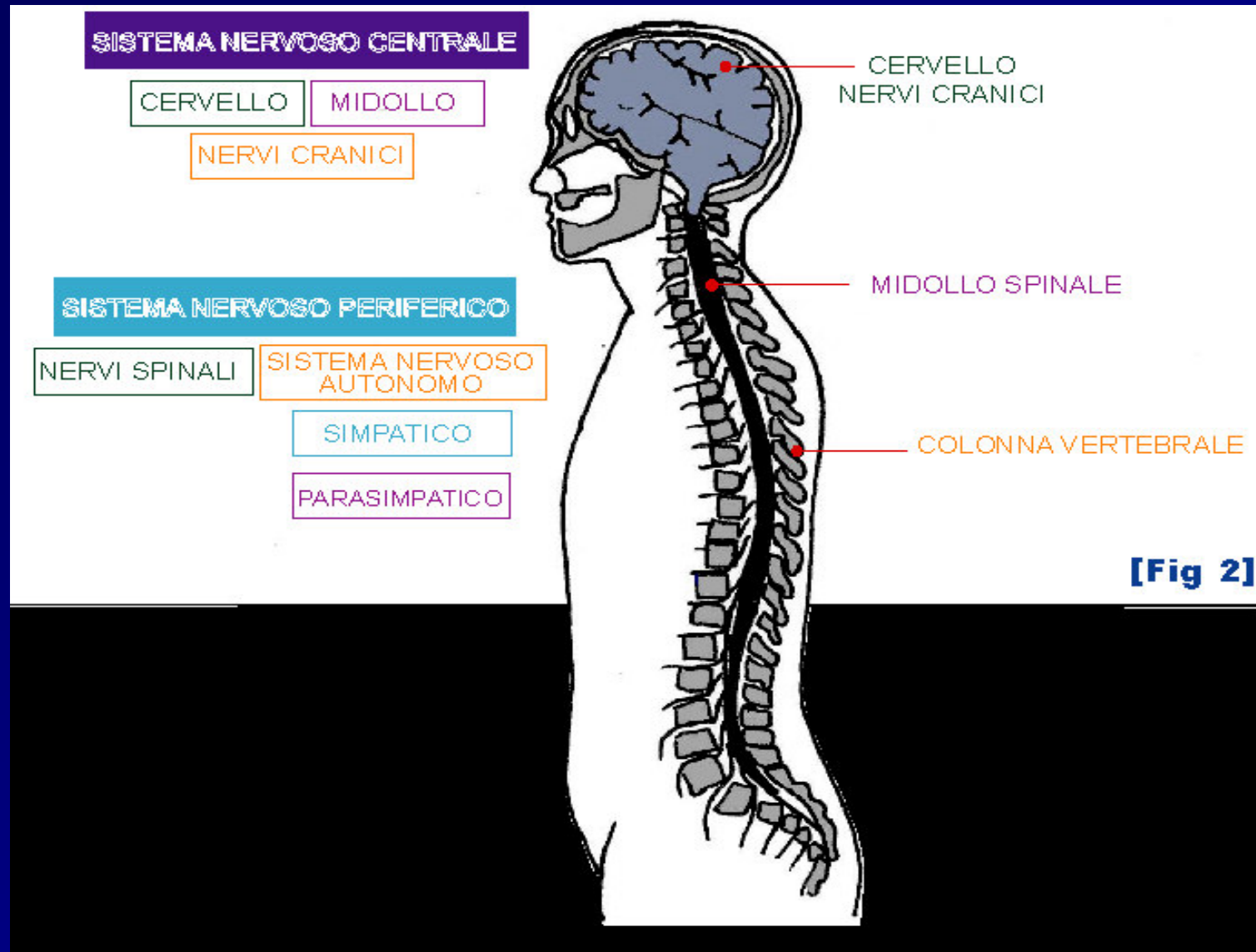


**LE BASI
ANATOMO FISIOLOGICHE
DELL'ALLENAMENTO
SPORTIVO**

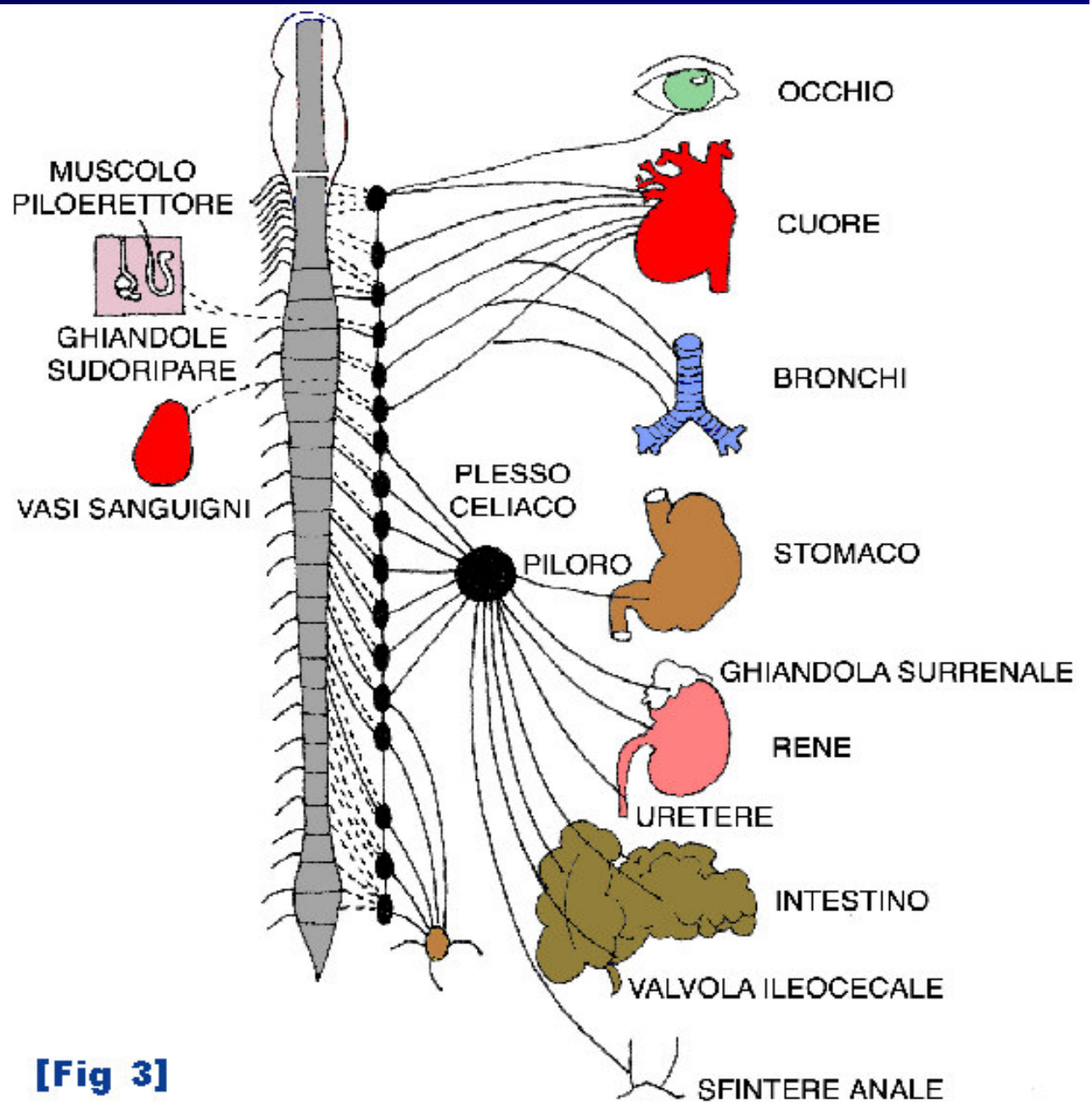
I principali sistemi organici connessi al movimento

- Nervoso centrale e periferico**
- Respiratorio**
- Cardiocircolatorio**
- Osteoarticolare**
- Muscolare**

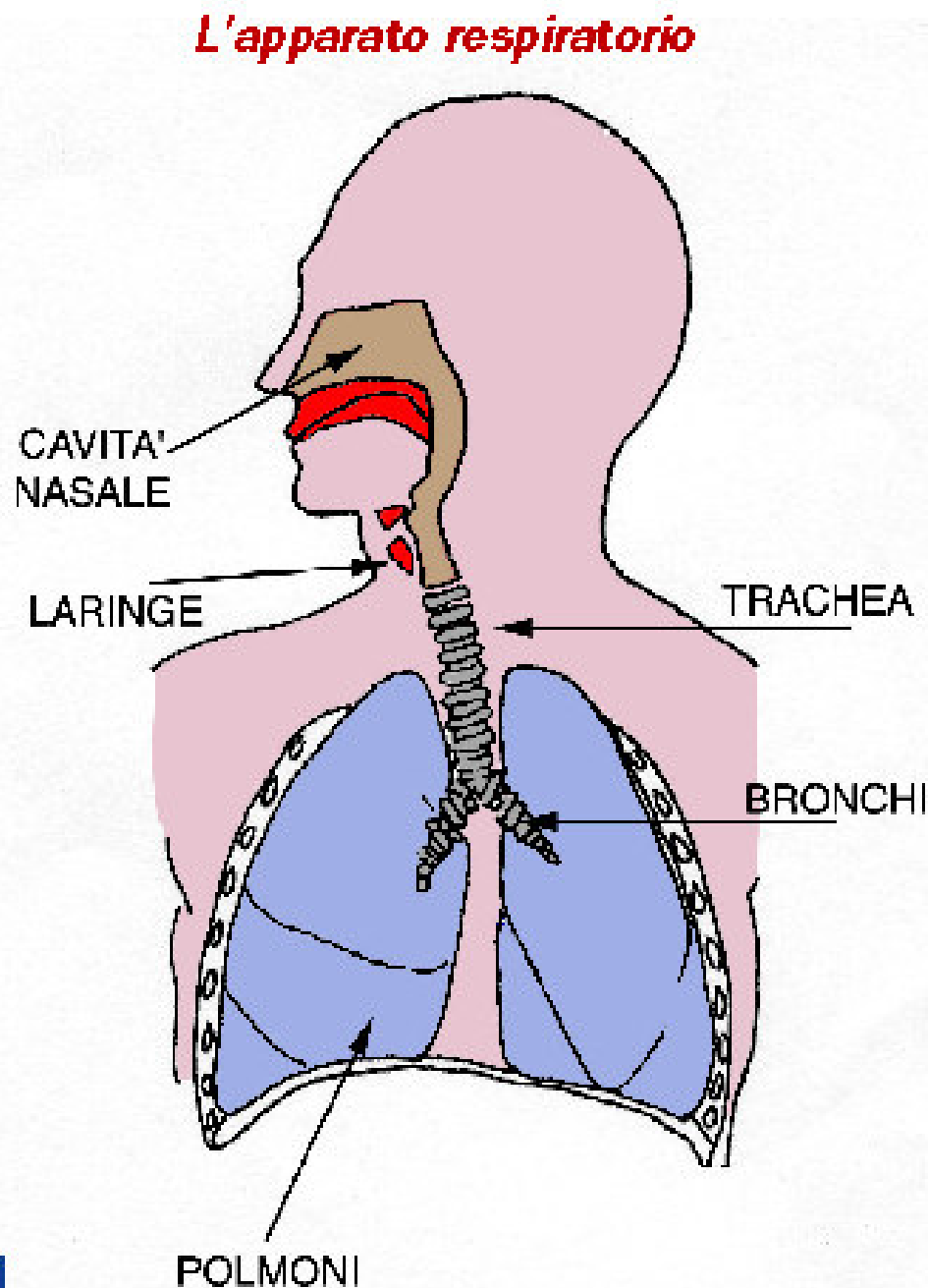
Il sistema nervoso



Il sistema nervoso autonomo

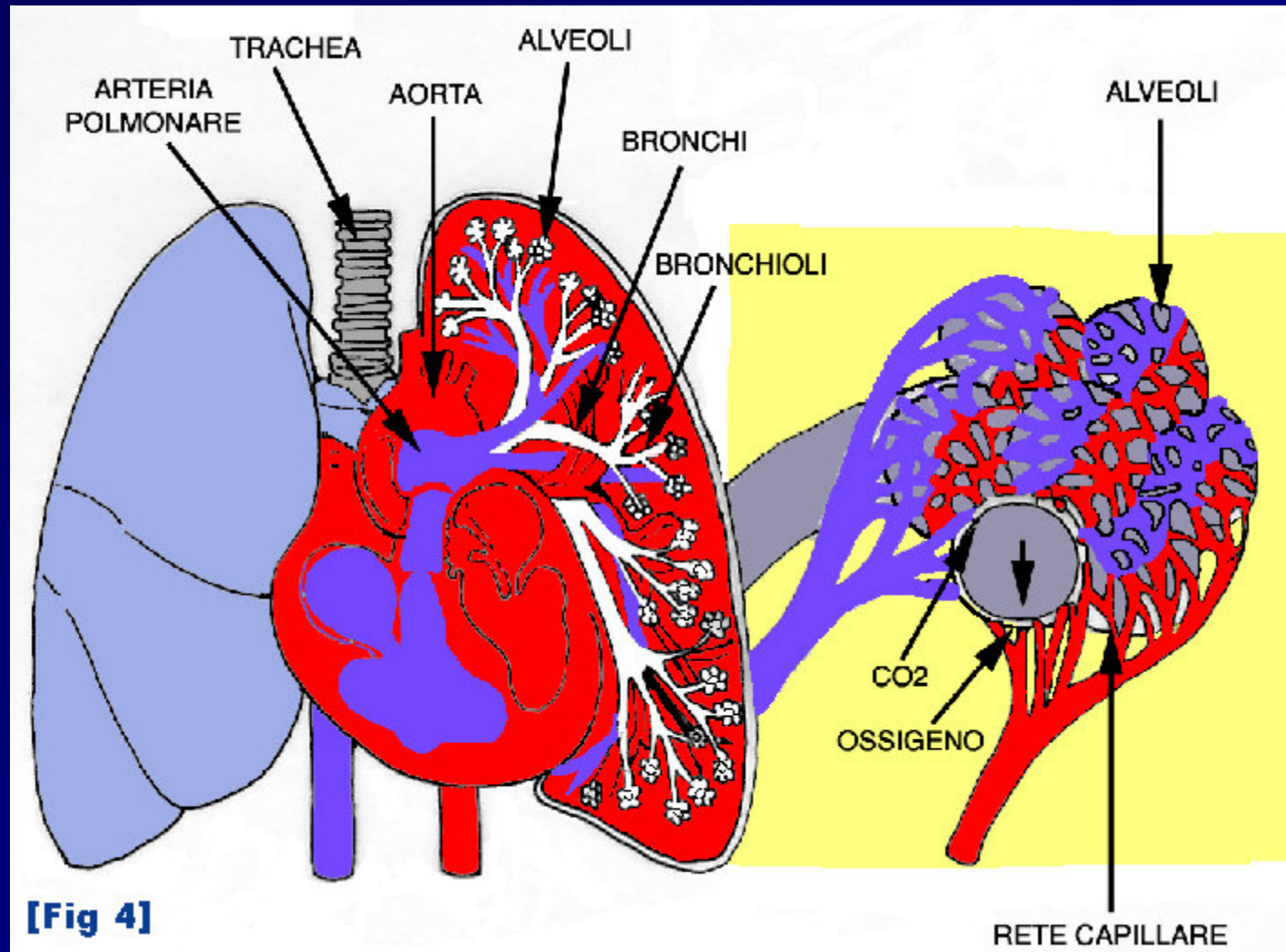


L'apparato respiratorio

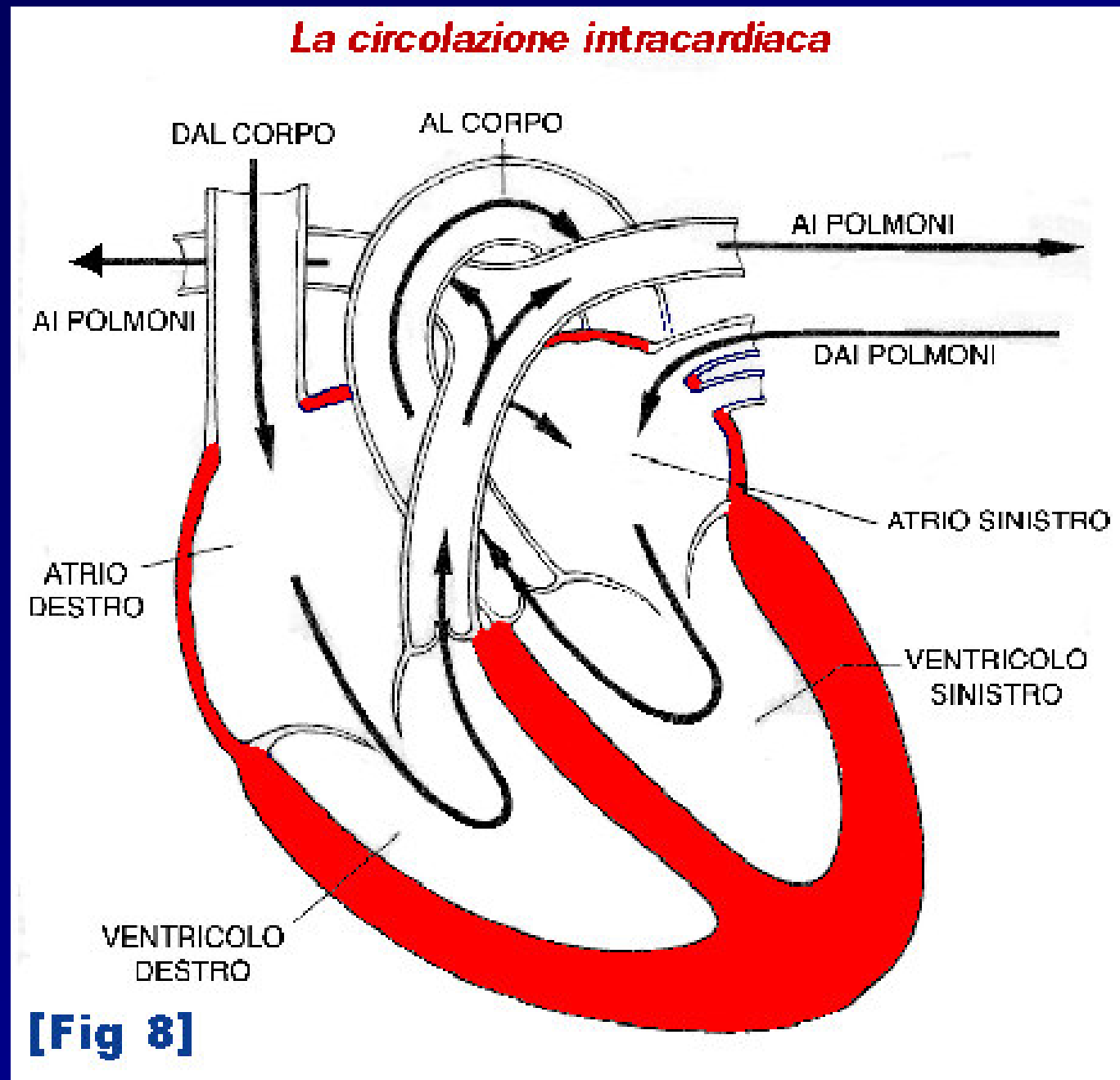


[Fig 5]

Gli scambi gassosi alveolari

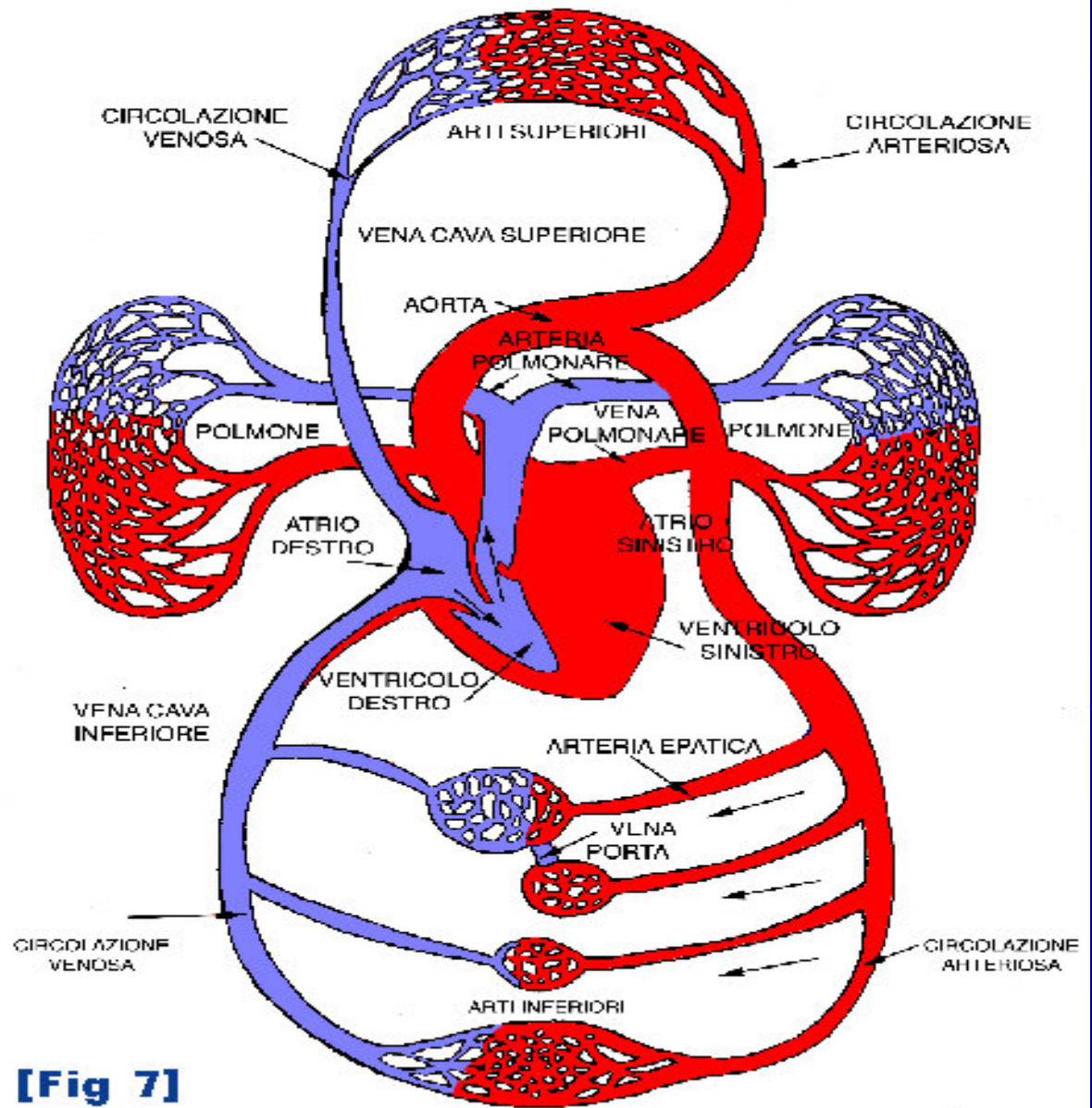


Il cuore



L'apparato circolatorio

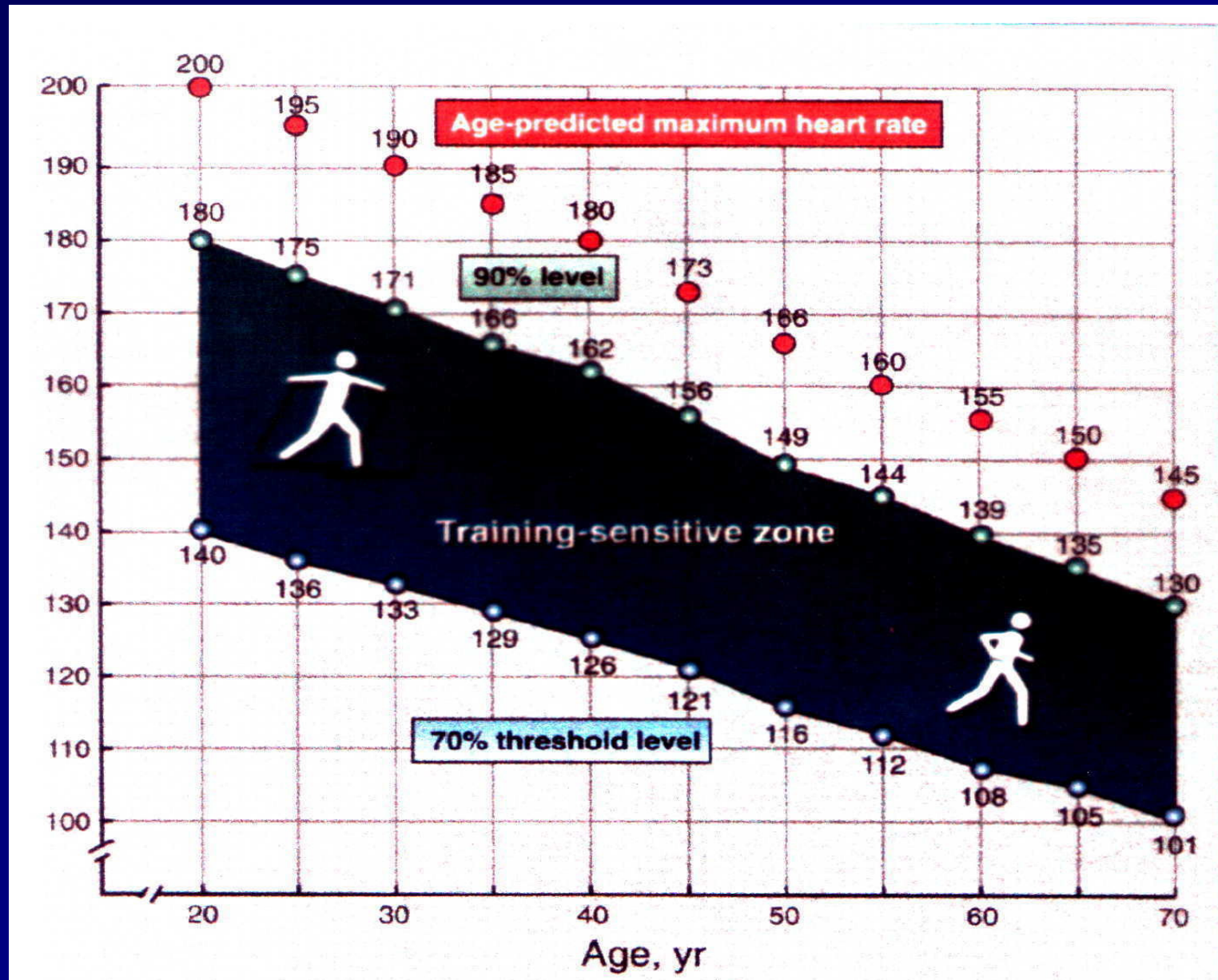
Il piccolo e grande circolo e la funzione cardiaca di pompa



Emodinamica

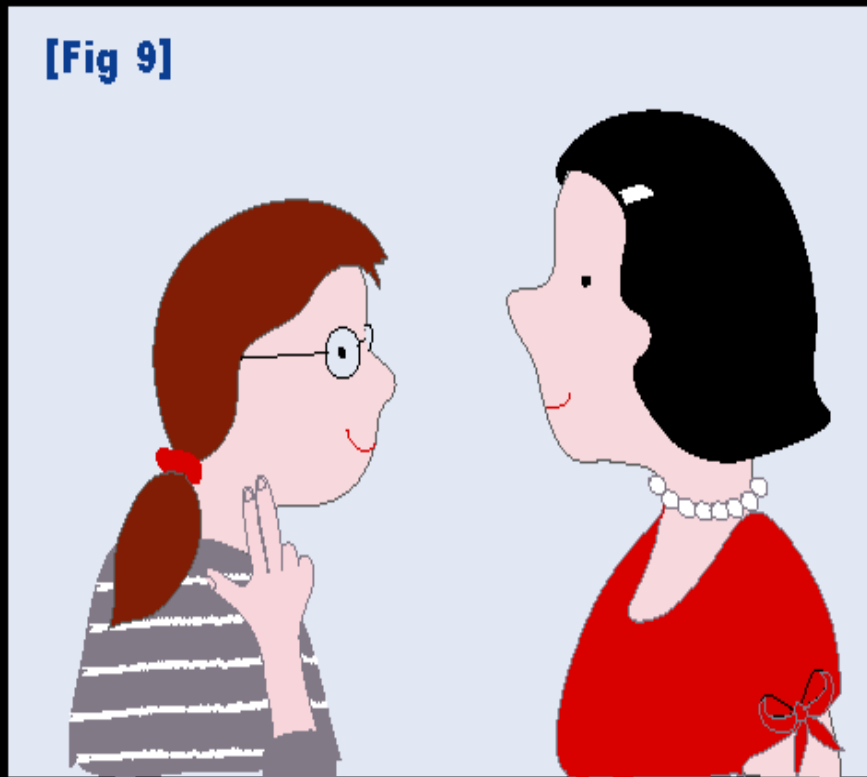
- **Valori medi di pressione arteriosa a riposo, rilevata al braccio in mm/hg 120/70**
- **Sotto sforzo aumentano**
 - Gittata sistolica
 - Frequenza cardiaca (fino 220 - età)
 - Pressione arteriosa (più negli sport di potenza che in quelli di resistenza)
- **L'allenamento, in particolare quello aerobico, porta**
 - Ad una diminuzione della frequenza cardiaca a riposo (da 60/70 a 40/50)
 - Ad un recupero più rapido dopo lo sforzo

Rapporto FC/intensità sforzo

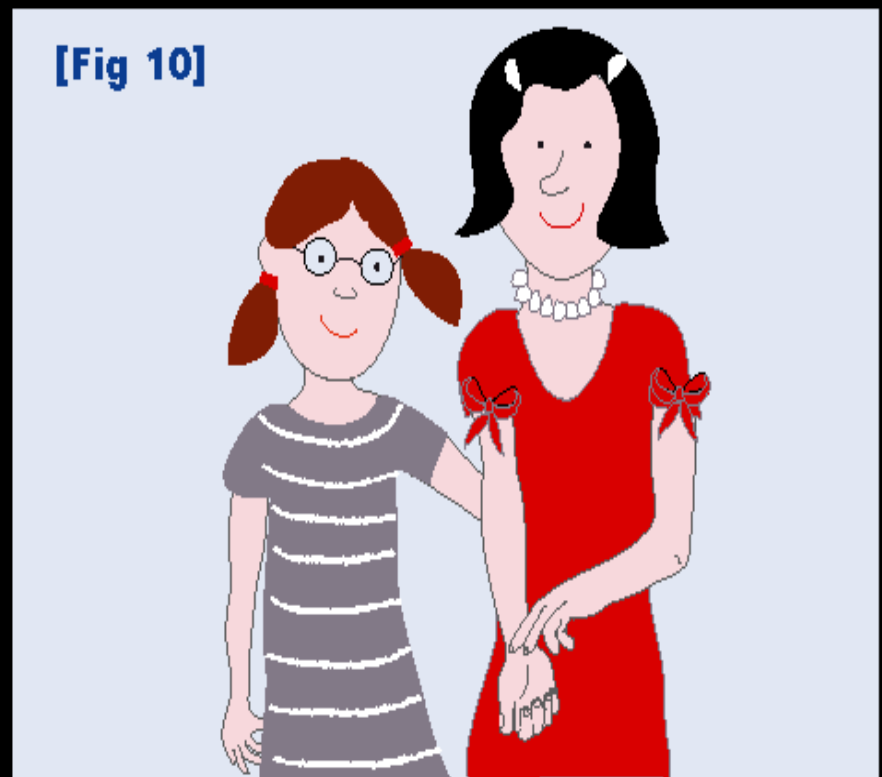


La ricerca delle pulsazioni arteriose

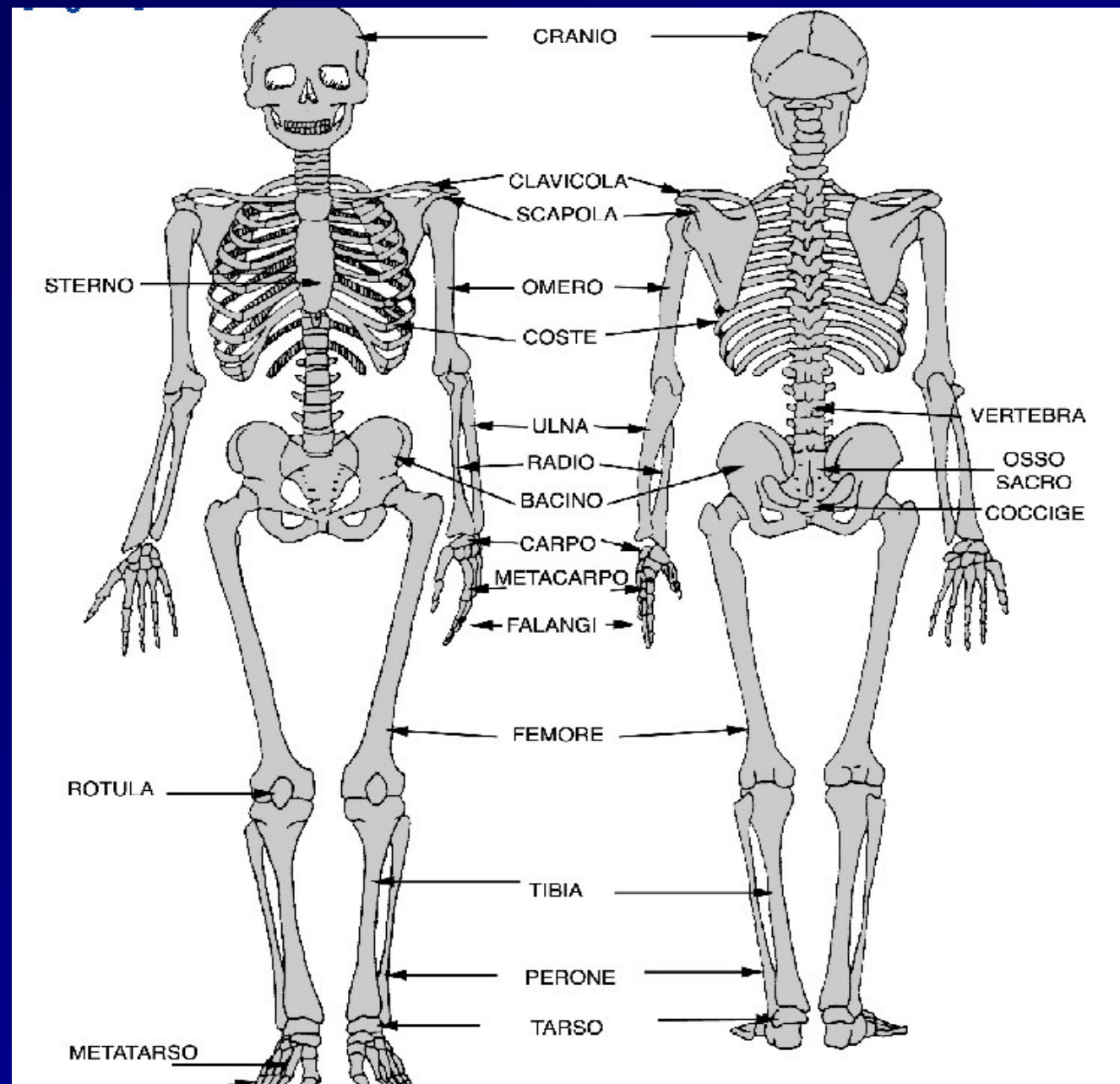
[Fig 9]



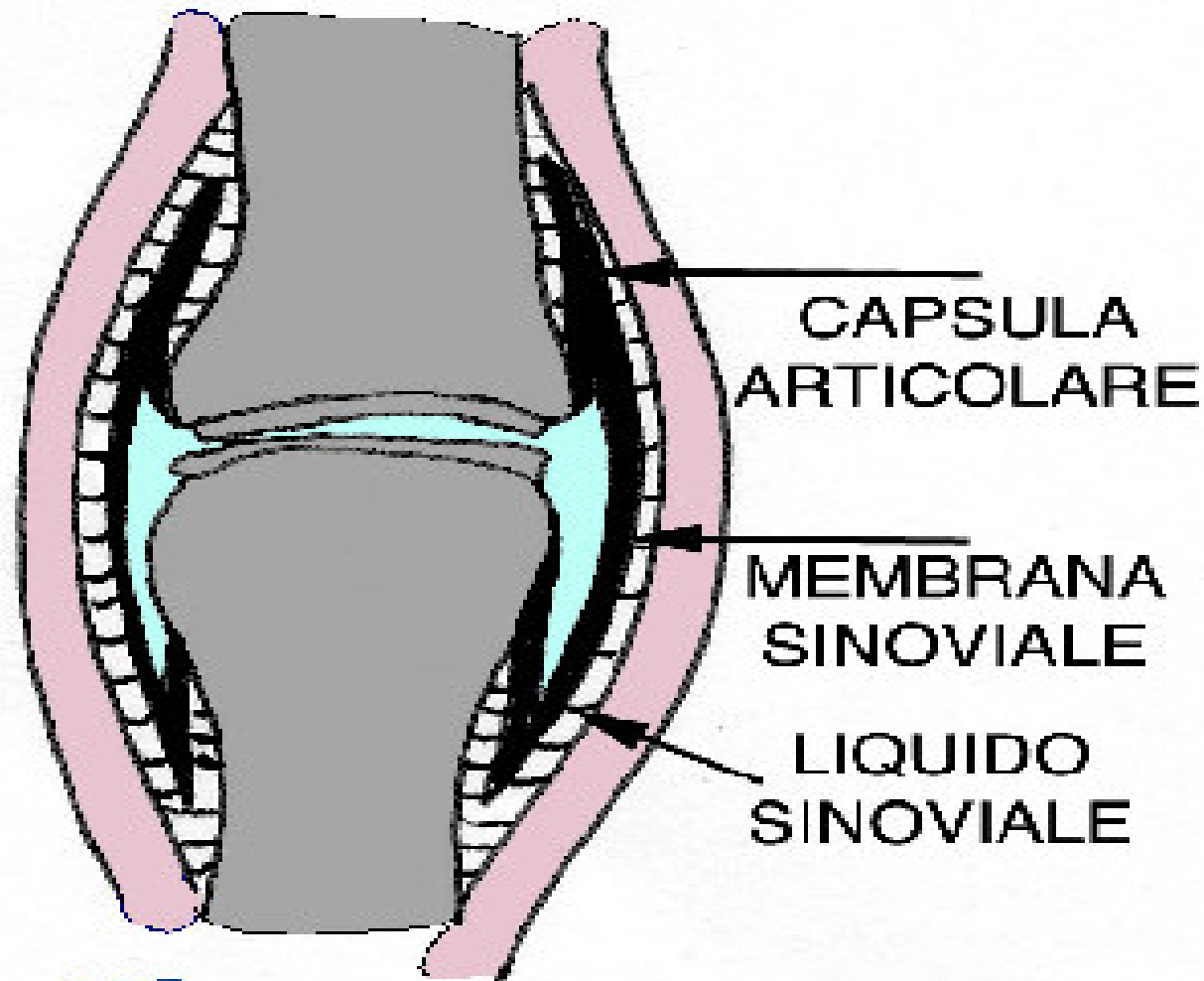
[Fig 10]



Lo scheletro



Struttura della diartrosi



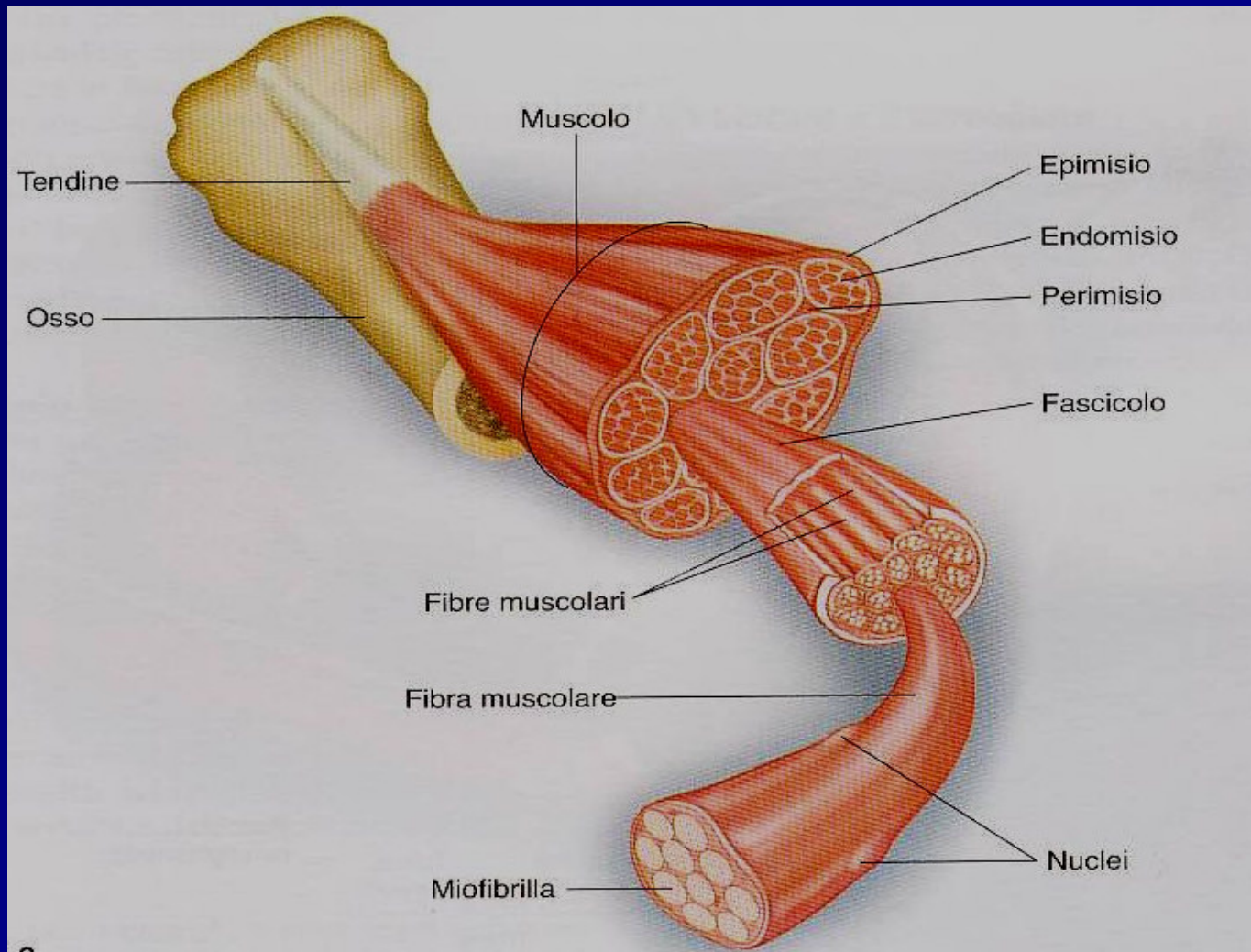
[Fig 12]

Il muscolo

- **Il muscolo è l'organo di movimento; il suo accorciamento determina, attraverso il tendine, lo spostamento dei capi articolari**
- **Può essere paragonato ad una macchina che trasforma energia chimica in lavoro meccanico**
- **La trasformazione ha luogo durante la contrazione muscolare**
- **La contrazione muscolare viene innescata e mantenuta dagli impulsi nervosi che, dalla corteccia motoria, arrivano ai muscoli**

La struttura muscolo tendinea e ossea

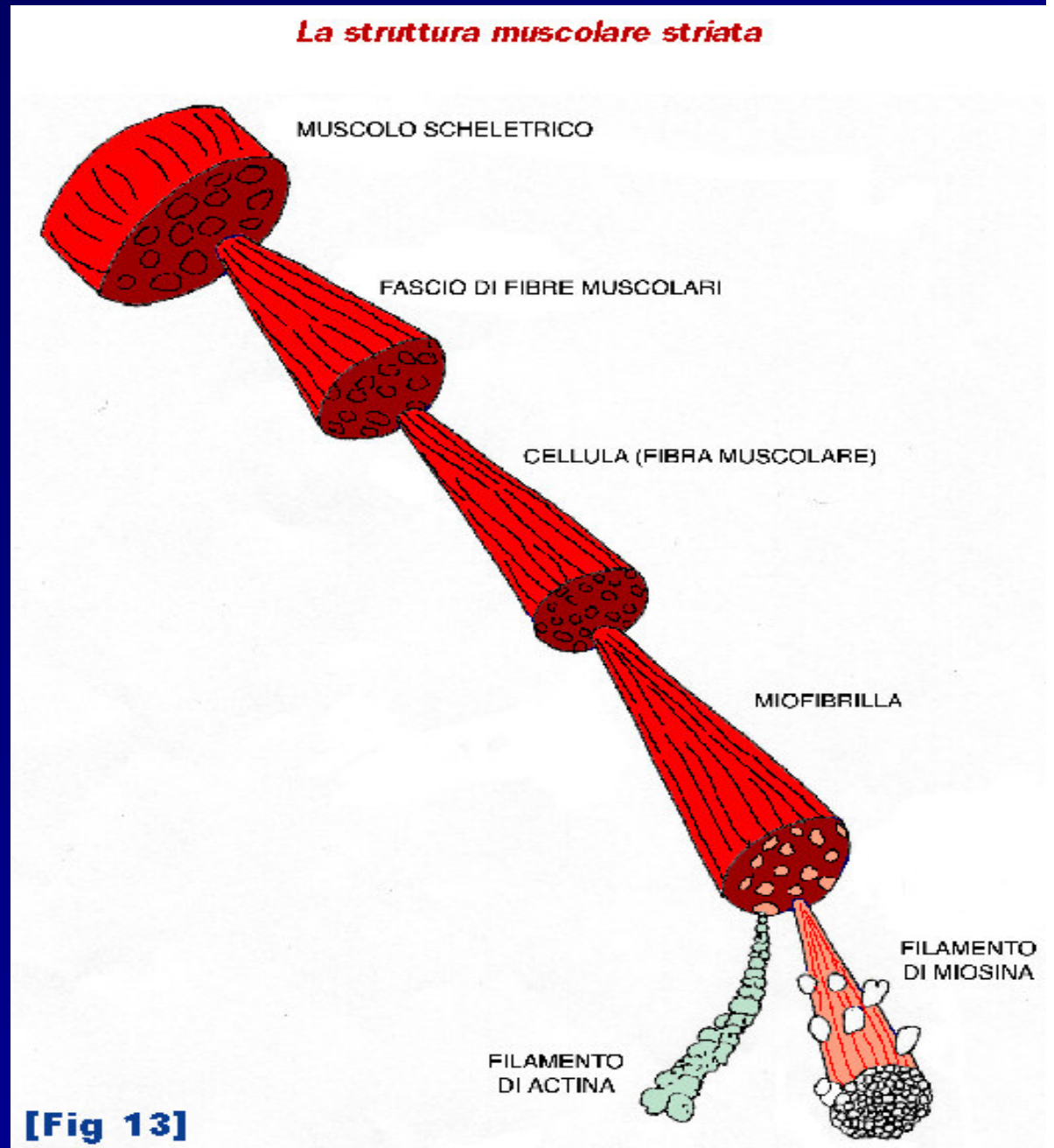
Ogni muscolo è formato da un numero variabile di fibre muscolari riunite in fascetti (*da poche unità a molte centinaia*)



Struttura del muscolo striato

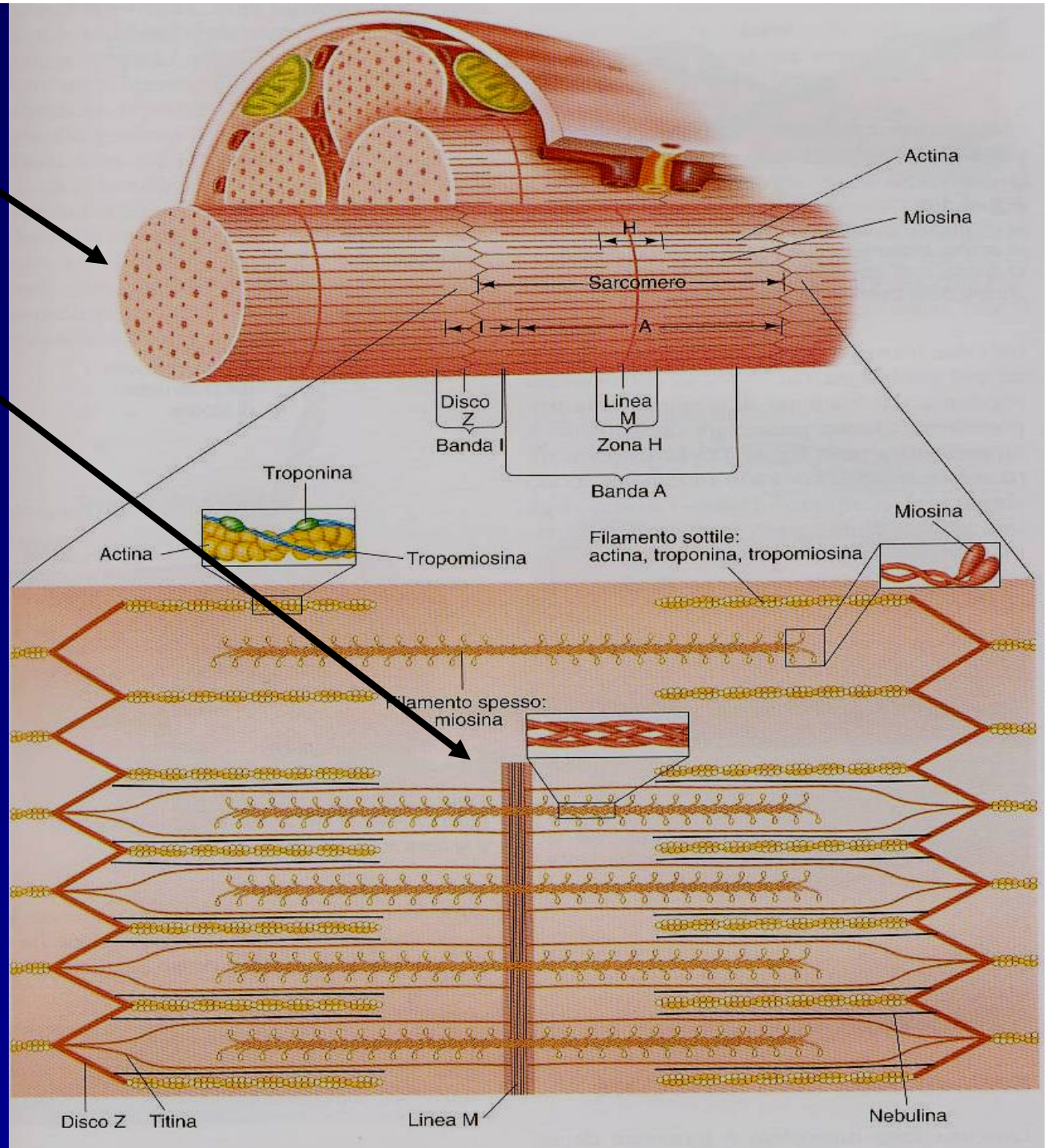
Componenti proteiche

- Miosina
- Actina



MIOFIBRILLA E SARCOMERI

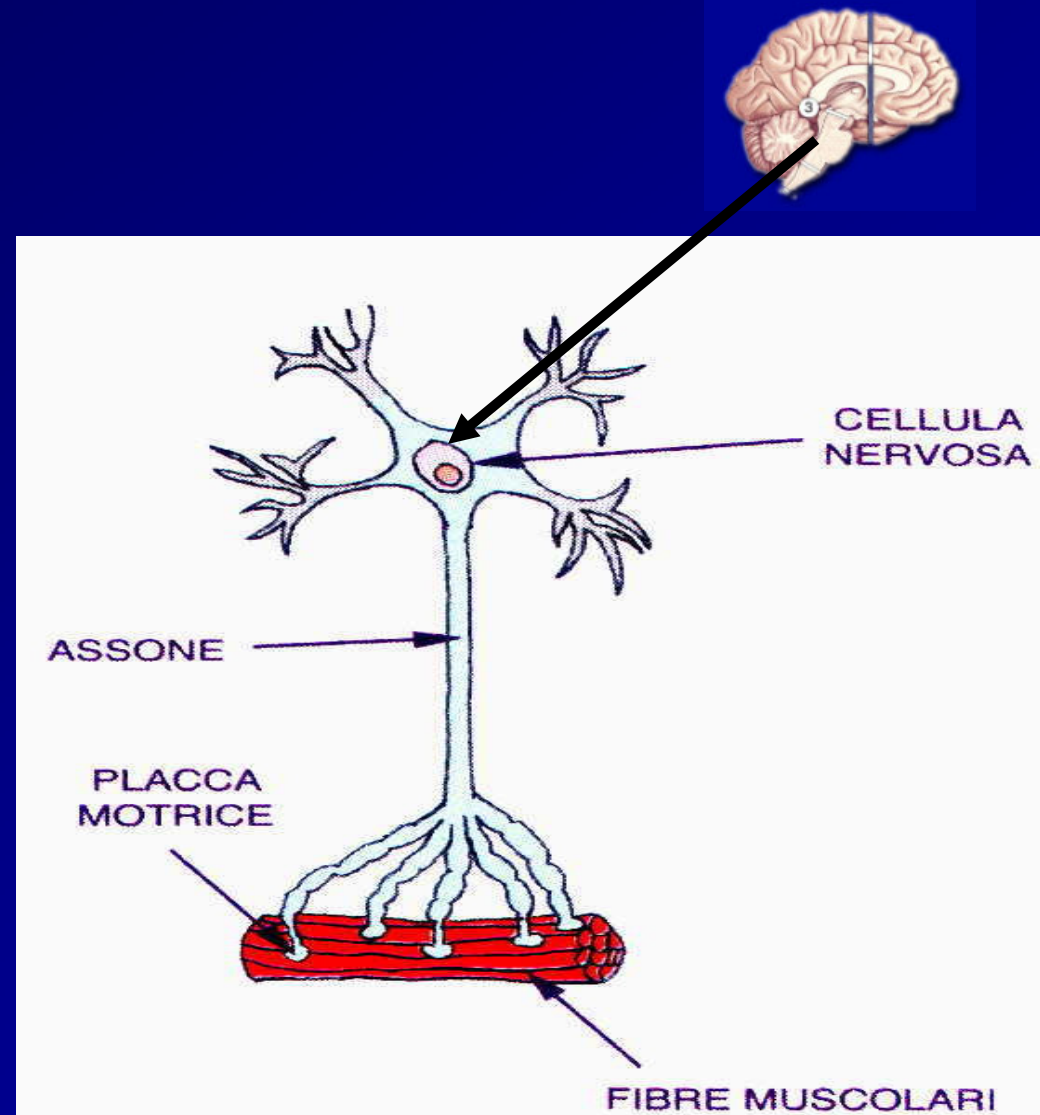
- Ogni fibra è composta da circa 100 miofibrille (lunghezza da 10 a 100 micron, diametro 1 micron)
- Il sarcomero è la struttura di base per la contrazione



L'UNITA' MOTORIA

- L'unità motoria è rappresentata dal neurone spinale e da tutte le fibre muscolari innervate da quel motoneurone

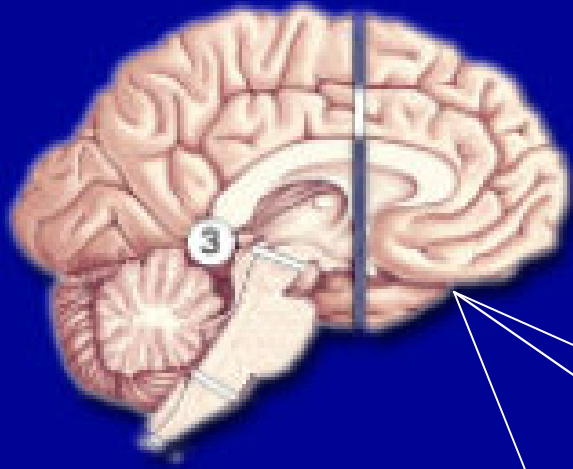
Corteccia motoria



LA CONTRAZIONE

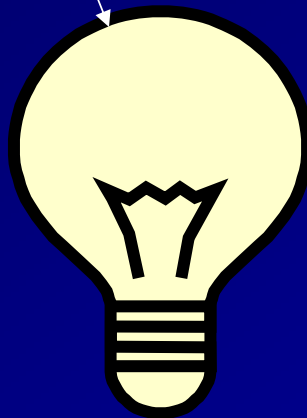
- La contrazione del muscolo avviene a seguito di un impulso (un comando) che parte dal cervello ed arriva ai motoneuroni spinali
- Le unità motorie raggiunte dall'impulso rispondono alla regola del “tutto o niente”: la contrazione ha luogo solamente se l'impulso in arrivo dalla corteccia motoria raggiunge una determinata intensità
- In ogni gruppo muscolare ci sono fibre innervate da unità motorie con differenti soglie di eccitazione
- La gradazione della forza muscolare si basa pertanto sulla diversa eccitabilità delle varie unità motorie e quindi su un reclutamento progressivo delle fibre muscolari a seconda dell'intensità dello sforzo richiesto

IL RECLUTAMENTO



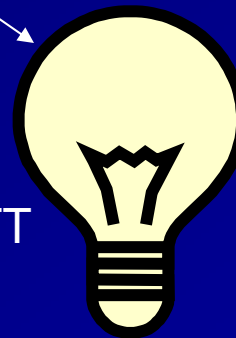
Aree motorie

100 WATT



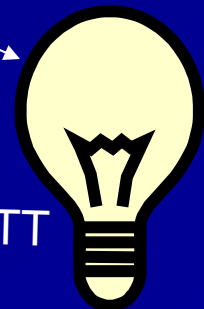
Fibre Veloci tipo b

50 WATT



Fibre Veloci tipo a

10 WATT



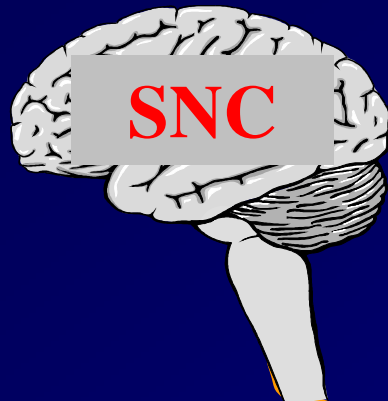
Fibre lente

POTENZIALE DI TUTTO O NULLA

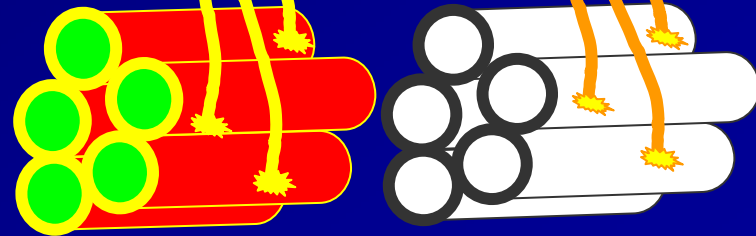
- Il potenziale d'azione è un evento di tutto o nulla, ciò significa che i segnali sottosoglia non danno origine ad alcun segnale, mentre tutti gli stimoli sopra la soglia determinano sempre la comparsa dello stesso segnale (*della stessa intensità*).

L'UNITÀ MOTORIA

Fibra nervosa + Fibre muscolari innervate =
UNITA' MOTORIA



Tutte le fibre servite da un'unica fibra nervosa motoria si contraggono o si rilasciano simultaneamente

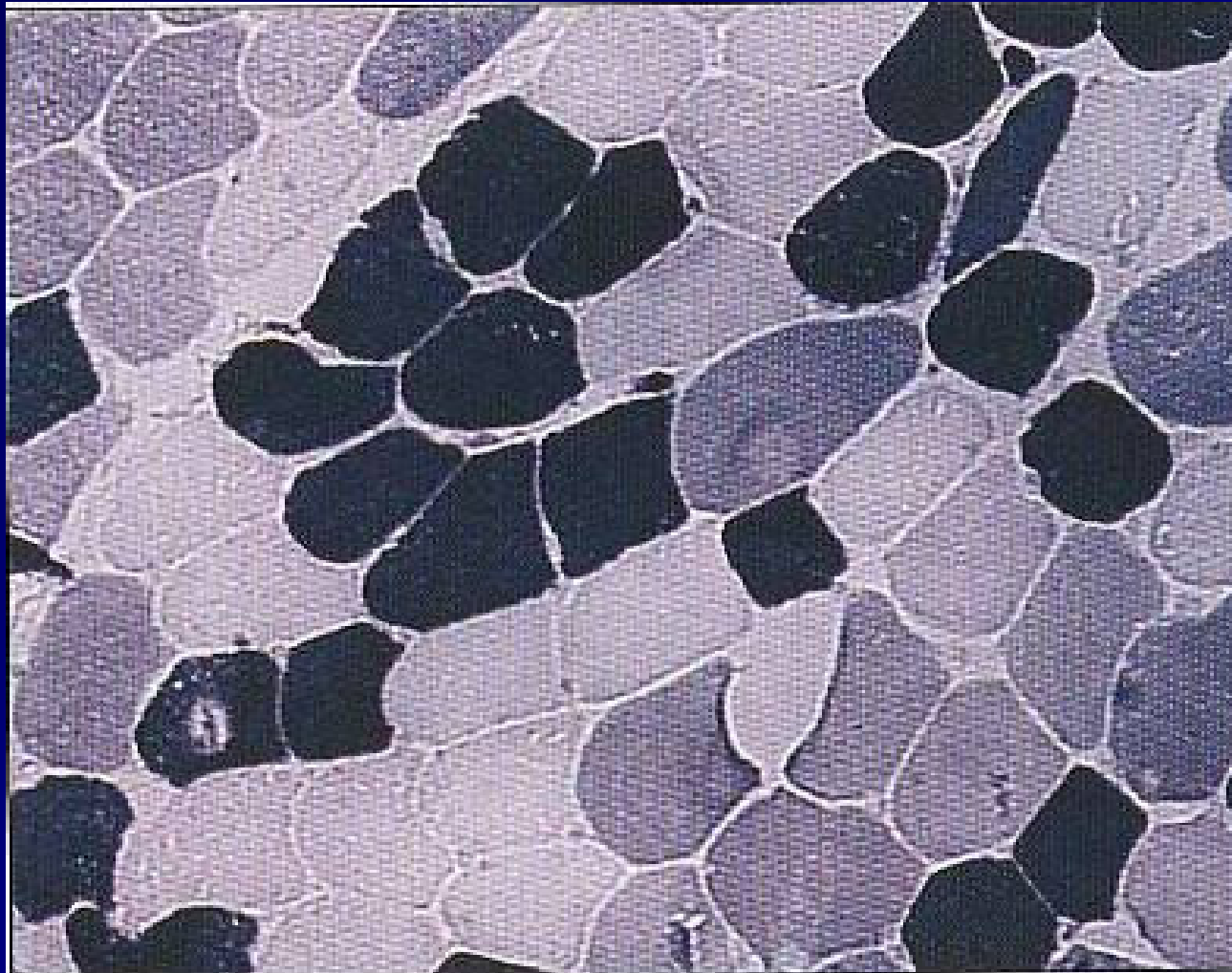


“Legge del tutto o del nulla”

LE FIBRE MUSCOLARI

- In genere vengono identificati 2 tipi di fibre
 - Lente (o a scossa lenta – Stf)
 - Veloci (o a scossa veloce – Ftf) suddivise a loro volta in
 - Fta
 - Ftb
- In ogni gruppo muscolare, salvo rare eccezioni, vi sono tutti i tipi di fibre (*per potere effettuare azioni muscolari di diverso impegno*)
- L'attività sportiva può modificare qualità e rapporto di fibre

DISTRIBUZIONE DELLE FIBRE NEL MUSCOLO



- Fibre a scossa lenta (St) - colore nero
- Fibre a scossa veloce (Fta) colore bianco
- Fibre a scossa veloce (Ftb) colore grigio

CARATTERISTICHE DELLE FIBRE MUSCOLARI

Fibre del tipo II (Veloci - bianche - anaerobiche - Ftf)	Fibre del tipo I (Lente - rosse - aerobiche - Stf)
Di colore pallido caratterizzate da: ○ Grande forza di contrazione ○ Facile affaticamento ○ Elevata capacità glicolitica ○ Modesta capacità aerobica ○ Scarsa densità capillare ○ Povertà di citoplasma ○ Scarsità di mitocondri <i>Molto abbondanti in velocisti</i>	Di colore rosso scuro <u>(per la maggiore presenza di ferro)</u>, caratterizzate da: ○ Scarsa forza di contrazione ○ Ridotto affaticamento ○ Scarsa capacità glicolitica ○ Elevata capacità aerobica ○ Elevata densità capillare ○ Ricchezza di citoplasma ○ Ricchezza di mitocondri <i>Molto abbondanti in mezzofondisti e fondisti</i>

CARATTERISTICHE DELLE FIBRE MUSCOLARI

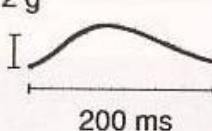
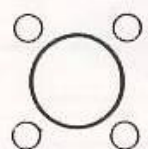
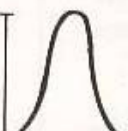
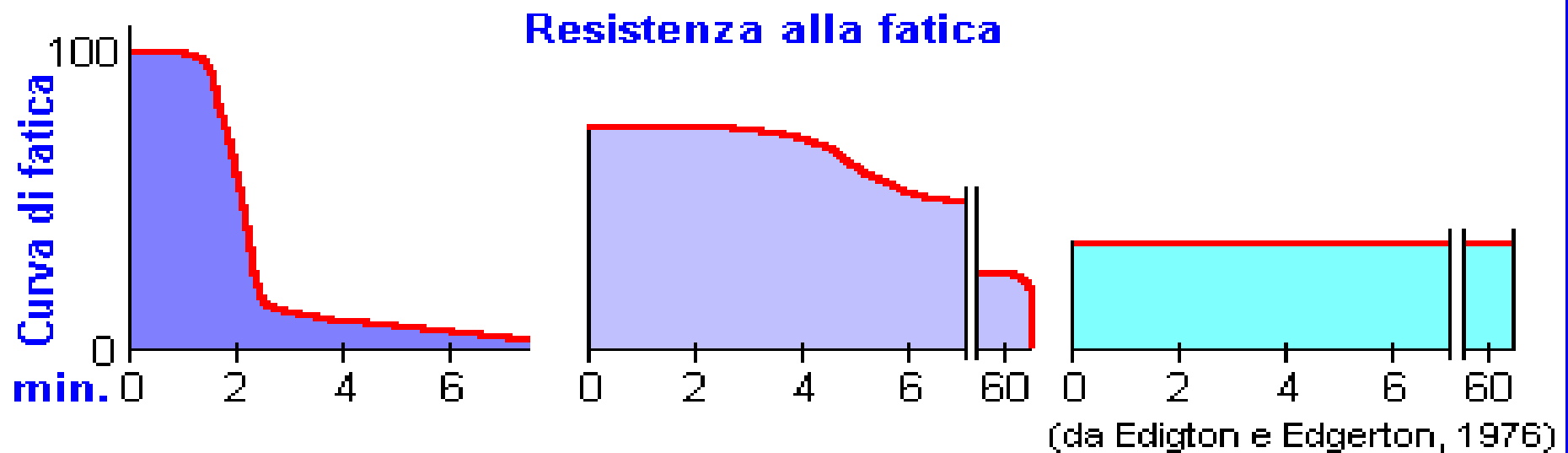
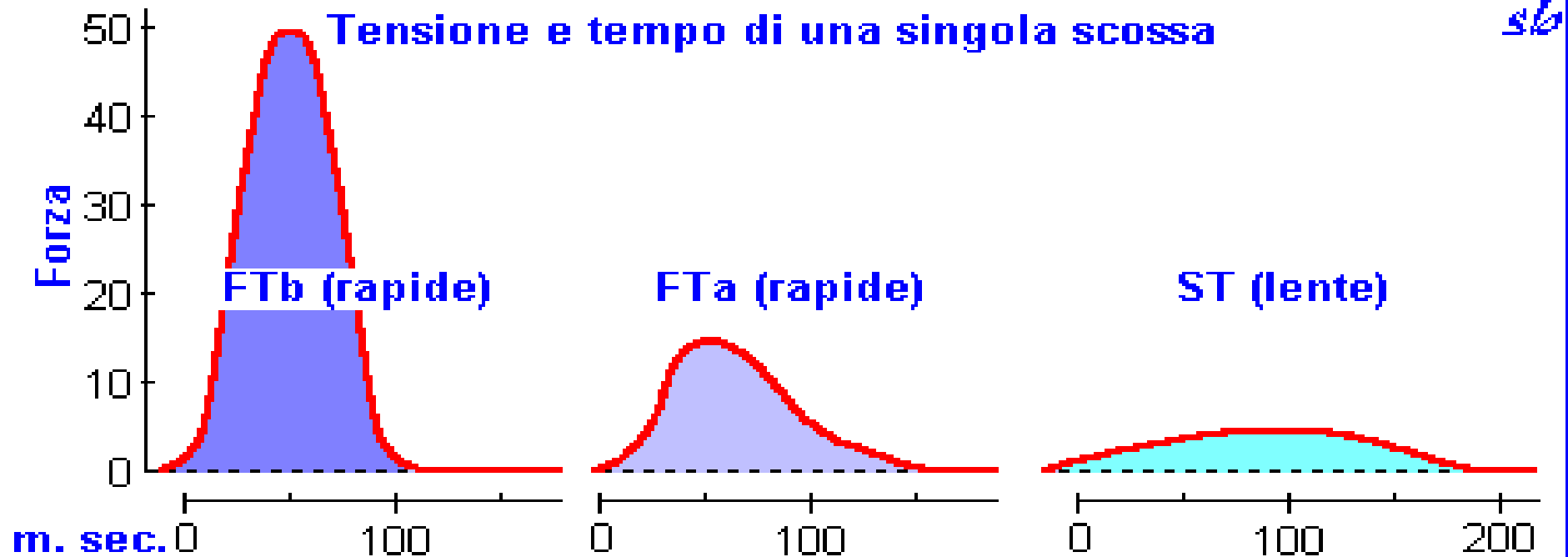
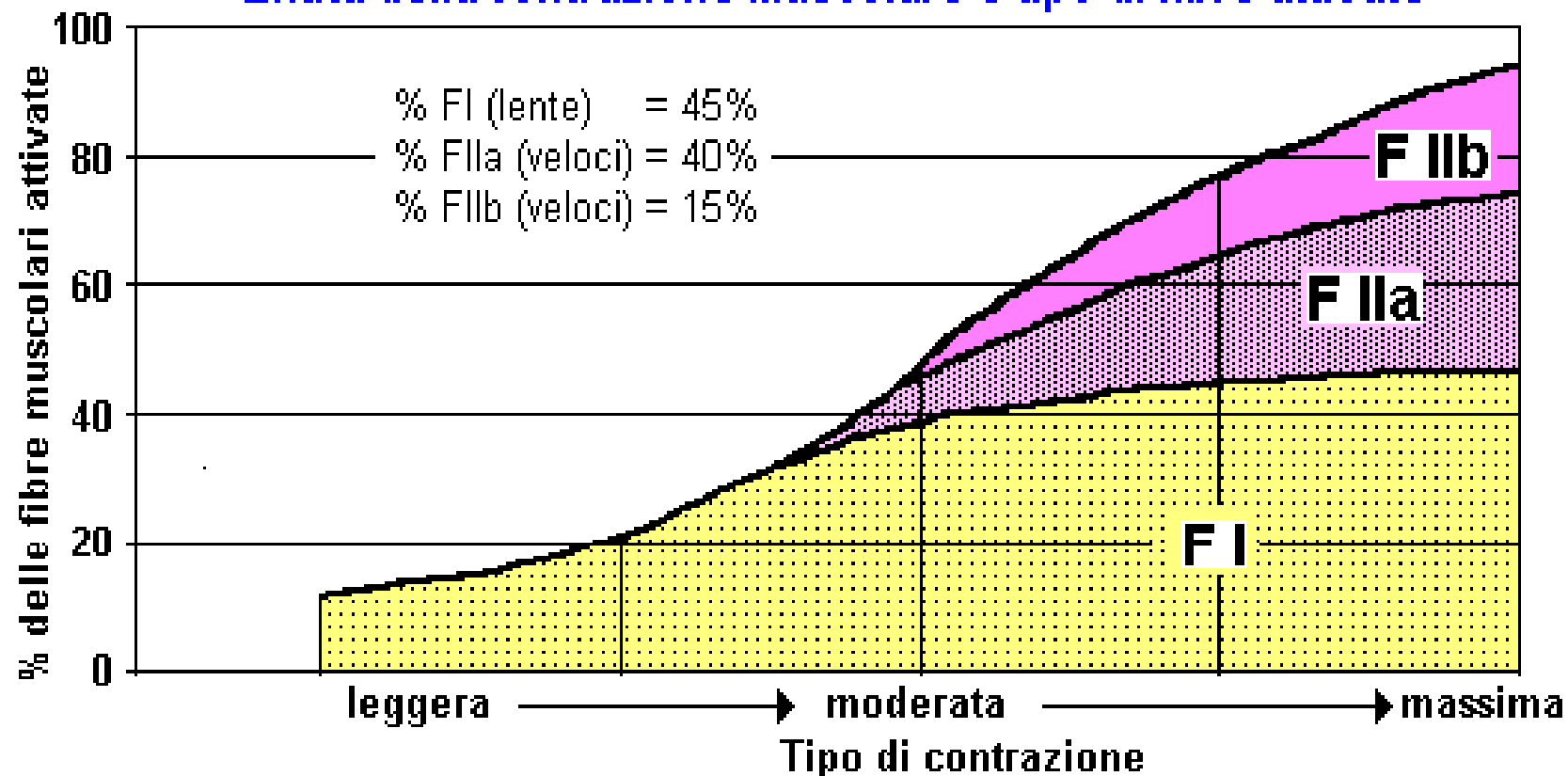
Fibre	Caratteristica generale	Metabolismo	Scossa muscolare	Vascolarizzazione	Affaticabilità	Substrati	
						glucidi	lipidi
I	lente	aerobico	tensione 2 g  200 ms		scarsa	***	***
II a	rapide	aerobico/ anaerobico	20 g  100 ms		media	***	*
II b	rapide	anaerobico	50 g  100 ms		elevata	*****	-

Tabella 1 - Quadro riassuntivo delle caratteristiche delle fibre muscolari.

CARATTERISTICHE DELLE FIBRE MUSCOLARI



Entità della contrazione muscolare e tipo di fibre attivate



Fibre I (lente, rosse):

- bassa intensità di tensione;
- bassa velocità di contrazione
- ricche di mitocondri e mioglobina;
- elevata densità di capillari sanguigni;
- alto potere ossidativo.

Fibre IIa (veloci, bianche):

- medio-alta intensità di tensione;
- alta velocità di contrazione;
- alto potere ossidativo;
- medio potere glicolitico.

Fibre IIb (veloci, bianche):

- elevatissima intensità di tensione;
- altissima velocità di contrazione;
- alto potere glicolitico.

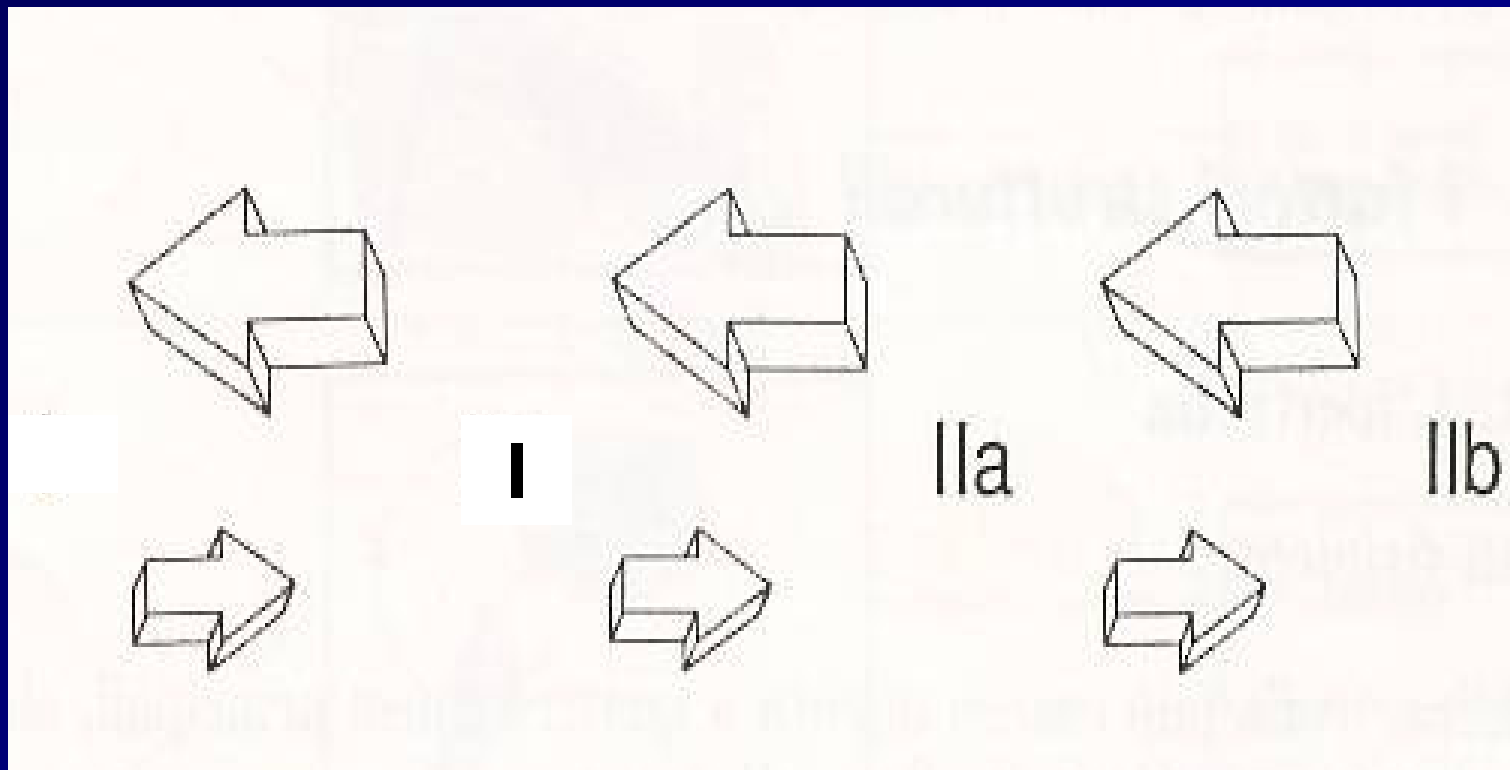
RESISTENZA MUSCOLARE

FORZA MUSCOLARE

Con allenamento opportuno possono assumere le caratteristiche delle F IIb.

Con allenamento opportuno possono assumere le caratteristiche delle F IIa

SCHEMA DI TRASFORMAZIONE DELLE FIBRE MUSCOLARI

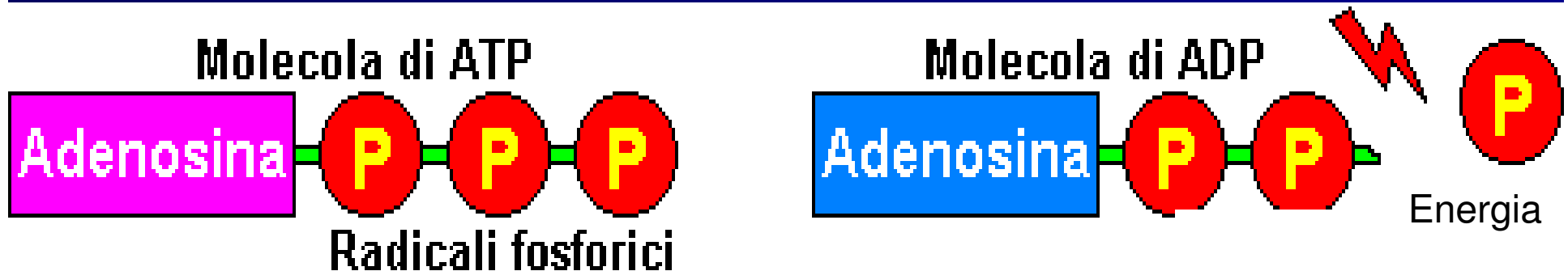


(Le frecce più grandi indicano la maggiore facilità di trasformazione da fibre veloci a lente)

I MECCANISMI (SISTEMI) DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA

I MECCANISMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA PER LA CONTRAZIONE

- L'energia per la contrazione viene fornita dalla scissione di una molecola altamente energetica presente nel muscolo (ATP - *Adenosintrifosfato*)



- L'ATP è presente in quantità limitata (*per 1-2 sec di attività*), è necessaria pertanto un sua continua resintesi

LA RICARICA DELL'ATP

■ La resintesi (*ricostituzione delle scorte di ATP*) richiede energia, che il muscolo si procura da

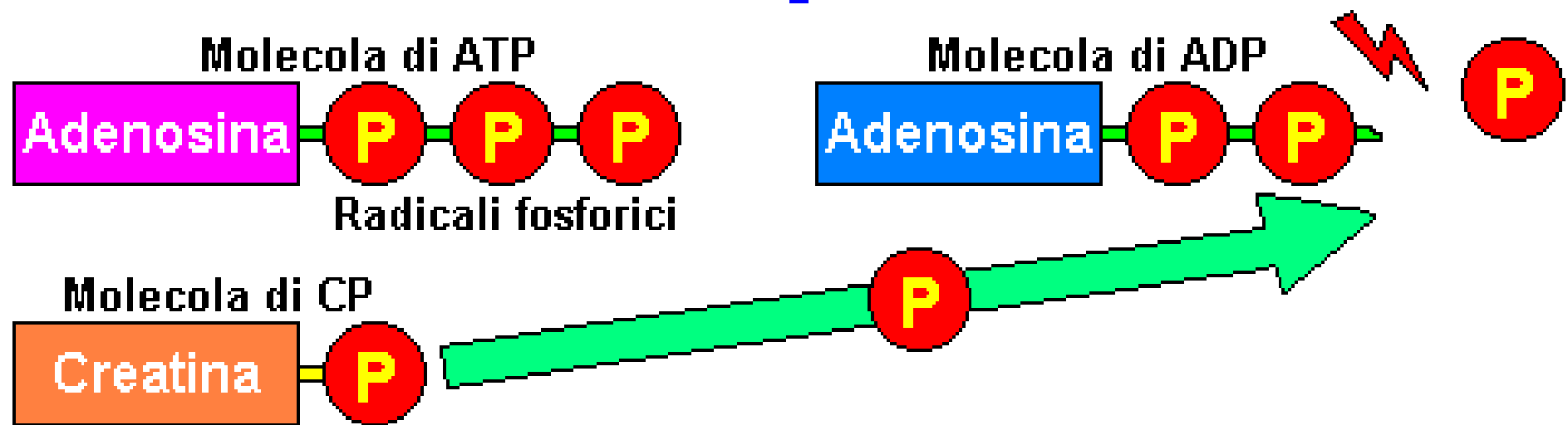
- Un accumulatore di energia presente nel muscolo (CP = Creatinfosfato - *Meccanismo anaerobico alattacido*)
- Dalla degradazione anaerobica degli zuccheri (*meccanismo anaerobico lattacido*)
- Dalla degradazione aerobica di zuccheri e grassi (*meccanismo aerobico*)

Negli sforzi prolungati i meccanismi agiscono in associazione

I MECCANISMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA

- **ANAEROBICO ALATTACIDO**
(potenza)
- **ANAEROBICO LATTACIDO**
(potenza e capacità)
- **AEROBICO** *(capacità)*

IL MECCANISMO ANAEROBICO ALATTACIDO



IL MECCANISMO ANAEROBICO ALATTACIDO

- L'energia viene ottenuta direttamente e quasi immediatamente dalle scorte di CP (*fosfocreatina*) presenti nel muscolo
- Questo meccanismo permette di sviluppare movimenti rapidi e tensioni muscolari elevate
- La durata massima di un lavoro muscolare (*intenso*) effettuato con il contributo di questo meccanismo è intorno agli 8/10''
- Le riserve di CP vengono ripristinate del 50% ogni 20'' circa (*tempo di semireazione*). Per il ripristino totale occorrono 2/3'
- Il ripristino definitivo dei fosfati energetici è a carico del sistema aerobico

IL MECCANISMO ANAEROBICO ALATTACIDO

■ COMPOSTI ENERGETICI

- ATP (*Acido Adenosintrifosforico*)
- CP (*Fosfocreatina*)

■ REAZIONI

- $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P} + \text{energia per la contrazione}$
- $\text{CP} \rightarrow \text{C} + \text{P} + \text{energia libera}$
- $\text{P} + \text{energia libera} + \text{ADP} \rightarrow \text{ATP}$

IL MECCANISMO ANAEROBICO LATTACIDO

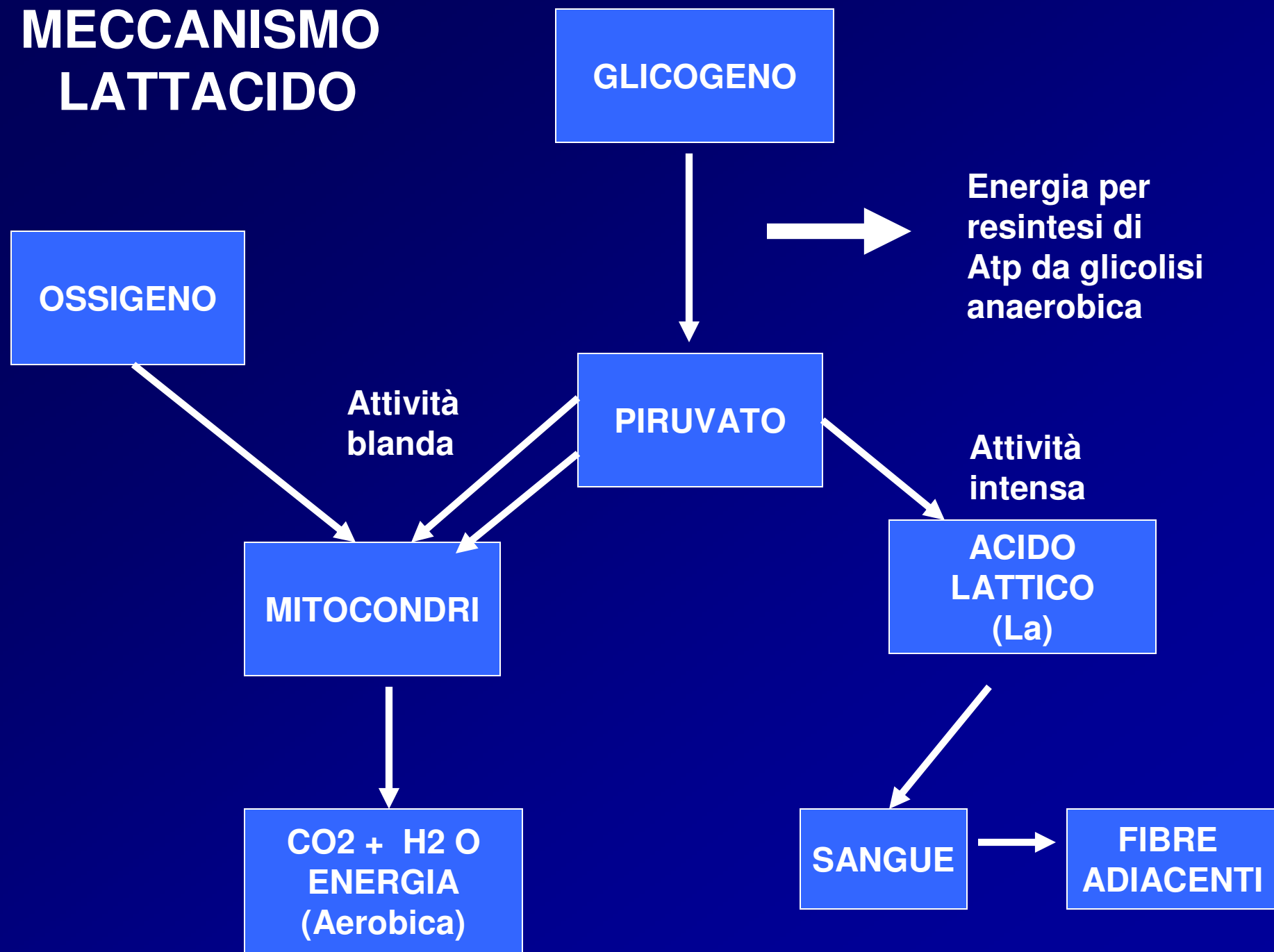
- **Permette di effettuare sforzi abbastanza elevati (della durata massima di 35/40'')**
- **L'energia per la resintesi dell'ATP viene ottenuta dalla scissione del glicogeno (*glicolisi*) senza utilizzo di ossigeno e con produzione di acido lattico**
- **Il lattato viene smaltito in un tempo variabile da pochi minuti a 2 ore**
- **Un accumulo eccessivo acido lattico aumenta l'acidità della fibra muscolare e riduce le capacità lavorative del muscolo**

IL MECCANISMO ANAEROBICO LATTACIDO

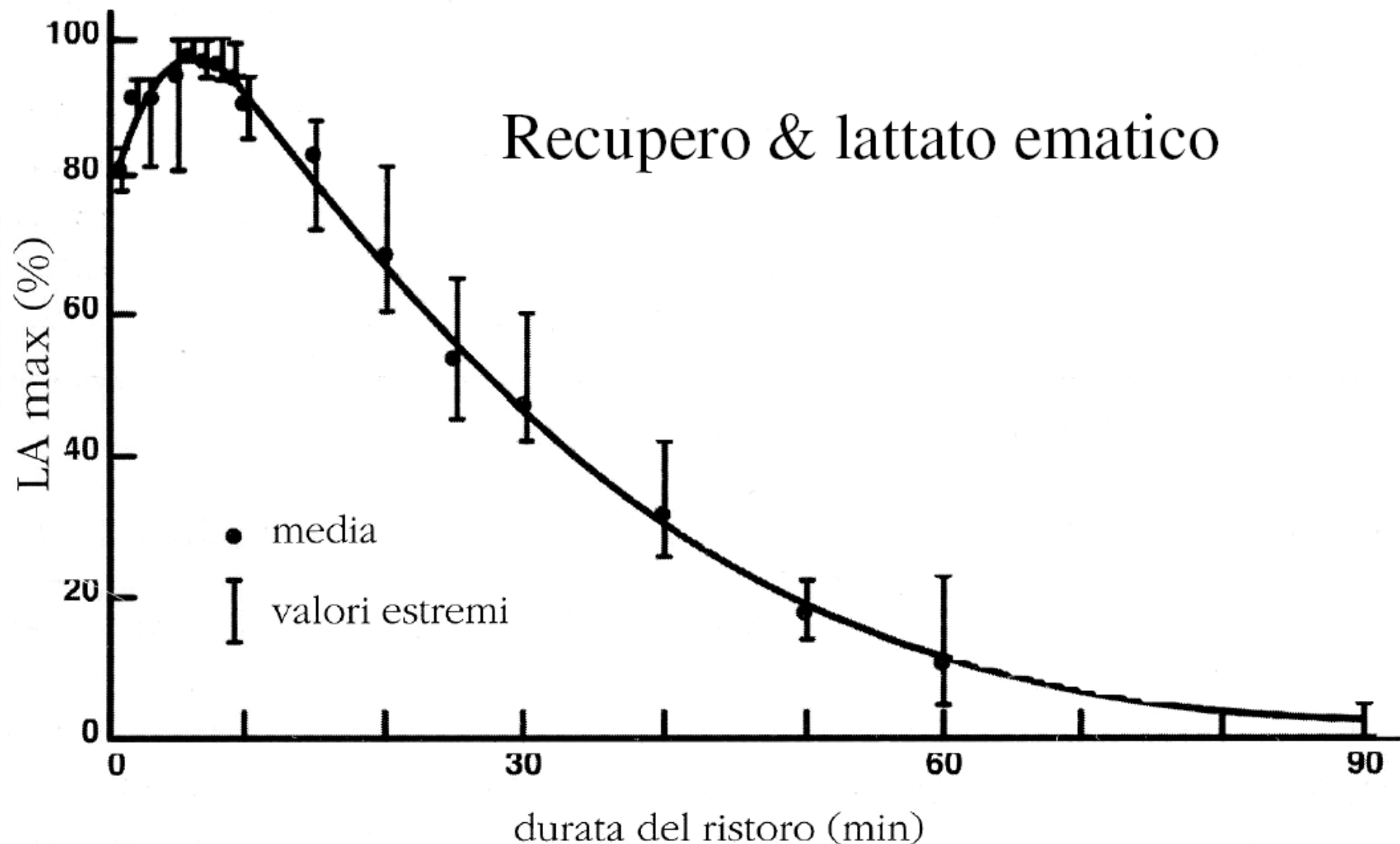
- Le reazioni avvengono nel citoplasma cellulare

Glicogeno → piruvato → lattato
+ produzione di energia
(per risintetizzare ATP)

MECCANISMO LATTACIDO



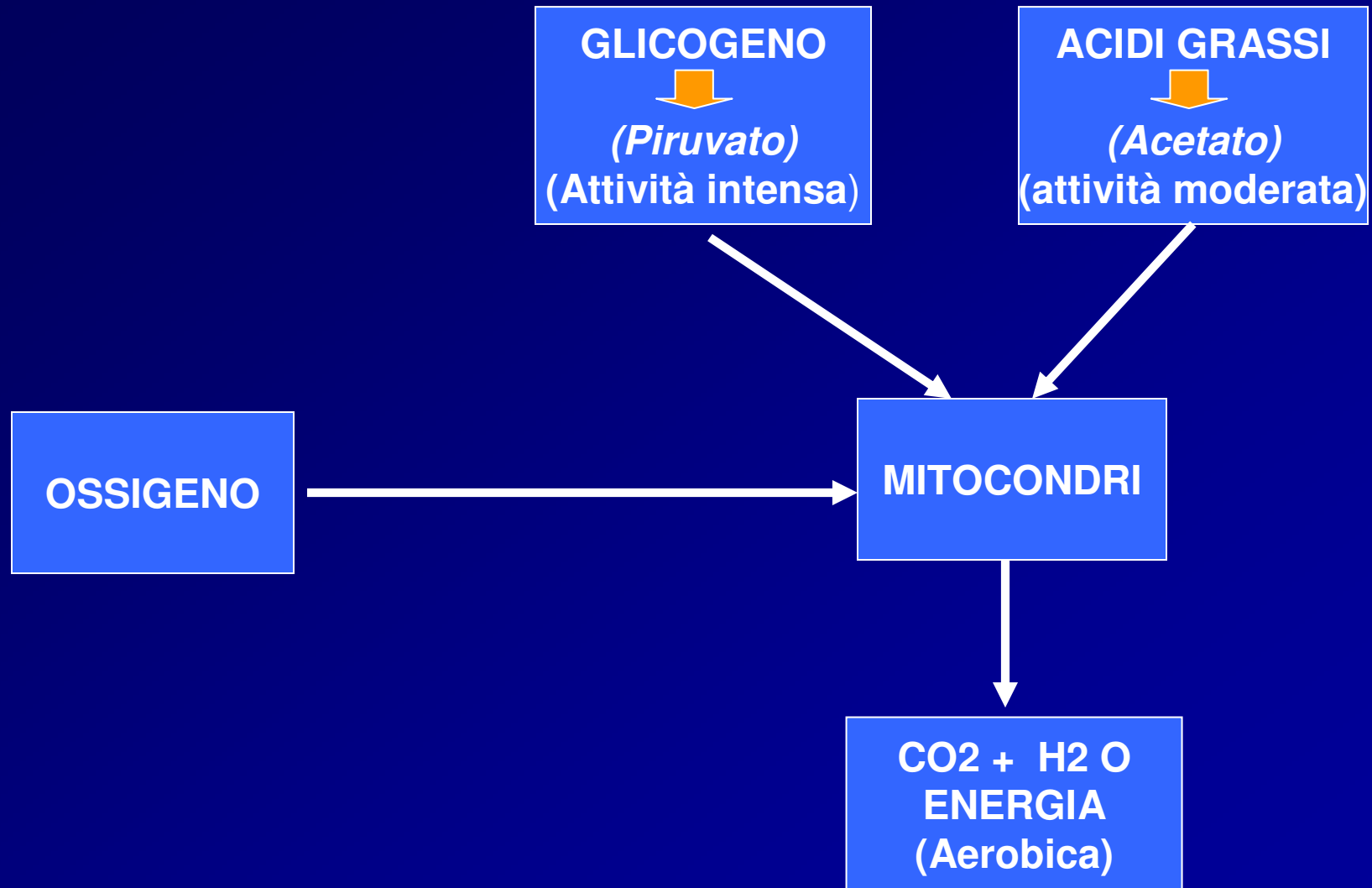
Andamento della concentrazione del lattato nel sangue (espressa come percentuale del valore massimo rilevato) durante il ristoro, espresso in minuti; il tempo zero corrisponde alla cessazione dello sforzo. Da di Prampero (1985).



IL MECCANISMO AEROBICO

- L'energia è fornita dall'ossidazione, nei mitocondri, dei glucidi (piruvato) e dei lipidi (acetato)
- E' caratterizzato contrazioni muscolari di bassa intensità (*<40% del massimo*)
- La durata di una prestazione aerobica può arrivare ad alcune ore
- Il prodotto finale della reazione aerobica è costituito da Co_2 (*anidride carbonica*) ed H_2O (*vapore acqueo*) espulsi con la respirazione

MECCANISMO AEROBICO



IL MECCANISMO AEROBICO

Le reazioni, che impiegano l'ossigeno (O₂), avvengono nei mitocondri, esse utilizzano

- Zuccheri o glucidi (piruvato)
- Grassi o lipidi (acetato)

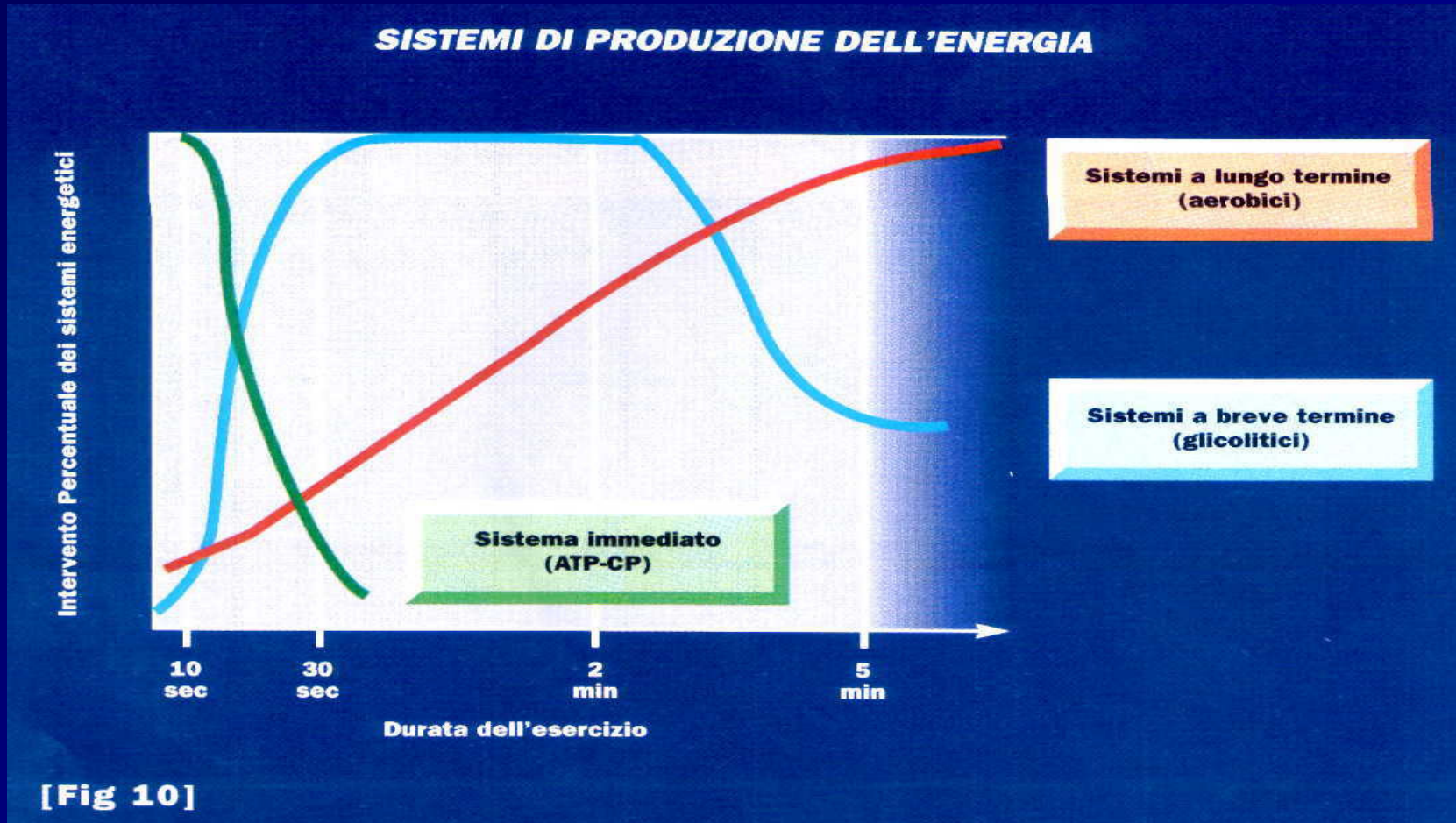
Secondo la reazione



TABELLA COMPARATIVA DEI SISTEMI ENERGETICI

MECCANISMO ENERGETICO	QUALITÀ ATLETICA PREVALENTE	POTENZA	CAPACITÀ
ANAEROBICO ALATTACIDO	POTENZA	1	1
ANAEROBICO LATTACIDO	RESISTENZA LATTACIDA	0,5	2,5
AEROBICO	RESISTENZA AEROBICA	0,3	INFINITO

INTERVENTO TEMPORALE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA



I SUBSTRATI ENERGETICI (i carburanti per la contrazione)

- **Glucidi (*carboidrati, zuccheri*)**
 - Metabolismo aerobico (*sforzo intenso*)
 - Metabolismo anaerobico lattacido
- **Lipidi (*grassi*)**
 - Metabolismo aerobico (*sforzo blando*)
- **Proteine**
 - Metabolismo aerobico (*in caso di volumi elevati ed intensità significative*)

LA MACCHINA UOMO

