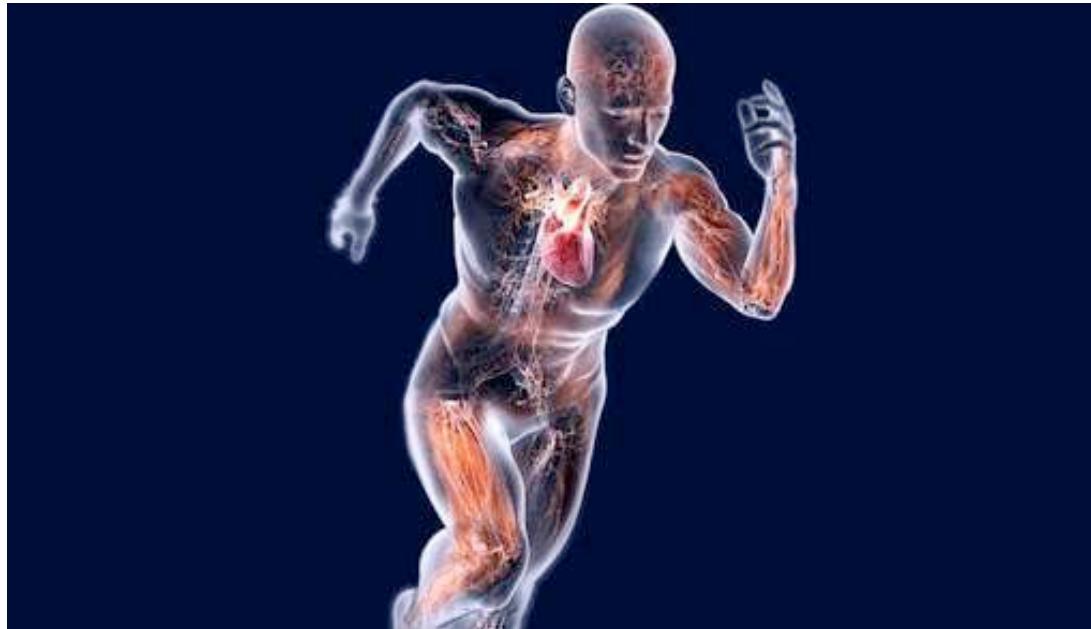


Corso Istruttori 2022

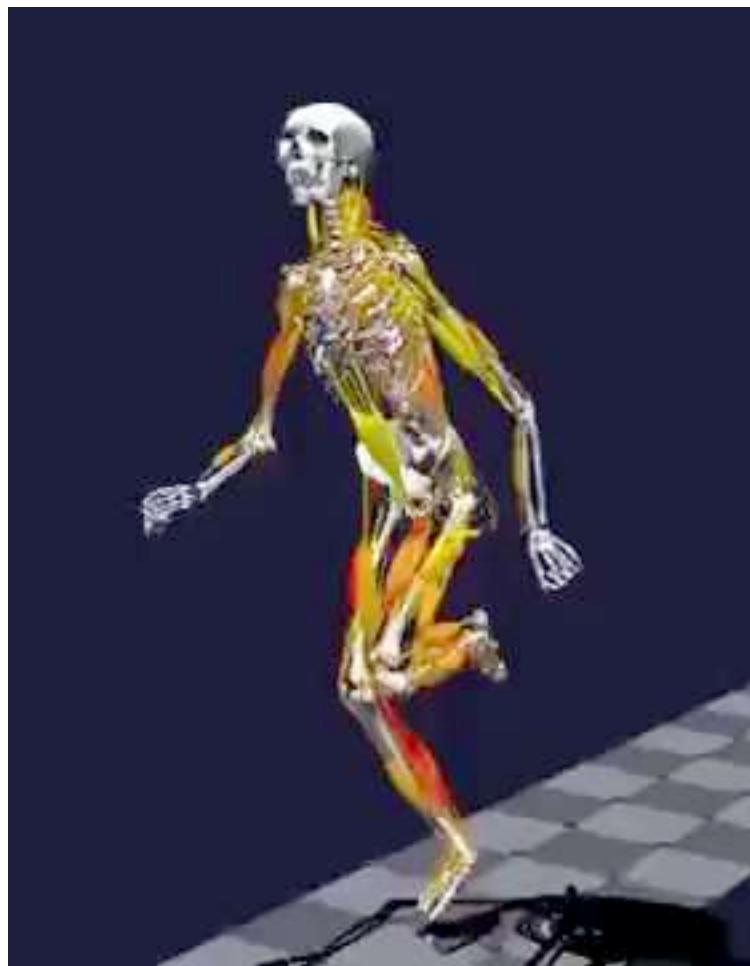


Meccanismi Energetici

27 aprile 2022 - webinar ore 18 -20

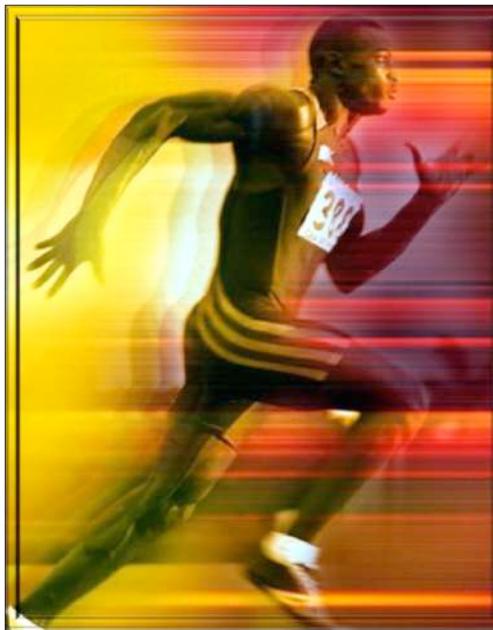
Claudio Pannozzo

Noi ci muoviamo grazie alla capacità dei nostri muscoli di contrarsi e avvicinare o spostare vari segmenti corporei



PRODUZIONE DI ENERGIA NEL MUSCOLO

Il muscolo per compiere un lavoro (CONTRAZIONE MUSCOLARE) deve avere a disposizione una certa quantità di energia



*La sostanza che fornisce energia per la contrazione muscolare è l'**ATP** (adenosintrifosfato)*

L'ENERGIA

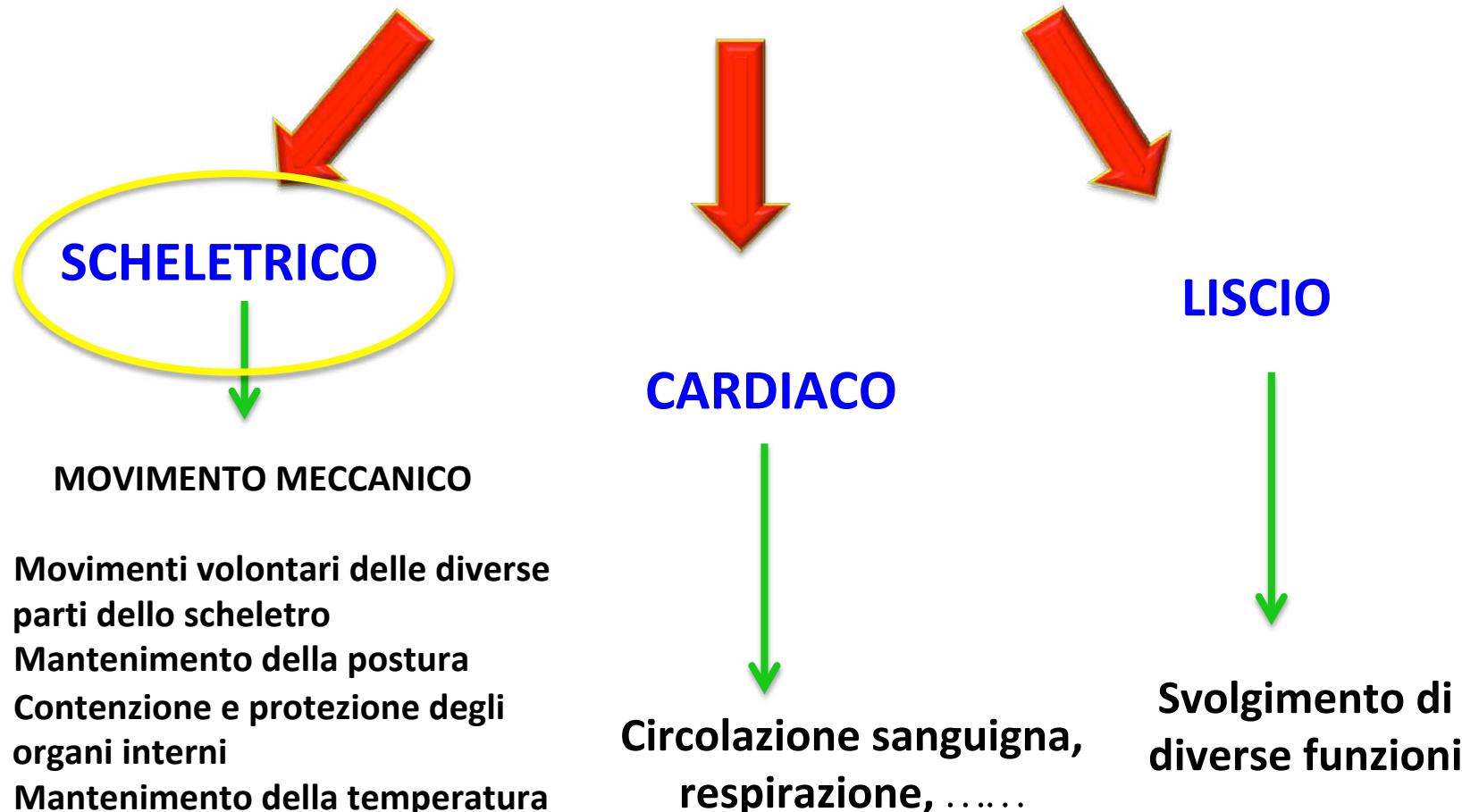


Impulso nervoso:
Scissione da ATP in **ADP**



ENERGIA

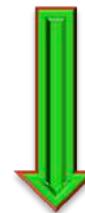
MUSCOLO



MUSCOLO SCHELETICO

- Principale responsabile dei movimenti del corpo e delle sue parti tra loro
- Responsabile del dispendio energetico
- Responsabile della termoregolazione

INTERAGISCE CON GLI ALTRI SISTEMI



DA SOLO NON PUÒ FUNZIONARE

LE FIBRE MUSCOLARI

BIANCHE (O PALLIDE)

(dette anche di tipo II o veloci o FTF)



Veloci e più elastiche



- Grande velocità di accorciamento, esercitano elevati valori di tensione
- Hanno poca emoglobina e pochi mitocondri
- Fondamentali per le discipline di velocità e di potenza

ROSSSE

(dette anche di tipo I o lente o STF)



Meno veloci, meno forti ma più resistenti



RICADUTE PRATICHE?

- Bassa velocità di contrazione
- Sono ricche di emoglobina che trasporta all'interno l'ossigeno
- Rispetto alle "bianche" sono dotate di più capillari e mitocondri
- Fondamentali per le specialità "aerobiche"

TIPI DI CONTRAZIONE MUSCOLARE

La forza scaturita dalla contrazione muscolare è strettamente legata ad aspetti biomeccanici



Contrazione **CONCENTRICA**

I due capi articolari si **avvicinano**

Contrazione **ECCENTRICA**

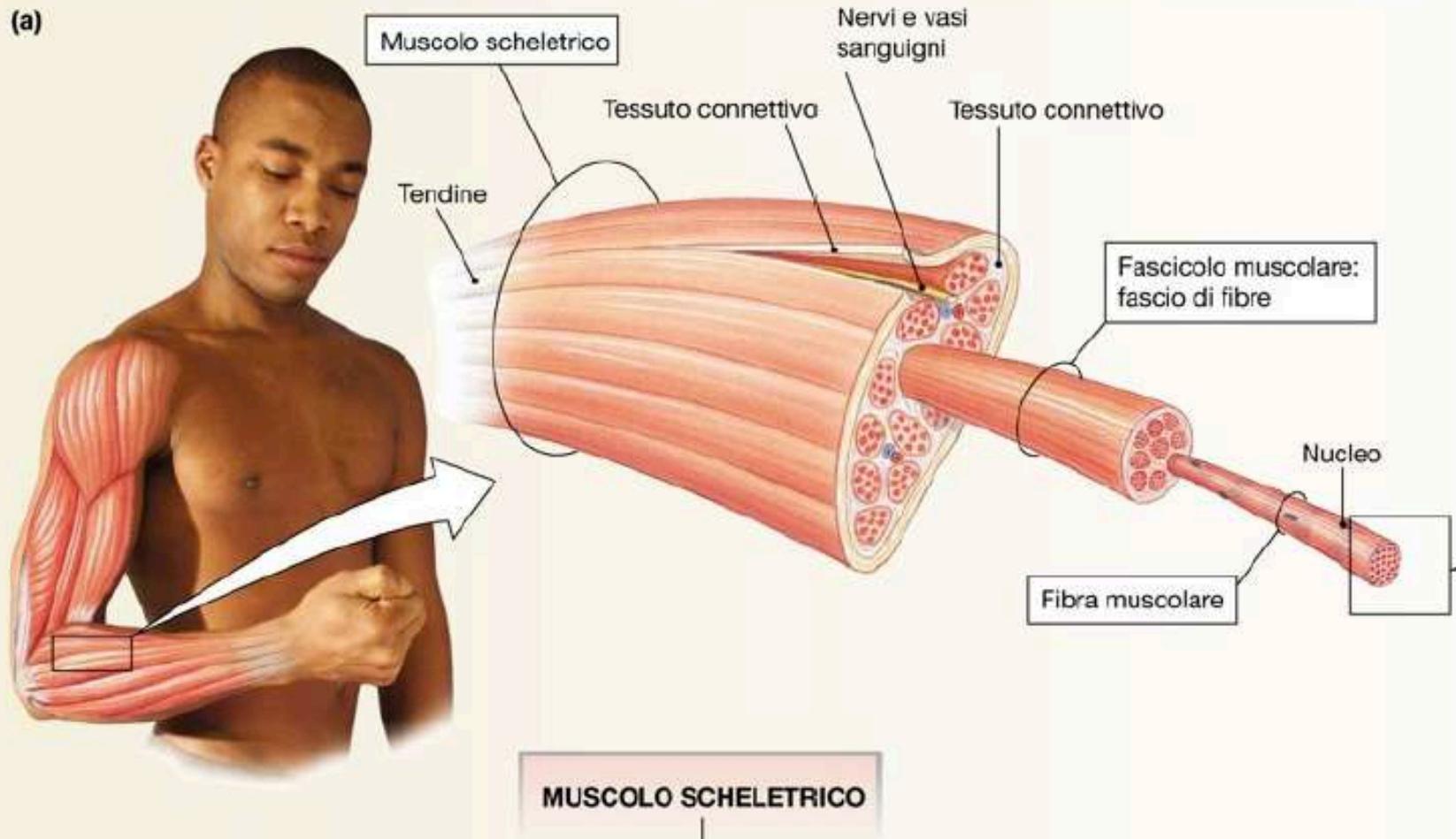
I due capi articolari si **allontanano**

Contrazione **ISOMETRICA**

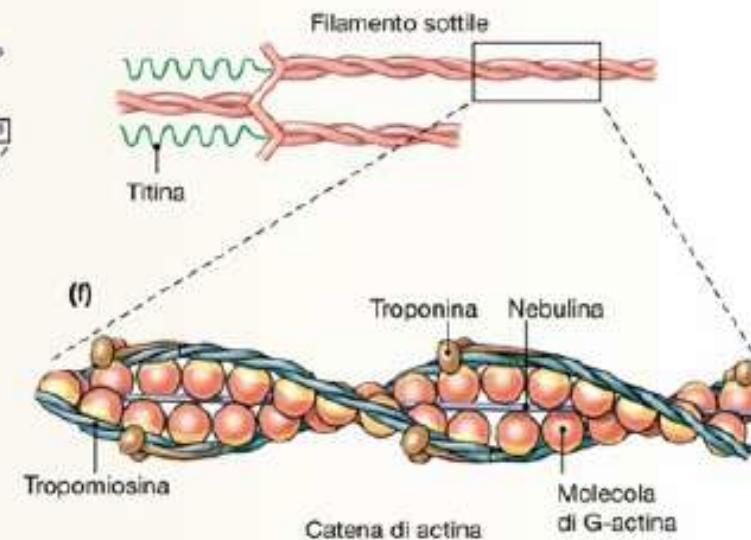
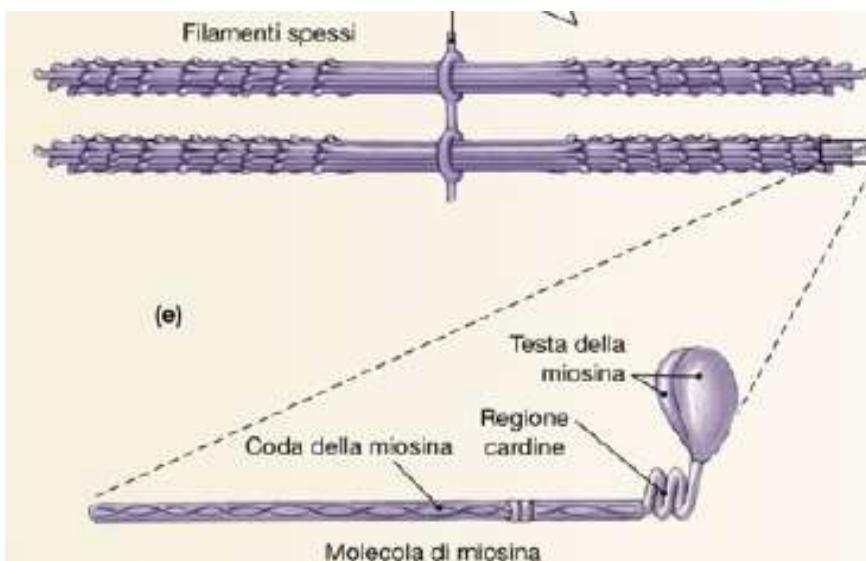
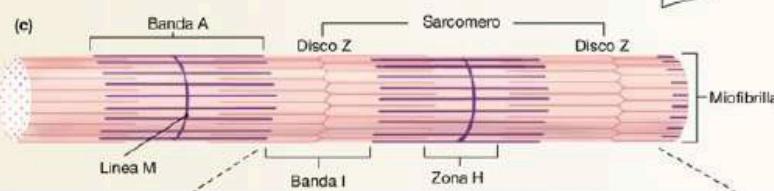
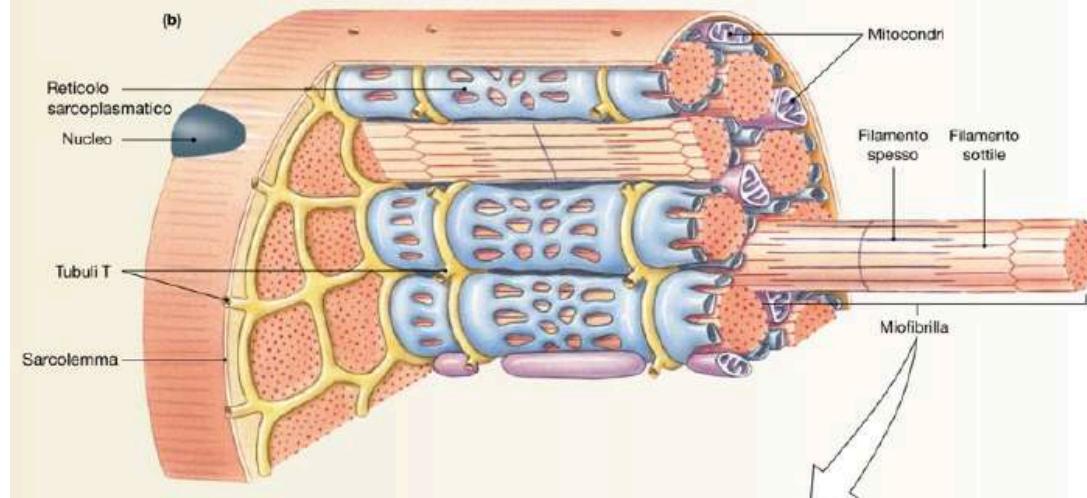
La distanza tra i due capi articolari rimane **invariata**

RICADUTE PRATICHE

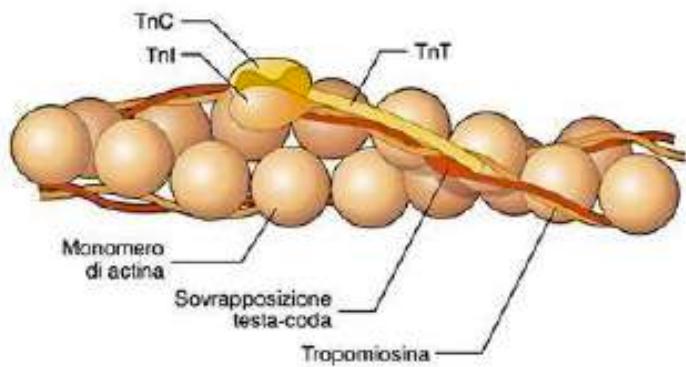
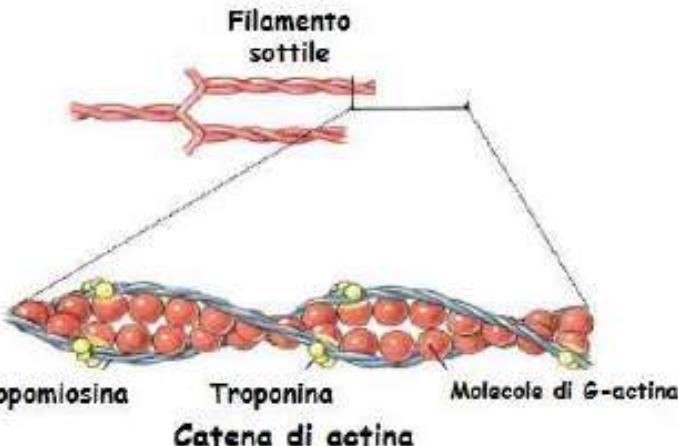
ANATOMIA DEL MUSCOLO SCHELETICO



ULTRAISTRUTTURA DELLA FIBRA MUSCOLARE



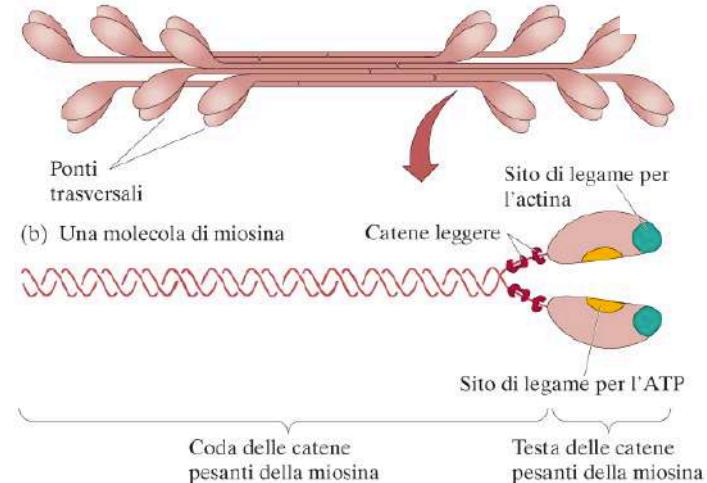
FILAMENTO SOTTILE



ACTINA

FILAMENTO SPESSO

(a) Le molecole di miosina in un filamento spesso

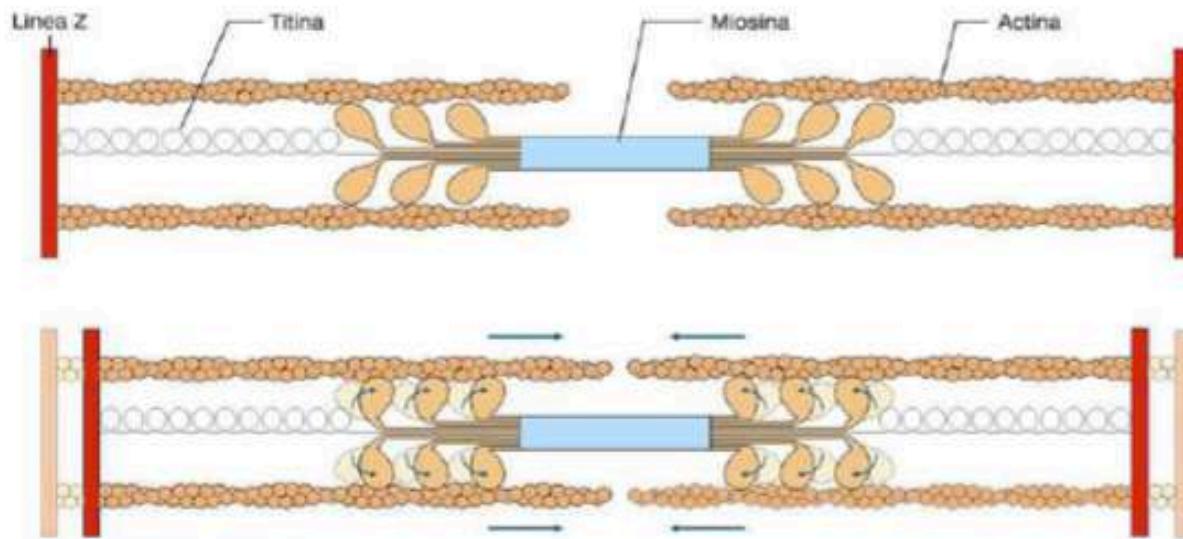


MIOSINA



actions. Skeletal muscle works under voluntary control. Skeletal muscles are composed of bundles of muscle fibers.

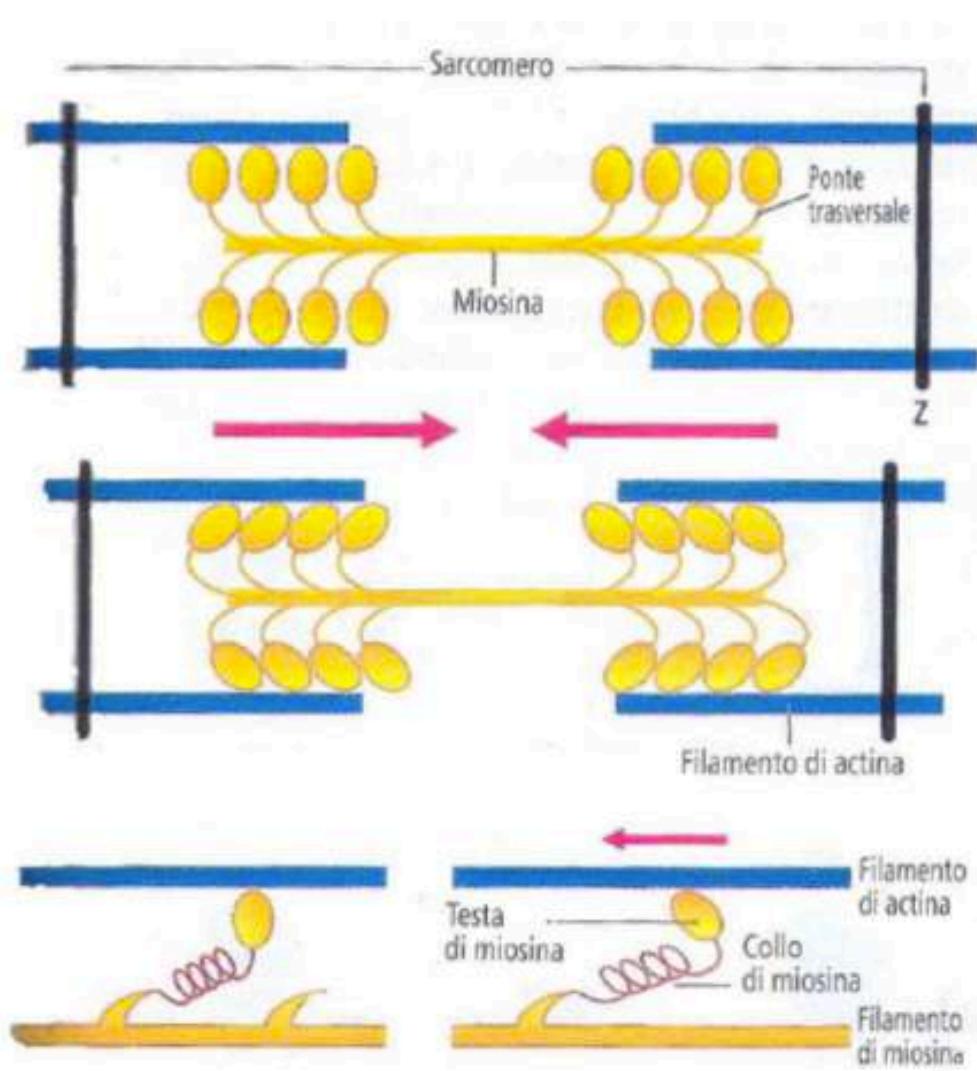
- Teoria dello scorrimento dei miofilamenti -



© 2005 edi.ermes milano

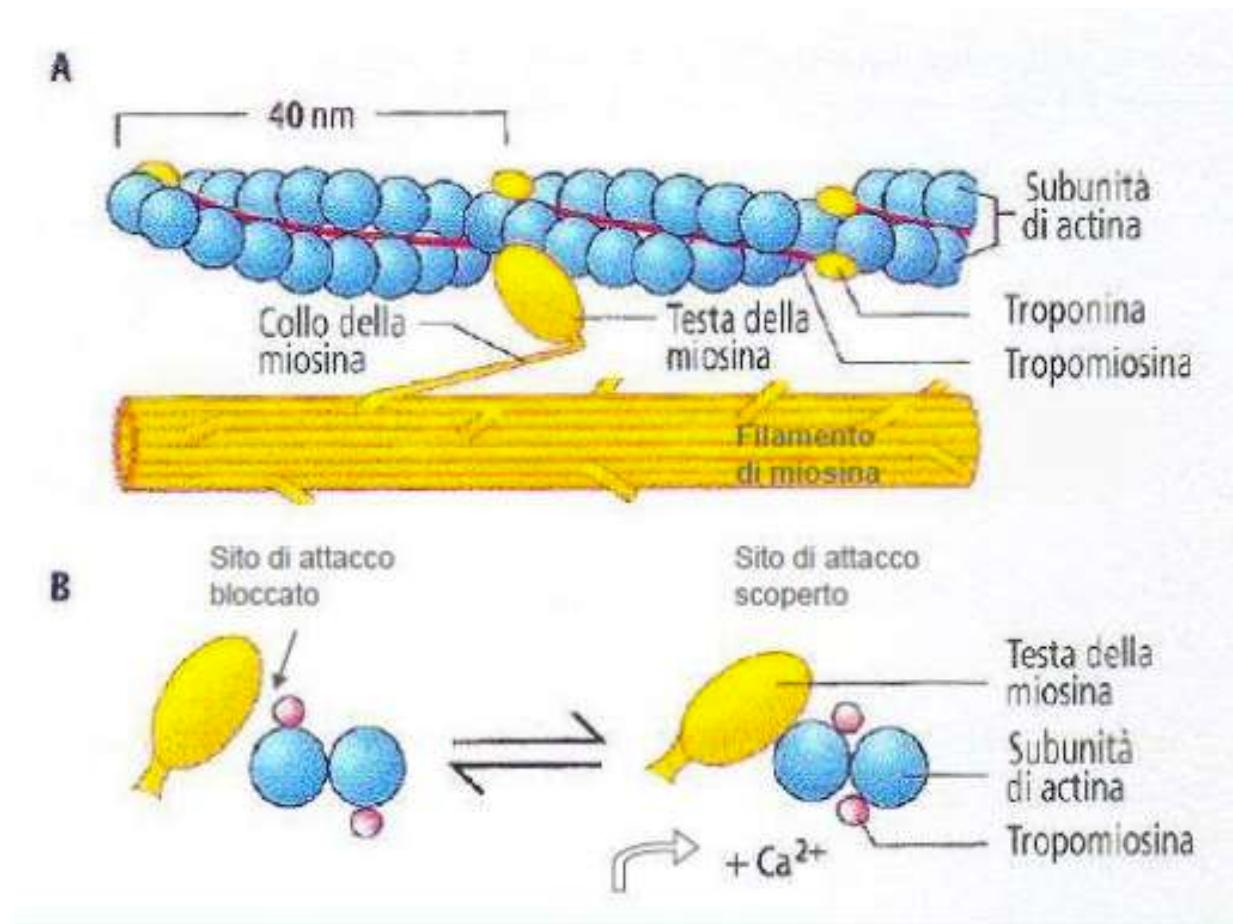
L'accorciamento del sarcomero durante la contrazione muscolare avviene grazie allo scorrimento dei filamenti spessi e sottili l'uno sull'altro. La forza generata dal muscolo dipende dall'azione dei ponti trasversi (*cross-bridge*).

Teoria dello scorrimento dei miofilamenti



- L'azione ciclica e ripetuta determina l'accorciamento di tutto il muscolo
- La forza muscolare sviluppata dipende dal numero di interazioni che si realizzano

Attivazione della contrazione muscolare da parte del Ca^{2+}



Il segnale di innesco della contrazione muscolare è rappresentato da un incremento della concentrazione intracellulare di CA^{2+}

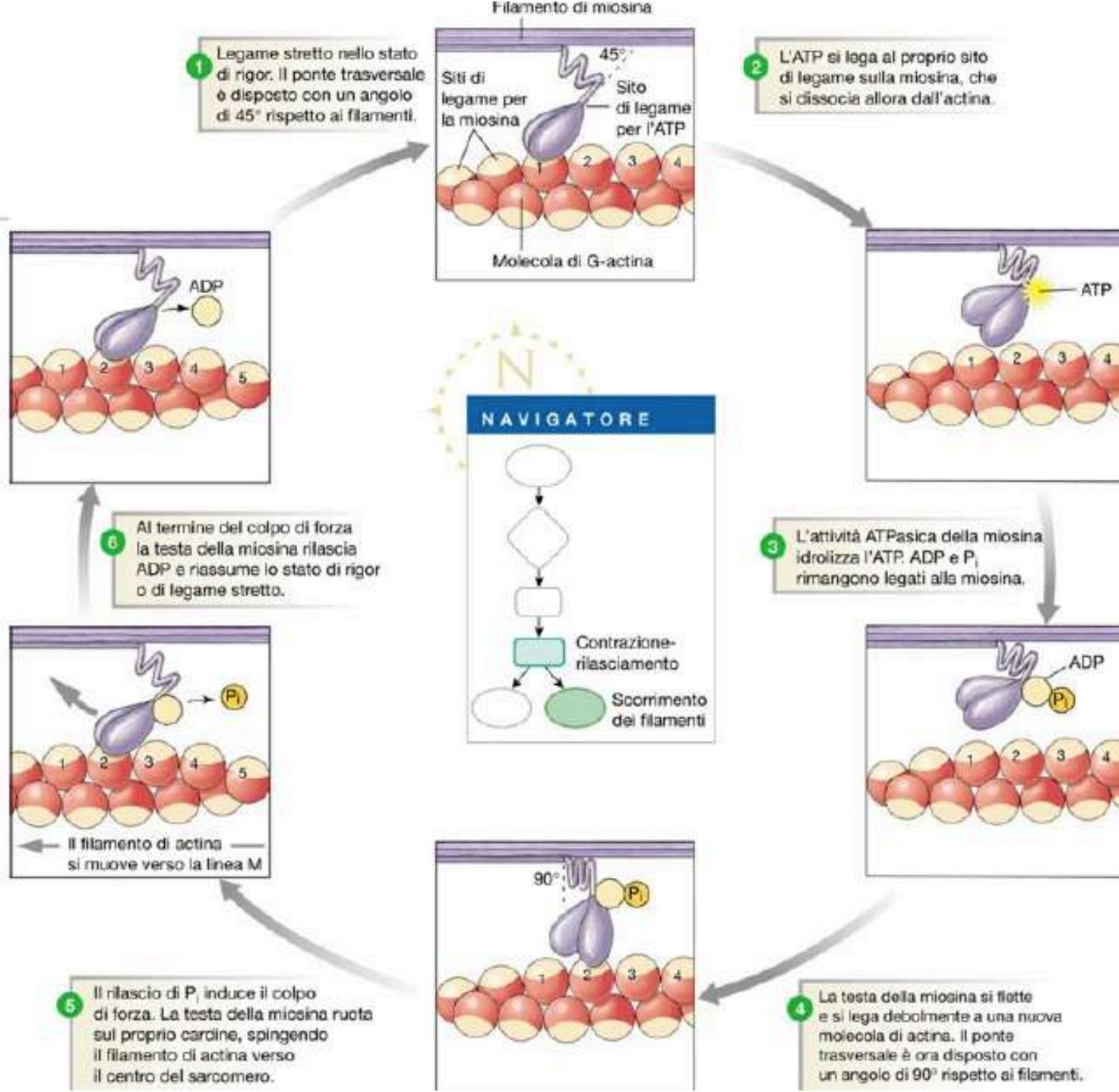
Attivazione della contrazione muscolare da parte del Ca^{2+}

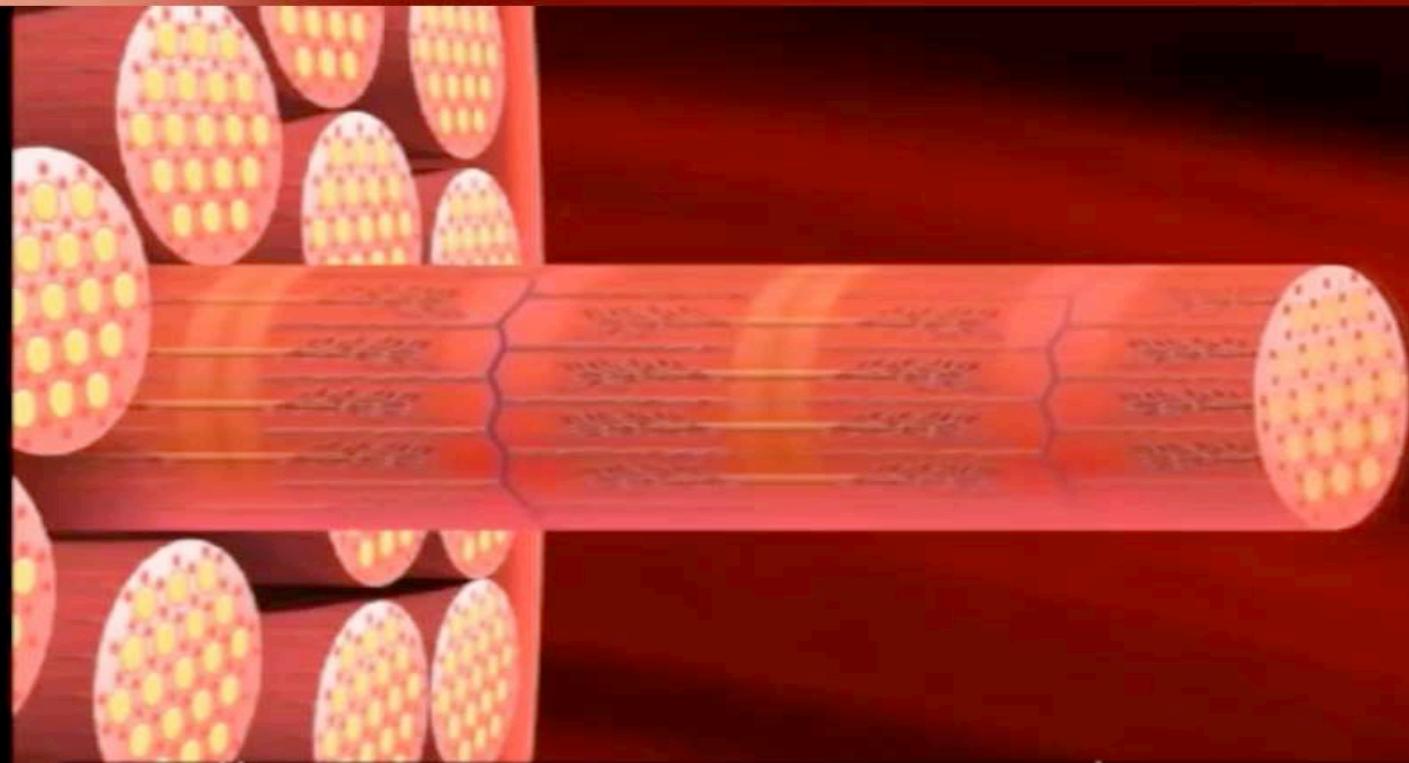


Durante lo stato rilasciato la contrazione è impedita dalla tropomiosina che blocca l'interazione acto-miosinica



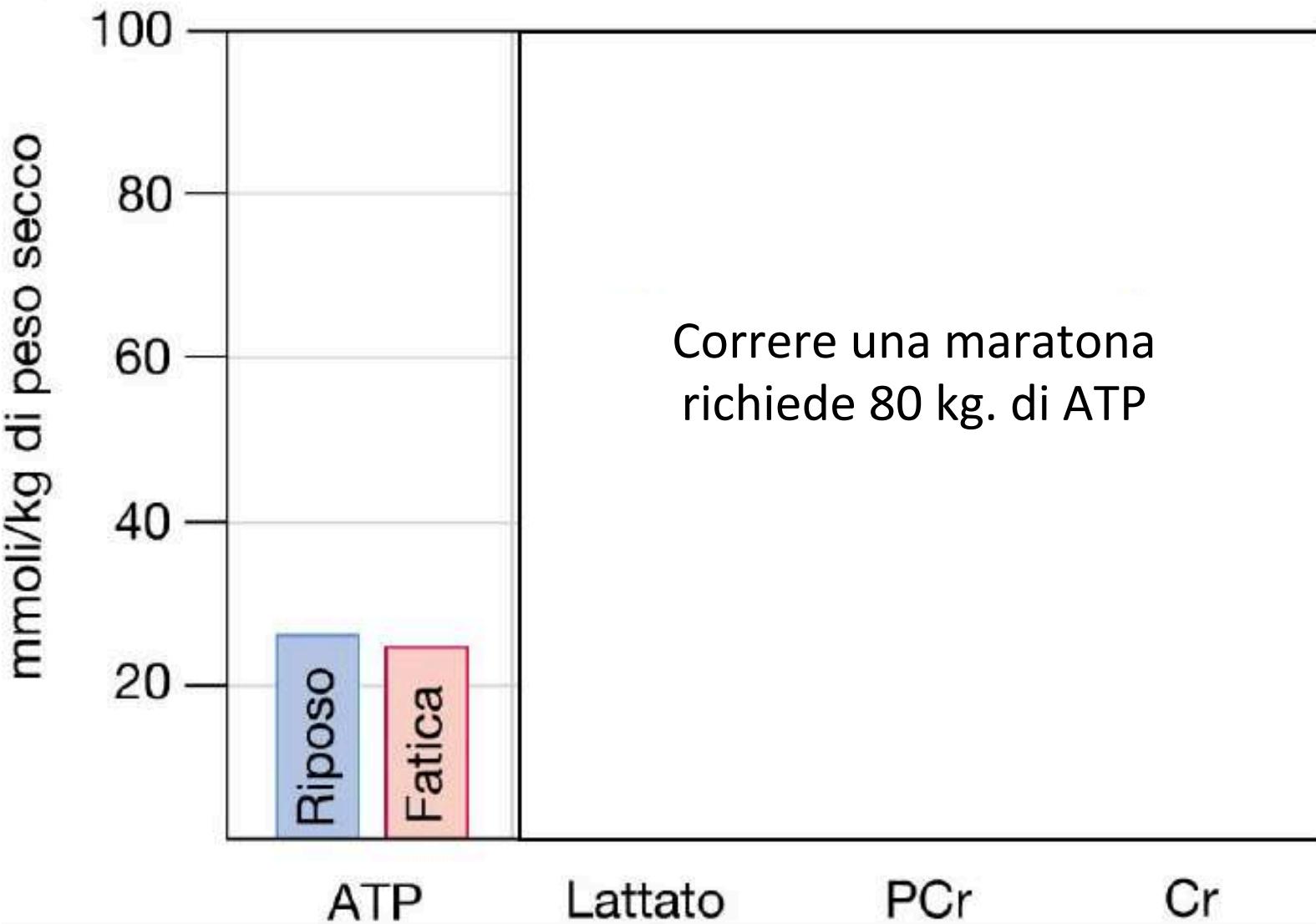
La contrazione è innescata da un incremento della concentrazione di Calcio

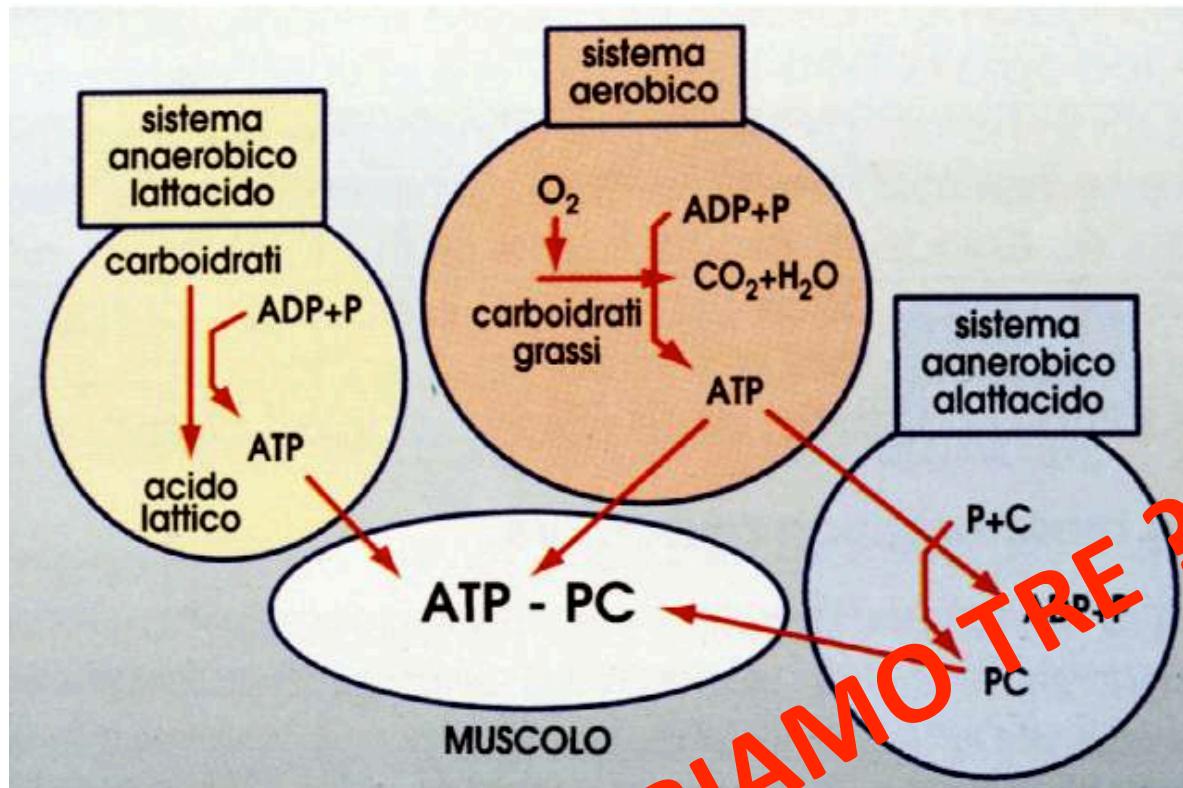




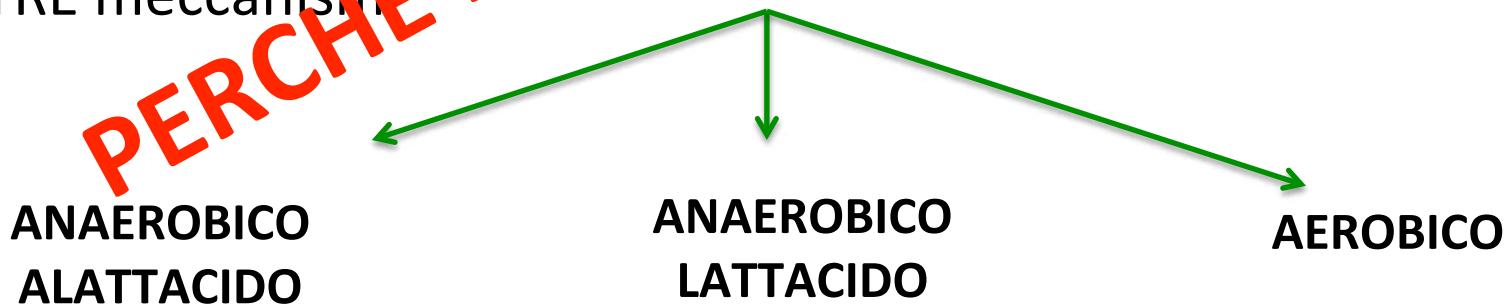
myosin, which are anchored at the center of the sarcomere, called the M line. The thin filaments are composed of

METABOLISMO ENERGETICO MUSCOLARE

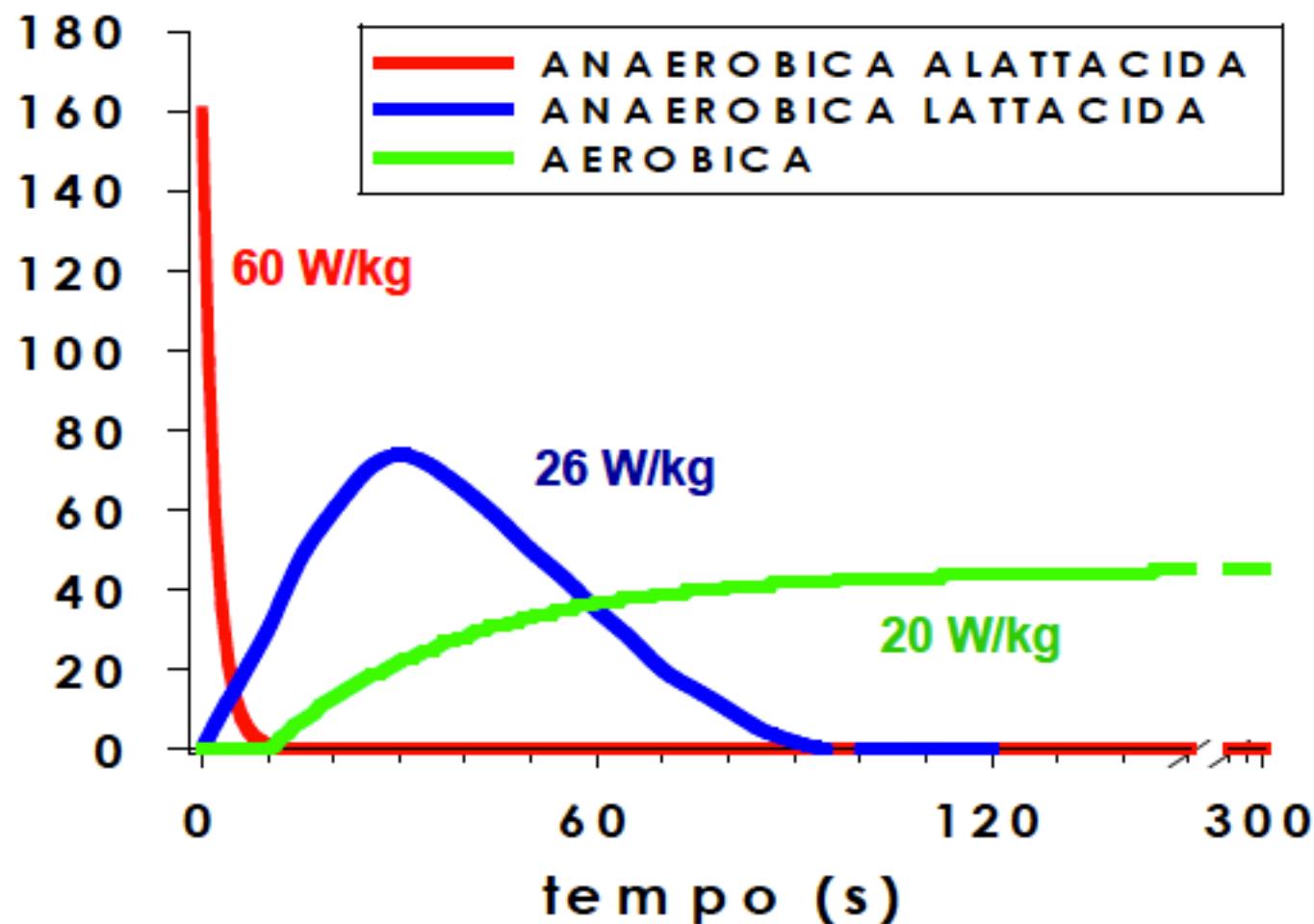




La ricarica dell'ADP in ATP avviene utilizzando diverse sostanze (fosfageni, zuccheri, grassi, proteine) attraverso TRE meccanismi

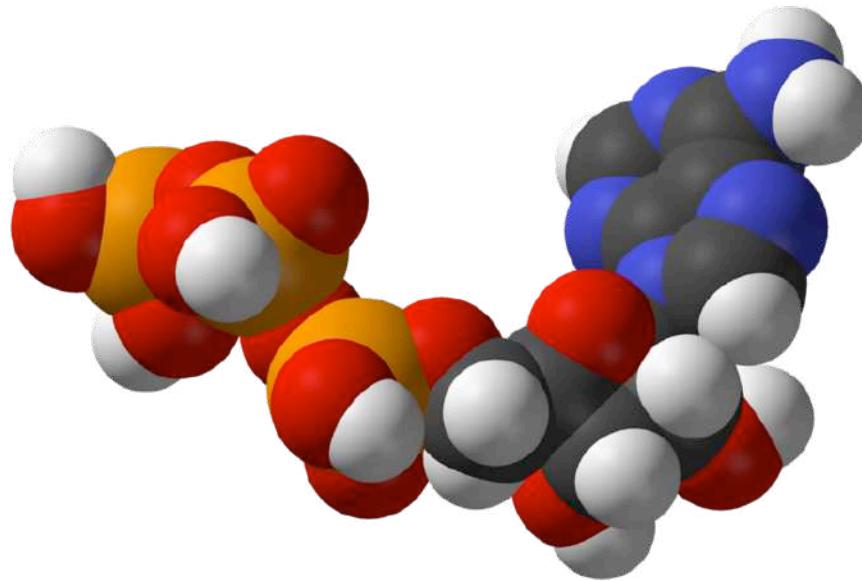


Potenza (w)

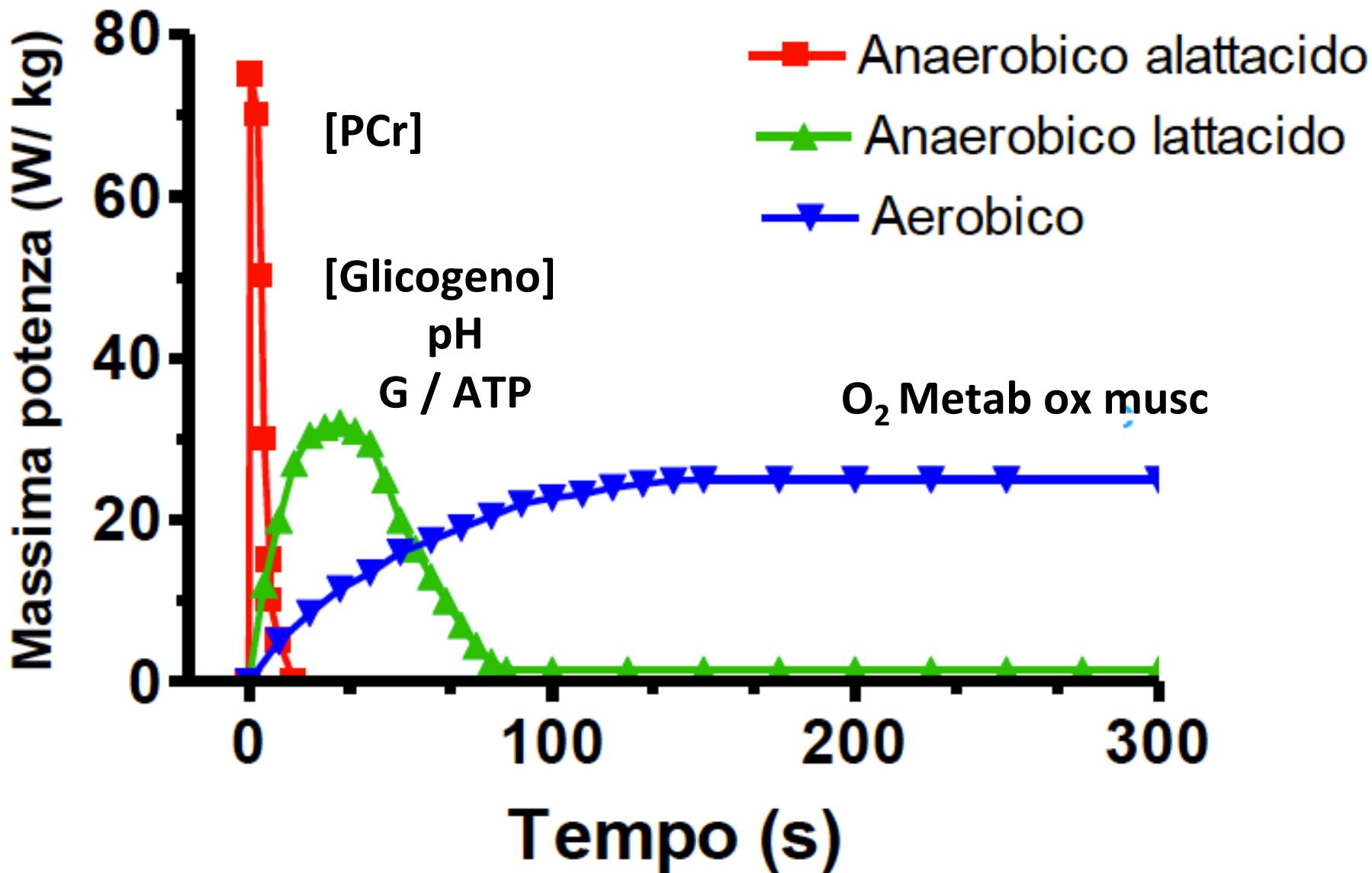




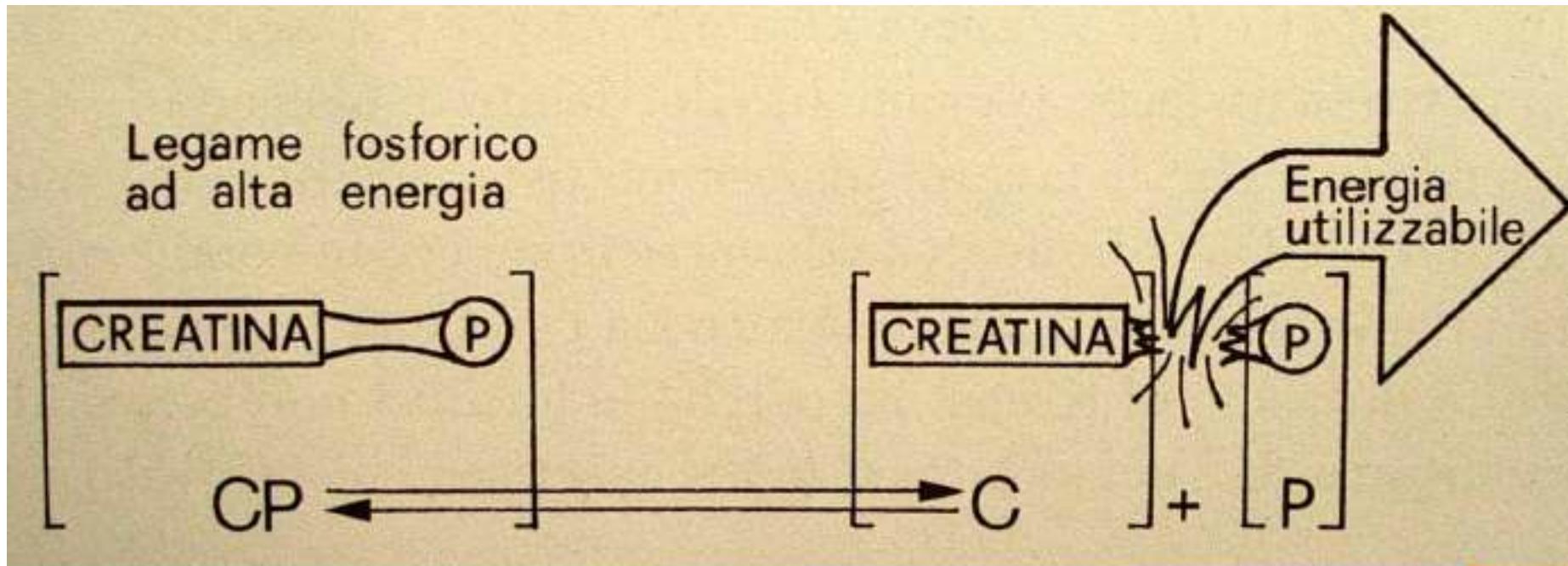
**I meccanismi energetici NON SONO separati l'uno dall'altro,
ma SONO IN STRETTA RELAZIONE L'UNO CON L'ALTRO**



PRINCIPALI FATTORI LIMITANTI



Meccanismo Anaerobico Alattacido



È il meccanismo che permette la più veloce e semplice via per ripristinare le molecole di ATP grazie alla trasformazione della **fosfocreatina (CP)** che, liberando energia, ricarica l'ATP

Meccanismo Anaerobico Alattacido

CARATTERISTICHE

- È un processo rapido (richiede una singola reazione enzimatica)
- Consente tensioni muscolari molto elevate
- È tipico degli sforzi brevi e molto intensi
- Il lavoro può essere protratto non per lungo tempo (circa 8-10 secondi)



Meccanismo Anaerobico Alattacido

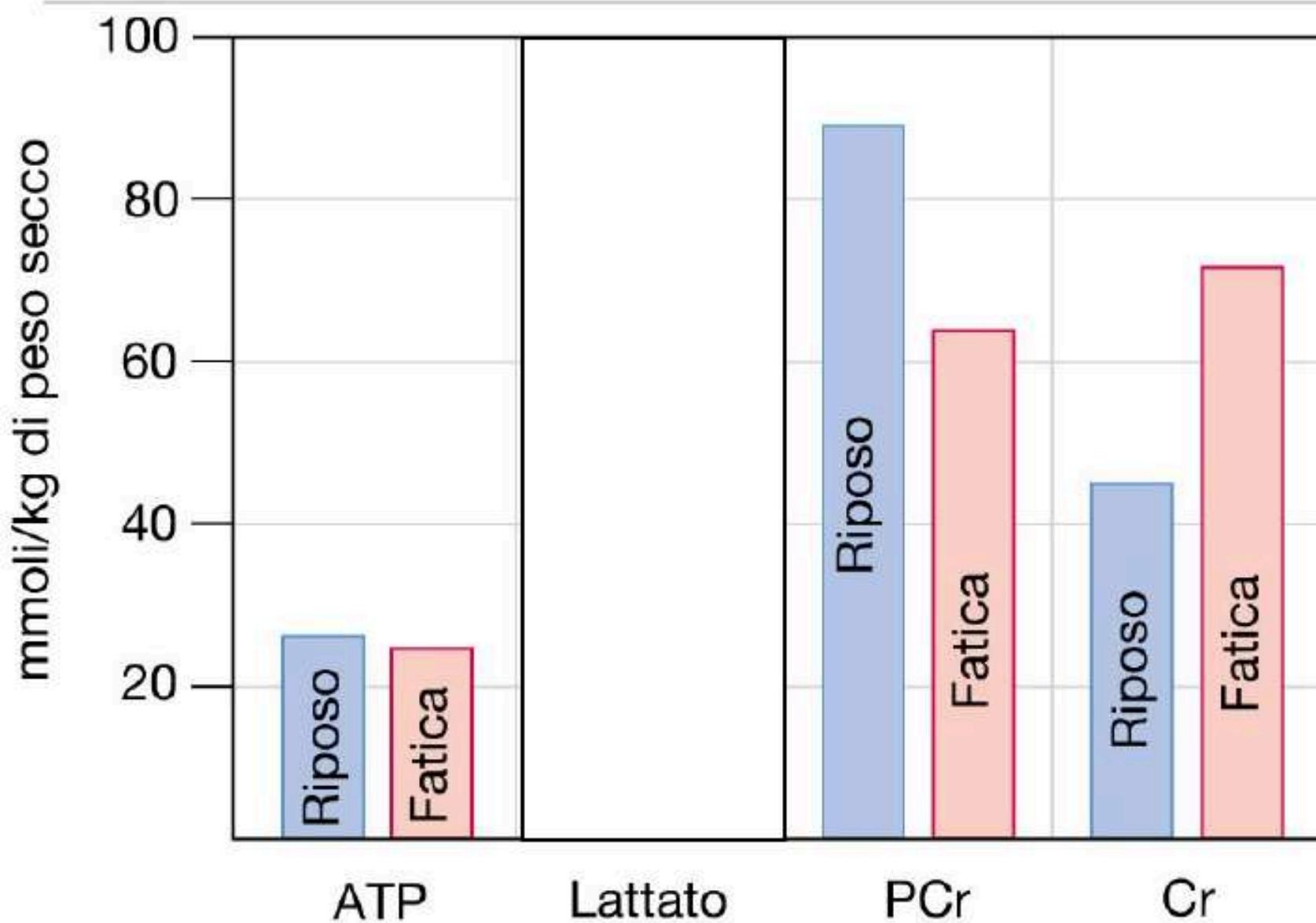
**La risintesi della CP è fortemente influenzata da ciò
che viene fatto durante il recupero**



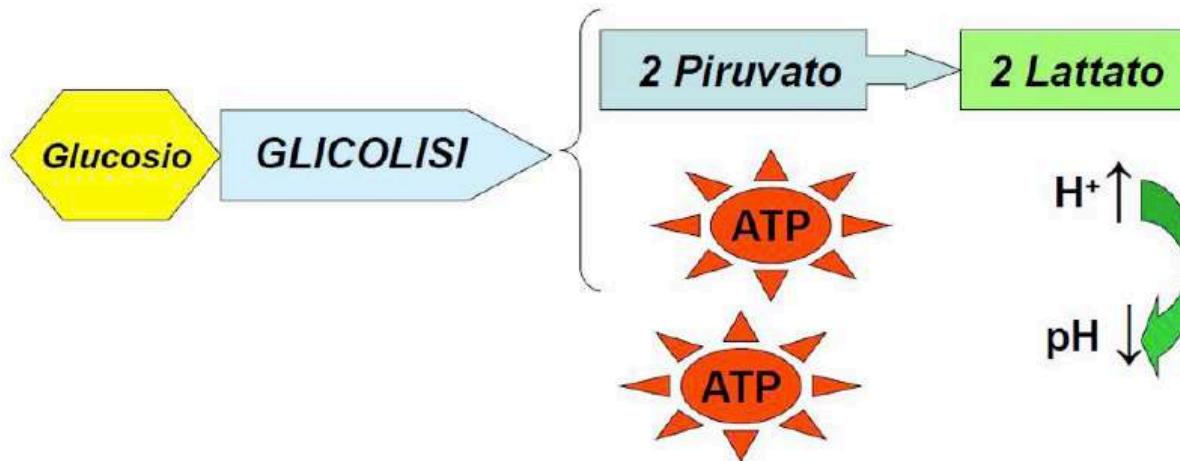
RICADUTE PRATICHE



Dopo 2' viene recuperato circa l'85% - al 4' minuto circa il 90%
Il recupero completo inizia dopo circa 8'

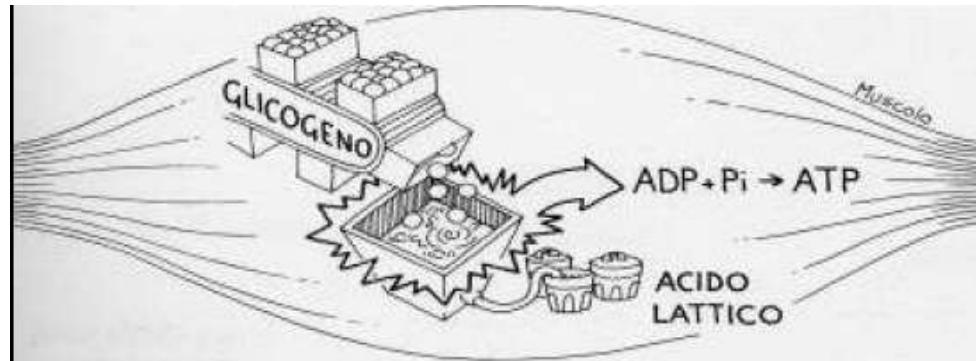


Meccanismo Anaerobico lattacido



- Possiede un elevata potenza e una capacità notevolmente superiore al meccanismo anaerobico alattacido
- Permette di ripristinare ATP a partire dalla degradazione del glucosio in **ASSENZA DI OSSIGENO** (***glicolisi***)
- Dopo 12 reazioni chimiche da una molecola di glucosio si ottengono 2molecole di ATP

Meccanismo Anaerobico lattacido (o glicolitico)



Vengono prodotte anche 2 molecole di acido lattico il che costituisce il fattore limitante della glicolisi: quando si accumula in seguito ad attività estremamente intensa rende difficoltosa la contrazione muscolare



Esempi di attività:

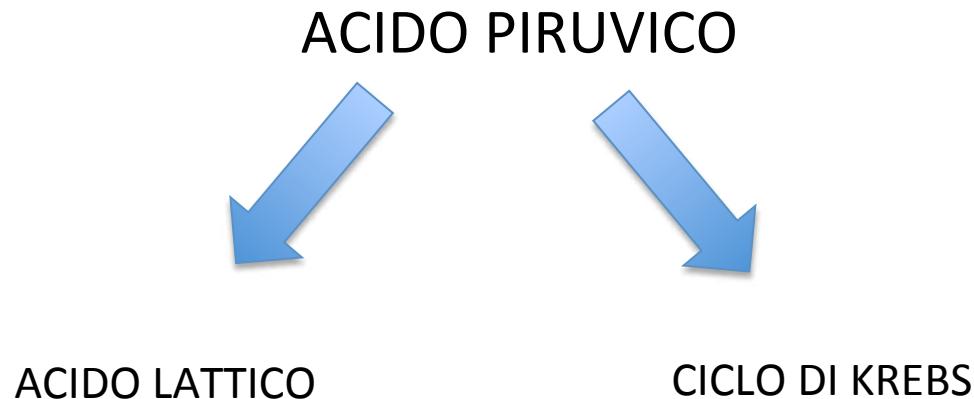
- **400 mt. di corsa**
- **100 mt. stile libero nel nuoto**
- **500 mt. nel kayak**
- **Ecc.**

Scissione del glicogeno muscolare

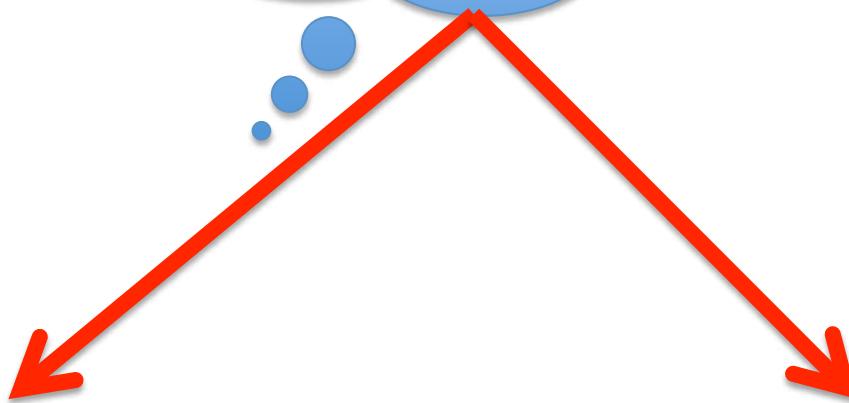
Il glicogeno è costituito da molecole di glucosio, ed è presente:

- Nel fegato (regola la glicemia)
- Nel muscolo (partecipa alla produzione di energia)

Il glicogeno si scinde attraverso tappe successive (glicolisi) per giungere infine all' ACIDO PIRUVICO

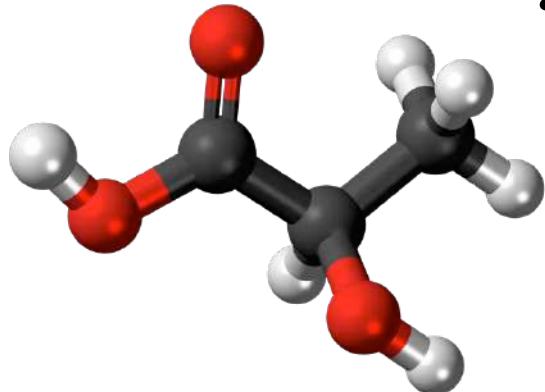


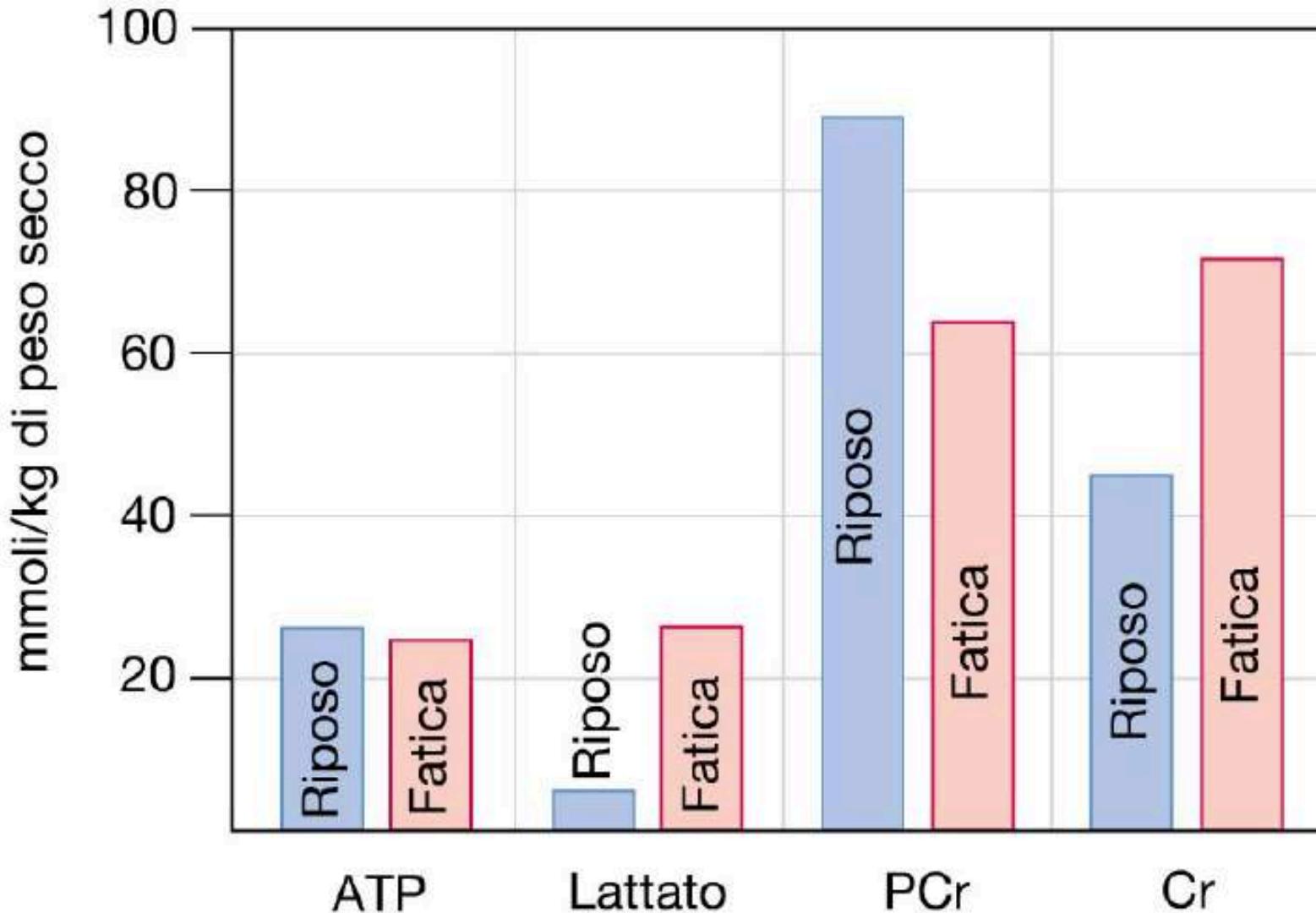
Eliminazione dell'acido lattico

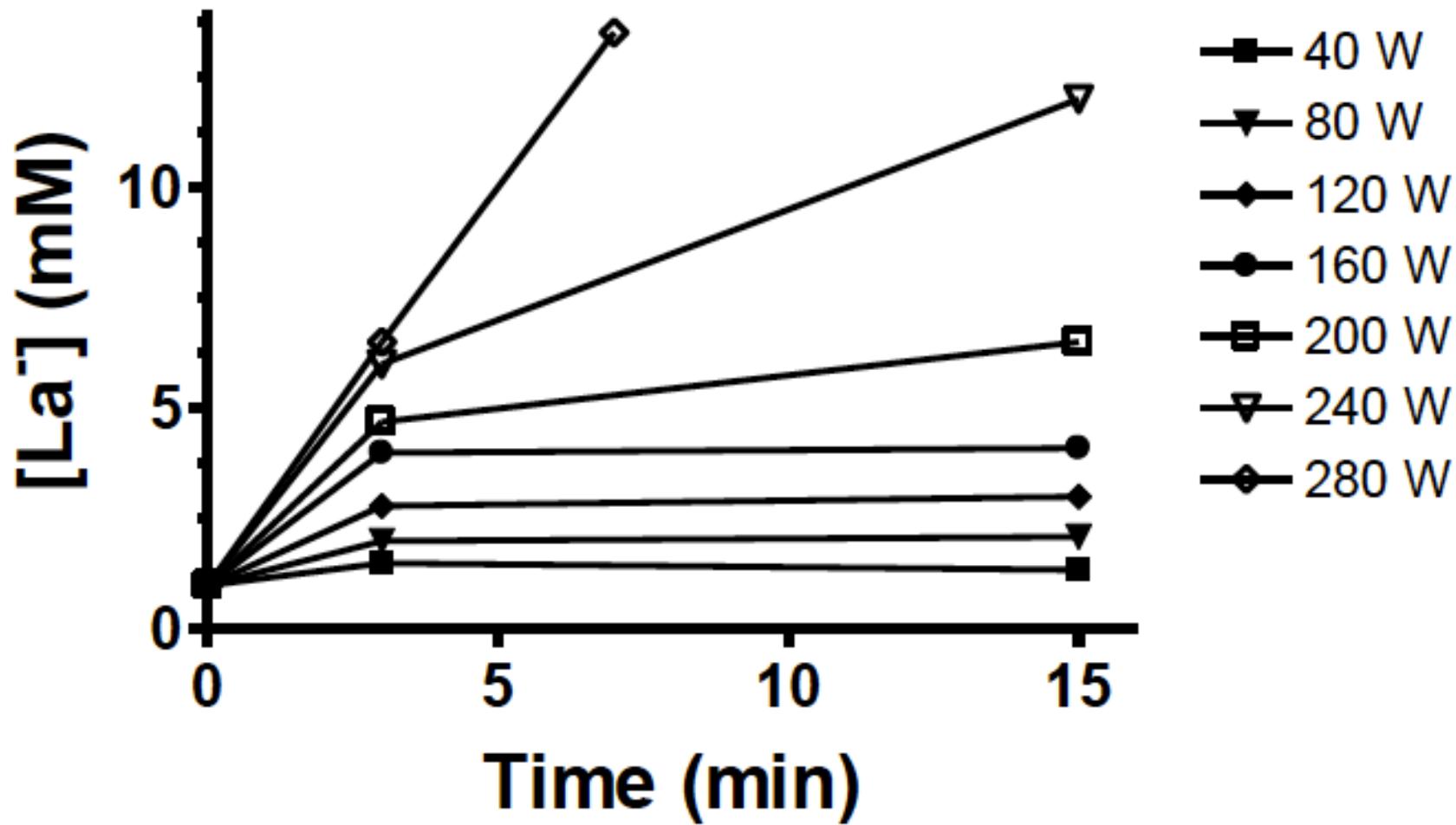


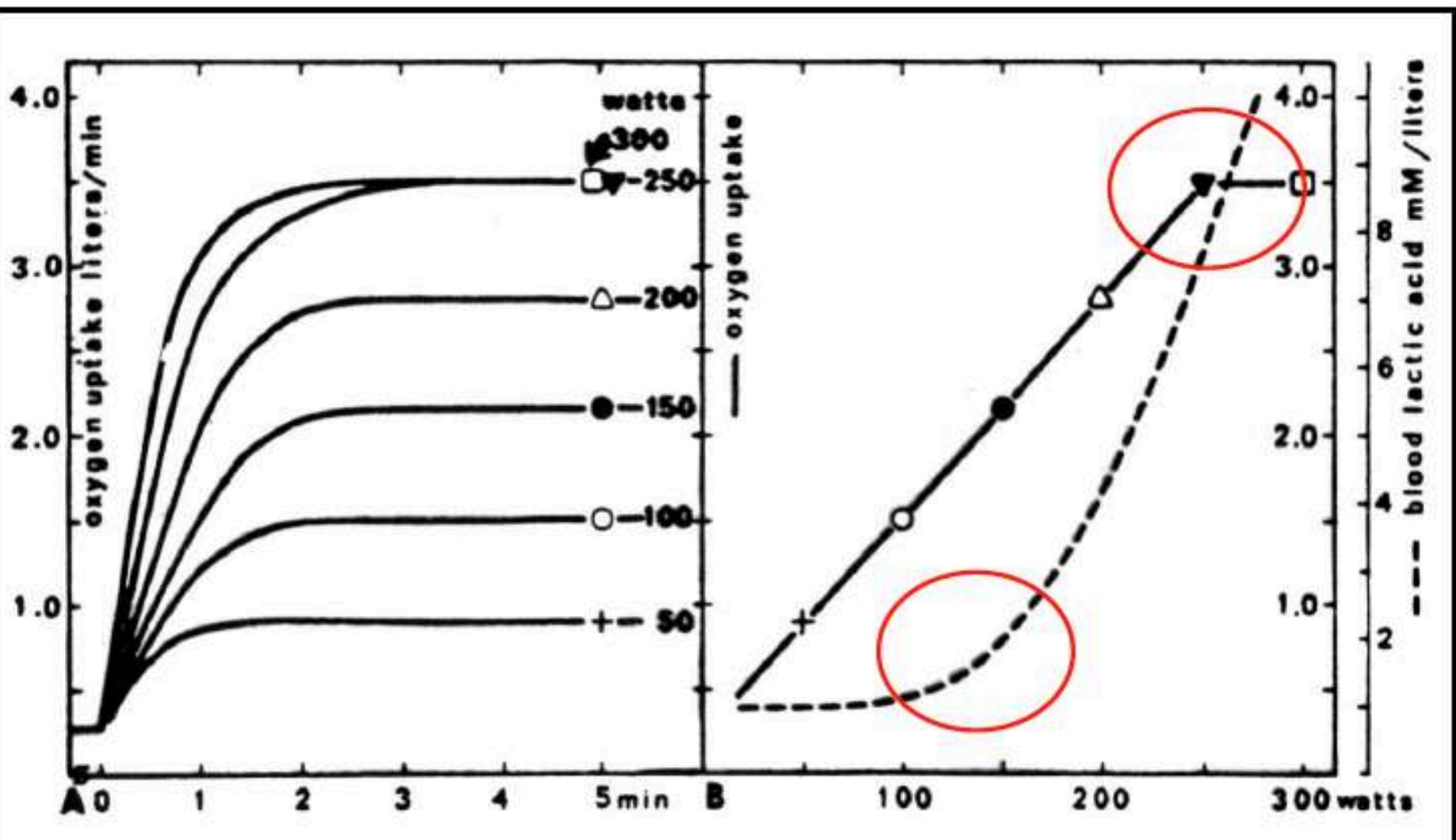
- Sudorazione
- Urine

- Nuovamente trasformato in glicogeno muscolare



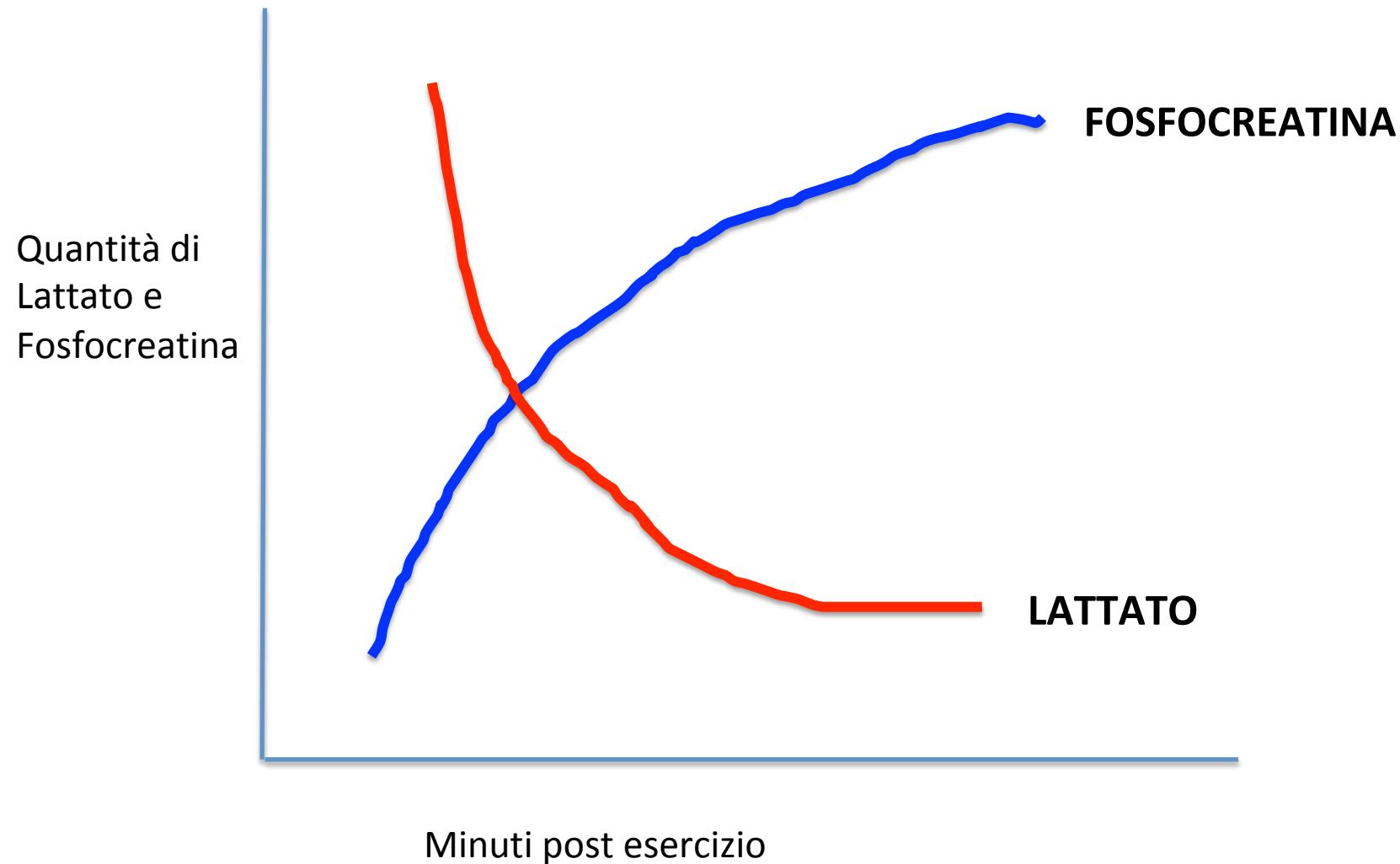


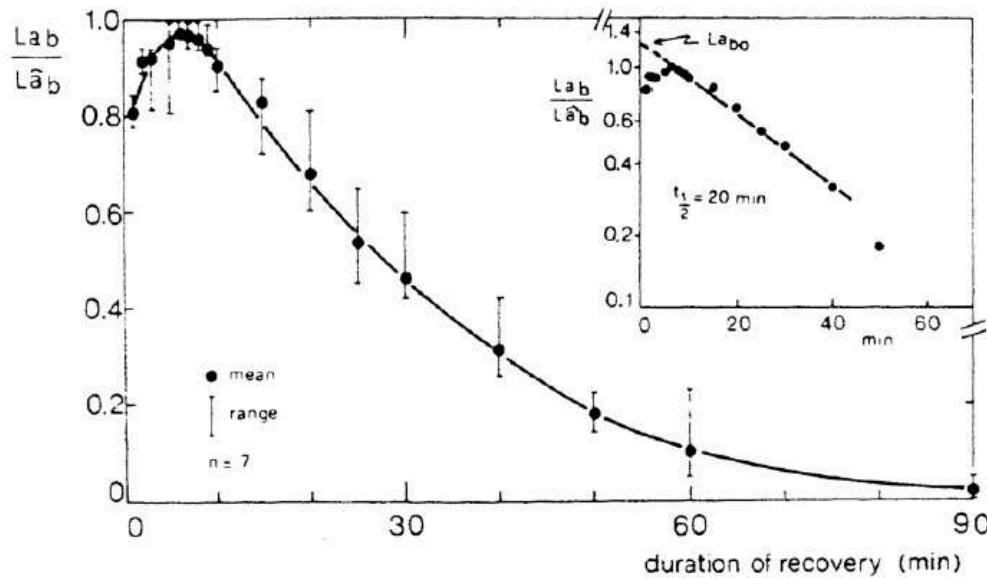




(Åstrand & Rodahl 1977)

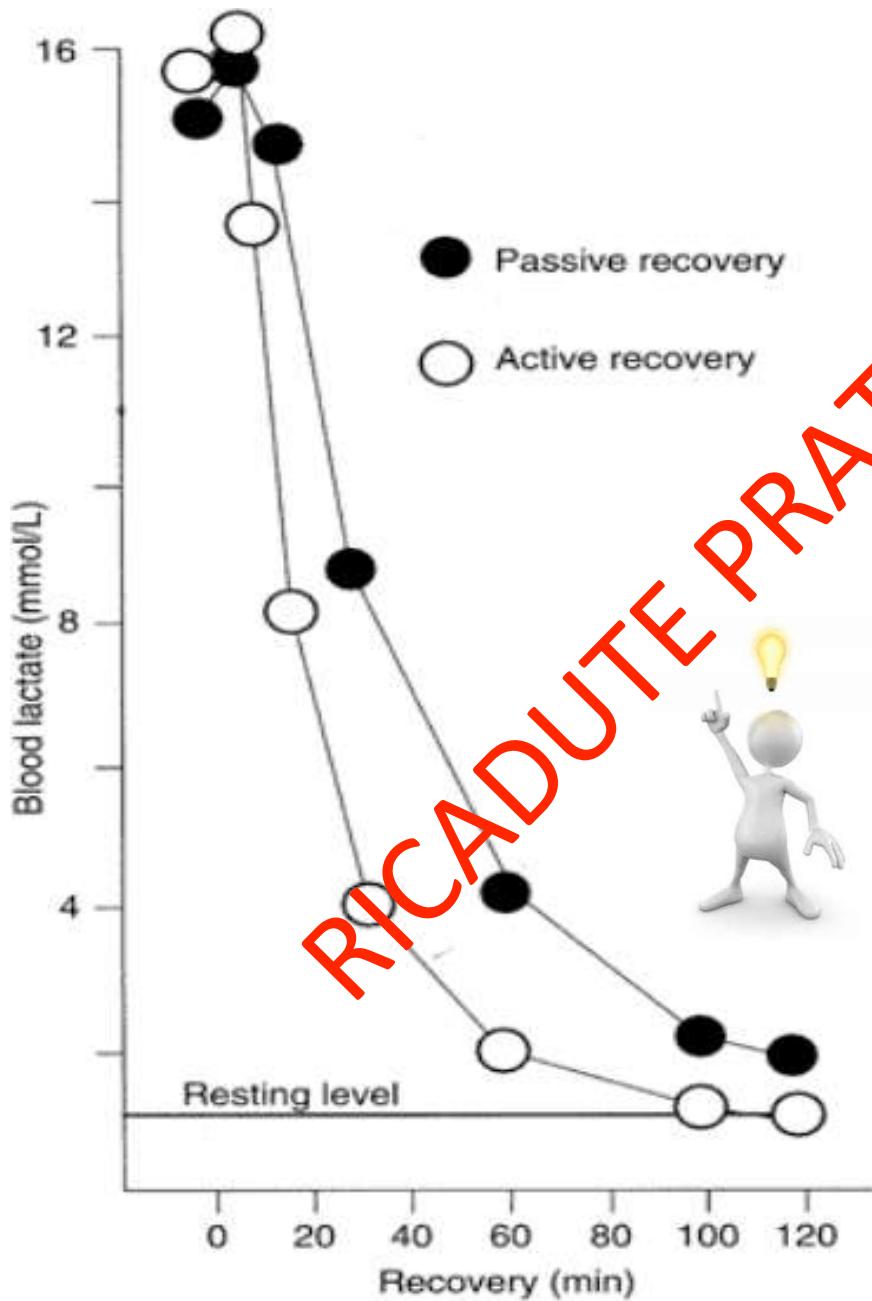
DURANTE IL RECUPERO





Qualsiasi sia la concentrazione di lattato, viene dimezzato dopo circa 20'





RICADUTE PRATICHE?



La velocità di smaltimento del lattato è in relazione con l'attività svolta durante la fase di recupero

Una leggenda da sfatare



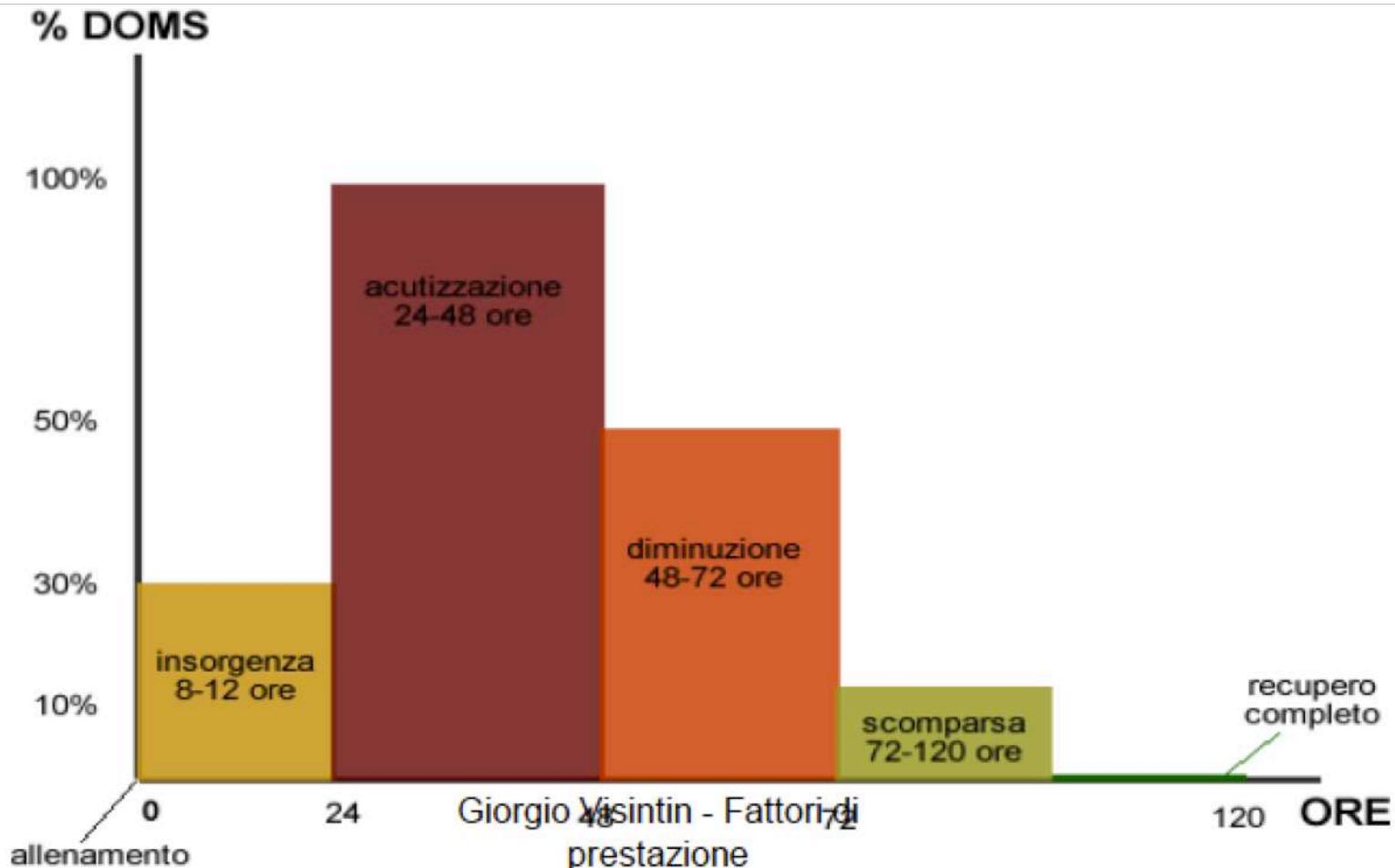
L'acido lattico è ancora considerato un “veleno” che intossica l’organismo, ma non è così:

- Si tratta di un prodotto intermedio del metabolismo, tipico delle prestazioni intense di durata medio breve
- Non è dannoso
- Non provoca dolori muscolari postumi

I DOLORI MUSCOLARI

DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness)

I dolori muscolari ad insorgenza ritardata sono causati da microlesioni e dal conseguente processo infiammatorio **NON DALL'ACIDO LATTICO**



Una cosa da ricordare

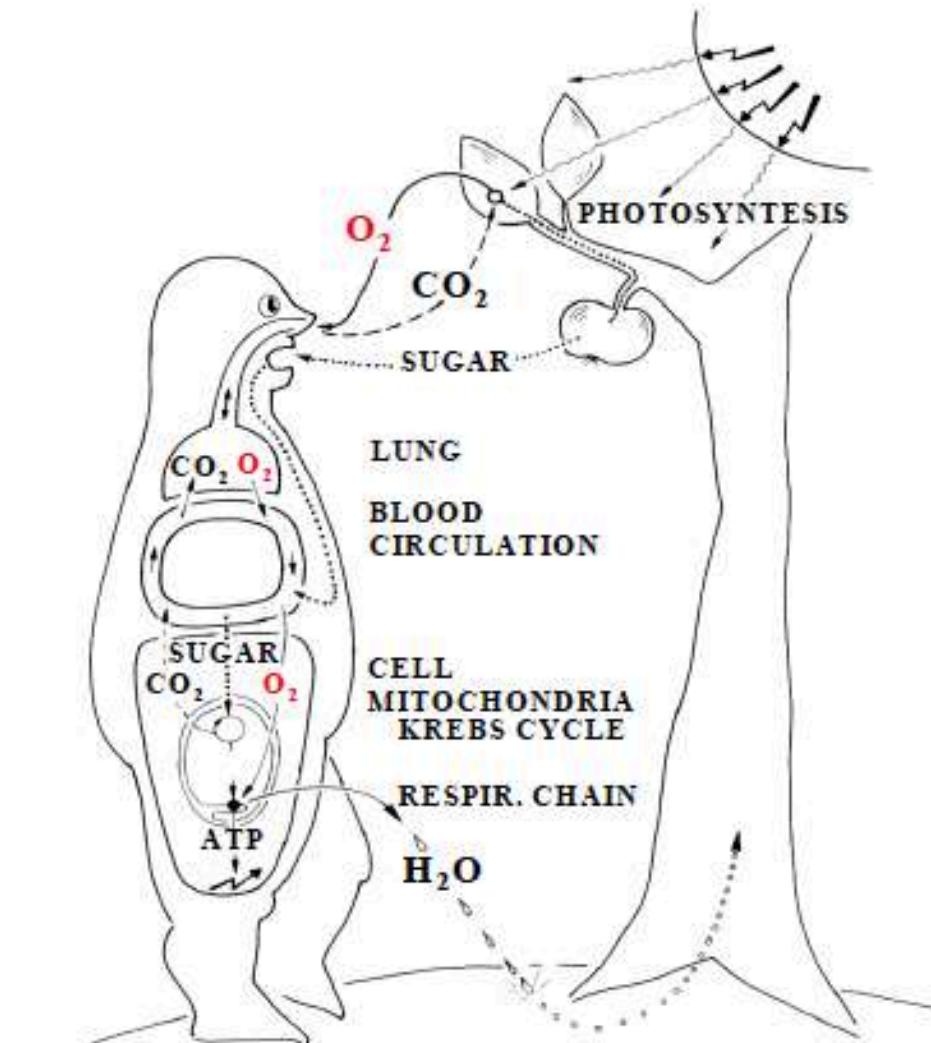
Gli sforzi lattacidi, intensi e stressanti, sono accompagnati dal rilascio degli ormoni dello stress (adrenalina, cortisolo)

Questa è la ragione per la quali non sono molto adatti con i giovani, con i quali vanno utilizzati con molta moderazione

Ma anche con gli atleti evoluti devono essere gestiti con cautela, per ridurre il rischio di fenomeni di sovraffaticamento

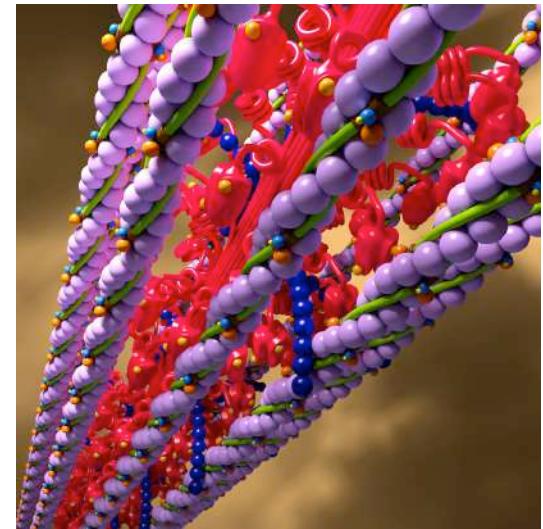


Meccanismo Aerobico

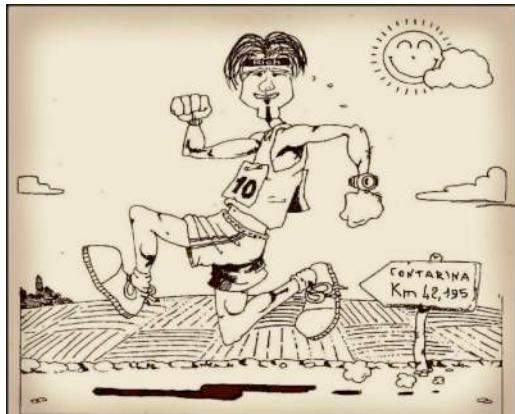


(Weibel, 1984)

Meccanismo Aerobico



È il sistema più lento ad entrare in funzione a pieno regime, permette di sostenere un lavoro di lunga durata (ciclismo, sci di fondo, canottaggio, gare di fondo in atletica leggera)



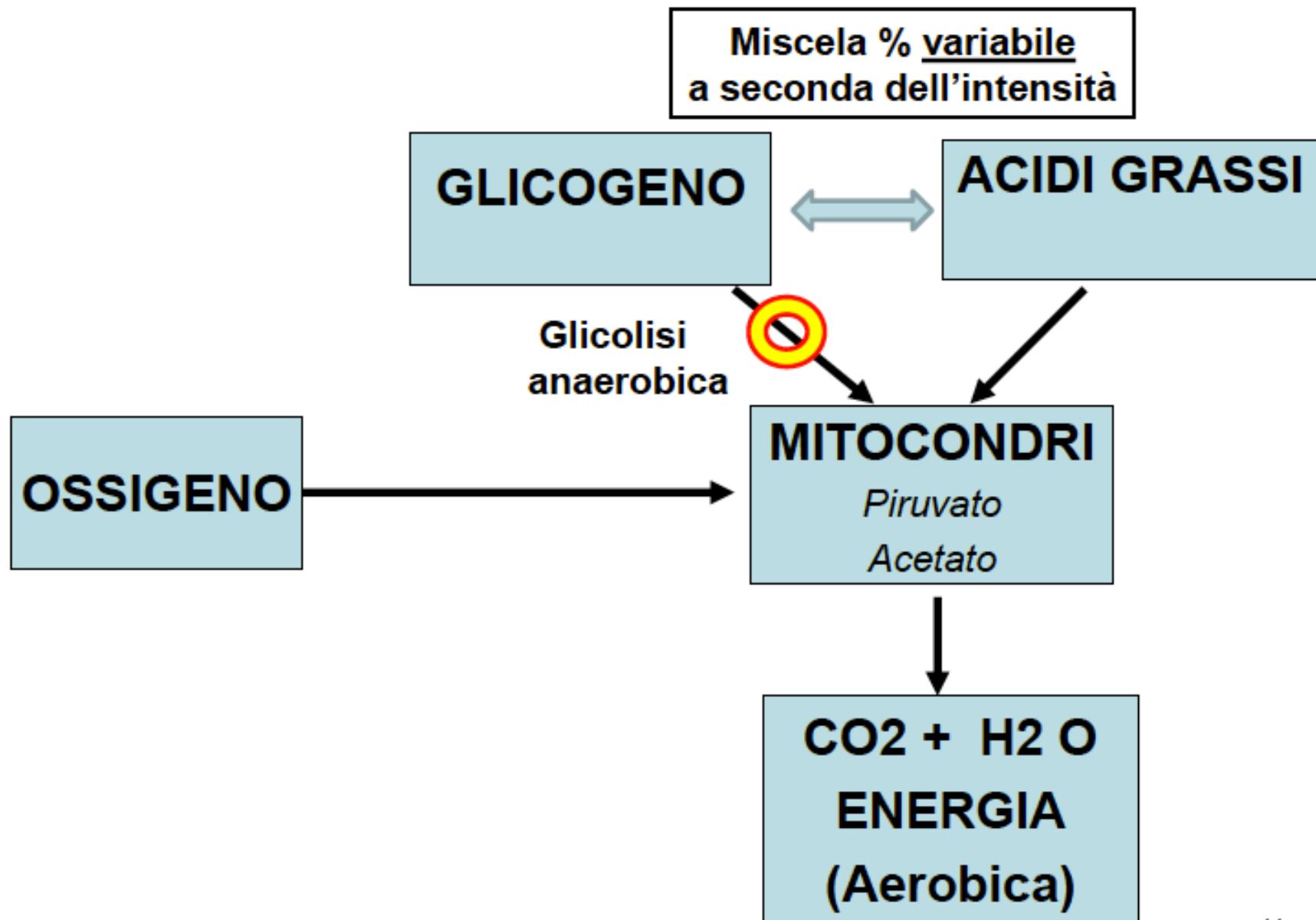
Meccanismo Aerobico

In questo caso l'energia deriva dall'ossidazione dei glucidi e dei lipidi (un processo che avviene nei mitochondri).

Il prodotto finale della reazione aerobica è costituito da Anidride Carbonica **CO₂** e Acqua **H₂O** entrambe espulse con la respirazione



Meccanismo Aerobico

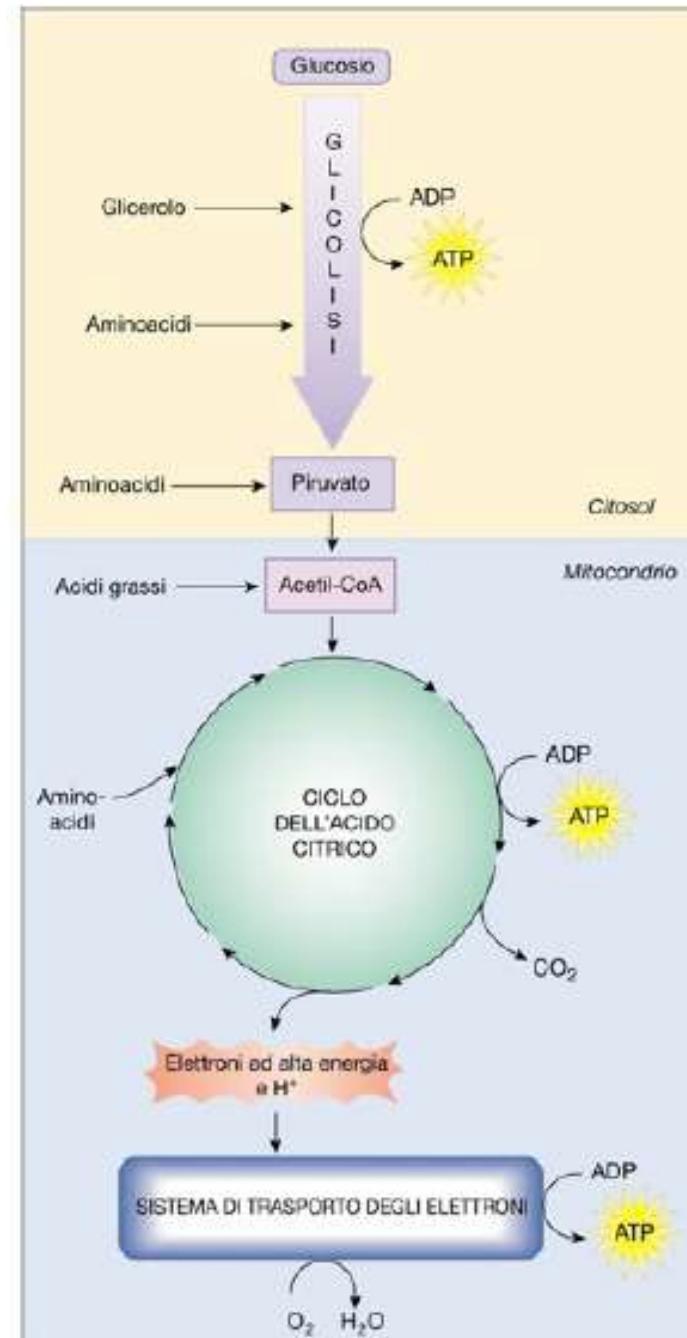


Fosforilazione Ossidativa

Ultima fase della respirazione cellulare



Trarre energia dalle sostanze energetiche ed immagazzinarla sotto forma di ATP



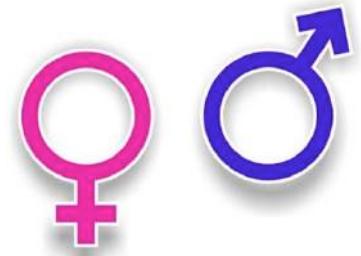


LA RELAZIONE TRA L'UTILIZZO DEI CARBOIDRATI E L'UTILIZZO DEI LIPIDI VARIA IN FUNZIONE DELL'INTENSITÀ DELL'ESERCIZIO

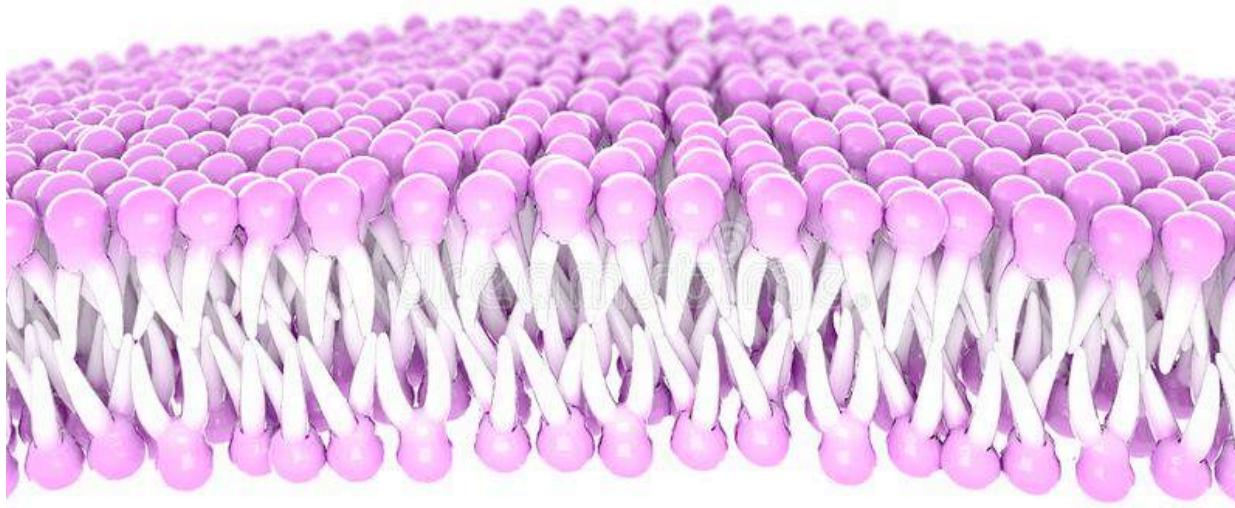
All'aumentare dell'intensità dell'esercizio si ha un aumento del consumo di CARBOIDRATI rimanendo sempre in regime Aerobico



SIAMO TUTTI UGUALI?



Il contributo dei due meccanismi è tendenzialmente diverso: le donne tendono a “preferire” di più l’utilizzo lipidico rispetto all’utilizzo glucidico anche ad intensità più alte.



Fattori limitanti il meccanismo Aerobico

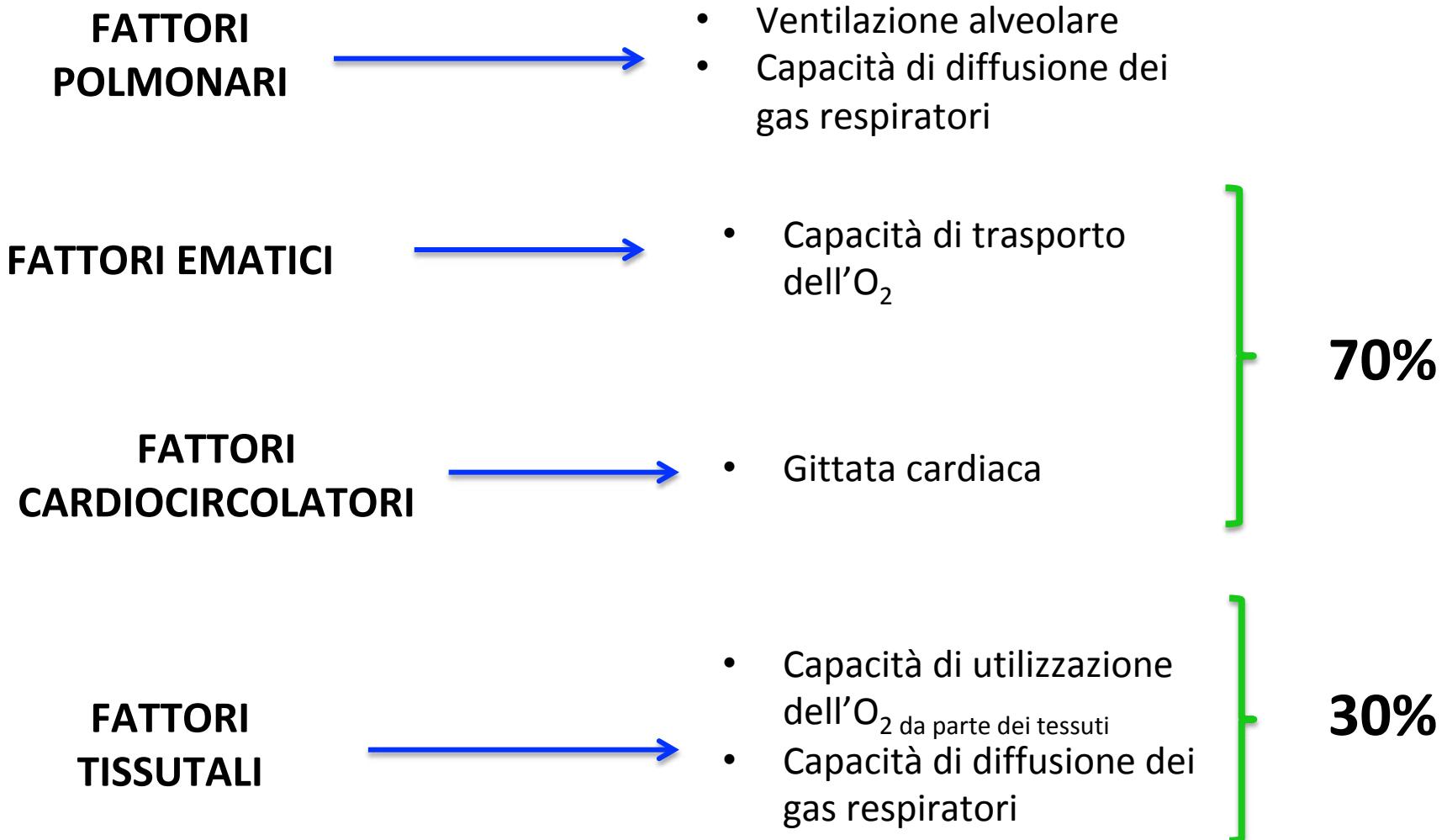
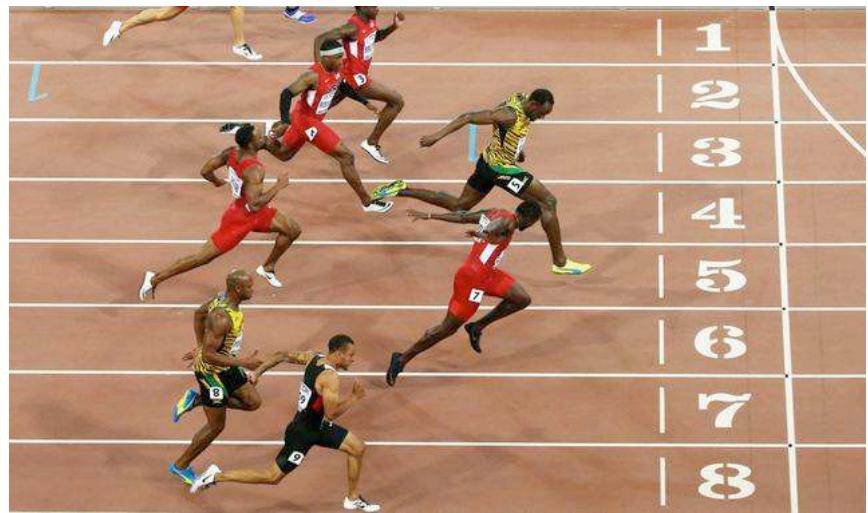


Tabella riassuntiva caratteristica dei sistemi energetici

	Anaerobico alattacido	Anaerobico lattacido	Aerobico
Velocità di risposta	Immediata	Rapida	Lenta
Tipo di "carburante"	Fosfocreatina (CP)	Glicogeno	Glicogeno-Lipidi-Proteine
Quantità di ATP prodotta	Molto limitata	Limitata	Elevata
Interviene prevalentemente in attività di	Intensità massima., breve durata	Elevata intensità con durata all'incirca da 40" a 90"	Resistenza e di lunga durata
Altre caratteristiche	Depositi muscolari limitati e nessun sottoprodotto che causi fatica	Ha come sottoprodotto finale l'acido lattico che, in condizioni di grande accumulo inibisce la contrazione muscolare	Nessun sottoprodotto che causi fatica



Se prendiamo come esempio le discipline di corsa dell'Atletica leggera, possiamo constatare che, con il variare della velocità di corsa, varia anche percentualmente l'utilizzazione dei diversi metabolismi energetici

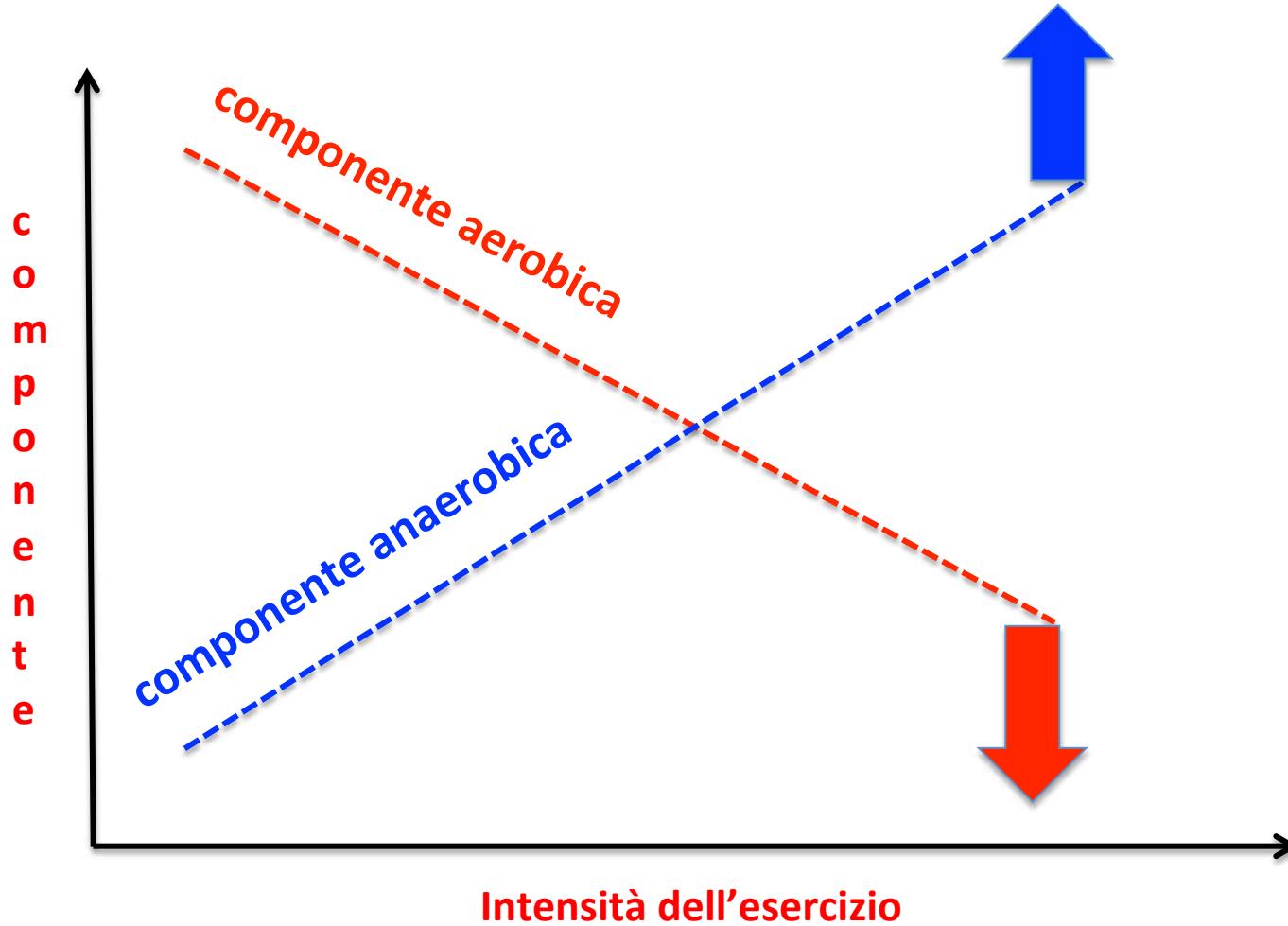


Utilizzo dei meccanismi aerobico e anaerobico in alcune discipline di corsa

Table 1.5 Approximate contribution of aerobic and anaerobic energy sources to total energy production in events of different durations involving maximal work

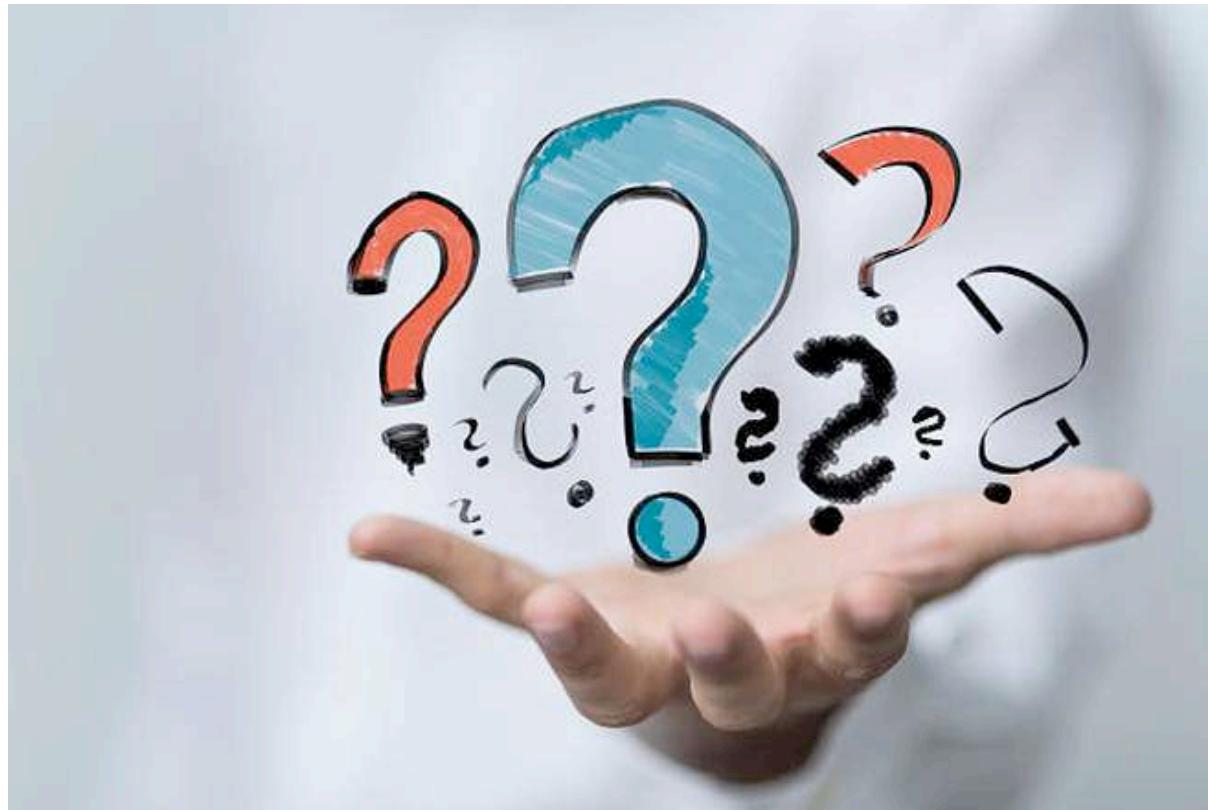
Distance	Duration ^a (min: s)	% Aerobic	% Anaerobic
100 m	9.84	10	90
400 m	43.29	30	70
800 m	1 : 41.73	60	40
1500 m	3 : 27.37	80	20
5000 m	12 : 44.39	95	5
10 000 m	26 : 38.08	97	3
42.2 km	126 : 50	99	1

^a Durations given are the current men's outdoor world records at 1 April 1997.

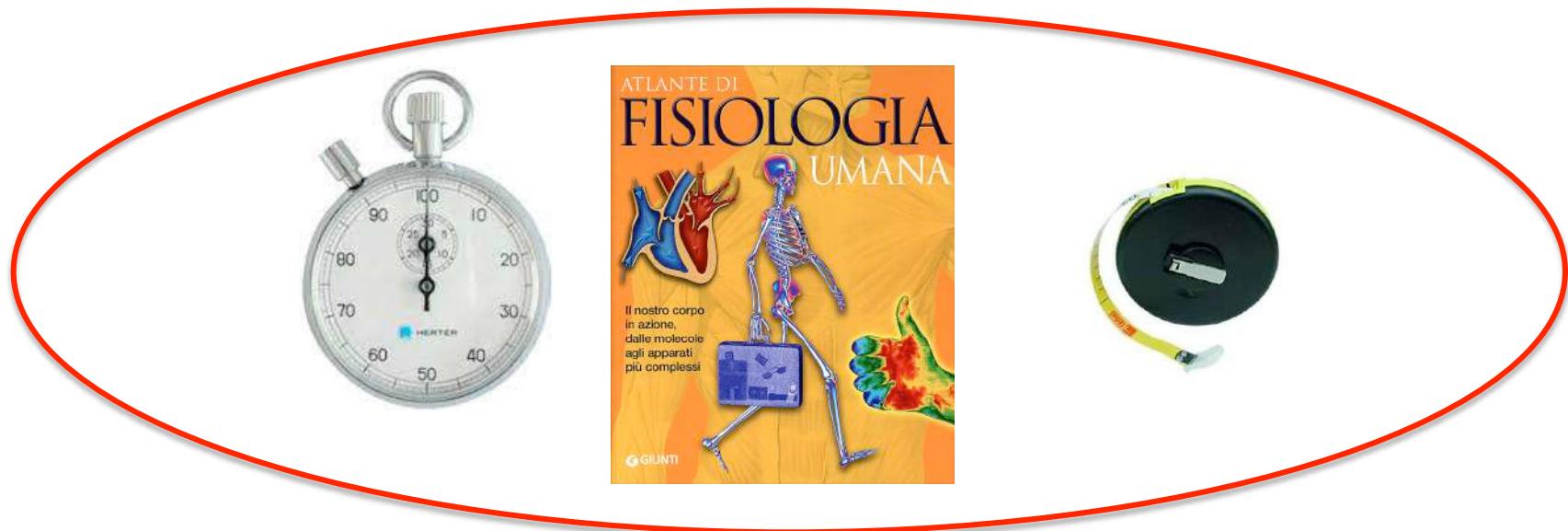


Se aumenta l'intensità di esercizio l'energia per la contrazione muscolare è fornita sempre meno dalla componente aerobica e sempre di più da quella anaerobica

MA TUTTO QUESTO A COSA MI SERVE?



Conoscere le basi del funzionamento dell'organismo durante uno sforzo fisico è indispensabile per definire la metodologia di allenamento da adottare per la disciplina sportiva allenata



Senza queste basi si rischia di improvvisare e pertanto di non raggiungere gli obiettivi prefissati